

II CONTRIBUTO DEL GIS ALL'ANALISI AMBIENTALE TERRITORIALE

(Emanuela Caiaffa - ENEA, Francesco Frattarelli - S.I.T. srl)

Introduzione

Qualunque processo di Analisi Ambientale che mira ad essere recepito a livello politico, sociale ed economico, deve essere supportato da dati e da informazioni utili allo scopo e deve essere sviluppato tenendo conto della territorialità delle grandezze in gioco.

I dati acquisiti per la messa a punto dell'Analisi Ambientale per il comprensorio della Tuscia romana, sono stati gestiti utilizzando un Sistema Informativo Territoriale che ha consentito non solo l'immagazzinamento dei dati, ma anche la loro elaborazione e successiva rappresentazione su carte tematiche del territorio.

Le moderne tecnologie GIS (Geographic Information System), ampiamente usate per la messa a punto delle applicazioni descritte nei paragrafi che seguono, permettono la realizzazione di un prodotto che può essere non solo consultato, ma anche aggiornato ed usato in modo tale da fornire un valido supporto per la valutazione e la revisione dei programmi e degli interventi sul territorio e per il monitoraggio delle azioni che saranno intraprese in particolare per il conseguimento degli obiettivi di miglioramento ambientale.

L'Analisi Ambientale territoriale attraverso l'utilizzo del GIS

L'uso del Geographic Information System per la realizzazione dell'Analisi Ambientale di un territorio, finalizzata alla realizzazione di un programma di miglioramento ambientale, ha un carattere fortemente innovativo.

L'analisi ambientale di un territorio prevede la raccolta e l'elaborazione di dati di natura assai diversa tra loro, afferenti a diverse discipline quali la geologia, la botanica e la zoologia, l'economia e la sociologia e l'ingegneria. Il successo di una tale analisi è dunque legato alla migliore integrazione, elaborazione ed interpretazione di questi dati ed informazioni.

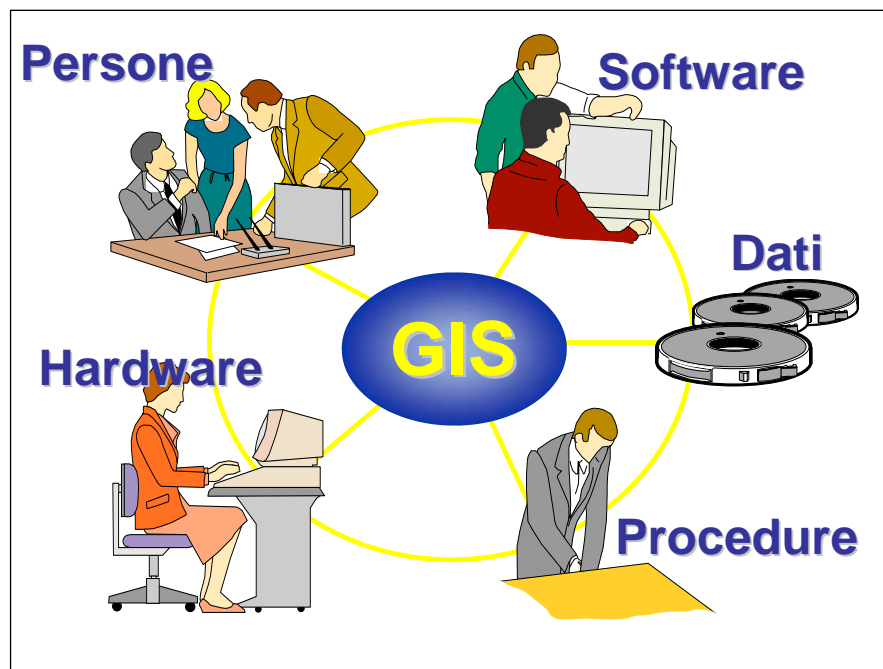
Il Geographic Information System consente elaborazioni anche complesse dei dati e delle informazioni, la loro integrazione ed interpretazione e la restituzione in forma grafica e simbolica su carte tematiche del territorio, dei risultati ottenuti, come si dimostra in questa applicazione per la realizzazione dell'analisi ambientale della Tuscia romana.

Che cosa è un GIS

Un GIS è l'insieme complesso di componenti hardware, software, umane ed intellettive per acquisire, processare, analizzare, immagazzinare e restituire in forma grafica ed alfanumerica dati riferiti ad un territorio.

Il GIS è uno strumento computer-based che permette di condurre analisi spaziali attraverso la rappresentazione digitale di una area geografica combinata con una serie di altre informazioni di tipo alfanumerico e non, che dipendono sostanzialmente dallo studio che si vuole condurre di volta in volta.

