

Capitolo 4

Il sistema Informativo Territoriale

Il ruolo dei Sistemi Informativi Territoriali

In letteratura esistono molteplici definizioni attribuite ai **sistemi informativi territoriali** (o **sistemi informativi geografici**), fra tutte, quella dall'*Association for Geographic Information* (AGI) inglese appare come una delle più esaustive. Essa definisce infatti i SIT come dei “*Sistemi informatizzati per l’acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l’integrazione, l’elaborazione, l’analisi e la rappresentazione di dati che sono spazialmente riferiti alla superficie terrestre. [...] si tratta di dati che possono essere raffigurati attraverso una serie di strati differenti, che contengono ognuno informazioni su determinate caratteristiche del territorio. Questi strati informativi sono organizzati in modo da poter essere esaminati direttamente o utilizzati per l’esecuzione di analisi statistiche territoriali.*»¹

Il SIT rappresenta quindi uno strumento fondamentale per tutti i settori in cui la cartografia ed il posizionamento dei dati fisici, biologici, culturali ed economici è di sostanziale importanza per lo sviluppo di analisi territoriali. In particolare, le applicazioni GIS hanno sicuramente rappresentato il catalizzatore nei processi di sviluppo di discipline come l’urbanistica, i trasporti, l’ambiente, la difesa e le telecomunicazioni, che fanno delle informazioni georiferite i cardini su cui si fondano i paradigmi analitici. In questi settori la cartografia tradizionale è stata infatti progressivamente rimpiazzata dalla cartografia digitale e dai relativi sistemi di gestione informatica dei dati georiferenziati.

Prima dello sviluppo della cartografia digitale era possibile dare una lettura delle informazioni territoriali solo attraverso rappresentazioni semplificate della realtà come ad esempio carte tematiche o plastici che raffiguravano un determinato territorio nelle tre dimensioni. Successivamente, la contestuale evoluzione delle tecnologie hardware e software legate ai SIT hanno permesso la realizzazione di algoritmi sempre più complessi ed in grado di implementare le molteplici funzioni assolate dai territori rurali ed urbani.

Il ruolo svolto dai SIT si è quindi evoluto nel tempo, passando dal semplice combinatore logico di tematismi degli anni sessanta, a strumento analitico e di programmazione territoriale attuale.

I primi Sistemi Informativi Territoriali furono sviluppati dall’U.S. Census Bureau e dall’Harvard University per scopi completamente diversi fra loro. Il primo, era indirizzato ad imporre alle istituzioni statunitensi un sistema standardizzato per l’acquisizione e la realizzazione di cartografie digitali. Questo sistema portò alla produzione del Census TIGER files, uno dei più importanti database socioeconomici georiferiti attualmente in uso. Il secondo era invece orientato allo sviluppo di software commerciali da inserire nel nascente mercato dei programmi applicativi GIS. Vennero sviluppati specifici software per la stampa cartografica con plotter, per la realizzazione di prospettive 3D e per l’elaborazioni raster, ma

¹ Association for Geographic Information - GIS Dictionary (<http://www.geo.ed.ac.uk/agidexe/term?271>)

solo negli anni '70 fu realizzato un vero e proprio software GIS con capacità di analisi topologica² e di *overlay mapping*³.

Parallelamente, altre università iniziarono a sviluppare nuove applicazioni GIS mentre il governo canadese realizzò nel 1967 il primo vero e proprio SIT denominato *Canada Geographic Information System*.

Ovviamente in queste prime fasi di sviluppo dei Sistemi Informativi Territoriali il ruolo era prevalentemente legato alla necessità di “inventariare” un determinato territorio (Stato, regione o bacino) per scopi, quali: i censimenti dell'agricoltura, i censimenti delle risorse naturali, o la catalogazione di cartografie digitali. Si trattava di procedimenti molto costosi poiché basati sull'impiego di tavolette digitalizzatrici. L'esigenza di contenere tali costi stimolò lo sviluppo di SIT in grado di acquisire direttamente i dati telerilevati da satellite, ossia dati prodotti in formato raster⁴. Di conseguenza iniziarono ad affermarsi nuove piattaforme GIS in grado di elaborare anche i dati raster e di integrarli in modo sempre più organico con i software GIS vettoriali⁵.

Questo ulteriore sviluppo delle applicazioni GIS rappresentò una grande opportunità sia per lo sviluppo di nuove procedure di analisi spaziali, sia per l'opportunità di mantenere costantemente aggiornate le cartografie tecnico-tematiche a costi contenuti.

Con il conseguimento di queste nuove potenzialità, il ruolo dei SIT si trasformò progressivamente da mero database per la catalogazione e l'inventario di cartografie tecnico-tematiche a strumento di analisi del territorio basato su algoritmi che integravano modelli matematici, elaboratori di immagini, analizzatori di superfici e strumenti di analisi delle decisioni fondati su paradigmi scientifici legati alle scienze sociali, economiche, naturali, ecc.

La prima istituzione che introdusse le informazioni telerilevate nei SIT fu il *Geological Survey* che nel 1973 sviluppò un'analisi delle risorse naturali che integrava le informazioni telerilevate da satellite con informazioni rilevate in campo (Mitchell 1973).

A livello europeo i primi a orientarsi verso i nuovi strumenti informativi furono gli inglesi dell'*Ordnance Survey* (ente cartografico nazionale inglese) che avviarono il programma di digitalizzazione delle cartografie tecniche, a cui seguirono i corrispondenti enti della Svezia, Finlandia, Germania, Francia e Italia.

² Un modello di dati GIS può supportare analisi spaziali in quanto possiede una struttura basata sulla presenza di relazioni spaziali tra i dati. Tale caratteristica è garantita dalla topologia, fondamentale procedura matematica GIS, che crea le relazioni che definiscono le proprietà spaziali tra gli elementi geografici: punti (nodi), linee (archi) ed aree (poligoni) (Longley *et al.*, 1999).

³ Operazione con la quale vengono sovrapposte più carta tematica per crearne una nuova detta di *output*, in cui gli attributi di un set di elementi vengono uniti a quelli dell'elemento cui si sovrappone.

⁴ I dati raster permettono la rappresentazione degli elementi geografici, attraverso la suddivisione del territorio in una maglia regolare di celle quadrate elementari (pixel). Si origina in tal modo una matrice dove alla singola cella è assegnata una serie di attributi sotto forma di codice numerico. Gli elementi reali della superficie geografica sono quindi approssimati alle celle. Il grado di approssimazione è legato alle dimensioni delle celle costituenti il reticolo.

⁵ In un GIS una figura piana come il poligono semplice viene memorizzato come un elemento spaziale, delimitato in modo univoco, che presenta attributi legati alle caratteristiche geometriche (perimetro, superficie, ecc.), nonché attributi di tipo descrittivo, legati agli aspetti qualitativi e quantitativi dell'entità topografica rappresentata (ad es. dati catastali, uso del suolo, proprietario, provvigione, ecc.). Una mappa digitale vettoriale è registrata come una serie di punti, linee ed aree (zone racchiuse da linee) che conserva le informazioni sotto forma di coordinate. Questo tipo di formato è indicato per descrivere elementi discreti, come contorni di edifici, ma meno adatto alla descrizione di elementi variabili con continuità (ad es. distanza rispetto ad assi stradali). Il formato vettoriale è quindi in grado di fornire una accurata descrizione della localizzazione degli elementi geografici.

