

**SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO PER  
IMPIANTI DI SMALTIMENTO RIFIUTI SOLIDI  
URBANI DEL LAZIO**

**Dott. Ing. Federica Lucci**

**Tutor: Dr. Marco Pennacchi**

## **PREFAZIONE**

L'argomento della presente tesi si inserisce in un segmento delle attività svolte dal Servizio Rifiuti - Dipartimento Tutela dell'ambiente e Metrologia ambientale – dell'APAT, finalizzato essenzialmente alla raccolta, elaborazione e analisi dei dati relativi alla produzione e gestione dei rifiuti su tutto territorio nazionale.

Nelle attività di istituto del Servizio Rifiuti, l'uso dei GIS (Sistemi Informativi Geografici) è stato finora limitato alla realizzazione di cartografie tematiche con layers e shapefiles raffiguranti i confini amministrativi e legende che si riferiscono alle quantità totali dei rifiuti smaltiti, nonché al numero degli impianti di raccolta e smaltimento rifiuti rilevati a livello comunale, provinciale e regionale (vedi allegato n. 1 alla prefazione).

Da poco più di un anno lo stesso Servizio sta indirizzando una parte delle proprie risorse alla realizzazione di una sorta di “linee guida” di applicazioni GIS, associabili alla banca dati del catasto rifiuti, che siano in grado di fornire informazioni cartografiche dettagliate e utili anche per la pianificazione territoriale. Pertanto, l'analisi dell'ing. Lucci vuole essere un valido contributo all'individuazione delle variegate potenzialità dei GIS quale supporto alle attività svolte dal Servizio Rifiuti.

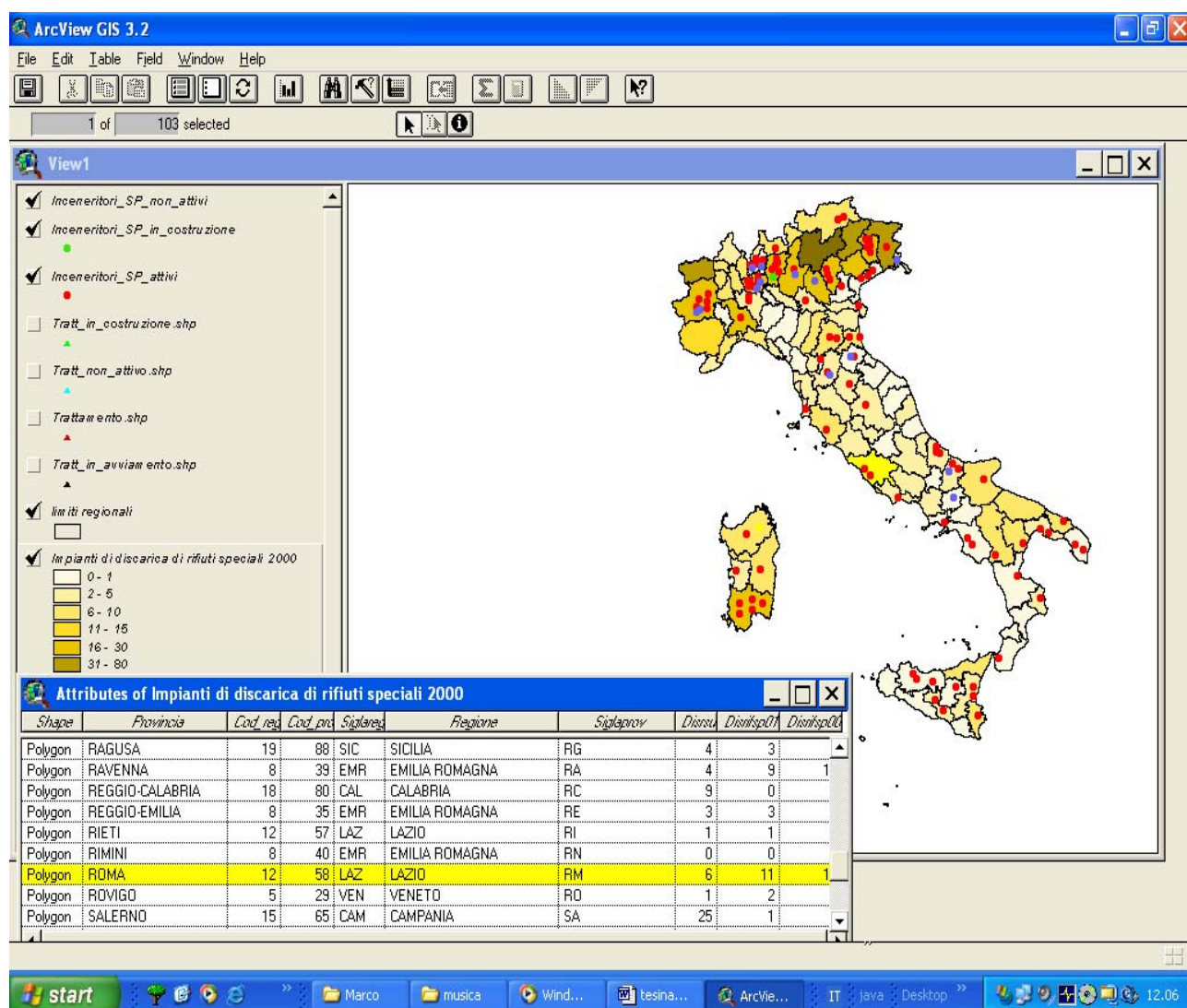
La prima fase applicativa del GIS riguarda l'indispensabile esigenza di georeferenziare gli impianti di raccolta, smaltimento e recupero dei rifiuti.

Al riguardo, il metodo maggiormente usato, consiste nell'individuare le coordinate geografiche mediante l'ausilio di GPS che posizionato presso ogni singolo impianto fornisce le coordinate dell'impianto stesso. Più innovativa è la georeferenziazione degli impianti (specialmente le discariche) mediante l'interpretazione delle immagini da satellite che rilevano in queste aree un sensibile riscaldamento della superficie terrestre a causa della presenza di biogas nonché una anomala distribuzione della vegetazione dovuta alla variazione nella concentrazione di sostanza organica sotto la superficie.

Interessante è la soluzione che l'ing. Lucci ha adottato per collegare la banca dati del catasto rifiuti agli impianti di discarica georeferenziati e digitalizzati in poligoni. Tale associazione viene effettuata mediante la creazione di un database a più livelli la cui struttura potrà essere importata direttamente nel GIS consentendone un'immediata consultazione selezionando direttamente il “poligono” relativo a ciascun impianto.

Il presente lavoro, pur riguardando unicamente il settore dei rifiuti urbani depositati in discarica relativi alla regione Lazio, può essere allargato a tutto il territorio nazionale; in questo caso il problema principale non riguarderà più la gestione della banca dati, ma essenzialmente il lavoro per georeferenziare tutte le circa 1000 discariche presenti in Italia.

## Allegato n.1



# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITOLO 1 .....</b>	<b>9</b>
<b>I SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI .....</b>	<b>9</b>
1.1. INTRODUZIONE .....	9
1.2. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI INFORMATIVI .....	10
1.3. COMPONENTI DI UN GIS E SUA STRUTTURA.....	12
1.4. APPLICAZIONI DEL GIS.....	13
<b>CAPITOLO 2 .....</b>	<b>15</b>
<b>LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI IN DISCARICA .....</b>	<b>15</b>
2.1. I RIFIUTI ED IL LORO SMALTIMENTO.....	15
2.1.1. <i>Classificazione dei rifiuti</i> .....	16
2.1.2. <i>Classificazione delle discariche</i> .....	18
2.1.3. <i>Lo smaltimento dei rifiuti in discarica “controllata”</i> .....	19
2.2. PRODUZIONE DI RIFIUTI E DISTRIBUZIONE DISCARICHE CONTROLLATE IN ITALIA	23
2.3. IDENTIFICAZIONE DI DISCARICHE ABUSIVE CON IL TELERILEVAMENTO .....	24
2.3.1 <i>Metodi di telerilevamento per la localizzazione e l’analisi delle discariche</i>	25

2.3.2	<i>Vantaggi del telerilevamento per la localizzazione e la classificazione delle discariche</i> .....	27
2.4	LA TERMODISTRUZIONE.....	28
<b>CAPITOLO 3 .....</b>		<b>29</b>
<b>SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO PER IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI.....</b>		<b>29</b>
3.1	SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI E COLLEGAMENTO AI DATABASE .....	29
3.2	ACQUISIZIONE ED ANALISI DEI DATI .....	30
3.3	LA GEOREFERENZIAZIONE .....	31
3.4	GEOREFERENZIAZIONE DI IMPIANTI DI SMALTIMENTO RIFIUTI .....	32
3.5	COLLEGAMENTO AD UN DATABASE ESTERNO .....	32
<b>CAPITOLO 4 .....</b>		<b>34</b>
<b>GEOREFERENZIAZIONE IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI NEL LAZIO .....</b>		<b>34</b>
4.1	DISCARICHE AUTORIZZATE NEL LAZIO .....	34
4.2	ACQUISIZIONE DEI DATI TRAMITE GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM).....	35
4.3	GEOREFERENZIAZIONE DISCARICHE .....	36
<b>CAPITOLO 5 .....</b>		<b>37</b>
<b>COLLEGAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI NEL LAZIO GEOREFERENZIATI AD UN DATABASE .....</b>		<b>37</b>
5.1	SCELTA DEL DATABASE .....	37
5.2.	PROGETTAZIONE DEL DATABASE .....	38

5.2.1	<i>Tabelle del database</i> .....	38
5.2.2	<i>Relazioni fra le tabelle</i> .....	39
5.2.3	<i>Maschere del database</i> .....	40
5.2.4	<i>Report finali</i> .....	40
5.3.	COLLEGAMENTO DEL DATABASE AGLI IMPIANTI GEOREFERENZIATI.....	41
<b>CONCLUSIONI</b> .....		<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		<b>43</b>

# INTRODUZIONE

Il lavoro descritto in questa tesi ha come obiettivo quello di identificare le discariche controllate presenti della Regione Lazio, georeferenziarle, attribuendo a ciascuna le proprie coordinate spaziali reali in un certo sistema di riferimento ed individuare una metodologia di collegamento ad un database che contenga le informazioni più importanti relative a ciascun impianto.