Attraverso il GIS è possibile effettuare l'acquisizione, l'elaborazione, la restituzione e l'aggiornamento di dati spazialmente riferiti alla superficie terrestre. Tale strumento informatico non è solo un programma applicativo per computer, ma un sistema composto di *hardware*, *software* e soprattutto di persone in grado di sviluppare analisi territoriali tanto sul piano scientifico quanto sul piano logico concettuale.



La validità dei risultati ottenuti è condizionata in ugual modo da tutte queste componenti: la carenza di una sola di queste è in grado di condizionare fortemente la qualità dell'intero sistema.

Le tecnologie GIS, oltre a fornire uno strumento per integrare e correlare dati di natura assai diversa tra loro, hanno introdotto la possibilità di "vedere" i dati e/o l'ammontare dei dati stessi su una mappa fornendo anche la posizione di dette informazioni nello spazio e nel tempo. Il GIS consente di associare alla rappresentazione grafica di ogni elemento del territorio tutti gli attributi che ne definiscono le proprietà non solo spaziali, ma anche fisiche, temporali etc. Gli attributi risiedono in un database: ogni operazione eseguita nel database, secondo le sue funzionalità tipiche, può essere visualizzata nel suo risultato grafico.

L'Informazione Geografica, considerata non solo come un dato fine a se stesso, bensì come una serie di informazioni introdotte in un più vasto ambito territoriale e soprattutto relazionate al contesto socio-economico, ci aiuta ad entrare nel mondo della rappresentazione geografica dei molteplici aspetti che costituiscono la realtà socio-territoriale che ci circonda. Nascosta in gran parte dei dati c'è una componente geografica che lo strumento GIS permette di catturare e di evidenziare rendendo possibile l'analisi degli stessi dati in un inesplorato contesto legato al territorio con il pregio di mostrare nuovi aspetti e correlazioni tra le informazioni. Qualsiasi tipo di dato contiene in sé un riferimento geografico: contiene cioè la posizione nello spazio e nel tempo di dove e quando tale informazione è utile e fruibile. Un qualsiasi dato può dunque trasformarsi in dato geografico in quanto non è un semplice numero o valore bensì è l'insieme di coordinate geografiche, valore numerico del dato stesso, posizione che occupa nel tempo, attributi, ecc.

La maggiore attrattiva dello strumento GIS è quella di poter contenere "tutto in uno" moltissime informazioni e dati, anche assai diversi fra loro, come carte sull'uso del suolo, mappe catastali, ortofoto, carte topografiche, immagini da satellite e tabelle excel che, una volta integrate in un GIS ad hoc, danno l'opportunità anche ai non addetti ai lavori, di poter formulare giudizi e/o previsioni legati alla gestione del territorio.

Una semplice coppia di coordinate geografiche non può certo costituire un'informazione utile a qualsiasi tipo di studio, ma se a questa coppia di coordinate si legano una serie di altri valori numerici, alfanumerici, statistici, allora il *dato geografico diventa informazione*. Se il tutto è poi rappresentato su una mappa per mezzo delle tecnologie offerte dai GIS va da se che l'uso di tale strumento di rappresentazione dell'informazione diventa assai vasto e con potenzialità davvero elevate.

Che cosa fa un GIS

Individuazione e raccolta dati

Il primo passo verso la costruzione di un GIS, dopo averne verificato l'effettiva necessità di realizzazione, sta nella individuazione, il più precisa possibile, dello scopo che si vuole ottenere.

Spesso si assiste alla costruzione di Sistemi Geografici giganteschi per la semplice visualizzazione di un aspetto fisico del territorio mentre viceversa non si hanno mai abbastanza dati ed informazioni laddove si vuole legare lo studio del territorio con gli aspetti socio-economici che lo interessano.

Una giusta e bilanciata analisi di che cosa si dovrà studiare e soprattutto di che cosa si vuole ottenere è una prerogativa indispensabile nella costruzione di un GIS che dia poi i risultati aspettati.

Dunque una volta definito l'obiettivo si procede alla ricerca di quali sarebbero i dati necessari per condurre lo studio in esame.

Individuazione delle User requirements

E' necessario individuare il più realisticamente possibile quelle che saranno le esigenze dell'utente finale. Per la definizione di questo punto è necessario tenere anche conto del profilo professionale di coloro che saranno gli utilizzatori dello strumento GIS: in poche parole di come e quanto semplificato dovrà risultare l'uso dello strumento che deve comunque essere in grado di compiere tutte quelle funzioni concordate con l'utilizzatore finale.

Viene ora riportata una lista di quelle che dovrebbero essere le fondamentali user requirements che costituiscono la base di qualsiasi GIS.