A livello nazionale si è assistito allo sviluppo simultaneo di molteplici iniziative legate alle applicazioni GIS. Si è trattato di progetti che hanno avuto un impulso rilevante con l'attuazione dei Decreti Delegati del 1972 e del DPR 616 del 1977 che definivano ruoli e competenze regionali in materia di governo del territorio. A queste si sono aggiunte anche motivazioni di merito strettamente collegate alle esigenze di qualificare e razionalizzare i processi decisionali con cui venivano definite le azioni di governo del territorio. Infatti, l'attività di amministrazione degli Enti Locali e la loro potenzialità di essere effettivamente partecipi e propulsori dello sviluppo locale, imponeva, ed impone, la conoscenza della situazione socio-economica attuale e delle sue dinamiche. Il ruolo attualmente assunto dai SIT nei contesti amministrativi locali è quindi legato a:

- capacità di aggiornare in modo pressoché continuo qualsiasi tipologia di dati esistenti (sociali, economici, ambientali e strutturali);
- possibilità di fornire un quadro di riferimento dinamico e omogeneo delle situazioni produttive, occupazionali, ambientali, ecc.;
- capacità di ottenere una visione coordinata e sistematica dei problemi emergenti nel territorio;
- capacità di definire una serie di possibili alternative all'interno di un sistema di obiettivi coerenti e gerarchicamente ordinati;
- possibilità di valutare, per ciascuna delle possibili alternative, le modalità ed i tempi di attuazione.

Alcuni esempi della versatilità e multidisciplinarietà dei SIT sono offerti dalle esperienze recentemente realizzate dal CNR e dalla Comunità Montana degli Alburni (Sa) relativamente al monitoraggio delle risorse archeologiche ed alla gestione delle risorse naturali.

Nel primo caso si tratta di esperienze dirette a definire, implementare e testare Sistemi Informativi che, per mezzo di analisi telerilevate, tecnologie GIS, fotogrammetria digitale e analisi multifattoriale, consentano l'individuazione delle relazioni esistenti tra la localizzazione dei siti archeologici ed il contesto ambientale in cui si collocano, in modo da poter sviluppare modelli previsionali capaci di identificare le aree in cui vi sono le maggiori probabilità di localizzazione di nuovi siti archeologici. In questo caso il SIT, attraverso procedimenti di analisi spaziale, permette l'integrazione fra approcci analitici di tipo paesaggistico e storico-architettonico. In particolare, attraverso tale strumento è stato possibile trasporre considerazioni legate alle scienze del paesaggio, che analizzano fenomeni territoriali come ad esempio la morfologia, il tipo di suolo, la vicinanza di risorse idriche, il manto vegetale, le condizioni climatiche, ecc., con osservazioni connesse agli aspetti storico-architettonici dell'archeologia.

Nel secondo caso invece, il SIT, ha rappresentato il telaio su cui sviluppare un modello di zonizzazione dinamica, in grado di fornire un supporto decisionale nella programmazione territoriale generale e di settore. Il SIT ha quindi permesso un'analisi integrata dei fenomeni ambientali, economici e sociali presenti in ciascuna area della Comunità Montana ed ha fornito al decisore pubblico un idoneo quadro informativo per l'individuazione delle soluzioni più idonee allo sviluppo locale.

Esaminando le applicazioni più specificatamente legate al settore bioenergetico, in letteratura troviamo numerosi esempi analitici fondati sull'impiego di Sistemi Informativi Territoriali. Alcune fra le più note ricerche condotte sul tema sono quelle realizzate dal

gruppo di ricerca di Robin Graham, dell'*Oak Ridge National Laboratory* degli Stati Uniti. Il gruppo di ricerca dell'*Oak Ridge National Laboratory* ha infatti sviluppato dei modelli analitici in cui il SIT costituisce la base dati portante per la definizione di modelli geografici capaci di considerare le variabili ambientali che influenzano sia le capacità di accrescimento delle diverse colture energetiche (*energy crops*) sia i costi di produzione delle biomasse (costi di raccolta, trasporto, ecc.) (Graham et al., 2000). In pratica, il modello proposto da Graham esamina, per ciascuna unità di superficie (pixel), una serie di variabili, quali: la pendenza, l'esposizione, la quota e la distanza dalla viabilità principale, in grado di influenzare sia l'accrescimento delle colture, sia le modalità, e quindi i costi, di raccolta della biomassa.

Altri studi condotti dall'unità di ricerca statunitense hanno mirato allo sviluppo di un modello di analisi geografica (denominato BRAVO) in grado di calcolare i costi marginali di produzione del cippato prodotto da colture *Short Rotation Forestry*, in relazione alla distribuzione della rete viaria (layer viabilità) ed alla distribuzione delle aree produttive (layer dell'uso del suolo) (Graham et al., 1997).

In sintesi possiamo affermare che gli attuali Sistemi Informativi Territoriali rivestono una molteplicità di ruoli, fra questi i più importanti sono così sintetizzabili:

- attraverso la capacità dei SIT di inserire dati entro un sistema di relazioni è possibile ottenere “informazioni localizzate” da dati che di per se sarebbero privi di significato;
- la possibilità di disporre di “informazioni” utili (ovvero, pertinenti ed affidabili) e utilizzabili (ovvero, gestibili in tempi e a costi ragionevoli) ai fini decisionali, assicura, a chi li riceve, le condizioni per poter operare;
- il SIT permette l'inserimento delle suddette “informazioni localizzate”, quale elemento di giudizio, in ogni fase del processo decisionale, che secondo lo schema classico si può riassumere come illustrato in Figura 1.

In definitiva, il ruolo attualmente assunto dai SIT, oltre a quello di mero archivio di dati territoriali spazialmente georiferiti, è quello di strumento analitico per la definizione di giudizi circa l'efficienza o inefficienza di assetti territoriali già esistenti o in fase di progettazione: giudizi la cui formulazione richiede l'applicazione di modelli interpretativi anche molto complessi, che possono essere sviluppati solo grazie al supporto operativo fornito proprio dal Sistema Informativo.

Il progressivo sviluppo delle applicazioni SIT (o, come taluni preferiscono, GIS) nei contesti istituzionali permetterà quindi una progressiva qualificazione e razionalizzazione dei processi decisionali con cui vengono determinate, sia a livello locale che nazionale, le azioni di governo del territorio.

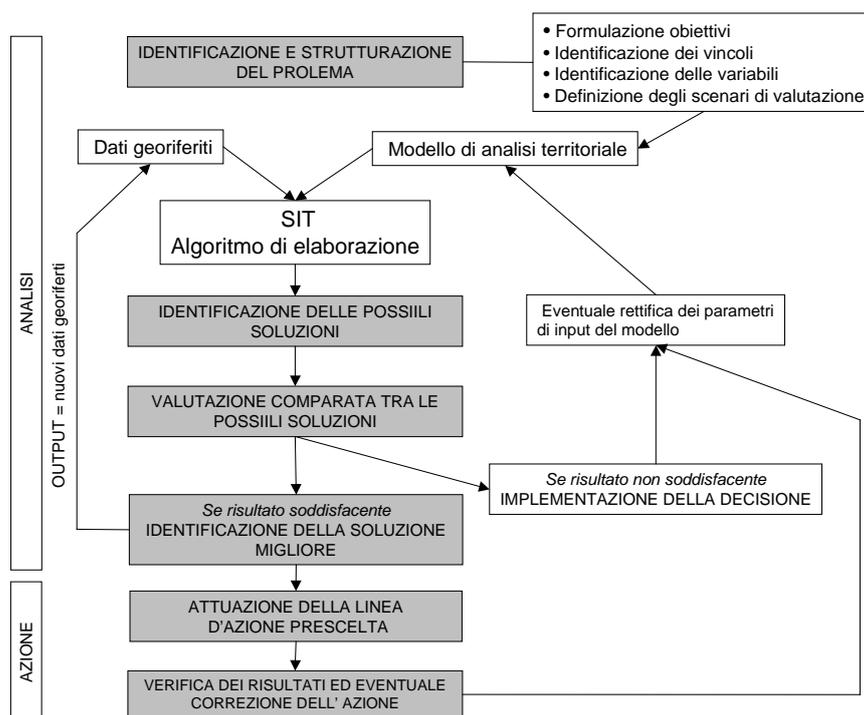


Figura 1 - Struttura del processo decisionale classico modificata con l'introduzione dei SIT

Una proposta metodologica per la gestione della filiera biomasse-energia in Toscana

Per poter valutare la quantità di biomassa disponibile all'interno della regione Toscana sono stati sviluppati dei modelli di analisi territoriale fondati sulla teoria delle risorse rinnovabili e sulla teoria della localizzazione. L'attuazione di tali algoritmi all'intero complesso regionale toscano è stata possibile grazie all'impiego di una metodologia imperniata su analisi spaziali realizzate con applicazioni GIS.