Per sviluppare il progetto si è utilizzato il software Arcgis 9 che fa parte di quella categoria di software atti alla gestione ed alla manipolazione dei dati geografici, noti come Sistemi Informativi territoriali (SIT), o, nella terminologia anglosassone, Geographical Information System (GIS). Tali software rappresentano un'innovazione epocale nella gestione e nella produzione cartografica e per questo si è ritenuto opportuno dedicare il primo capitolo di tale lavoro alla descrizione dei Sistemi Informativi Geografici, alla loro classificazione, alle componenti, alla struttura ed alle possibili applicazioni.

Il secondo capitolo è completamente dedicato allo smaltimento dei rifiuti in discarica ed in particolare vengono trattati i seguenti temi: la classificazione dei rifiuti e delle discariche, lo smaltimento dei rifiuti in discarica “controllata”, la produzione nonché la distribuzione di discariche “controllate” in Italia. Nello stesso Capitolo si è voluto dedicare un paragrafo al tema dell'individuazione delle discariche abusive tramite telerilevamento; tale tema è infatti di particolare importanza se si pensa al numero sempre maggiore di discariche abusive presenti in particolare nel sud Italia ed ai danni che potrebbero causare all'ambiente; l'individuazione tramite telerilevamento costituisce un metodo rapido per l'identificazione al fine dell'attivazione degli interventi di recupero e della pianificazione al meglio delle operazioni di monitoraggio locale degli ambienti colpiti.

I terzo, il quarto ed il quinto capitolo sono dedicati alla descrizione del Sistema Informativo Geografico realizzato per gli impianti di smaltimento rifiuti del Lazio, alla georeferenziazione degli impianti ed al collegamento dei dati georiferiti al database creato.

## **METODOLOGIA**

La metodologia utilizzata per lo sviluppo del progetto è relativa alle due parti di cui si compone il progetto stesso: la parte bibliografica e la parte sperimentale.

Per quanto riguarda la parte bibliografica, si sono utilizzate fonti consultate prevalentemente da internet (vedi Bibliografia) e soprattutto si è avuta la possibilità di utilizzare la banca dati fornita dall'APAT negli ultimi due Rapporti rifiuti. Tramite tale banca dati si è avuto a disposizione un grande quantitativo di dati relativi allo smaltimento di rifiuti in discarica autorizzata, sia per quanto riguarda le caratteristiche degli impianti, sia per quanto riguarda la tipologia ed i quantitativi di rifiuti stessi. Tali dati sono stati inseriti in un database di Access.

Per quanto riguarda la parte sperimentale, si è avuta la possibilità di utilizzare, presso l'APAT, l'ultima versione del software ARCGIS e, tramite misure in campo tramite GPS e dati forniti dall'Università di Roma III, si è proceduto alla georeferenziazione degli impianti.

Grazie al software ARCGIS 9 si è avuta poi la possibilità di collegare i dati relativi agli impianti georeferenziati alla banca dati inserita in Access.

Si sottolinea inoltre come l'APAT abbia a disposizione su base informatica anche la carta litologica, idrologica e dei parchi (1:500000) dell'Italia, le quali carte, inserite nel progetto, consentono di fare notevoli considerazioni relative all'impatto ambientale degli impianti nei siti in cui sono collocati.



# CAPITOLO 1

## I SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI

### 1.1. Introduzione

La storia delle realizzazioni delle carte geografiche inizia con metodi basati su percezioni e ricostruzioni soggettive. Dapprima si trattava di copiare la terra oppure di misurarla rispetto al cielo, sempre tenendo ben saldi i piedi a terra o al massimo immaginando punti di vista virtuali collocati nello spazio. Con il passare del tempo il principale problema tecnico dello sviluppo di una superficie sferica (quella della terra) su una superficie piana (quella della carta) venne risolto attraverso soluzioni geometriche (Proiezioni geometriche) in seguito sostituite dalle rigorose trattazioni matematiche (Rappresentazioni analitiche), su cui di fatto sono basati i principi delle Proiezioni cartografiche.

Negli ultimi cento anni la cartografia diviene la ricostruzione in scala del Globo collocando l'occhio (reale o virtuale) lontano da terra. Con l'accesso alla visione aerea e satellitare si è compiuto un lungo tragitto che ci ha portati alla piena percezione dello spazio che ci circonda e si è definitivamente messa da parte una certa fantasia interpretativa. Attualmente la cartografia più diffusa non rappresenta più i luoghi, gli spazi e le distanze, ma unitamente a questi dati geografici essenziali, vengono rappresentati anche dati e informazioni di ogni genere. Da oltre cento anni si elaborano carte tematiche di ogni tipo e per ogni disciplina; dalle carte dei prodotti coloniali, alle carte geologiche con i giacimenti minerari, alle carte delle catene dei fast food americani, e così via.

Negli ultimi venti anni poi si è instaurato uno stretto legame tra gli strumenti dell'Information Technology e la cartografia.

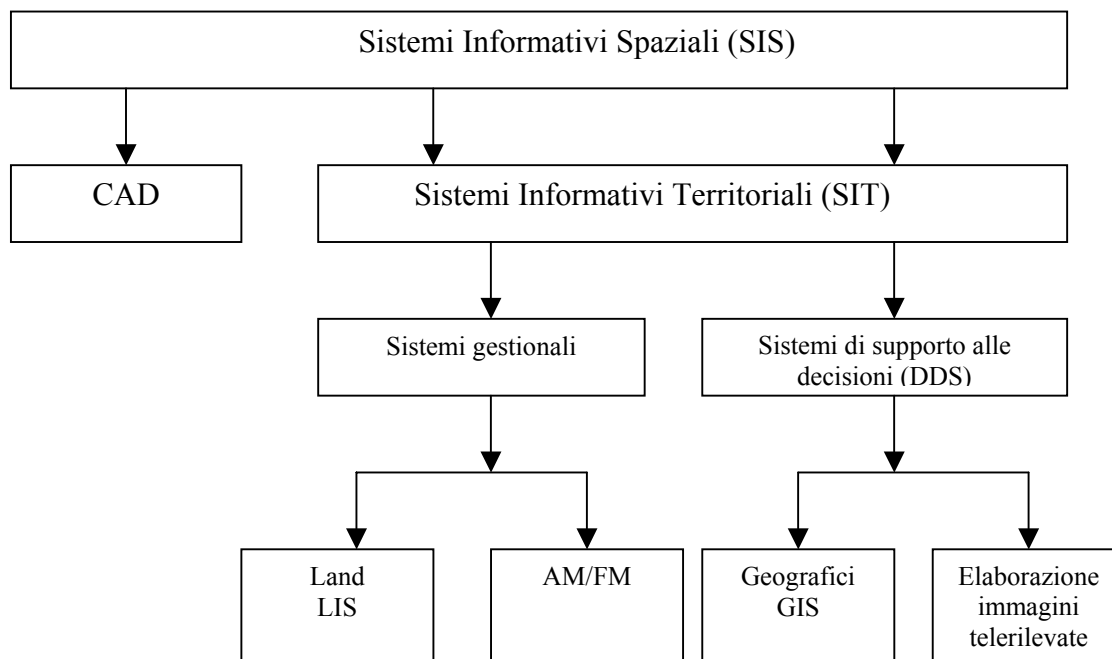
A partire dalla metà degli anni '60 è infatti apparsa sul mercato informatico una categoria di software atti alla gestione ed alla manipolazione dei dati geografici, noti come Sistemi Informativi territoriali (SIT), o, nella terminologia anglosassone, Geographical Information System (GIS) che rappresentano una innovazione epocale nella gestione e

nella produzione cartografica.. Una volta introdotti, la loro ampia diffusione, in particolare negli anni '90, ha aumentato enormemente la possibilità di elaborazione e di analisi dei dati raccolti negli archivi di pubbliche amministrazioni, Enti ed Istituti di ricerca che si occupano dello studio e della pianificazione del territorio. I GIS infatti sono un mezzo per codificare, memorizzare e richiamare dati ma soprattutto possono essere concepiti come un modello del mondo reale con lo scopo di prevenire e prevedere una serie di fenomeni legati al territorio.

## **1.2. Classificazione dei Sistemi Informativi**

La rapida evoluzione dei Sistemi Informativi ha fatto proliferare altrettanto rapidamente le definizioni ed i corrispondenti acronimi. E' importante cercare di delineare una classificazione e, a tal proposito, si può utilizzare la classificazione di Kraus (1995) per analizzare a che livello si collocano i Sistemi Informativi Geografici (GIS).

Secondo tale classificazione i Sistemi Informativi Geografici (GIS) fanno parte dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT) che sono un sottoinsieme del gruppo più ampio dei Sistemi Informativi Spaziali (SIS) così come riportato in Figura 1.



*Figura 1 La classificazione dei Sistemi Informativi Spaziali.*

I Sistemi Informativi Spaziali vengono suddivisi a seconda delle diverse funzionalità, quali gestione della banca dati, modellistica, visualizzazione ed a seconda dei diversi settori di applicazione. In particolare si possono ritrovare le seguenti categorie:

- *Computer Aided Design (CAD)*, sviluppati a supporto della progettazione architettonica e del disegno tecnico. Importante è la funzione per l'effettuazione dei calcoli (volume, peso, ecc.) per la visione tridimensionale del disegno stesso;
- *Land Information System (LIS)*, sviluppati per la gestione, di solito a grande scala, di informazioni relative a specifiche aree del territorio a scopo amministrativo, legale ed economico. I più comuni sono quelli per la gestione delle informazioni catastali. Le funzioni più sviluppate dei LIS sono quelle relative alla raccolta, gestione ed aggiornamento dei dati territoriali sulla banca dati contenente dati georiferiti relativi ai singoli contesti territoriali;
- *Automated Mapping/Facilities Management (AM/FM)*, in grado di gestire le componenti grafiche e alfa-numeriche dei dati geografici. Questi sono utilizzati per la gestione delle reti tecnologiche e comprendono funzioni per il calcolo e l'analisi di tipo spaziale, per esempio l'analisi dei flussi. La possibilità di gestire la terza dimensione o componente topografica (z) è essenziale;

- *Geographic Information Systems, o Sistemi Informativi Geografici (GIS)*, con capacità di analisi, pianificazione e modellistica. Come tali sono focalizzati sulle analisi ed elaborazione di tipo territoriale più che sulla semplice rappresentazione del dato;
- *Sistemi per l'elaborazione delle immagini*, con predominio delle funzioni per elaborazioni digitali di immagini prodotte con tecniche di telerilevamento. La tendenza degli ultimi anni è quella di integrare sempre più in questi sistemi funzioni proprie del GIS in quanto i dati da telerilevamento possono essere un'importante fonte di informazioni nel GIS stesso e, viceversa, quest'ultimo può contribuire a migliorare l'interpretazione di immagini telerilevate.