La costruzione di un GIS necessita di soddisfare le seguenti fondamentali richieste:

- a i dati devono essere consistenti e comparabili in spazio e tempo
- b l'utente finale deve essere in grado di:
 - definire l'area di interesse geografico.
 - costruire mappe tematiche secondo le proprie esigenze in maniera interattiva dallo schermo del computer
 - manipolare dati sia tabulari che statistici associati con ciascun strato tematico della mappa
 - muoversi in avanti e/o indietro tra gli strati tematici nella mappa e nei dati tabulari sui quali tali strati tematici sono basati
 - salvare un set di strati tematici e tabelle associate
 - creare files di esportazione di strati tematici e tabelle associate
 - stampare hardcopies delle mappe tematiche visualizzati sullo schermo
 - combinare mappe tematiche, testo e altre forme grafiche in un layout cartografico
 - produrre documenti cartografici da layout predefiniti
- c l'utente necessita di un sistema basato sui più ampiamente diffusi prodotti hardware e software in un ambiente PC Windows.

Compiti del GIS

Un GIS immagazzina informazioni e dati del mondo che ci circonda sotto forma di collezioni di strati tematici che possono essere uniti tra loro dalla geografia ovvero dalla loro posizione geografica.

I maggiori problemi ambientali del mondo di oggi, causati dall'inquinamento sia esso dell'aria, dei mari,

del territorio, inesorabilmente legati a fenomeni prodotti dalle attività umane (sovrapopolazione, deforestazione, disastri naturali, attività industriali ed agricole, ecc.) hanno tutti in comune la loro dimensione geografica e quindi la possibilità di poter essere localizzati sul territorio.

Un GIS è in grado di raccogliere e gestire informazioni per natura, formato e provenienza diverse tra loro, renderle compatibili, consentire l'applicazione di procedure di analisi e sintesi delle stesse.

Per spiegare che cosa fa un GIS conviene elencare una serie dei più significativi campi di applicazione del GIS stesso:

- pianificazione territoriale;
- assessment (valutazione) territoriale
- gestione di reti tecnologiche;
- analisi e pianificazione di reti tecnologiche
- monitoraggio ambientale;
- salvaguardia dei beni culturali;
- simulazione del traffico;
- piani di disinquinamento;
- cartografie tematiche,
- cartografie geologiche, sismiche, di uso del suolo;
- Piani Regolatori Urbanistici e di settore;
- gestione di pratiche catastali;
- studi di impatto ambientale;
- gestione del patrimonio edilizio;
- controllo della produzione agricola;
- marketing territoriale;
- analisi socio-economiche;
- pianificazione di reti distributive;
- analisi della domanda di servizi ecc.
- analisi delle reti di vendita (geomarketing)
- analisi demografiche
- analisi dei rischi
- analisi dei percorsi ottimali
- individuazione sul territorio dei punti vendita ottimali

Un Geographic Information System general purpose essenzialmente consente di eseguire compiti come:

- introduzione dei dati nel GIS
- manipolazione dei dati
- gestione dei dati
- query ed analisi sui dati
- visualizzazione dei dati

Il GIS a supporto dell'analisi ambientale

Introduzione

Per l'analisi ambientale del comprensorio della Tuscia romana sono stati raccolti dati ed informazioni di natura, provenienza e formato assai diversi tra loro (mappe cartacee, tabelle, grafici, immagini e strati informativi territoriali digitali). Utilizzando le grandi potenzialità offerte dallo strumento GIS, tali dati sono stati analizzati, valutati congiuntamente e quindi omogeneizzati ed integrati al fine della rappresentazione delle dinamiche territoriali, mettendo altresì in luce come esse siano legate al contesto socio economico in cui si verificano.

Lo studio, di cui si presentano in questa sede solo i risultati preliminari, si pone, fra gli altri, l'obiettivo di consentire un dialogo interdisciplinare tra l'informazione geografica e quella attinente alle altre discipline che studiano il territorio e le attività umane insediate, coinvolgendo i diversi attori pubblici e privati che operano su territorio stesso o sono chiamati a gestire i problemi sociali ed ambientali: in tale contesto lo strumento GIS è chiamato a fare da ponte tra scienziati, *decision maker* e cittadini.

Il GIS nell'analisi ambientale della Tuscia romana

I dati raccolti dai componenti del gruppo di lavoro, allo scopo di mettere in relazione alcuni aspetti indicati da diverse discipline, sono stati analizzati in ambiente GIS e hanno dato luogo alla definizione di specifici tematismi dai quali è possibile trarre alcune informazioni preliminari per quanto riguarda alcune caratteristiche del territorio del comprensorio della Tuscia romana.

Introduzione dei dati nel GIS

Qualsiasi dato, geografico e non, per poter essere utilizzato all'interno di un GIS, deve essere convertito in un formato digitale adatto. In sostanza si debbono costruire delle tabelle, spesso di un data base relazionale, contenenti coppie di numeri che danno le coordinate geografiche degli oggetti da esaminare sulla mappa, seguiti da campi della tabella stessa, legati a tale posizione sulla carta, che contengono i diversi attributi dell'oggetto in questione.