Grazie allo strumento GIS è stato infatti possibile definire gli aspetti connessi alle capacità di accrescimento delle risorse rinnovabili (colture agrarie e forestali), nonché ai costi totali di produzione correlati a colture energetiche dedicate (es. *Short Rotation Forestry*) ed a residui vegetali prodotti sia dalle colture agrarie tradizionali, sia dalle formazioni forestali. In particolare, attraverso le "analisi di relazioni spaziali" effettuate su piattaforma GIS, è stato possibile determinare le due componenti di costo connesse con le produzioni forestali, ossia: i costi di utilizzazione, che sono funzione delle caratteristiche dell'area utilizzata, ed i costi di localizzazione, che sono funzione delle distanze di esbosco e di trasporto.

La metodologia proposta si è quindi basata sulla costruzione di un Sistema Informativo Territoriale in grado di definire tutte le caratteristiche *in situ* di ciascuna area (localizzata all'interno della regione Toscana) e delle relazioni reciproche che intercorrono tra le aree che presentano disponibilità di risorse e le aree che presentano disponibilità di servizi (es. strade, centri di commercializzazione, ecc.).

In pratica, sono stati censiti tutti quegli elementi che possono determinare delle variazioni nei rendimenti dei processi di lavorazione (pendenza, accidentalità, quota, distanza di esbosco, distanza dal centro di commercializzazione, ecc.) e nei processi di accrescimento delle risorse (specie, densità delle piante, età, ecc.)

Il Sistema Informativo Territoriale è stato quindi costruito distinguendo le fonti sulla base di due principali categorie di dati, le cartografie *Map Oriented* e quelle *GIS Oriented*. Si tratta di una classificazione definita in relazione allo scopo per le quali sono state realizzate le cartografie. I dati “*Map oriented*” sono stati acquisiti al solo scopo di produrre delle carte, e dunque risultano organizzati in modo adeguato alle esigenze di elaborazione grafica (rappresentazione di un ciglio di scarpata tramite il disegno di barbette, o di una strada tramite una doppia linea di larghezza simbolica) e di restituzione (eventualmente anche su periferiche di disegno come i plotter). Le basi dati “*GIS oriented*” sono invece finalizzate a rappresentare uno specifico aspetto omogeneo del territorio. Sono cioè basi dati tematiche riferite ad una specifica caratteristica del tematismo; è questo il caso delle carte d’uso del suolo, carte forestali, geologiche, climatiche, ecc..

Le basi dati *Map Oriented* acquisite nel Sistema Informativo Territoriale del BIOSIT sono state le seguenti:

1. Cartografia regionale IGM in scala 1:250.000 - *formato raster*
2. Limiti amministrativi Comunali - *formato vettoriale*
3. Località abitate - *formato vettoriale*
4. Rete viaria - *formato vettoriale*
5. Rete idrologica - *formato vettoriale*
6. Toponomastica - *formato vettoriale*
7. isoipse con equidistanza di 100 metri e 25 metri - *formato vettoriale*
8. Rete ferroviaria - *formato vettoriale*

Il Sistema Informativo Territoriale del BIOSIT è stato poi integrato con il repertorio informativo *GIS oriented*, costituito dalla seguente cartografia:

1. Inventario Forestale della Regione Toscana - *formato raster*
2. Carta dell’uso del suolo Corine Land Cover - *formato vettoriale*
3. Modello Digitale del Terreno - *formato raster*
4. Tipi climatici - *formato vettoriale*
5. Carta litologica - *formato vettoriale*
6. Struttura demografica: 13° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni (1991): - *formato vettoriale*
 - a. Popolazione censita per tipo di residenza (aree urbane, nuclei e case sparse);
 - b. Abitazioni censite per tipo di combustibile impiegato per riscaldamento;
7. Struttura produttiva - *formato vettoriale*
 - a. Censimento intermedio industria e servizi (1996);
 - b. 4° Censimento generale dell’agricoltura” (1991);
8. Consumi energetici definiti per ciascun comune sulla base del DPR n°412 del 26 agosto 1993 - *vettoriale (ns. elaborazione)*

9. Finanziamenti disponibili definiti in relazione al DOCUP - Regione Toscana di recepimento del Regolamento (CE) n. 1261/1999 relativo al Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) - periodo 2000-2006.- *vettoriale (ns. elaborazione)*

I database sono stati quindi archiviati sia in formato idoneo per le elaborazioni con il programma applicativo Mapinfo©, sia in formato compatibile con le applicazioni ArcGIS© al fine di utilizzare al meglio i componenti propri di ciascun programma (*editing, spazial analysis, ecc.*).

Attraverso di essi è stata determinata la localizzazione delle risorse, la tipologie delle stesse e l'accessibilità dell'area. L'insieme delle banche dati ha costituito il Sistema Informativo Territoriale di tutta la regione Toscana.

L'inventario Forestale della Regione Toscana

La banca dati dell'Inventario forestale Toscano, è stata specificatamente costruita per lo studio dei soprassuoli forestali, ed è riferita ad una serie di punti di controllo individuati su un reticolo a maglia quadrata di lato di 400 metri che si sviluppa sull'intero territorio regionale.

I dati hanno quindi un dettaglio massimo di 16 ettari, e riportano informazioni quali, la specie prevalente, le specie arboree secondarie, l'eterogeneità della particella, l'età del soprassuolo (per ampie classi), il tipo di trattamento, la pendenza del terreno, la presenza di infrastrutture viarie, ed altre informazioni.

Nel complesso, ciascun pixel possiede 27 attributi che vanno a definire le caratteristiche geografiche e vegetazionali di ciascun pixel (di 16 ettari di superficie) (Tabella 1).

Le informazioni contenute si articolano in diversi ordini che conducono ad un dettaglio sempre maggiore.

Sono innanzitutto descritte le caratteristiche geografiche del pixel: l'area, il perimetro, le coordinate UTM, il quadrante di appartenenza, la pendenza, l'esposizione, la quota, la presenza di infrastrutture viarie e la zona ISTAT di appartenenza.

Di seguito sono poi indicate le caratteristiche vegetazionali: l'uso del suolo prevalente, la compresenza di altre forme d'uso del suolo, la classe di eterogeneità, la presenza di siepi, il grado di copertura, la specie primaria, la specie secondaria, la specie terziaria ed il loro relativo grado di copertura, l'età del soprassuolo (per ampie classi) e la categoria di area boschiva (Tabella 2).