Sono fondamentali le relazioni tra i GIS, i software dedicati al disegno automatico (CAD), la cartografia automatica, le banche dati adeguatamente gestite (*Data Base Management Systems, DBMS*) ed il Telerilevamento.

### 1.3. Componenti di un GIS e sua struttura

Per un'organica strutturazione di un GIS è importante specificare sia le componenti che costituiscono un GIS che la sua organizzazione, oltre alla logica di procedimento che ne definisce la strutturazione.

Le componenti essenziali di un GIS sono quattro:

- *hardware*: che include gli elaboratori, compresi i Personal Computer, la cui evoluzione ha sempre più spostato i software in questi ambienti, e le periferiche per l'inserimento di dati e l'uscita del prodotto, quali digitalizzatori, strumenti di scansione, stampanti, ecc.;
- *software applicativi*: i programmi disegnati specificatamente per il trattamento dei dati territoriali, sono ormai evoluti e di diversi tipi; tutti comunque prevedono moduli per l'immissione di dati e la loro gestione, recupero, elaborazione, rappresentazione e stampa;
- *dati per l'alimentazione del sistema*: dalla loro accuratezza ed omogeneità dipende il buon esito del lavoro; il costo della raccolta dei dati eccede sia i costi del software che dell'hardware ed è stimato essere pari a circa il 70% del costo totale;

- *contesto organizzativo*: costituito dalle persone in grado di far funzionare gli elaboratori e la struttura all'interno della quale essi operano.

Una volta eseguita l'analisi delle esigenze degli utilizzatori e delle risorse a disposizione, il punto fondamentale successivo nell'organizzazione di un GIS sta nella *definizione di un modello dei dati* che serve per poter rappresentare e gestire le informazioni spaziali fra i diversi elementi riproducendone fedelmente le condizioni del modello reale. La strutturazione dei dati deve quindi prevedere la loro rappresentazione geometrica, topologica e prevedere una serie di attributi descrittivi degli oggetti.

La fase di *acquisizione* comprende l'immissione dei dati in un formato gestibile dal calcolatore differenziando le procedure tra parte geografica e parte alfa-numerica. L'*immissione dei dati* avviene, definito il modello dei dati, in forma vettoriale tramite digitalizzazione, strumenti geodetici, sistemi di posizionamento (GPS) e in formati standard di scambio o raster, quali immagini da satellite, scansione di fotografie aeree, ecc. I dati alfa-numerici vengono introdotti tramite tastiera.

Segue una fase di *pre-elaborazione* che serve per trasformare i dati inseriti in dati compatibili ed idonei ad essere gestiti dal software utilizzato. La gestione del dato avviene tramite gli strumenti informatici noti come Sistemi di gestione delle Banche Dati (DBMS) che consentono il richiamo delle informazioni e la loro manipolazione. La banca dati di un GIS prevede la gestione di dati spaziali (grafici) e non spaziali (alfa-numerici). A volte i dati grafici sono gestiti separatamente dai dati alfa-numerici per le loro differenti caratteristiche.

Ultima, ma non meno importante, è la fase di *presentazione dei dati*: i risultati possono essere espressi in formato tabellare o grafico, ma più comunemente si rappresentano in carte tematiche che sottostanno alle caratteristiche di precisione grafica della cartografia tradizionale (Healey, 1991).

## **1.4.Applicazioni del GIS**

Il G.I.S. rappresenta il mezzo più organico e moderno per conoscere in modo approfondito un determinato territorio attraverso un insieme di cartografie computerizzate collegate con una banca dati. L'insieme deve permettere sia di partire dal dato cartografico e trovare i dati correlati, sia di partire dal dato del database e trovare i corrispondenti dati cartografici.

Le applicazioni sono vastissime, si possono citare le più importanti ed utilizzate:

- ✓ *Informatizzazione del Piano Regolatore Generale*: il P.R.G. è uno strumento complesso da conoscere e da gestire. Un GIS, applicato al P.R.G., permette di conoscere immediatamente la destinazione urbanistica delle varie zone, di relazionare cartografie diverse (esempio aerofotogrammetrie, foto aeree, planimetrie catastali), di conoscere nel complesso e nel dettaglio i dati dimensionali del Piano, di verificarne l'attuazione.
- ✓ *Gestione di Reti*: per qualunque gestore di reti è fondamentale conoscere la posizione di ogni singola porzione, le correlazioni, gli apparecchi di intercettazione, le caratteristiche costruttive di ogni singolo tratto, gli attraversamenti, i parallelismi, lo stato di manutenzione, le caratteristiche della strada o del territorio dove la rete è ubicata.
- ✓ *Quadro fiscale del territorio*: la situazione fiscale degli immobili può essere analiticamente rappresentata da un G.I.S.
- ✓ *Piano Urbano del Traffico*: la rappresentazione della città con tutte le sue strade, le condizioni fisiche di percorribilità, i nodi di traffico, i sensi unici e le limitazioni, i percorsi alternativi, i carichi sulle varie arterie.
- ✓ *Protezione Civile*: è un campo per cui la conoscenza del territorio e la possibilità di convogliare soccorsi e risorse è di fondamentale importanza. Si aggiunga una mappa della microsismicità, una mappa della vulnerabilità degli edifici, la situazione di transitabilità delle strade in condizioni normali, in emergenza ed in presenza di crolli. Ed ancora l'ubicazione degli edifici pubblici, degli ospedali, dei ponti, ecc.
- ✓ *Piani Commerciali*: in questo caso è importante l'ubicazione di tutti gli esercizi commerciali con caratteristiche dimensionali, ubicazione dei parcheggi, linee di trasporto urbane, ecc.
- ✓ *Cartografia geologica, geomorfologia, idrogeologica, delle risorse, forestale, ambientale*: una compagnia forestale deve sapere dove piantare o tagliare degli alberi e deve conoscere strade e sentieri per accedervi; un servizio geologico deve conoscere la distribuzione di frane, sorgenti, cave sondaggi, etc.

E va anche sottolineato che tutte le superiori specifiche funzioni possono essere integrate in un unico strumento.

## **CAPITOLO 2**

### **LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI IN DISCARICA**

#### **2.1. I rifiuti ed il loro smaltimento**

Il problema di regolare lo smaltimento dei rifiuti si è posto inizialmente proprio con i rifiuti solidi urbani, quale prodotto del vivere quotidiano, in riferimento specifico alla sfera dell'igiene pubblica, per salvaguardare la salute del cittadino.

L'evoluzione della Legislazione in questa materia ha poi comportato la modalità di trattamento del rifiuto in modo differenziato: da un lato il rifiuto industriale con determinate caratteristiche e dall'altro il rifiuto prodotto da attività urbane. Si è passati dal concetto originario per cui il rifiuto è solamente il residuo non desiderato delle attività umane al concetto di differenziazione del rifiuto, da cui consegue un diverso trattamento a seconda della pericolosità dello stesso e della sua incidenza sull'ambiente.

Una volta riconosciuta l'esigenza di regolamentare la materia, la produzione Normativa è diventata subito notevole: si citano, a titolo esemplificativo le tre più importanti Normative:

- legge – quadro d.P.R. 915/82 di recepimento di talune direttive CEE e la sua prima attuazione tramite la delibera del Comitato interministeriale del 27 Luglio 1984;
- d. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 15 febbraio del 1997, n.38) avente ad oggetto “Attuazione delle Direttive CEE 91/15 sui rifiuti, 91/689 sui rifiuti pericolosi e 94/62 sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio” e modificato dal d.Lgs. 8 Novembre 1997, n.389, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'8 Novembre 1997, n.261.
- il D. Lgs. del 13 Gennaio 2003, n.36 ed il DM del 13 marzo 2003, che introducono nell'ordinamento nazionale la nuova disciplina in materia di discariche, recependo la Direttiva 99/31/CE.

In particolare il d.Lgs n.22 del 1997 contiene i principi fondamentali di modifica del sistema di gestione e smaltimento dei rifiuti sino ad allora esistente secondo i principi comunitari.

Tale Decreto inoltre ha introdotto una nuova classificazione dei rifiuti, distinguendoli secondo l'origine (rifiuti urbani e rifiuti speciali) e secondo le caratteristiche di pericolosità (rifiuti pericolosi e non pericolosi). Le categorie di rifiuto divengono quindi quattro (rifiuti urbani non pericolosi, rifiuti urbani pericolosi, rifiuti speciali non pericolosi, rifiuti speciali pericolosi).

Per quanto riguarda invece gli ultimi due decreti citati (D.Lgs. 36/03 e DM 13 marzo 2003), essi introducono una nuova classificazione delle discariche e le relative nuove norme tecniche; in particolare si passa dalla cinque categorie previste dalla deliberazione del 27 Luglio 1984 a tre sole categorie (inerti, non pericolosi e pericolosi).

#### **2.1.1. Classificazione dei rifiuti**

Si riporta nel seguito la classificazione dei rifiuti così come introdotta dal d. Lgs. 22 del '97. Come già sopra affermato i rifiuti vengono distinti da un lato secondo l'origine e dall'altro secondo le caratteristiche di pericolosità.

##### *2.1.1.1 Classificazione dei rifiuti secondo l'origine*

Nella classificazione dei rifiuti secondo l'origine si parla di rifiuti urbani e di rifiuti speciali.

Sono definiti **rifiuti urbani**:

- a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 21, comma 2, lettera g) del decreto medesimo;
- c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;



f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e).

Sono definiti **rifiuti speciali**:

- a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- b) i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;
- c) i rifiuti da lavorazioni industriali;
- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti dalle attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- i) i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- l) i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

#### *2.1.1.2 Classificazione dei rifiuti secondo le caratteristiche di pericolosità.*

Per quanto riguarda la classificazione dei rifiuti secondo le caratteristiche di pericolosità, i rifiuti vengono catalogati in uno specifico Elenco, ai sensi della decisione 2000/532/CE e successive modificazioni.