Il primo problema che si è dunque presentato per la realizzazione ex novo del GIS per l'analisi ambientale della Tuscia romana è stato quello di "legare" (geo-referenziare) al territorio di interesse i dati via via acquisiti dai Comuni e dalle Province interessati e dalle altre fonti consultate. Per fare questo è stato necessario un impegnativo lavoro di omogeneizzazione dei dati inerenti i tematismi come quello delle acque, degli usi civici, dei siti di interesse archeologico culturale, ecc... per i quali, in alcuni casi, è stato anche necessario individuare la collocazione topografica precisa degli oggetti caratterizzanti i singoli tematismi per poi riportarla sul supporto cartografico digitale appositamente costruito.

I diversi tipi di dati acquisiti per soddisfare le richieste dello studio sono stati informatizzati, trasformati, talvolta georeferenziati, per essere resi omogenei tra loro e compatibili con il sistema GIS in generale. Per esempio laddove sono risultati reperibili solo dati a diverse scale o con diversi formati o ancora con diversi riferimenti geografici, tali dati sono stati resi omogenei tra di loro per poter essere usati all'interno del GIS. E ancora tutti i dati ottenuti solo su supporto cartaceo sono stati digitalizzati e a loro volta resi omogenei con il sistema cartografico di base.

Trattamento dei dati

Le attuali tecnologie GIS offrono i necessari strumenti per trattare dati spaziali. La restituzione grafica ci permette infatti di vedere oltre alla localizzazione precisa del dato in sé anche le sue relazioni spaziali con il territorio circostante.

La particolarità, offerta dal GIS, di poter visualizzare i dati e le proprietà dei dati su una mappa, tramite simboli opportunamente scelti, consente di tradurre in un risultato visivo il loro valore intrinseco numerico, fornendo in più una chiara informazione su dove tale valore si trova nello spazio e nel tempo, se e dove ha subito variazioni, ecc...

Query ed analisi sui dati

Una volta costruito il GIS secondo i dati disponibili e gli obiettivi richiesti è cominciata la fase di analisi dei dati.

Un GIS permette di soddisfare semplici richieste di dati, con la relativa analisi spaziale, utilizzando il metodo del point and click sulla mappa tematica disponibile per l'applicazione in corso, ma anche di

eseguire un'analisi temporale dei dati stessi, per esempio attraverso la costruzione e la restituzione grafica delle serie temporali, laddove esse siano disponibili.

Visualizzazione dei dati

Le figure qui di seguito mostrate danno una efficace idea di quella che può essere la rappresentazione dei risultati, ottenuti dalle elaborazioni dei dati in un GIS, su una mappa: il così detto data viewing.

Il GIS che si è sviluppato è composto da una serie di “layer” o “strati informativi” o ancora “strati tematici”. Questo significa che dovendo rappresentare un insieme di “temi” sulla stessa area geografica si può creare uno strato per ciascun tema per poi sovrapporlo a piacere con altri e nella combinazione desiderata. Nella figura di seguito mostrata vengono, ad esempio, riportati tutti gli strati informativi relativi alla caratterizzazione della zone tutelate, come le Zone a Protezione Speciale (ZPS), i Parchi, i Siti di Interesse Comunitario (SIC), ecc.