Campo	Descrizione
XNOD	coordinata est UTM in metri terreno
YNOD	coordinata nord UTM in metri terreno
MATRIX	numero matriciale del punto all'interno del quadrante di appartenenza
QUOTA	quota in metri
ZONAISTAT	zona ISTAT di appartenenza: 1=pianura (da 0 a 300 m), 2=collina (da 301 a 699 m), 3=montagna (da 700 m in su)
PEND	pendenza in gradi (da 0 a 90 gradi. 99=indefinito)
ESPOSIZ	esposizione in gradi (da 0 a 359 gradi: 0=Nord, 90=Est, 180=Sud, 270=Ovest, 999=indefinito)
INTENSIT	intensità di rilievo
USOSUO	uso del suolo del pixel
COMPRES	compresenza di elemento lineare
COMPRUSO	compresenza di altro uso del suolo
GRADOCOP	grado di copertura
CLET	classe di eterogeneità della copertura del suolo (classi: 0-1-2-3-9)
ISIEPI	intensità di presenza di siepi (classi: 0-1-2-3-4-5)
CODICE	uso del suolo rilevato a terra
COMPSPE1	codice della specie principale (legenda COD)
COMPSPE2	codice della seconda specie (legenda COD)
COMPSPE3	codice della terza specie (legenda COD)
COPERTU1	grado di copertura della specie principale
COPERTU2	grado di copertura della seconda specie
COPERTU3	grado di copertura della terza specie
COPCOMPL	grado di copertura delle compresenze
CATARBOSC	categoria di area boschiva
COLTSTRU	coltura e struttura
CARPART1	compresenze e caratteristiche particolari (1)
CARPART2	compresenze e caratteristiche particolari (2)
CARPART3	compresenze e caratteristiche particolari (3)
CARPART4	compresenze e caratteristiche particolari (4)
CARPART5	compresenze e caratteristiche particolari (5)

Tabella 1 - Caratteristiche definite per ciascun pixel

CODICE	Uso del suolo rilevato a terra	numero pixel nella classe
101	Urbanizzato residenziale edificato ad alta densità. Comprende: Centri urbani.	1130
102	Urbanizzato residenziale denso. Comprende: Periferie residenziali con giardini. Riconoscibilità: Superficie di pertinenza dei fabbricati <500 mq.	1383
103	Urbanizzato residenziale rado. Comprende: Periferie residenziali con giardini. Riconoscibilità: Superficie di pertinenza dei fabbricati >500mq.	2203
104	Urbanizzato produttivo. Comprende: Industrie e commercio. Riconoscibilità: Manifatture, capannoni e pertinenze.	1218
105	Infrastrutture. Comprende: Strade, stazioni ferroviarie, autostrade (compresi svincoli e terreni adiacenti di pertinenza) eccetera	867
106	Attrezzature turistico-sportive, campeggi, stabilimenti balneari, eccetera	374
107	Verde urbano, viali, giardini, parchi, campi da golf, eccetera	335
108		51

201	Seminativo. Comprende: Seminativi classici (grano, mais, orzo, avena, eccetera). Colture industriali od orticole di pieno campo (barbabietole, tabacco, pomodoro, eccetera) su superfici maggiori di 2500 mq. Sono compresi gli erbai. Riconoscibilità: Stoppie dell'anno. Coltura in atto. Lavorazione del terreno.	26901
202	Seminativo a riposo. Comprende: Maggese. Riconoscibilità: Seminativo non coltivato per circa 1-2 anni. Si distingue dal pascolo perché ha l'assetto fondiario di un seminativo (presenza di affossature o scoline).	4180
203	Seminativo abbandonato. Riconoscibilità: Seminativo non coltivato da più di due anni. Si riconosce dal pascolo perché ha l'assetto fondiario di un seminativo.	1779
204	Seminativo arborato. Riconoscibilità: Alberi su filari, viti (anche maritate) od olivi su particolare sesto d'impianto. Se non è classificabile come coltura orticola.	2457
205	Seminativo arborato a riposo. Riconoscibilità: Il seminativo è a riposo.	672
206	Seminativo arborato abbandonato.	263
207	Risaia. Riconoscibilità: Campi perfettamente livellati, con una pendenza vicina allo 0%. Arginature dei campi molto alte (>70 cm), opere idrauliche per la derivazione delle acque lungo le arginature. Allagati in certi periodi.	24
208	Colture di autoconsumo. Comprende: Colture orticole e frutticole intensive ma per proprio uso familiare. Riconoscibilità: Dimensioni ridotte ed estrema consociazione delle varietà.	660
301	Vigneto.	4282
302	Vigneto in fase di abbandono. Riconoscibilità: Mancanza di potature, segni evidenti di trascuratezza nelle strutture portanti, eccetera	41
303	Vigneto abbandonato.	67
304	Frutteto.	401
305	Frutteto in fase di abbandono. Riconoscibilità: Fallanze nei sestri d'impianto.	15
306	Frutteto abbandonato.	18
307	Oliveto.	6389
308	Oliveto in fase di abbandono. Riconoscibilità: Presenza di fallanze nel sesto di utilizzazione, distinguibili alcune pratiche colturali (potatura, sfalcatura, eccetera).	416
309	Oliveto abbandonato.	526
310	Colture orticole a cielo aperto o protette. Riconoscibilità: Gli appezzamenti, con superficie <2500 mq., possono essere delimitati da colture arboree e quindi presentarsi con un assetto derivato da vecchi seminativi arborati.	89
311	Vivai a cielo aperto o protetti.	409
		170
401	Pioppeti specializzati od altri analoghi.	276
501	Boschi a prevalenza di faggio. Note: Per la definizione e la documentazione del rilevamento dei boschi vedere le norme del rilevamento dell'Inventario Forestale della Toscana. N.B.: La prevalenza specifica all'interno della stessa formazione forestale è formulata in base al raggiungimento della soglia del 70% della copertura relativa esercitata.	3977
502	Boschi a prevalenza di Castagno.	5590
503	Boschi a prevalenza di Roverella.	3029
504	Boschi a prevalenza di Cerro.	5237
505	Boschi a prevalenza di Carpino nero.	1317
506	Boschi a prevalenza di Leccio.	1596
507	Abetine. Comprende: Sono da comprendere anche i rimboschimenti di Douglasia.	473
508	Pinete mediterranee.	2240
509	Pinete di Pino nero.	665
510	Boschi misti di conifere e latifoglie con prevalenza di conifere. Nel loro complesso le conifere raggiungono la percentuale di copertura relativa del 70%.	887

511	Boschi misti di conifere e latifoglie con prevalenza di latifoglie. Nel loro complesso le latifoglie raggiungono la percentuale di copertura relativa del 70%.	2384
512	Boschi misti di conifere e latifoglie. Nessuna delle due componenti raggiunge la soglia del 70% di copertura relativa.	2555
513	Boschi di latifoglie varie.	15688
514	Boschi di conifere varie.	310
515	Boschetti a prevalenza di conifere (copertura >20%).	47
516	Boschetti a prevalenza di latifoglie (copertura >20%).	332
517	Boschetti misti di conifere e latifoglie (copertura >20%).	29
518	Formazioni riparie.	1087
519	Zona in rinnovazione.	7020
520	Zona recentemente percorsa da incendio. Comprende: Area forestale percorsa da incendio da non più di un anno.	265
52b	Zona distrutta da cause naturali (vento, neve, eccetera).	5
52c	Zona distrutta da inquinamento.	
521	Cespuglieti radi. Comprende: Cespuglieto con copertura tra il 20 e il 40%, altezza minore di 50 cm e copertura arborea minore del 20%. Escluso l'ambiente mediterraneo. Riconoscibilità: Specie spontanee ed in genere in evoluzione verso formazioni in equilibrio ambientale.	125
522	Cespuglieti densi. Comprende: Cespuglieti con copertura >40% e copertura arborea >20%.	231
523	Arbusteti radi. Comprende: Arbusteti con copertura compresa tra il 20 ed il 40%, altezza >50 cm e copertura arborea <20%.	471
524	Arbusteti densi. Comprende: Arbusteti con copertura >40%, altezza >50 cm e copertura arborea <20%.	3127
525	Castagneto da frutto in produzione.	970
526	Castagneto da frutto abbandonato.	1050
527	Macchia mediterranea a portamento arbustivo. Riconoscibilità: Copertura >20%, altezza compresa tra 50 cm e 3 m e copertura arborea <20%.	2320
528	Macchia mediterranea a portamento arboreo. Comprende: Macchia mediterranea con altezza >3 m e copertura >20%.	4292
529	Steppe e garighe dell'ambiente mediterraneo. Comprende: Steppe e garighe in cui i cespugli hanno un'altezza inferiore ai 50 cm.	265
601	Pascolo nudo. Riconoscibilità: Superfici di piante foraggere spontanee. Non si riconoscono allineamenti di semina. Generalmente presenti sopra i 600 m s.l.m.	5622
602	Pascolo cespugliato. Comprende: Pascolo cespugliato con copertura di cespugli e di arbusti minore del 20%.	2032
603	Pascolo arborato. Comprende: Pascolo arborato con copertura arborea <20%.	1404
604	Prato stabile e prato-pascolo. Riconoscibilità: Piante poliennali seminate: medica, trifoglio, lupinella, sulla, eccetera Cotica erbosa naturale.	5972
605	Formazioni vegetali palustri.	383
606	Formazioni vegetali di duna.	7
701	Area nuda o frana.	966
702	Area estrattiva, o discarica, attiva.	335
703	Area estrattiva, o discarica, non attiva. Comprende: Anche discariche di materiale inerte.	150
801	Corpo d'acqua.	1112
999		270