La classificazione dei rifiuti, in particolare, si basa per alcune tipologie sulla provenienza dei rifiuti stessi e per altre tipologie sulla funzione che rivestiva il prodotto originario.

Diverse tipologie di rifiuto sono classificate, già all'origine, come pericolose o non pericolose mentre per altre è prevista una voce speculare (codice di sei cifre per il rifiuto non pericoloso e codice di sei cifre contrassegnato con asterisco per il rifiuto pericoloso), in funzione della concentrazione di sostanze pericolose da determinarsi mediante opportuna verifica analitica.

Al fine di non dover modificare ripetutamente l'elenco dei rifiuti pericolosi, si è previsto un meccanismo automatico: pertanto, ogni volta che verrà classificata una nuova sostanza pericolosa (ai sensi della direttiva 67/548/CE) il rifiuto contenente la suddetta sostanza, qualora caratterizzato da una voce "speculare", sarà classificato come pericoloso

nel caso in cui la concentrazione della sostanza stessa raggiunga i valori limite previsti dall'articolo 2 della decisione 2000/532/CE e successive modificazioni.

### **2.1.2. Classificazione delle discariche**

Il Decreto Legislativo n. 36 del 2003 detta una nuova classificazione delle discariche rispetto a quella prevista dalla Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984. In particolare la deliberazione del Comitato Interministeriale del 1984, in applicazione dell'articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica del 10 settembre del 1982, prevedeva cinque categorie di discariche mentre con il D.Lgs. n.36 del 2003 si passa a tre categorie.

Si riporta nel seguito la classificazione così come introdotta dal d. Lgs. 36 del 2003. Ciascuna discarica e' classificata in una delle seguenti categorie:

- a) discarica per rifiuti inerti;
- b) discarica per rifiuti non pericolosi;
- c) discarica per rifiuti pericolosi.

intendendo per

- Rifiuti inerti: “i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa; i rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano ne' sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti, nonché l'ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque, superficiali e sotterranee” art. 2 comma 1 lett.e del D. Lgs. 36 del 2003.
- Rifiuti pericolosi: i rifiuti di cui all'articolo 7, comma 4, del decreto legislativo n. 22 del 1997, e successive modificazioni.

Rifiuti non pericolosi: i rifiuti che per provenienza o per le loro caratteristiche non rientrano tra i rifiuti pericolosi.

### **2.1.3. Lo smaltimento dei rifiuti in discarica “controllata”**

Per discarica s'intende “un'area adibita a smaltimento dei rifiuti mediante operazioni di deposito sul suolo o nel suolo, compresa la zona interna al luogo di produzione dei rifiuti adibita allo smaltimento dei medesimi da parte del produttore degli stessi, nonché qualsiasi area ove i rifiuti sono sottoposti a deposito temporaneo per più di un anno. Sono esclusi da tale definizione gli impianti in cui i rifiuti sono scaricati al fine di essere preparati per il successivo trasporto in un impianto di recupero, trattamento o smaltimento, e lo stoccaggio di rifiuti in attesa di recupero o trattamento per un periodo inferiore a tre anni come norma generale, o lo stoccaggio di rifiuti in attesa di smaltimento per un periodo inferiore a un anno” (D.Lgs. 36 del 2003).

L'esercizio di una discarica comporta la formazione di emissioni liquide (percolato) e gassose (biogas) che possono causare diversi problemi ambientali.

Indichiamo con il termine di discarica “controllata” una tecnologia indirizzata alla minimizzazione ed al controllo di tali emissioni, sia tramite sistemi di impermeabilizzazione artificiale che tramite sistemi di drenaggio, raccolta e smaltimento del percolato, nonché captazione ed utilizzo energetico del biogas.

Tale tecnologia ha conosciuto in questi ultimi anni uno sviluppo impetuoso e continuo legato al crescere ed al maturare di numerose esperienze, al progredire delle conoscenze scientifiche nel settore, alla percezione dei rischi ambientali ed alla volontà di ridurli al minimo. Per questi motivi, la “discarica controllata” ormai rappresenta il metodo di smaltimento finale dei rifiuti solidi più diffuso.

La discarica controllata è un impianto di notevole rilevanza economica per il quale è necessaria una progettazione, realizzazione e gestione di elevata qualità che difenda l'ambiente da possibili problemi presenti e futuri, anche perché i danni provocati da realizzazioni e gestioni inadeguate possono permanere per lungo tempo ed avere costi di recupero assai elevati che gravano su tutta la collettività.

Per quanto riguarda la progettazione, la realizzazione e la manutenzione delle discariche “controllate” esistono le Linee guida del CTD (Comitato Tecnico Discariche”), formato da esperti italiani attivi in diversi ambiti operativi ed espressione delle diverse discipline coinvolte nella realizzazione e gestione di una discarica. Tali Linee Guida sono state elaborate prima della pubblicazione del Decreto Ronchi e non sono state modificate conseguentemente in quanto risultano in sintonia con i principi ispiratori del decreto ed anzi complementari per i relativi adempimenti attuativi.

Uno dei principi ispiratori di tali Linee guida è quello che indica che le discariche “controllate” si devono inserire in un sistema di smaltimento dei rifiuti solidi basato su:

- Minimizzazione della produzione di rifiuti;
- Recupero dei materiali valorizzabili;
- Recupero di energia;
- Pretrattamento dei rifiuti;
- Deposito in discarica dei residui.

Tenendo conto di questo principio ispiratore, il concetto di discarica controllata è poi legato alla funzionalità e all’efficacia di accorgimenti e dispositivi che hanno lo scopo di isolare dall’ambiente naturale i rifiuti ed i fluidi inquinanti. Questo viene generalmente ottenuto con la realizzazione di un sistema a barriera posto alla base dei rifiuti e da una stabile ed efficace copertura finale. Il progetto viene poi completato anche da una serie di dispositivi posti all’interno del cumulo di rifiuti, che hanno lo scopo di raccogliere e convogliare i fluidi inquinanti (percolato e biogas) prodotti nel cumulo stesso.

E’ importante sottolineare inoltre come l’attività di discarica “controllata” non si esaurisca con la chiusura dell’esercizio, inteso come il conferimento dei rifiuti, ma prosegua con una fase di post- chiusura la cui gestione, modalità, tempi e finanziamenti devono essere previsti ed adeguatamente progettati.

Si ribadisce inoltre che la progettazione, la costruzione e la gestione della discarica nella fase di esercizio e di post- esercizio devono avvenire nel rispetto dei principi di garanzia della qualità e di tutela ambientale.

#### *2.1.3.1 Scelta del sito da adibire a discarica controllata*

Il primo elemento da prendere in considerazione se si vuole realizzare una discarica controllata sicura è la sua idonea localizzazione. Per questo motivo è necessaria una attenta pianificazione, che individui i siti potenzialmente idonei, dopo aver escluso le aree inadatte per esempio per i seguenti motivi:

- Eccessiva vicinanza a punti di approvvigionamento di acque destinate ad uso potabile;
- Presenza di falde idriche importanti non protette;
- Eccessiva permeabilità delle rocce e dei terreni su cui insisterebbe la discarica;
- Presenza di zone soggette ad esondazione;
- Instabilità delle rocce e dei terreni sui quali insisterebbe la discarica;

- Eccessiva vicinanza a nuclei abitati presenti o previsti dagli strumenti urbanistici;
- Interferenza con sistemi viari di grande comunicazione;
- Presenza di particolari vincoli pianificatori ( di carattere idrogeologico, geologico, naturale, paesistico, culturale, ecc) che rendano l'area incompatibile con l'esercizio di un impianto di smaltimento rifiuti.

Tali vincoli fanno parte delle "Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del D.P.R. 915/82" (Deliberazione 27-07-94).

Volendo invece elencare i siti potenzialmente idonei per la realizzazione di una discarica controllata si riporta quanto segue:

- Presenza di terreni naturali a scarsa permeabilità o comunque di orizzonti impermeabili sufficienti a proteggere eventuali acquiferi sfruttati a scopo idropotabile;
- Possibilità di garantire il drenaggio continuo dell'ammasso di rifiuti con un deflusso naturale del percolato (a gravità);
- Presenza di zone già degradata, che verrebbero risanate e restituite all'ambiente a seguito di una corretta gestione della discarica;
- Disponibilità di uno spazio sufficiente ed adatto a garantire la corretta gestione della discarica e di una volumetria che consenta un livello di economia tale da giustificare l'investimento in sistemi di controllo adeguati;
- Facilità di accesso legata alle caratteristiche viabilistiche della zona con particolare riguardo al disturbo arrecato ai centri abitati limitrofi, e la possibilità di connessione ad eventuali grandi vie di comunicazione del bacino interessato;
- Possibilità di inserire la discarica nel paesaggio circostante in modo da creare un impatto visivo positivo;
- Favorevoli condizioni climatiche, nei riguardi principalmente del bacino idrogeologico della discarica e delle attività biologiche di degradazione della sostanza organica (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura), nonché di possibili impatti molesti quali l'emissione di odori o lo spargimento delle frazioni fini di rifiuti (venti).

#### *2.1.3.2 Forme di discarica controllata*

A seconda del sito prescelto per la localizzazione della discarica, essa assumerà forme diverse. Esistono dunque:

- Discariche in aree depresse;
- Discariche in rilevato;

- Discariche in valle;
- Discariche in pendio;
- Discariche in caverna.

Le discariche *in aree depresse* occupano spesso aree precedentemente degradate da attività estrattive: in questo caso possono implicare un impatto positivo sul paesaggio. Nelle zone collinari o pedemontane le discariche in aree depresse possono talvolta risultare più semplici, soprattutto se vengono realizzate in vecchie cave di argilla o limi.

Le discariche *in rilevato* creano spesso problemi di impatto visivo, se non vengono inserite opportunamente in una morfologia già movimentata da rilievi naturali o utilizzate in positivo come elemento architettonico di modellazione artificiale del paesaggio. D'altro canto possono essere realizzate in modo da garantire, con adeguate pendenze del fondo o delle superfici esterne, il controllo ottimale dello scorrimento delle acque meteoriche e del percolato.