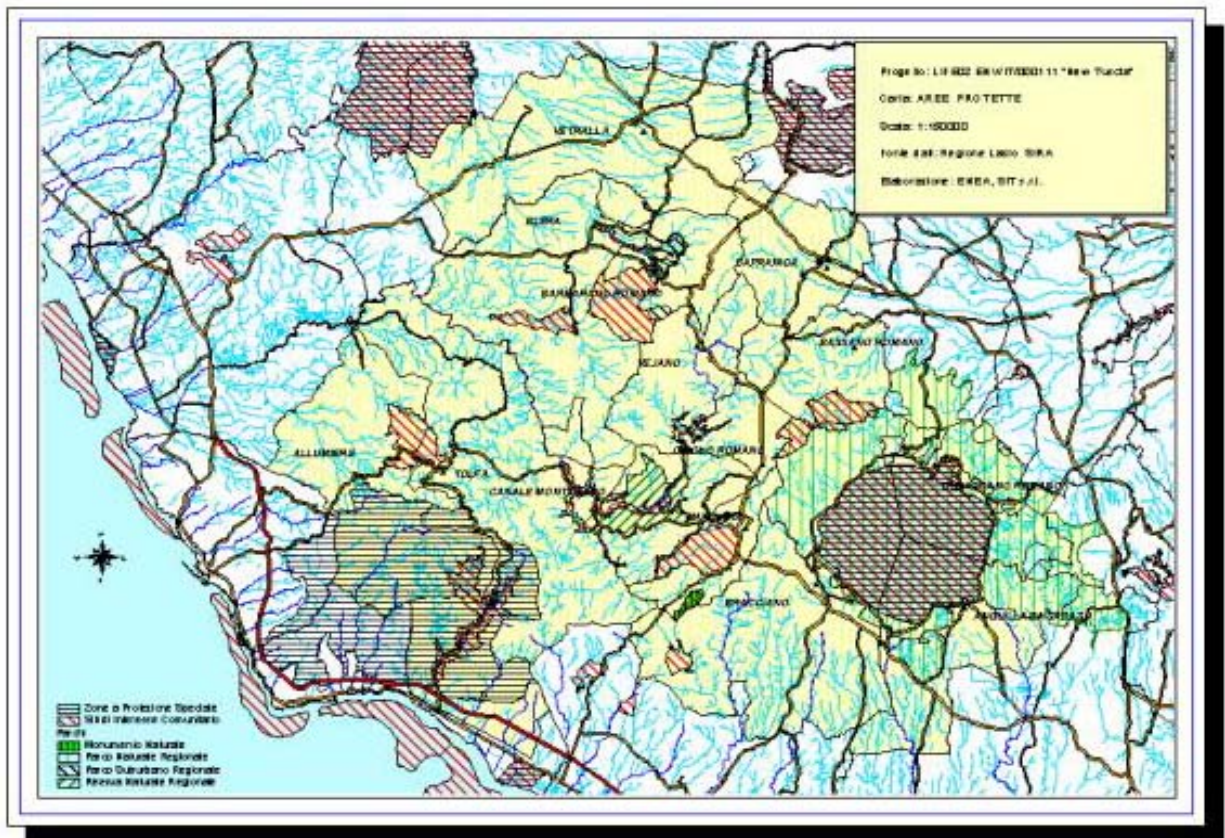


Fig. 1 - Carta tematica “Parchi e Siti di Interesse Comunitario”

Osservando la figura è possibile capire come l'utente possa visualizzare a piacere ognuno dei temi riportati, che rappresentano differenti aspetti del problema in studio. La vista riportata nella figura contiene tutti i diversi layers (o strati cartografici tematici) che l'utente può visualizzare, anche separatamente, o diversamente combinati tra loro, e anche ad una diversa scala geografica.

Un'ulteriore elaborazione offerta dalla tecnologia GIS è quella di poter “agganciare” file di testo, foto, ortofoto, ecc. direttamente alla tabella attributi del tematismo in esame. L'hot link, questo è il nome della

facility in oggetto, visualizza tramite la tecnica del ‘point and klik’ l’oggetto agganciato, sia esso foto, ortofoto, file testo esplicativo, ecc come mostrato nella Fig. 2 e Fig. 3.