Tabella 2 - Classi d'uso del suolo individuate in ciascun pixel

La carta dell'uso del suolo CORINE-LAND COVER

Si tratta di una cartografia derivata dalla carta dell'uso del suolo "Land Cover CORINE". Il Land Cover CORINE, è una cartografia tematica in formato vettoriale realizzata grazie al contributo finanziario della U.E. e relativa all'intero territorio della Comunità Europea. La cartografia è stata realizzata in scala 1:100.000 tramite fotolettura di immagini LandSat e Spot. La codifica dei poligoni di uso del suolo è articolata in tre classi, con diverso livello di dettaglio (Tabella 3).

1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE
11	Zone urbanizzate
111	<p>Tessuto urbano continuo Spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente occupano più dell'80% della superficie totale. La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. Sono qui compresi i cimiteri senza vegetazione. Problema particolare degli abitati a sviluppo lineare (villes-rue): anche se la larghezza delle costruzioni che fiancheggiano la strada, compresa la strada stessa, raggiunge solo 75 m, a condizione che la superficie totale superi 25 ha, queste aree saranno classificate come tessuto urbano continuo (o discontinuo se le aree non sono congiunte).</p>
112	<p>Tessuto urbano discontinuo Spazi caratterizzati dalla presenza di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50 all'80% della superficie totale. Si dovrà tenere conto di questa densità per le costruzioni localizzate all'interno di spazi naturali (foreste o spazi erbosi). Questa voce non comprende: - le abitazioni agricole sparse delle periferie delle città o nelle zone di coltura estensiva comprendenti edifici adibiti a impianti di trasformazione e ricovero; - le residenze secondarie disperse negli spazi naturali o agricoli. Comprende invece i cimiteri senza vegetazione.</p>
12	Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione
121	<p>Aree industriali o commerciali Aree a copertura artificiale (in cemento, asfaltate o stabilizzate: per esempio terra battuta), senza vegetazione, che occupano la maggior parte del terreno (più del 50% della superficie). La zona comprende anche edifici e/o aree con vegetazione. Le zone industriali e commerciali ubicate nei tessuti urbani continui e discontinui sono da considerare solo se si distinguono nettamente dall'abitato (insieme industriale di aree superiore a 25 ha con gli spazi associati: muri di cinta, parcheggi, depositi, ecc.). Le stazioni centrali delle città fanno parte di questa categoria, ma non i grandi magazzini integrati in edifici di abitazione, i sanatori, gli stabilimenti termali, gli ospedali, le case di riposo, le prigioni, eccetera.</p>
122	<p>Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori Larghezza minima da considerare: 100 m. Autostrade, ferrovie, comprese le superfici annesse (stazioni, binari, terrapieni, ecc.) e le reti ferroviarie più larghe di 100 m che penetrano nella città. Sono qui compresi i grandi svincoli stradali e le stazioni di smistamento, ma non le linee elettriche ad alta tensione con vegetazione bassa che attraversano le aree forestali.</p>
123	<p>Aree portuali Infrastrutture delle zone portuali compresi i binari, i cantieri navali e i porti da diporto. Quando i moli hanno meno di 100 m di larghezza, la superficie dei bacini (d'acqua dolce o salata) delimitata dagli stessi è da comprendere nel calcolo dei 25 ha.</p>

124	<p>Aeroporti Infrastrutture degli aeroporti: piste, edifici e superfici associate. Sono da considerare solo le superfici che sono interessate dall'attività aeroportuale (anche se alcune parti di queste sono utilizzate occasionalmente per agricoltura-foraggio). Di norma queste aree sono delimitate da recinzioni o strade. In molti casi, l'area aeroportuale figura sulle carte topografiche a grande scala (1:25.000 e 1:50.000). Non sono compresi i piccoli aeroporti da turismo (con piste consolidate) ed edifici di dimensioni molto piccole.</p>
13	<p>Zone estrattive , discariche e cantieri</p>
131	<p>Aree estrattive Estrazione di materiali inerti a cielo aperto (cave di sabbia e di pietre) o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Ne fanno parte le cave di ghiaia, eccezion fatta, in ogni caso, per le estrazioni nei letti dei fiumi. Sono qui compresi gli edifici e le installazioni industriali associate. Rimangono escluse le cave sommerse, mentre sono comprese le superfici abbandonate e sommerse, ma non recuperate, comprese in aree estrattive. Le rovine, archeologiche e non, sono da includere nelle aree ricreative.</p>
132	<p>Discariche Discariche e depositi di miniere, industrie e collettività pubbliche.</p>
133	<p>Cantieri Spazi in costruzione, scavi e suoli rimaneggiati.</p>
14	<p>Zone verdi artificiali non agricole</p>
141	<p>Aree verdi urbane Spazi ricoperti di vegetazione compresi nel tessuto urbano. Ne fanno parte i cimiteri con abbondante vegetazione e parchi urbani.</p>
142	<p>Aree sportive e ricreative Aree utilizzate per camping, attività sportive, parchi di divertimento, campi da golf, ippodromi, rovine archeologiche e non, eccetera. Ne fanno parte i parchi attrezzati (aree dotate intensamente di attrezzature ricreative, da picnic, ecc., compresi nel tessuto urbano). N.B.: sono escluse le piste da sci, da classificare, di norma, come 2.3.1 e 3.2.1.</p>
2	<p>TERRITORI AGRICOLI</p>
21	<p>Seminativi Superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte a un sistema di rotazione.</p>
211	<p>Seminativi in aree non irrigue Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggesi. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali) ma non i prati stabili.</p>
2111	<p>Vivai e colture protette Vi sono compresi i vivai, in serra e in pieno campo, e le colture ortive in serra e sotto plastica.</p>
2112	<p>Altri "seminativi" in aree non irrigue</p>
[212]	<p>Seminativi in aree irrigue Colture irrigate stabilmente e periodicamente grazie a un'infrastruttura permanente (canale di irrigazione, rete di drenaggio). La maggior parte di queste colture non potrebbe realizzarsi senza l'apporto artificiale d'acqua. Non vi sono comprese le superfici irrigate sporadicamente.</p>
213	<p>Risaie Superfici utilizzate per la coltura del riso. Terreni terrazzati e dotati di canali d'irrigazione. Superfici sporadicamente inondate.</p>
22	<p>Colture permanenti</p>
221	<p>Vigneti Superfici piantate a vigna</p>