Le discariche realizzate *lungo le valli o i pendii* non comportano problemi di gestione delle acque grazie alle pendenze accentuate che possono massimizzare il ruscellamento delle acque superficiali minimizzare la produzione di percolato. L'unico aspetto critico in questi depositi è la stabilità dell'ammasso, che deve essere studiata attentamente prima della realizzazione.

Le discariche *in caverna* sono riservate ai rifiuti tossici e nocivi più pericolosi, data l'esiguità dei siti disponibili a tale scopo. L'Italia è priva di discariche di questo tipo, ne esistono alcune di massima sicurezza in vecchie miniere di salgemma dell'Europa Centrale (Germania e Svizzera). Si tratta di depositi perfettamente isolati dall'ambiente esterno, gestiti come magazzino in cui i rifiuti vengono depositati in appositi contenitori contrassegnati e catalogati.

## **2.2 Produzione di rifiuti e distribuzione discariche controllate in Italia**

Gli impianti di smaltimento rifiuti operativi in Italia non sono distribuiti in maniera uniforme su tutto il territorio nazionale. Si può per esempio prendere in considerazione i dati del 2001 riportati sul Rapporto rifiuti del 2003 (APAT – OSSERVATORIO NAZIONALE RIFIUTI): dei 619 impianti di smaltimento totali, 126 sono localizzati al Nord, 68 al centro e 425 al Sud.

Al Nord quindi si ricorre ad un numero di discariche di gran lunga inferiore rispetto al Sud. Il fatto che invece il quantitativo di rifiuti smaltiti al Nord è confrontabile con quello di rifiuti smaltiti al Sud, testimonia la diversità dei sistemi di gestione adottati: nel Nord si ha la tendenza a preferire gli impianti di discarica più grandi, capaci di ricevere volumi di rifiuti maggiori, nel Sud la tendenza ai piccoli impianti di smaltimento, a servizio non di ambiti territoriali ma di piccoli comuni.

Nel Nord inoltre risulta molto più grande la percentuale di quantitativo di rifiuti che va a raccolta differenziata e quindi è anche maggiore la presenza di numerosi impianti di recupero delle frazioni provenienti da essa.

Sempre considerando i dati del 2001, la più elevata quantità di rifiuti in discarica viene smaltita dal Lazio con circa 2,6 milioni di tonnellate di rifiuti ed il contributo maggiore a tale dato è la discarica che serve il Comune e parte della provincia di Roma che da sola smaltisce in discarica 1,6 milioni di tonnellate di rifiuti.

Il numero maggiore di impianti di discarica invece si ha nella provincia di Messina, anche se tale dato non è assolutamente correlato al quantitativo di rifiuti prodotto.

La distribuzione dei quantitativi di rifiuti smaltiti e degli impianti presenti è stata confermata anche nel 2002 e rappresenta tuttora la distribuzione generale in Italia, anche se ovviamente i quantitativi totali di rifiuti smaltiti sono aumentati.

Più in dettaglio, con riferimento al 2002 ed al 2003 si è registrata una produzione di rifiuti urbani rispettivamente pari a circa 29,9 milioni di tonnellate (con una crescita dell'1,5 % rispetto al 2001) ed a circa 30 milioni di tonnellate (con un incremento intorno allo 0,6 % rispetto al 2002).

## **2.3 Identificazione di discariche abusive con il Telerilevamento**

Le discariche “controllate” prima della loro posa in opera hanno subito una serie di processi autorizzativi. La loro localizzazione è quindi semplice e ben definita.

In Italia però esiste anche un numero elevato di discariche abusive. E' importante individuarle perché tali discariche possono creare notevoli danni all'ambiente se non si interviene repentinamente. Aldilà del fatto che sui tempi di intervento giocano vari fattori, in questo paragrafo si vuole sottolineare l'importanza della localizzazione di tali siti e la possibilità di poterlo fare tramite la tecnologia del telerilevamento.

Le aree degradate, spesso legate a fenomeni di abbandono del territorio, sono soggette al rischio di erosione, al peggioramento della composizione e dello stato fitosanitario della vegetazione e all'incremento di fenomeni di abusivismo, incluso lo scarico in modo selvaggio e non controllato.

Le discariche sono la tipologia preponderante di sito contaminato. Tenendo conto sia delle discariche “controllate” che di quelle abusive, le loro dimensioni variano dai 40-50 mq per piccoli scarichi locali ai 200.000-400.000 mq per accumuli consistenti ma presentano mediamente superfici variabili tra i 10.000 ed i 60.000 mq.

I danni che possono essere causati dalle aree adibite a discarica abusiva sono molti: inquinamento delle acque superficiali e profonde, delle falde, dell'aria, contaminazione del suolo e negativo impatto visivo.

E' importante quindi avere a disposizione mappe aggiornate riportanti, oltre alla localizzazione, l'analisi di pericolosità dei siti.

La maggior parte delle discariche abusive è rilevabile in tali zone:

- nelle periferie delle aree urbane, lungo i bordi e le scarpate stradali;
- nelle aree con sviluppo di vegetazione erbacea/ arborea incolta;
- in corrispondenza di cave, esaurite o ancora attive, nei depositi alluvionali ed in prossimità di alvei;
- nei terreni abbandonati o che hanno subito un recupero parziale di vario tipo, ma non vegetati;
- all'interno di aree dismesse.

Questi sono i casi in cui le discariche abusive si differenziano in base ad un potenziale di riconoscimento radiometrico e quindi ad un certo contrasto spettrale rispetto alla situazione al contorno. Esistono infatti particolari tecniche di elaborazione del segnale



telerilevato che sfruttano la differente risposta spettrale degli oggetti osservati e la loro tipologia rispetto al contorno per identificare una discarica fra diversi elementi che compongono il territorio.

### **2.3.1 Metodi di telerilevamento per la localizzazione e l'analisi delle discariche**

Si può operare attraverso due criteri per la localizzazione e l'analisi delle discariche con il telerilevamento:

- 1) Metodi di analisi diretta: la valutazione di grandezze fisiche dirette sfruttando ad esempio la risoluzione geometrica e spettrale;
- 2) Metodi di analisi indiretta la valutazione di grandezze fisiche collegate a quelle dirette come ad esempio gli indici di vegetazione e la loro evoluzione temporale.

#### *2.3.1.1 Metodi di analisi diretta*

Per quanto riguarda i Metodi di analisi diretta il problema dell'individuazione di una discarica dipende dalle capacità risolutive, sia geometriche che spettrali, del sensore utilizzato e non sempre si riescono ad identificare.

Per esempio se le discariche sono inerbite o comunque vegetate, non possono essere utilizzate per un'estrapolazione del comportamento spettrale e proprio in questo caso è opportuno procedere con metodologia diversa dall'analisi diretta. Questo è solo uno dei casi in cui i metodi di analisi diretta non sono idonei per la localizzazione e la caratterizzazione delle discariche. Si citano qui di seguito gli altri possibili limiti all'indagine delle discariche tramite metodi diretti da telerilevamento aereo:

- l'energia riflessa misurata dai sensori di bordo indica la riflettanza del primo elemento che la radiazione colpisce. Se una discarica abbandonata di inerti (resti dell'attività edilizia) è completamente ricoperta da un manto erboso, i valori di riflettanza riscontrabili sono ovviamente quelli relativi alla risposta spettrale della vegetazione e non quelli relativi agli inerti o al suolo autoctono;
- campi arati, suoli nudi, aree non agricole e non urbanizzate, cave, possono rispondere come le aree a discarica creando problemi di discriminazione tra queste classi;
- le discariche a cielo aperto o ricoperte di terreno nudo o ancora non vegetate, possono essere classificate per via diretta. Esiste però un'ampia variabilità di risposta spettrale sia tra discariche dello stesso tipo che di tipi diversi, condizionata da numerosi fattori tra cui il colore dei materiali scaricati, la loro umidità, l'ampiezza e la forma della

discarica ed il numero di pixel puri e misti o, nel caso di misure all'UV, la disposizione casuale delle superfici riflettenti o il forte riscaldamento durante il giorno.

#### *2.3.1.2 Metodi di analisi indiretta*

I metodi di analisi indiretta si basano su grandezze e parametri rilevabili mediante Telerilevamento come l'indice di vegetazione e l'umidità dei suoli.

Con l'elaborazione degli indici di vegetazione e con il calcolo dell'umidità dei suoli è possibile definire con buon grado di accuratezza l'evoluzione della biomassa, evidenziando anomalie imputabili al degrado del territorio e ottenendo così degli indicatori che consentono di risalire all'eventuale presenza di discariche abusive.

#### *2.3.1.3 Metodo di analisi indiretta tramite l'indice di vegetazione*

La vegetazione è un importante elemento per l'analisi del territorio. Essa può essere vista come trasduttore sia della situazione ambientale presente, superficiale e profonda, sia di modifiche ambientali in atto.

Spesso non avendo a disposizione le opportune bande, lo studio della vegetazione e dei suoli avviene attraverso l'analisi dell'evapotraspirazione e della temperatura superficiale.

L'evapotraspirazione è la parte di acqua ceduta all'atmosfera attraverso il terreno e le piante ed è quindi un buon indicatore della presenza stessa di vegetazione oltre che essere un importante parametro per i bilanci idrici.

La temperatura superficiale dipende dalla natura stessa del corpo (colore, dimensioni, forma, rugosità, esposizione) e dalle condizioni al contorno (velocità del vento, profili di temperatura e di umidità dell'aria, nuvolosità, angolo di inclinazione del sole, turbolenza vicino alla superficie, moti convettivi, ecc.). La temperatura superficiale è quindi anch'essa un indice dello stato idrico: a parità di condizioni ambientali, una pianta ben idratata traspira molto di più di una stressata, cedendo così energia e quindi raffreddandosi.

La temperatura superficiale è misurabile tramite TLR da aereo con scanners che misurano l'energia elettromagnetica emessa dalla superficie terrestre. Per il calcolo della evapotraspirazione dei suoli sarebbe necessario effettuare diverse misure di temperatura superficiale, così come richiesto dalla formula stessa per il calcolo dell'evapotraspirazione.