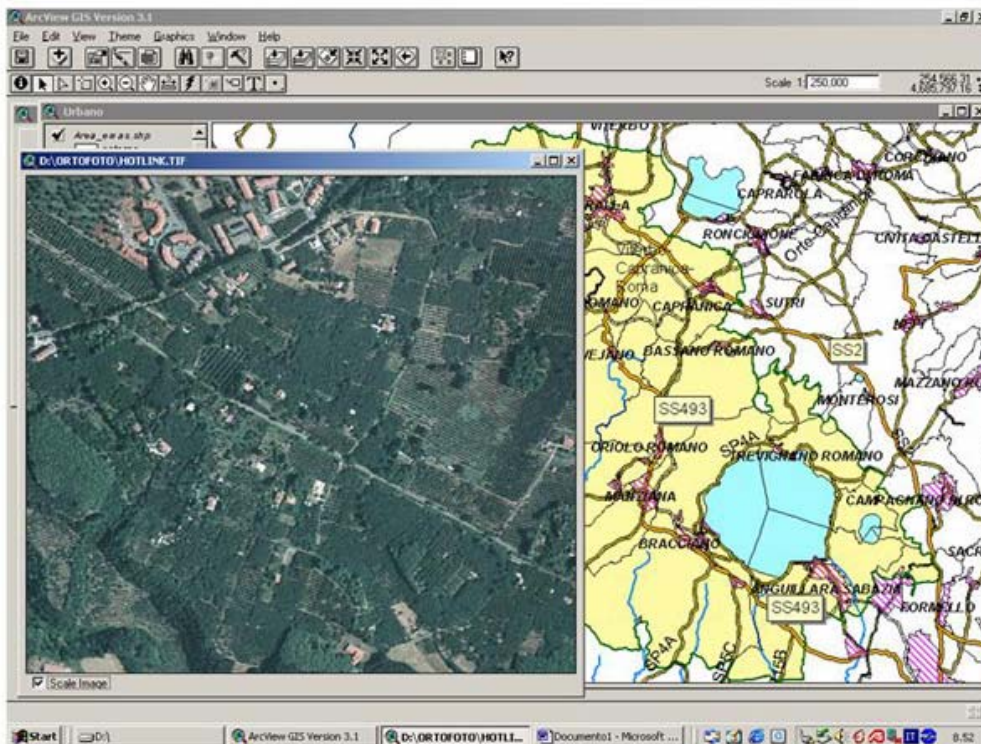


Fig. 2 - Esempio di Hot Link

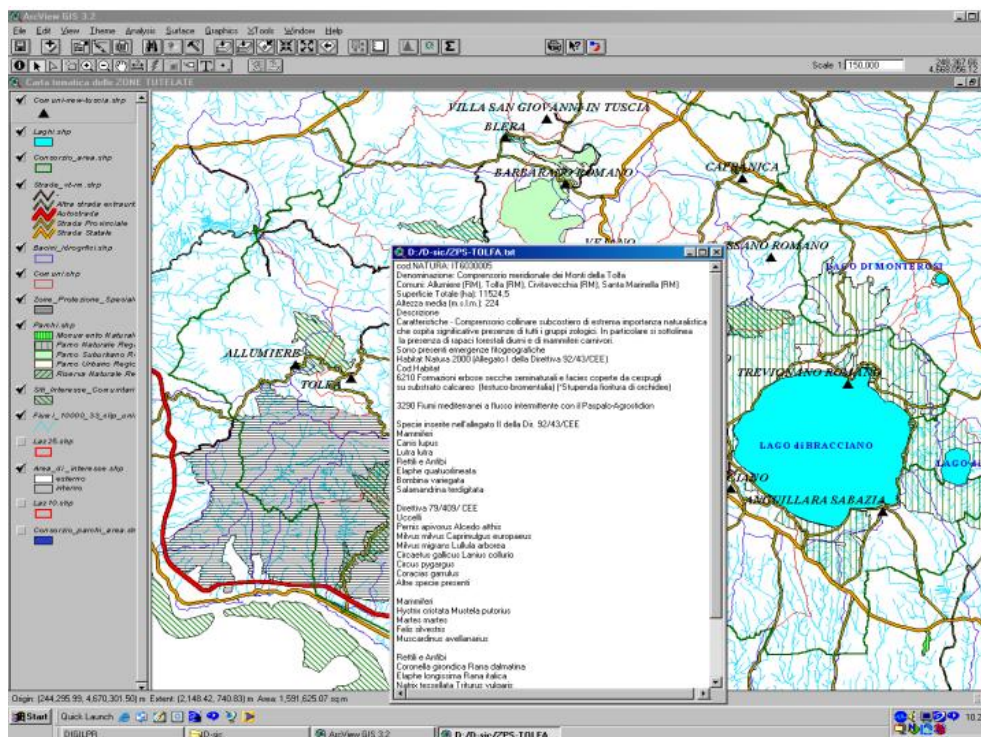


Fig. 3 - Esempio di Hot Link

Elaborazione e visualizzazione dei dati Corine Land Cover (6 classi)

Tra i dati utili alla realizzazione dell'Analisi Ambientale del territorio, i dati sull'uso del suolo forniti dal Corine Land Cover rivestono senza dubbio un importantissimo ruolo (figura 4).