2211	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di vigneti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza dei vigneti.
2212	Altri vigneti
222	Frutteti e frutti minori Impianti Di alberi o arbusti fruttiferi: colture pure o miste di specie produttrici di frutta o alberi da frutto in associazione con superfici stabilmente erbate. I frutteti di meno di 25 ha compresi nei Terreni agricoli (prati stabili o seminativi) ritenuti importanti sono da comprendere nella classe 2.4.2. I frutteti con presenza di diverse associazioni di alberi sono da includere in questa classe.
2221	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di frutteti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza dei frutteti.
2222	Frutteti che ricadono in aree irrigue
2224	Altri frutteti
223	Oliveti Superfici piantate a olivo, comprese particelle a coltura mista di olivo e vite.
2231	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di oliveti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza degli oliveti.
2232	Altri oliveti
23	Prati stabili
231	Prati stabili Superfici a copertura erbacea densa a composizione floristica rappresentata principalmente da graminacee, non soggette a rotazione. sono per lo più pascolate ma il foraggio può essere raccolto meccanicamente. Ne fanno parte i prati permanenti e temporanei e le marcite. Sono comprese le aree con siepi. Le colture foraggere (prati artificiali inclusi in brevi rotazioni) sono da classificare come seminativi (2.1.1).
24	Zone agricole eterogenee
241	Colture annuali associate a colture permanenti Colture temporanee (seminativi o prati in associazione con colture permanenti sulla stessa superficie, quando le particelle a frutteto (o altro) comprese nelle colture annuali non associate rappresentano meno del 25% della superficie totale.
242	Sistemi colturali e particellari complessi Mosaico di piccoli appezzamenti con varie colture annuali, prati stabili e colture permanenti, occupanti ciascuno meno del 75% della superficie totale dell'unità. Vi sono compresi gli "orti per pensionati" e simili. Eventuali "lotti" superanti i 25 ha sono da includere nelle zone agricole.
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali (formazioni vegetali naturali, boschi, lande, cespuglieti, bacini d'acqua, rocce nude, ecc.) importanti. Le colture agrarie occupano più del 25 e meno del 75% della superficie totale dell'unità.
[244]	Aree agroforestali - Colture annuali o pascolo sotto copertura arborea composta da specie forestali.
3	TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI
31	Zone boscate
311	Boschi di latifoglie Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali a latifoglie. La superficie a latifoglie deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare bosco misto. N.B.: vi sono compresi i pioppeti e gli eucalitteti.
3111	Colture arboree di specie a rapido accrescimento (pioppeti ecc.)
3112	Castagneti da frutto
3113	Altri boschi di latifoglie

312	Boschi di conifere Formazioni vegetali costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali conifere. La superficie a conifere deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare bosco misto. N.B.: non vi sono comprese le conifere a rapido accrescimento.
313	Boschi misti Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, dove non dominano né le latifoglie, né le conifere.
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
321	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota Aree foraggere a bassa produttività. Sono spesso situate in zone accidentate. Interessano spesso superfici rocciose, roveti e arbusteti. Sulle aree interessate dalla classe non sono di norma presenti limiti di particelle (siepi, muri, recinti).
322	Brughiere e cespuglieti Formazioni vegetali basse e chiuse, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erbacee (eriche, rovi, ginestre dei vari tipi, ecc.). Vi sono comprese le formazioni a pino mugo.
323	Aree a vegetazione sclerofilla Ne fanno parte macchie e garighe. Macchie: associazioni vegetali dense composte da numerose specie arbustive miste su terreni silicei acidi in ambiente mediterraneo. Garighe: associazioni cespugliose discontinue delle piattaforme calcaree mediterranee. Sono spesso composte da quercia coccifera, corbezzolo, lavanda, timo, cisto bianco, eccetera. Possono essere presenti rari alberi isolati.
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione Vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi. Formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente
331	Spiagge, dune, sabbie e ciottolami dei greti. Le spiagge, le dune e le distese di sabbia e di ciottoli di ambienti litorali e continentali (più larghe di 100 m), compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio. Le dune ricoperte di vegetazione (erbacea o legnosa) devono essere classificate nelle voci corrispondenti: boschi (3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3), prati (2.3.1) o aree a pascolo naturale (3.2.1).
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
333	Aree con vegetazione rada Comprende le steppe xerofile, le steppe alofile, le tundre e le aree calanchive in senso lato.
334	Aree percorse da incendio Superfici interessate da incendi recenti. I materiali carbonizzati sono ancora presenti.
[335]	Ghiacciai e nevi perenni - Superfici coperte da ghiacciai o da nevi perenni.
4	ZONE UMIDE
41	Zone umide interne Zone non boscate, saturate parzialmente, temporaneamente o in permanenza da acqua stagnante o corrente.
411	Paludi interne Terre basse generalmente inondate in inverno e più o meno saturate d'acqua durante tutte le stagioni.
[412]	Torbiere - Terreni spugnosi umidi nei quali il suolo è costituito principalmente da muschi e materiali vegetali decomposti. Torbiere utilizzate o meno.
42	Zone umide marittime Zone non boscate, saturate parzialmente, temporaneamente o in permanenza da acqua salmastra o salata.
421	Paludi salmastre Terre basse con vegetazione, situate al di sotto del livello di alta marea, suscettibili pertanto di inondazione da parte delle acque del mare. Spesso in via di riempimento, colonizzate a poco a poco da piante alofile.

[422]	Saline - Saline attive o in via di abbandono. Parti di paludi salmastre utilizzate per la produzione di sale per evaporazione. Sono nettamente distinguibili dal resto delle paludi per la forma regolare delle particelle e il loro sistema di argini.
[423]	Zone intertidali - Superfici limose, sabbiose o rocciose generalmente prive di vegetazione comprese fra il livello delle alte e basse maree.
5	CORPI IDRICI
51	Acque continentali
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie Corsi d'acqua naturali o artificiali che servono per il deflusso delle acque. Larghezza minima da considerare: 100 m.
512	Bacini d'acqua Superfici naturali o artificiali coperte da acque.
52	Acque marittime
521	Lagune Aree coperte da acque salate o salmastre, separate dal mare da barre di terra o altri elementi topografici simili. Queste superfici idriche possono essere messe in comunicazione con il mare in certi punti particolari, permanentemente o periodicamente.
[522]	Estuari - Parte terminale dei fiumi, alla foce, che subisce l'influenza delle acque.
523	Mari [e oceani] - Aree al di là del limite delle maree più basse.

Tabella 3 - Classi d'uso del suolo individuate in ciascun pixel

Limiti amministrativi

I limiti amministrativi di regione, provincia e comune sono derivati dalla Banca Dati Census dell'Istituto Nazionale di Statistica, realizzata in occasione del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 1991. In tale occasione si procedette all'aggiornamento, all'omogeneizzazione ed alla verifica dei confini comunali già acquisiti dall'ISTAT in collaborazione con l'ENEL, e dalla base cartografica IGMI in scala 1:25.000. La versione dei limiti amministrativi inserita nel Sistema Informativo Territoriale contiene le sole informazioni associate alle aree. Si tratta di:

- superficie (espressa in ettari e ricavata dall'area calcolata automaticamente dal sistema);
- codice amministrativo ISTAT (organizzato in codice regionale, codice provinciale e codice comunale),
- denominazione del comune,
- identificazione del tipo di elemento (comune, isola amministrativa, isola lacuale o marittima,...),
- identificazione delle eventuali zone in contestazione tra più comuni.