Infatti per i climi europei, come formula per l'evapotraspirazione potenziale, si utilizza la formula di Thornthwaite, corretta con i coefficienti che tengono conto della latitudine. Si riporta di seguito tale formula:

$$Pe_i = 16 (10 T_i/IT) * C_i$$

dove

$Pe_i$  = evapotraspirazione potenziale mensile (mm/mese)

$T_i$  = temperatura media mensile (°C)

$IT$  = indice termico annuale =  $\sum_i (T_i/5)^{1,514}$  dove i singoli termini della sommatoria indicano l'indice termico mensile

$C_i$  = coefficiente di correzione relativo al mese  $i$ esimo che tiene conto della diversa durata del giorno alle diverse latitudini: si ottiene dividendo per 12 un coefficiente  $N$  tabellato e dipendente dalla latitudine e dal mese in questione<sup>1</sup>.

#### *2.3.1.4 Metodo di analisi indiretta tramite l'umidità*

La presenza di acqua libera (o di forti umidità) permette un riconoscimento pressoché assoluto in forza dell'alto assorbimento dell'infrarosso da parte dell'acqua e nel contempo dello scarsissimo assorbimento della radiazione ultravioletta.

La presenza di un quantitativo maggiore o minore di acqua nel terreno contribuisce nell'analisi del territorio al fine della localizzazione e della caratterizzazione delle discariche.

### **2.3.2 Vantaggi del telerilevamento per la localizzazione e la classificazione delle discariche**

I vantaggi attribuibili all'uso di tecniche di telerilevamento per il riconoscimento e la classificazione delle discariche possono riassumersi nei seguenti punti:

- sinotticità dei dati e ripetitività di controllo costante nel tempo;
- possibilità di analisi multitemporale in tre stagioni diverse, che consentono di discernere i campi nudi, perché arati e/o in attesa di semina, dai campi naturalmente

---

<sup>1</sup> Tale formula è valida nei periodi umidi in cui  $P_i - R_i - Pe_i > 0$  (con  $P_i$  ed  $R_i$  si indicano rispettivamente le precipitazioni ed i ruscellamenti mensili), quando tale disuguaglianza risulta  $< 0$  (periodi secchi) si utilizza la formula di Benfratello che non si specifica in questo contesto.

inerbiti. In questo modo si può risalire alla classe "discarica" escludendo le classi che presentano caratteristiche ben definite e riconosciute.

- possibilità di generalizzare ed estrapolare i dati una volta individuata la classe d'interesse.

Il telerilevamento costituisce quindi uno strumento sicuramente efficace per ottenere un aggiornamento rapido e costante sull'evoluzione complessiva dei fenomeni, fornendo un quadro di insieme difficilmente ottenibile con altri metodi; ciò consente, ad esempio, di attivare gli interventi di recupero con la dovuta tempestività e specificità, oppure di pianificare al meglio le operazioni di monitoraggio locale degli ambienti colpiti.

## **2.4 La termodistruzione**

La combustione (o incenerimento) consiste in un'ossidazione ad alta temperatura che trasforma la parte combustibile dei rifiuti in anidride carbonica e vapor d'acqua. Nel caso l'ossidazione sia volutamente incompleta si parla di massificazione/pirolisi.

La combustione ha diverse finalità:

- La distruzione delle componenti organiche dei rifiuti;
- La riduzione del peso e del volume dei rifiuti da avviare a smaltimento;
- La produzione dei residui non putrescibili;
- Il recupero della frazione di energia contenuta nei rifiuti.

Una o più delle finalità può essere prevalente a seconda del tipo di rifiuto (urbano, industriale, pericoloso, ecc).

La combustione può riguardare i rifiuti tal quali o sottoposti a selezione o trattamento ed avvenire in forni appositi o come combustibile ausiliario in impianti di combustione tradizionali.

## **CAPITOLO 3**

### **SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO PER IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI**

#### **3.1 Sistemi Informativi Geografici e collegamento ai database**

Un Sistema Informativo Geografico (GIS) è un metodo informatico per generare mappe, catalogare e analizzare aspetti, fenomeni e immagini del territorio; è una tecnologia software che permette di posizionare ed analizzare oggetti ed eventi che esistono e si verificano sulla terra.

Attraverso le tecnologie GIS è possibile studiare e rappresentare, sotto forma di tematismi sovrapponibili, una moltitudine di informazioni geografiche che, opportunamente collegate ad un database, permettono di effettuare analisi statistiche, generare mappe tematiche derivate, analizzare elementi grafici o consentire valutazioni geo-ambientali altrimenti non ottenibili in tempi brevi.

Per esempio, mettendo in connessione dati geografici di un'area (morfologia, esposizione, assetto geologico, urbanizzazione, aspetti naturalistici, ecc.) è più semplice effettuare una ricerca per valutare in una zona quale possa essere il migliore sito da adibire a discarica di rifiuti solidi urbani oppure definirne una superficie sulla base delle indicazioni di progetto.

Il GIS è quindi un mezzo di pianificazione ed analisi di dati territoriali che consente la simulazione di scenari ed eventi, per la previsione ed il controllo e per la pianificazione di strategie di sviluppo sostenibile.

Una sua caratteristica quindi è quella essere il più flessibile e potente possibile, anche a discapito dell'impegno richiesto per la sua realizzazione, perché oggi non possiamo prevedere quali dati saremo chiamati ad analizzare e gestire in futuro e dunque esso deve essere pronto per essere espanso e potenziato anche al di là dei limiti che ci appaiono ora.

Questo si traduce nella scelta di una architettura generale e di alcuni software di base che paiono assicurare le caratteristiche richieste, compatibilmente con una serie di aspetti

da non sottovalutare: dal non certo esorbitante budget disponibile per l'acquisto di programmi e attrezzature, alla necessità di pensare il tutto in modo che possa essere impiegato anche dal personale di Enti pubblici o privati.

Inoltre, essendo i dati georeferenziati e quindi connessi con lo spazio geografico cui si riferiscono, possono essere risolti, con efficienza ed impegno economico limitato, delicati problemi territoriali o prospettate soluzioni senza più ricorrere a complesse sovrapposizioni di mappe o consultazioni di archivi cartacei o tavole slegate fra di loro.

### **3.2 Acquisizione ed analisi dei dati**

Come già più volte affermato, un GIS è un sistema informatizzato che combina dati cartografici con informazioni tabellari e numeriche, per l'analisi di fenomeni territoriali. Nella maggior parte di questi sistemi (come per esempio monitoraggio di fenomeni legati alla gestione del territorio, studio dello sfruttamento agricolo delle campagne, analisi di mercato o dei bacini di utenza per la diffusione di prodotti commerciali) le due fasi principali del processo, acquisizione dei dati sul terreno e loro analisi, sono quasi sempre disgiunte, isolate l'una dall'altra e spesso perfino svolte da organizzazioni diverse. Ciò poiché in questi casi il GIS ha la funzione di gestire una realtà nota, non quella di comprenderne una sconosciuta. Chi documenta questa realtà lo può fare in modo oggettivo e completo, e proprio per questo, nel farlo, può essere indipendente dagli scopi di chi in seguito la analizzerà.

Anche nel caso del Sistema informativo geografico per impianti di smaltimento rifiuti si tratta di fattori oggettivi (posizione della discarica, quantitativi di rifiuti smaltiti, volume utile totale della discarica, fanghi smaltiti, ecc.) per documentare i quali basta essere oggettivi.

Sono altri i casi in cui non esiste una realtà evidente che possiamo documentare oggettivamente, ma siamo chiamati noi stessi a selezionare e procurare le informazioni che poi analizzeremo nel GIS. Un esempio sono i Sistemi informativi geografici archeologici per i quali la fase di raccolta dei dati e quella di costruzione ed analisi del sistema non possono e non devono essere disgiunte.

### 3.3 La georeferenziazione

Quando si rappresentano gli elementi reali in un Sistema Informativo Geografico, diviene necessario referenziare i dati, descrivendoli in una posizione corretta sulla superficie terrestre; questa operazione si chiama Georeferenziazione.

La caratteristica fondamentale di un Sistema Informativo Geografico è proprio la sua capacità di Georeferenziare i dati ovvero di attribuire ad ogni elemento le sue coordinate spaziali reali una volta stabiliti i sistemi di riferimento.

In particolare l'informazione geografica può essere espressa mediante il riferimento esplicito geografico (latitudine e longitudine oppure altri sistemi di riferimento con coordinate cartesiane) o con riferimento implicito quale l'indirizzo, il codice postale, il censimento catastale, il nome della strada.

L'archiviazione dei dati avviene utilizzando due formati:

- *Formato Vettoriale*: rappresenta gli elementi geografici sulle mappe usando punti, linee e poligoni. Con un sistema discreto di coordinate x,y si riportano le ubicazioni del mondo reale. La localizzazione di un elemento puntuale, per esempio di una fermata dell'autobus, può essere descritta come una singola coppia di coordinate x, y. Gli elementi lineari, per esempio una strada o il corso di un fiume, possono essere memorizzati come una collezione di coordinate di punti. Gli elementi poligonali, per esempio il territorio comunale o una superficie boscata, possono essere memorizzati come un anello chiuso di coordinate.

Il modello vettoriale è funzionale alla descrizione di elementi con propria dimensione e spazio geografico, ma meno pratico per descrivere informazioni che variano continuamente, come per esempio la morfologia di un suolo.

- *Formato Raster*: il formato raster è più adeguato per descrivere informazioni che variano continuamente. Esso prevede che ci sia un insieme di celle regolari rappresentanti ciascuna uno specifico valore. Il formato raster occupa una maggiore quantità di memoria dell'ordine di gigabyte mentre quello vettoriale è noto per essere più economico dal punto di vista del volume dei dati. Sono disponibili programmi in grado di convertire più o meno rapidamente dati raster in dati vettoriali e viceversa.

### **3.4 Georeferenziazione di impianti di smaltimento rifiuti**

La creazione di un sistema informativo geografico per impianti di smaltimento rifiuti deve essere il risultato sintetico di tutto un lavoro di strutturazione di dati qualitativi e quantitativi relativi agli impianti stessi.

Tali dati devono essere introdotti nel Sistema informativo territoriale mediante la georeferenziazione che garantisce l'univoca assegnazione di questi ad oggetti del territorio reale tramite la determinazione delle coordinate geografiche reali degli impianti considerati.

Infatti mediante la georeferenziazione vengono assegnate coppie di coordinate geografiche che individuano la localizzazione reale dell'oggetto.

Ad esempio l' oggetto reale discarica si assocerà a un luogo geometrico (ad esempio ad un punto) e si andranno a rilevare le coordinate x e y che lo individuano univocamente sul territorio.