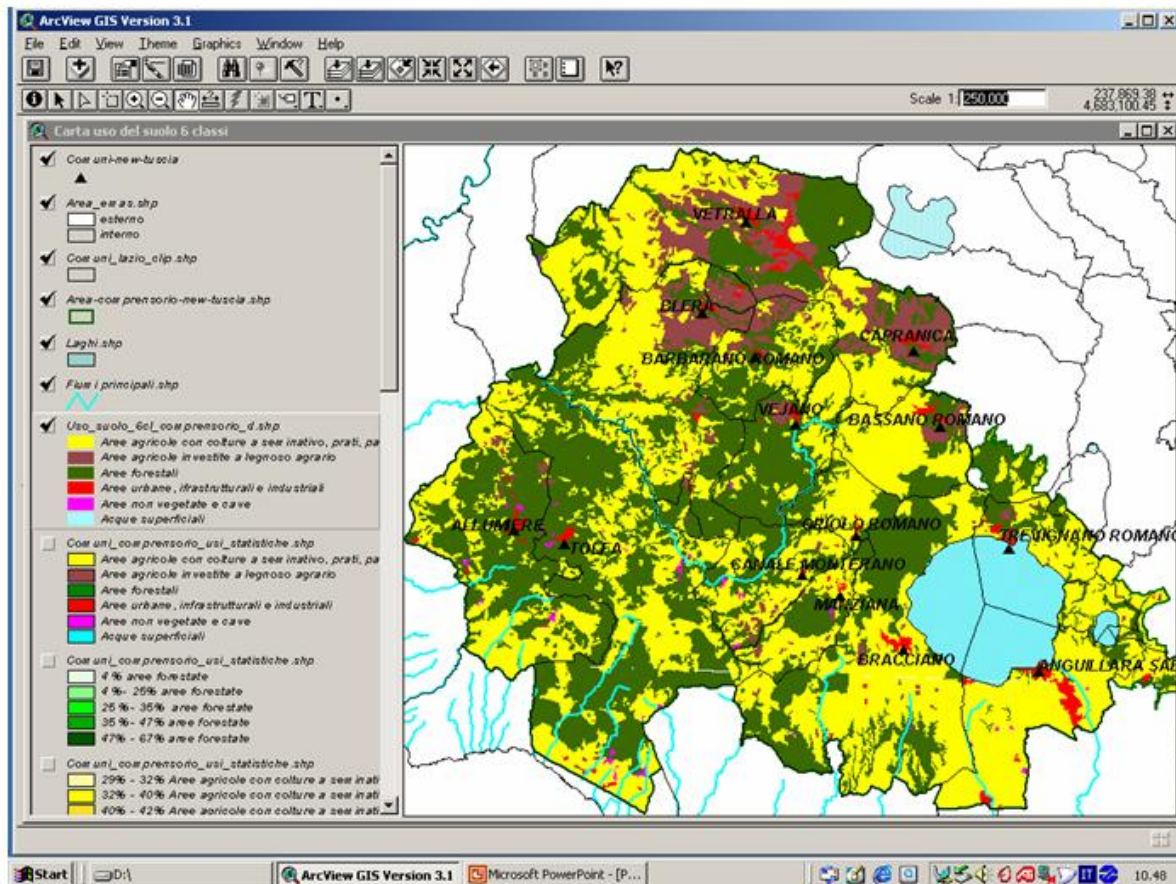


Fig. 4 - Uso del suolo a sei classi.

Tali dati sull'uso del suolo saranno ancora più utili alla caratterizzazione del territorio su cui insistono, se messi visivamente in relazione con altri dati, come ad esempio il valore della superficie effettivamente destinata a ciascun uso individuato. E' interessante vedere, tramite l'utilizzo del GIS, come i diversi usi del suolo siano distribuiti all'interno del comprensorio e come essi rappresentino sostanzialmente la cosiddetta "vocazione" del territorio cui si riferiscono. Per quanto riguarda i territori di Allumiere e Tolfa, ad esempio, come possiamo vedere dalla elaborazione mostrata nella figura 5, spiccano negli istogrammi, relativi a ciascun comune, valori alti per quanto riguarda la superficie forestale (barra verde) e le aree agricole con colture a seminativo, prati e pascoli (barra gialla). Per i territori di Capranica e Vetralla spicca, invece in maggior misura rispetto agli altri comuni, il valore della superficie relativa alle aree agricole "investite a legnoso agrario" (barra marrone) che mette in evidenza i numerosi nocioleti presenti nella zona.

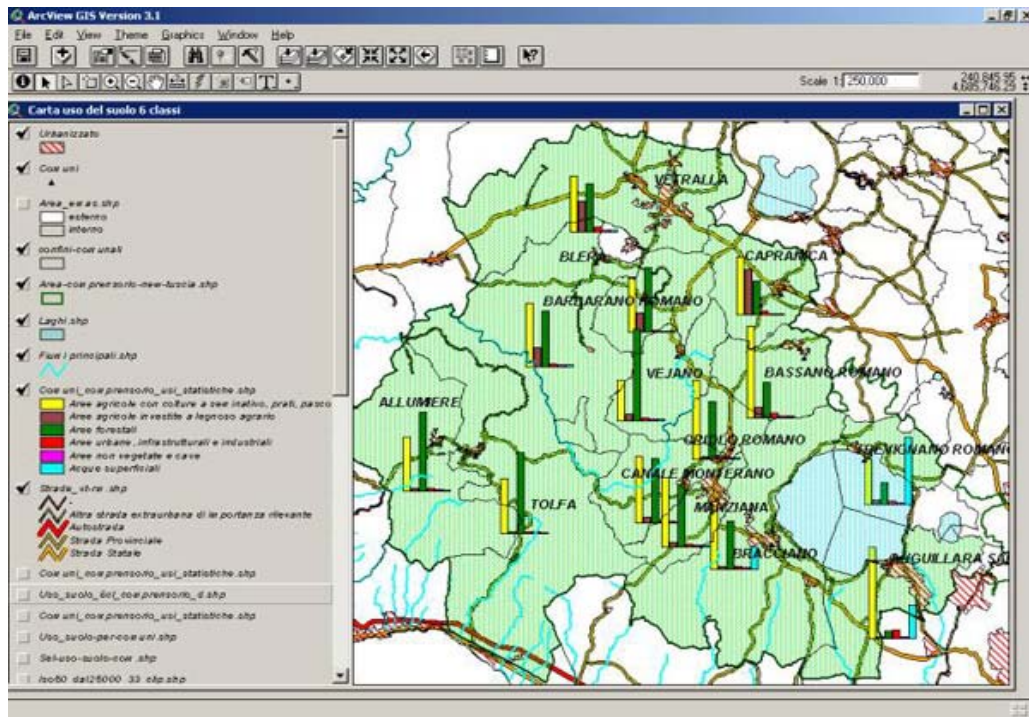


Fig. 5 - Prevalente uso del suolo nei comuni del comprensorio della Tuscia romana

Un altro tipo di elaborazione sempre relativa alla caratterizzazione dell'uso del suolo, è quella mostrata nella figura 6, in cui viene messa in evidenza la percentuale di area comunale coperta da formazioni forestali.