Località abitate

Le località abitate sono derivate dalla Banca Dati Census dell'Istituto Nazionale di statistica, realizzata in occasione del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 1991. In tale occasione si procedette all'acquisizione su base cartografica in scala 1:25.000 dei limiti degli insediamenti abitativi sulla base della comparazione dei dati del censimento 1981 e delle immagini telerilevate da satellite. Le perimetrazioni acquisite furono sottoposte a

controllo, validazione ed eventuale rettifica da parte degli 8100 comuni italiani. La versione delle località abitate inserita nel Sistema Informativo Territoriale contiene le seguenti informazioni descrittive:

- superficie (espressa in ettari e ricavata dall'area calcolata automaticamente dal sistema),
- codice amministrativo ISTAT del comune di appartenenza (organizzato in codice regionale, codice provinciale e codice comunale),
- denominazione del comune,
- codice numerico di località composto da una cifra identificante la tipologia (centro o nucleo abitato) e da un numero sequenziale univoco all'interno dell'area comunale,
- toponimo della località abitata.

Rete viaria

I due livelli informativi della rete viaria e ferroviaria sono stati tratti dalla banca dati RoadNet della società TeleAtlas, acquisita da basi cartografiche a varia scala, non superiore comunque a 1:25.000. Per quanto riguarda la rete viaria, nel Sistema informativo Territoriale sono state inserite tutte le strade fino alla quinta delle sette categorie presenti in RoadNet, integrando le eventuali lacune emerse sulla base di una comparazione con la viabilità presente sulla cartografia 1:250.000 IGM, attraverso un procedimento di digitalizzazione a video e di rilievo diretto con strumenti di posizionamento satellitare GPS. Le categorie di strade individuate sono state le seguenti: autostrade con connessioni internazionali, strade con connessioni internazionali, strade interregionali, strade di comunicazione all'interno delle regioni, strade intercomunali e strade locali di maggiore importanza. Oltre alla categoria, gli attributi associati alle strade sono:

- lunghezza (calcolata automaticamente dal sistema),
- classificazione in base alle caratteristiche fisiche o di traffico (strada multicarreggiata, strada a singola carreggiata, strada di servizio, rampa di accesso, strada pedonale..),
- classe di importanza (per consentire l'estrazione di reti connesse e gerarchiche, a diversi livelli di importanza/dettaglio),
- numero attribuito dalle autorità competenti,
- livello della strada in relazione al livello del terreno,
- denominazione.

Modello digitale del terreno

Il modello digitale del terreno reso disponibile nel Sistema Informativo Territoriale è derivato dai file DTED level 0 della National Imagery and Mapping Agency del dipartimento della difesa degli Stati Uniti. Il modello digitale del terreno DTED 0 è una matrice regolare di

punti di elevazione, con una risoluzione di circa 75 metri, derivato dalla NIMA dai file DTED level 1 per applicazioni militari e successivamente reso disponibile al pubblico senza oneri su Internet. Ciascun file DTED contiene i valori di elevazione relativi ad una zona di 75 x 75 metri. In aggiunta al file di elevazione, vengono forniti 3 distinti file binari con i valori di elevazione minima, massima e media per ciascuna cella della zona in esame. È stato utilizzato il pacchetto denominato Raster Importer della NIMA per convertire i file DTED nel formato ASCII raster importabile dai software ESRI ArcView GIS (estensione Spatial Analyst) e ARC/INFO (modulo GRID): in fase di conversione il modello digitale del terreno è sottocampionato, applicando un fattore di “zoom” (così denominato dal programma Raster Importer) 2, per aumentare la risoluzione della cella utilizzando il metodo di interpolazione frattale. Il file ASCII raster è stato successivamente convertito nel formato raster GRID.

Al GRID così ottenuto è stata applicata la seguente procedura:

- conversione da coordinate geografiche (datum WGS 84) nel sistema UTM ED 50;
- estrazione dei soli dati di elevazione relativi al territorio d’interesse: in pratica è stato attribuito valore NODATA ai pixel esterni al limite amministrativo regionale;
- conversione del modello di elevazione del terreno in file raster in formato TIFF per consentirne la visualizzazione con i principali viewer in commercio.

I tipi climatici

Si tratta di un archivio redatto in scala 1:250.000 su elaborazioni di L. Rustici (Dip.Agricoltura e Foreste della Regione Toscana). L’archivio riporta il contenuto della carta del regime idrico del suolo della Toscana suddivisa in zone così codificate:

Cod	Descrizione
01	TYPIC UDIC - Suoli con un regime idrico per il quale la sezione di controllo dell’umidità è asciutta in parte per meno di 30 giorni cumulativi durante un anno
02	DRY TEMPUDIC - Suoli con un regime idrico per il quale la sezione di controllo dell’umidità è asciutta in parte per 30 o più giorni cumulativi durante un anno
03	WET TEMPUSTIC - Suoli con un regime idrico per il quale la sezione di controllo per l’umidità è umida in tutte le sue parti per più di 45 giorni consecutivi durante i 4 mesi seguenti il solstizio d’inverno, e non è completamente secca per più di 45 giorni consecutivi durante i 4 mesi seguenti il solstizio d’estate
04	TYPIC XERIC - Suoli con un regime idrico per il quale la sezione di controllo per l’umidità è asciutta in tutte le sue parti per più di 45 giorni consecutivi durante i 4 mesi seguenti il solstizio d’estate

Tabella 4 - Descrizione dei tipi climatici

La carta litologica

Si tratta di un archivio elaborato da S. Maiani e A. Greggio (Dip.Agricoltura e Foreste della Regione Toscana). L’archivio riporta i contorni dei poligoni digitalizzati dalla carta litologica (scala 1:250.000). Le codifiche utilizzate, di 2 cifre, sono riportate nella Tabella 5.

Cod	Descrizione
01	Sabbie di spiaggia e dune costiere recenti ed attuali.
02	Depositi alluvionali recenti ed attuali, depositi di colmata, depositi palustri, terreni torbosi.
03	Travertini attuali e recenti, calcari detritico-organogeni.
04	Depositi fluviali, lacustri e marini antichi, terrazzati.
05	Conglomerati poligenici con intercalazioni di sabbie ed argille, breccie sedimentarie poligeniche.
06	Depositi argillosi di origine fluvio-lacustre o marina, con intercalazione di sabbie, ghiaie ed altri materiali.
07	Depositi sabbiosi di origine fluvio-lacustre o marina, con intercalazioni di argille, ghiaie ed altri materiali; arenarie poco cementate: "panchina", dune antiche, molasse.
08	Marne, argilliti, argilloscisti (argille varicolori, scisti policromi) talvolta con intercalazioni di altri litotipi.
09	Arenarie quarzoso-feldspatiche, spesso turbiditiche, con intercalazioni di marne ed argilliti (Macigno del Chianti "Macigno A", Pietraforte, Arenarie di Monte Senario, formazione Marnoso-arenacea).
10	Scisti silteosi, marne, argilliti ed arenarie spesso turbiditiche (Macigno di Londa, Macigno del Mugello "Macigno B").
11	Alternanze di calcari, calcareniti, calcari marnosi e marne spesso gradate, brecciole calcaree (Alberese, calcareniti degli scisti policromi, "Brecciole nummulitiche", calcari e brecciole di Monte Senario, formazione di Sillano).
12	Calcari massicci o grossolanamente stratificati (Calcere massiccio, marmi, calcari saccaroidi, calcari ceroidi) con rare intercalazioni.
13	Calcari ben stratificati con intercalazioni, calcari litografici, calcari selciferi, subordinatamente calcareniti, calcari marnosi (Calcari selciferi, Maiolica, Calcari di Figline, Calcere a Calpionelle).
14	Calcari stratificati nodulari, calcari marnosi con intercalazioni marnose (Rosso ammonitico, Marne a posidonia, Calcari ad Avicula).
15	Calcari cavernosi (calcari e dolomie vacuolari), anidriti; dolomie e calcari dolomitici (Grezzoni).
16	Diaspri, radiolariti e scisti silicei.
17	Scisti metamorfici, filladi, anageniti (Verrucano, formazione di Tocchi).
18	Rocce ignee intrusive acide: graniti, granodioriti, quarzomonzoniti, apliti; rocce filoniane.
19	Rocce ignee effusive acide: ignimbriti, reoignimbriti, tufi vulcanici, vulcaniti (lipariti, trachiti, quarzolatiti, tefriti fonolitiche).
20	Rocce ofiolitiche: diabasi, gabbri, serpentini, peridotiti, pillow lavas; rocce ignee effusive basiche: trachibasalti, basaniti, leucititi.
21	Gessi, anidriti con intercalate argille, marne, sabbie (formazione Gessoso-solfifera).
22	Complesso caotico: masse scompagnate a matrice argillosa inglobante calcari marnosi, breccie ofiolitiche, calcareniti, calcari (Argille scagliose) e Complesso indifferenziato: alternanze di argilloscisti (galestri) e calcari silicei (palombini) talora caotizzati, con presenza di intercalazioni di arenarie calcaree, calcari marnosi, argilliti.