Questa operazione può essere compiuta in modo preciso e veloce recandosi sul posto, assimilato sulla cartografia ad un punto ed utilizzando un GPS (Global Position System) e collegandosi con un certo numero di satelliti.

Il "riconoscimento" simultaneo dei segnali di questi satelliti viene registrato per alcuni minuti dal GPS. Il dato acquisito (cioè le coordinate geografiche) viene poi scaricato in un computer e trasformato in coordinate metriche.

### **3.5 Collegamento ad un database esterno**

Una caratteristica importante dei Sistemi Informativi Geografici è quella di dare la possibilità di integrare database convenzionali con carte geografiche e di generare informazioni che non sono direttamente estrapolabili dai soli database o dalle sole carte. Infatti con un GIS è possibile interrogare un database ed ottenere risposte di tipo geografico e, viceversa, interrogare una carta e generare da essa database di informazioni.

La georeferenziazione permette di assegnare a oggetti reali le coordinate geografiche, ma per poter sviluppare un Sistema Informativo Geografico ben articolato, è fondamentale che alle coordinate rilevate siano collegati dati di diversa natura (numerici, alfanumerici, grafici, immagini, collegamenti ipertestuali).



Per far ciò è indispensabile che il Sistema informativo geografico si colleghi ad un database e che questo legame permetta di trasferire tutti gli aggiornamenti relativi ad un oggetto geografico del database direttamente sulla cartografia di riferimento.

In altre parole, una volta georeferenziato un impianto di smaltimento rifiuti, come nel nostro caso, l'aggiornamento nel database dei dati di questo impianto, ad esempio il quantitativo di rifiuti smaltiti, viene subito registrato anche nelle tabelle del Sistema informativo cosicché visualizzando la cartografia relativa e gli eventuali grafici associati si evidenziano già i dati aggiornati al posto di quelli precedenti.

## **CAPITOLO 4**

### **GEOREFERENZIAZIONE IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI NEL LAZIO**

#### **4.1 Discariche autorizzate nel Lazio**

Dai dati del Rapporto rifiuti 2003 (APAT – Osservatorio nazionale rifiuti) emerge che nel 2001 il Lazio rappresentava la regione che smaltiva la più elevata quantità di rifiuti in discarica, primato appartenuto alla Campania sin dal 1998. Questo dato è ormai stabile, essendo dovuto più che altro alla discarica che serve il Comune e parte della provincia di Roma che da sola smaltisce circa 1,6 milioni di tonnellate di rifiuti.

Il numero di discariche autorizzate però non risulta essere elevato.

Si tratta dei seguenti impianti:

- Frosinone;
- Latina: n.2 impianti;
- Albano Laziale;
- Bracciano;
- Civitavecchia;
- Colleferro;
- Guidonia Montecelio;
- Roma;
- Viterbo.

Si sottolinea come, in particolare, in quella di Albano Laziale vengono smaltiti unicamente gli scarti di lavorazione dell'impianto di compostaggio.

## **4.2 Acquisizione dei dati tramite GPS (Global Positioning System)**

I dati relativi alle coordinate degli impianti di smaltimento rifiuti nel Lazio sono stati forniti, in parte, dall'Università di Roma 3 e dalla Regione Lazio. Si è ritenuto opportuno però verificare tali dati in campo tramite l'utilizzo di un GPS (Global Positioning System).

Il GPS è un metodo di posizionamento basato sulla ricezione di segnali provenienti da satelliti artificiali in grado di fornire le coordinate in un sistema di riferimento geocentrico.

Il sistema GPS viene in genere descritto, a causa della sua complessità, distinguendolo in tre sezioni chiamate usualmente segmenti:

- il segmento spaziale, che è costituito da 24 a 32 satelliti distribuiti su opportune orbite per coprire con il loro segnale l'intera superficie terrestre;
- il segmento di controllo, che è costituito da 5 basi a terra per il monitoraggio dello stato di funzionamento dei satelliti e la predizione e modifica delle loro orbite;
- il segmento di utilizzo, che è costituito dai ricevitori degli utenti sia militari che civili. Questa ultima distinzione si rende necessaria a causa del diverso livello di informazione (e quindi di precisione) fornito alle diverse categorie di utenti.

Ogni ricevitore GPS è composto in linea di massima da quattro parti: il ricevitore vero e proprio, l'antenna, un microprocessore ed i dispositivi per l'introduzione e la visualizzazione dei dati. All'accensione il ricevitore seleziona i quattro satelliti che risultano visibili e distribuiti su una geometria che consente il minimo errore possibile nella determinazione della posizione. Il ricevitore individua i segnali dei satelliti prescelti, decodifica i loro dati di navigazione e li immette in memoria, misura i ritardi dei segnali, calcola le distanze dei satelliti e il GPS-time (tempo di riferimento del sistema).

Acquisiti i dati, il GPS può calcolare la posizione del luogo ove si trova. Il sistema GPS fornisce la posizione utilizzando il sistema di riferimento WGS84 (utilizzato in tutto il mondo). Le coordinate possono essere poi convertite in altri sistemi di riferimento per esempio in coordinate UTM (Universal Transverse Mercator Projection).

Il sistema GPS è quindi di fatto uno strumento valido per la risoluzione di molti problemi nei quali sono coinvolte la stima delle coordinate e dell'altezza di un punto.

### 4.3 Georeferenziazione discariche

Una volta acquisiti i dati con il GPS questi sono stati confrontati con quelli forniti dall'Università di Roma 3 e dalla regione Lazio e, dopo aver creato nel progetto ARCGIS il layer vettoriale di riferimento, sono stati digitalizzati i punti di coordinate ormai note e rappresentativi degli impianti.

Nell'immagine che segue è riportata una schermata in ARCGIS del progetto con il layer delle discariche selezionato; i punti in rosso rappresentano l'ubicazione degli impianti nel Lazio.

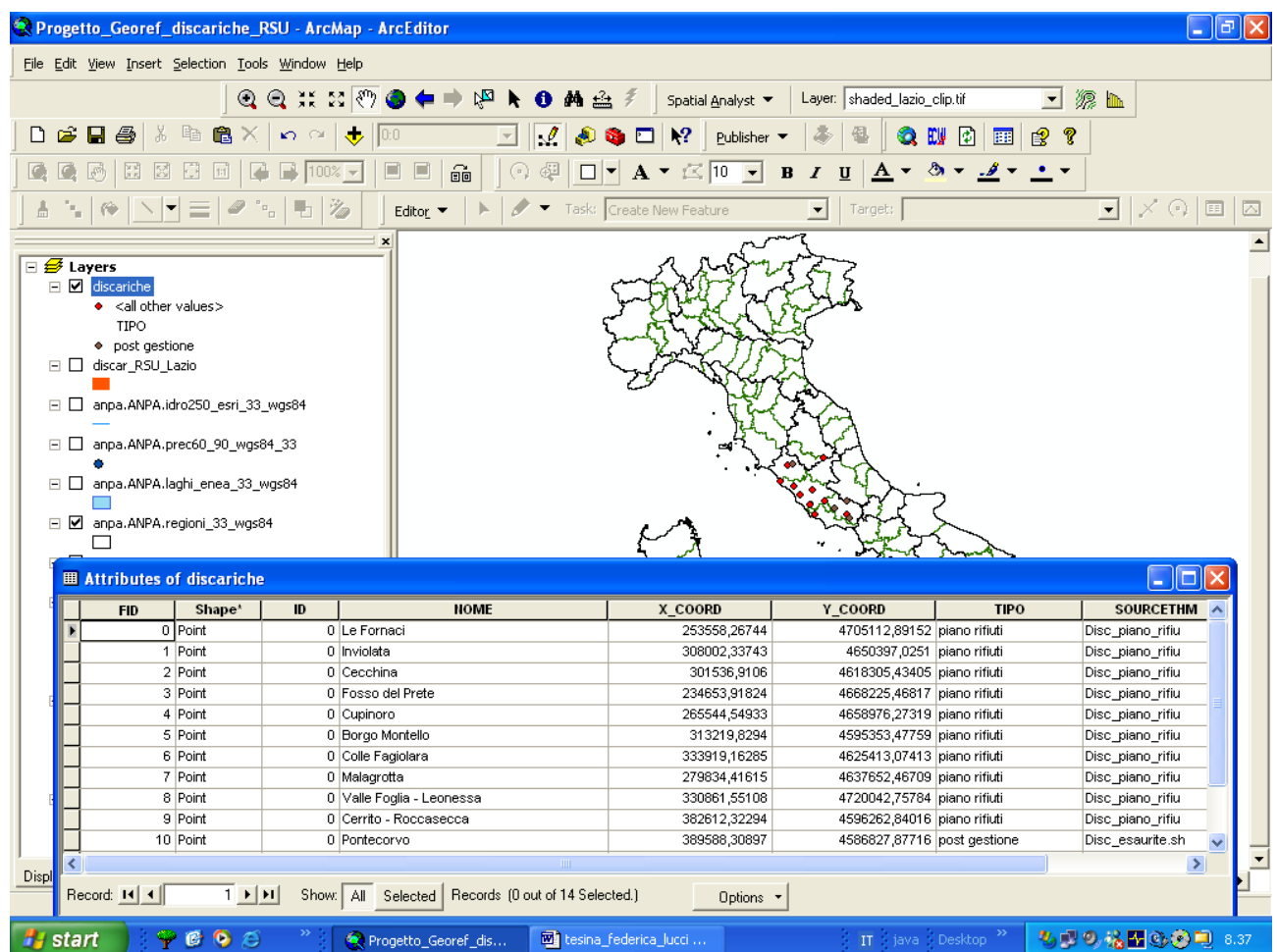


Figura 2 Posizione discariche rifiuti solidi urbani nel Lazio

## **CAPITOLO 5**

# **COLLEGAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI NEL LAZIO GEOREFERENZIATI AD UN DATABASE**

### **5.1 Scelta del database**

Il database utilizzato è in Microsoft Access. Si è valutato di utilizzare tale programma perché è il più potente e versatile, anche se non facile nell'impiego, tra quelli ampiamente diffusi per personal computer. Esso gestisce numerosi formati di importazione ed esportazione file da altri database, garantendo notevoli possibilità di interfaccia ed acquisizione dati da altre fonti ed è potente come analizzatore e gestore dei dati e generatore di query di ricerca.