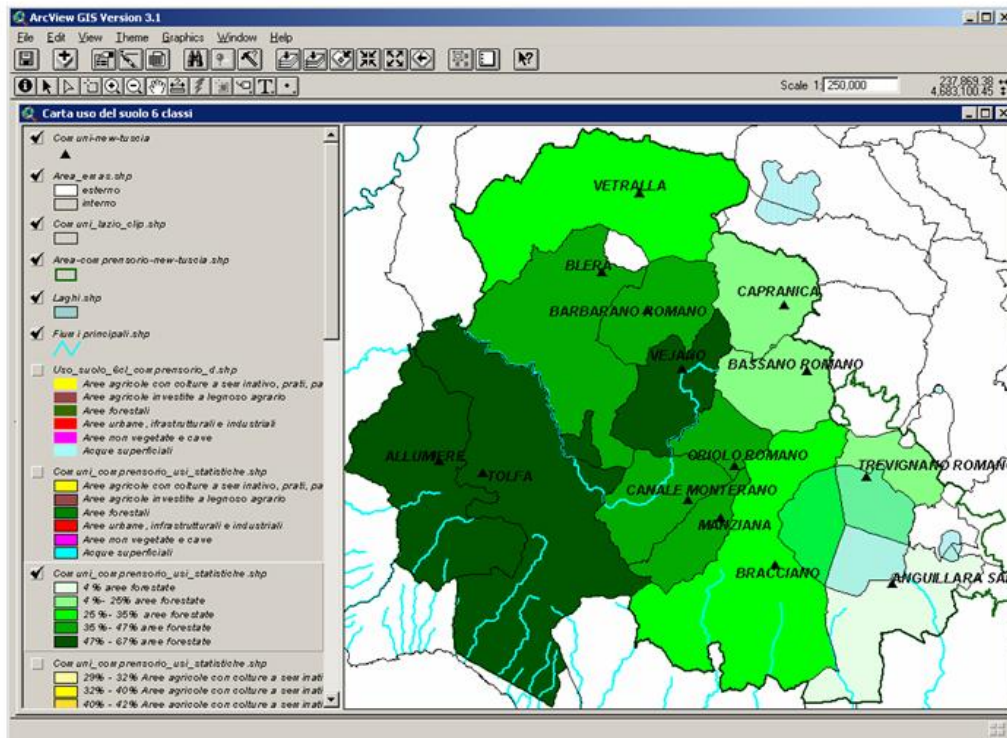


Fig. 6 - Percentuali delle superfici comunali coperte da formazioni forestali

Conclusione

L'uso dell'Informazione Geografica e della sua rappresentazione sul territorio tramite mappe si è rivelato nel tempo uno strumento insostituibile per conoscere, descrivere, controllare, visualizzare vari aspetti del mondo che ci circonda.

Le attuali tecnologie GIS hanno offerto l'opportunità di gestire una grande quantità di dati riferiti al territorio mettendoli in relazione gli uni con gli altri in modo tale da consentire di rilevare fenomeni che sarebbero rimasti nascosti in una forma di rappresentazione statica e non dinamico-geografica.

Durante l'ultimo decennio l'interesse suscitato dalla scienza dell'Informazione Geografica e il successo ottenuto dalle tecnologie GIS hanno fortemente incentivato lo sviluppo di nuovi campi di applicazioni seguito dalla messa a punto di nuove tecnologie sia hardware che software atte a soddisfare le più svariate richieste provenienti sia dal mondo della ricerca scientifica che da quello della pianificazione del territorio e della protezione dell'ambiente.

Tutto questo ha favorito la nascita di un dialogo interdisciplinare fra i tecnici gestori dell'Informazione Geografica digitale e diversi utenti, pubblici e privati, che hanno la responsabilità della gestione del territorio con tutte le implicazioni ambientali, sociali ed economiche che ciò comporta.

I Geographic Information Systems (GISs), per la loro versatilità nel trattare e nel gestire dati di natura assai diversa fra loro, costituiscono ormai uno strumento indispensabile per lo studio degli aspetti ambientali e socio-economici del territorio e per la pianificazione, la gestione e il monitoraggio degli interventi.

Nell'allegato fascicolo delle CARTE sono riportati la descrizione delle carte tematiche prodotte e l'elenco dei tematismi in esse contenuti.