Nei database Access ogni tipo di oggetto ha un ruolo ben definito. Le tabelle sono l'edificio della collezione, dove vengono memorizzati i dati. Si possono chiedere informazioni sui dati creando query, presentare i dati in un record alla volta nelle maschere, o raggruppare i record, sulla base dei loro contenuti, in un report. Un tipo di maschera è per esempio il Pannello comandi che consente di organizzare i contenuti del database in pagine del pannello.

Grazie poi alla sua caratteristica di dinamicità consente di eliminare o aggiungere elementi facilmente.

## **5.2. Progettazione del database**

Il database è stato chiamato Impianti di smaltimento rifiuti urbani, poiché contiene informazioni relative alle sole discariche autorizzate di rifiuti solidi urbani .

Si è pensato di progettare il database nell'ottica che possa in futuro contenere le informazioni relative agli impianti di smaltimento dei rifiuti di tutta Italia. In realtà sono stati riempiti esclusivamente i campi relativi alla Regione Lazio, perché è quella in oggetto del Nostro lavoro.

Per quanto riguarda le informazioni relative a ciascun impianto di smaltimento sono state inserite solo quelle che sono ritenute essere di maggiore importanza.

Si è deciso quindi di associare a ciascun impianto georeferenziato una serie di attributi organizzati in una tabella e riportanti le seguenti informazioni:

- provincia in cui è localizzato l'impianto,
- comune in cui è localizzato l'impianto,
- volume autorizzato ( $m^3$ ),
- capacità residua al 31-12-01 ( $m^3$ ),
- quantitativo di rifiuti solidi urbani smaltiti (t),
- coordinate nel sistema UTM della discarica;
- quantitativo di fanghi urbani smaltiti (t),
- quantitativo di fanghi industriali smaltiti (t),
- altri rifiuti solidi smaltiti (t),
- regime autorizzatorio con data autorizzazione e scadenza autorizzazione.

### **5.2.1 Tabelle del database**

La tabella è l'oggetto più elementare del database dove si memorizzano i dati.

Sono state create n.4 tabelle, riportate di seguito:

- Tabella REGIONI: contenente l'elenco di tutte le regioni d'Italia;
- Tabella DISCARICHE: contenente l'elenco di tutti gli impianti di smaltimento dei rifiuti solidi urbani per ciascuna regione;

- Tabella CARATTERISTICHE GENERALI: contenente per ciascuna discarica le informazioni circa la provincia in cui è localizzato l'impianto, il comune in cui è localizzato l'impianto, il volume autorizzato ( $m^3$ ), la capacità residua ( $m^3$ ); le coordinate della discarica;
- Tabella RIFIUTI: contenente per ciascuna discarica le informazioni circa il quantitativo di rifiuti solidi urbani smaltiti (t), il quantitativo di fanghi urbani smaltiti (t), il quantitativo di fanghi industriali smaltiti (t), altri rifiuti solidi smaltiti (t) ed il regime autorizzatorio con data autorizzazione e scadenza autorizzazione.

### 5.2.2 Relazioni fra le tabelle

Uno dei punti di forza di Access è la capacità di creare le relazioni fra le tabelle.

Le tabelle sono state messe in relazione fra loro tramite dei record comuni e delle chiavi primarie.

E' possibile creare tre tipi di relazioni fra Tabelle in Access:

- Relazione uno a uno: ad un unico record di una tabella corrisponde un unico record di un'altra tabella;
- Relazione uno a molti: ad un unico record di una tabella corrispondono più record di un'altra tabella.;
- Relazione molti a molti: più record di una tabella sono in relazione con più record di un'altra tabella.

Nel nostro caso sono state utilizzate unicamente relazioni uno a molti e si riportano di seguito:

- Tabella REGIONI e la tabella DISCARICHE: relazione uno a molti tramite il campo comune "regione";
- Tabella DISCARICHE e la tabella CARATTERISTICHE GENERALI: relazione uno a molti tramite il campo comune "discarica";
- Tabella DISCARICHE e la tabella RIFIUTI: relazione uno a molti tramite il campo comune "discarica".

### 5.2.3 Maschere del database

In Access è molto semplice visualizzare i dati delle tabelle esistenti e addirittura aggiungere nuovi dati usando le maschere. Una maschera è un oggetto del database che permette di inserire e visualizzare dati di tabella senza dover visualizzare la tabella in modalità Foglio dati. Si può creare una maschera che distanzia i dati sulla pagina, limita il numero di campi visualizzati in modo tale che i dati più importanti o rilevanti siano messi in evidenza, e che si può modificare una volta creata, per renderla più facile da usare.

Sono state create n.3 maschere e si riportano di seguito:

- Maschera DISCARICHE: tramite un menù a tendina è possibile visualizzare l'elenco delle discariche di ogni singola regione; nella maschera stessa si possono aggiungere elementi, cioè in questo caso discariche per ciascuna regione.
- Maschera CARATTERISTICHE GENERALI: tramite un menù a tendina è possibile visualizzare per ciascuna discarica le caratteristiche generali, che sono modificabili dalla maschera stessa; per ciascuna discarica vi è la possibilità di introdurre più record relativi alle rispettive caratteristiche generali aggiornate ad una certa data;
- Maschera RIFIUTI: tramite un menù a tendina per ciascuna discarica è possibile visualizzare i quantitativi di rifiuti smaltiti suddivisi per tipologia, modificabili dalla maschera stessa; per ciascuna discarica vi è la possibilità di introdurre più record relativi ai rifiuti smaltiti aggiornati ad una certa data.

### 5.2.4 Report finali

I report danno la possibilità di presentare i dati delle tabelle e delle query in formato accessibile. In qualche modo, i report e le maschere sono molto simili: entrambi i tipi di oggetti del database consentono di visualizzare i record delle tabelle ed i risultati di una query o in un record per pagina, in una serie di colonne e di righe, o in una disposizione personalizzata che si crea in Visualizzazione struttura. La differenza fra le maschere ed i report è che oltre a presentare i dati di tabelle e query, i report consentono di riepilogare i dati.



Nel database Impianti di smaltimento rifiuti sono stati creati i seguenti report:

- Report DISCARICHE: riporta l'elenco di tutte le discariche suddivise per regione;
- Report CARATTERISTICHE GENERALI: per ciascuna discarica riporta l'elenco delle caratteristiche generali;
- Report RIFIUTI: per ciascuna discarica riporta la tipologia ed i quantitativi di rifiuti smaltiti.

### **5.3. Collegamento del database agli impianti georeferenziati**

E' molto importante avere la possibilità di collegare database esterni a progetti in ARCGIS poiché si riescono ad effettuare delle modifiche al dato senza modificare quello originario, cosa che non è sempre ed immediatamente possibile lavorando sulle tabelle degli attributi dei layer in ARCMAP.

ARCCATALOG è l'applicazione che consente di gestire i collegamenti con i dati che si desidera utilizzare. Infatti quando si seleziona una connessione è possibile accedere ai dati ad essa collegati, sia che si trovino su un disco locale sia che si trovino su un database di rete.

Da ARCCATALOG andando su DATABASE CONNECTION e successivamente su Add Ole DB Connection, si ha la possibilità di connettersi a qualsiasi database.

## CONCLUSIONI

Dall'analisi del progetto realizzato relativo agli Impianti di smaltimento dei rifiuti solidi urbani e descritto nei capitoli precedenti, si traggono le seguenti conclusioni:

- è possibile effettuare la georeferenziazione degli impianti di smaltimento rifiuti e riportare la loro ubicazione in un sistema informativo geografico;
- è possibile collegare in ARCGIS gli impianti georeferenziati ad un database esterno che contenga tutte le informazioni relative a ciascun impianto (caratteristiche e tipologia di rifiuti), database che può essere aggiornato in modo continuo consentendo di avere sempre a disposizione dati attuali e di poterli confrontare con i dati precedenti;
- è possibile, introducendo nel progetto layers contenenti carte tematiche (es. carta litologica o idrologica), caratterizzare la zona in cui sono presenti gli impianti (avendone rappresentato l'ubicazione) e fare delle riflessioni relative per esempio all'impatto ambientale di ciascun impianto;
- è possibile estendere tale progetto agli impianti presenti in tutta Italia, avendo così una visione d'insieme del territorio e dei luoghi adibiti a smaltimento rifiuti.

Tale progetto risulta essere uno strumento utile per la raccolta di infinite informazioni circa gli impianti di smaltimento rifiuti e può essere considerato la base di una banca dati cospicua, dati che, una volta inseriti, vengono direttamente messi a confronto con il territorio, essendo gli impianti georeferenziati. L'obiettivo è quello di avere la possibilità di gestire dati su strati informativi diversi, come se si trattasse di sovrapposizione di lucidi, e di elaborare infinite visualizzazioni sempre in linea con l'evoluzione della realtà.

## BIBLIOGRAFIA

Claudia Pasqualini Salsa, 2001, *Diritto ambientale. Principi, Norme e Giurisprudenza*, Maggioli Editore, Rimini.

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente, ONR Osservatorio Nazionale Rifiuti, 2003, *Rapporto rifiuti 2003*.

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente, ONR Osservatorio Nazionale Rifiuti, 2004, *Rapporto rifiuti 2004*.

Mario A. Gomarasca, Consiglio Nazionale delle ricerche, Istituto di ricerca sul rischio sismico, 1997, *Introduzione a telerilevamento e GIS per la gestione delle risorse agricole e ambientali*, Artestampa, Daverio (VA)

CTD Comitato tecnico discariche, 1997, *Linee guida per le discariche controllate di rifiuti solidi urbani*, CISA Centro di Ingegneria Sanitaria Ambientale, Cagliari.

Nuovo Colombo, 2003, *Manuale dell'Ingegnere - Volume terzo*, Ulrico Hoepli, Milano.

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, N.22: “Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggi”

D.P.R. 10 settembre 1982, N. 915: “Attuazione delle direttive (CEE) n.75/442 relative ai rifiuti, n.76/319 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifeni e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi”

Il Decreto Legislativo n. 36 del 2003

## **SITI INTERNET**

<http://www.apat.it>

<http://www.esri.com>

<http://www.arpa.lombardia.it>

<http://www.arpa.veneto.it>

<http://www.regione.lazio.it>