Tabella 5 - Codifiche della carta litologica

Censimento dell'industria

Il Censimento dell'Industria ha avuto per oggetto tutte le imprese (unità giuridico economiche) attive al 31 dicembre 1996 e iscritte al Registro delle imprese delle Camere di commercio, gli artigiani, i lavoratori autonomi (liberi professionisti iscritti agli albi professionali e lavoratori in proprio). Le imprese censite sono quelle operanti nel settore industriale e dei servizi, in organizzazioni *profit*, comprese le cooperative e i consorzi. Sono state escluse dalla rilevazione le imprese operanti nei settori dell'agricoltura, della sanità, dell'istruzione e le organizzazioni *non profit*. Per la realizzazione del censimento l'Istat ha utilizzato la piattaforma di informazioni contenute nell'archivio statistico delle imprese attive (Asia) che raccoglie i dati forniti dalle imprese per fini amministrativi. Asia si riferisce a un universo (Italiano) di tre milioni e mezzo di imprese, mentre le operazioni censuarie hanno

coinvolto soltanto le unità economiche (circa 550 mila) per le quali i dati desunti dagli archivi amministrativi risultavano poco chiari o incompleti.

Idrografia lineare e poligonale

L'idrografia è stata realizzata dalla società Mondogis e deriva dalla banca dati Atlas del Ministero per i Beni e le Attività Culturali. L'idrografia è stata acquisita dalla base cartografica IGMI in scala 1:25.000 tra il 1987 ed il 1990: le linee rappresentano tutti i corsi d'acqua non stagionali riportati sulle tavolette. I poligoni perimetrano i corsi e le superfici d'acqua con una dimensione superiore a 2x2 mm sulla carta. Il processo di acquisizione dei dati ha previsto che il risultato delle diverse fasi operative (redazione di manoscritto su supporto indeformabile, digitalizzazione o scansione, attribuzione delle informazioni descrittive, mosaicature successive per fogli IGMI e per regioni) fosse sottoposta ad un rigoroso controllo di qualità, relativo sia all'accuratezza tematica sia all'accuratezza posizionale dei dati, sia alla congruenza logica. Nella versione dell'idrografia lineare inserita in GeoAtlante ciascun elemento è codificato in base a:

- lunghezza (calcolata automaticamente dal sistema),
- tipo idrografico (fiume, canale, acquedotto,...),
- posizione rispetto al terreno (in superficie, sotterraneo, sopraelevato),
- condizione (se si tratti di linea naturale o artificiale),
- denominazione riportata sulla cartografia IGMI in scala 1:25.000.

Nell'idrografia poligonale, ciascuna area perimetrata è identificata da:

- superficie (espressa in ettari e ricavata dall'area calcolata automaticamente dal sistema),
- tipo idrografico (lago, fiume, greto, laguna,..)
- denominazione.

Prima dell'inserimento in GeoAtlante la totalità degli elementi è stata sottoposta a verifica visiva, tramite sovrapposizione dell'idrografia con la base cartografica IGMI in scala 1:25.000, della corretta attribuzione del nome (Mondogis, 2003).

Toponomastica

Si tratta di un livello informativo non derivato da basi dati già esistenti, ma acquisito da Geosophia da supporti cartografici a varia scala. Sono stati acquisiti i toponimi principali relativamente alle seguenti categorie: valli, catene montuose, pianure, parchi e riserve, golfi, capi, punte (Mondogis, 2003). Dal modello digitale del terreno sono stati ricavati tramite procedure automatiche i seguenti livelli informativi:

Consumi energetici definiti per ciascun comune sulla base del DPR n°412 del 26 agosto 1993

Per ciascun comune è stato realizzato un database che identifica il numero massimo di ore annue di accensione degli impianti termici definito dal DPR n°412 del 26 agosto 1993.

Secondo tale atto legislativo, i comuni della penisola vengono divisi in 6 zone climatiche (Tabella 3). In ciascuna di queste zone il numero di ore giornaliere di accensione degli impianti termici varia da un minimo di 6 ad un massimo di 24 per un periodo di accensione annuo compreso fra 105 e 365 giorni (Tabella 6).

Zona	Zona dpr 412	Periodo di accensione	Ore/gg	gg/annui
1	A	1° dicembre - 15 marzo	6	105
2	B	1° dicembre - 31 marzo	8	121
3	C	15 novembre - 31 marzo	10	136
4	D	1° novembre - 15 aprile	12	166
5	E	15 ottobre - 15 aprile	14	182
6	F	nessuna limitazione	24	365

Tabella 6 - Ore di accensione annue divise per zone climatiche

Finanziamenti disponibili definiti in relazione al DOCUP - Regione Toscana

Per quanto il database relativo al finanziamento comunitario per le imprese che intendono collocarsi nel nuovo mercato bioenergetico, è stato fatto riferimento alla disponibilità di fondi dedicati alle aree di riconversione industriale e allo sviluppo di nuove imprese nel settore agro-foresta-industria. In tale ambito è stata identificata una competenza specifica del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR). Questo fondo definito dal Regolamento (CE) n. 1261/1999 per il periodo 2000-2006, rappresenta lo strumento per favorire la coesione economica e sociale correggendo gli squilibri regionali e permettendo la partecipazione allo sviluppo e alla riconversione delle regioni, garantendo al tempo stesso una completa sinergia con gli interventi degli altri Fondi strutturali.

La distribuzione di tali finanziamenti è definita dal DOCUP della Regione Toscana. Sulla base di tale documento, i comuni toscani sono stati classificati secondo le seguenti categorie:

- Aree totalmente Obiettivo 2, intendendo per esse quelle con problemi strutturali interessate da processi di riconversione economica e sociale;
- Aree parzialmente Obiettivo 2 cioè con solo alcune circoscrizioni soggette all'obiettivo 2;
- Aree parzialmente Obiettivo 2 e Phasing out cioè con solo alcune circoscrizioni soggette all'obiettivo 2 e con altre circoscrizioni nelle quali è più avanti il processo di riconversione economica e sociale. In queste aree, definite Phasing out, viene adottato il criterio del sostegno transitorio che ha lo scopo di evitare l'interruzione improvvisa degli aiuti e di consolidare i risultati raggiunti in precedenza. I contributi sono comunque meno rilevanti di quelli previsti per le aree Obiettivo 2;
- Aree totalmente Phasing out
- Aree parzialmente Phasing out cioè con alcune circoscrizioni soggette agli aiuti transitori.

BIBLIOGRAFIA

PICKLES J., (1999) Arguments, Debates and dialogues: the GIS social Theory debate and the concern for alternatives. In P.A. Longley M.F. Goodchild D. J. MacGruire, and D. W. Rhind (eds.). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Application and Management* (2nd ed.). New York : Jhon Wilier and Sons.

LONGLEY P.A., GOODCHILD M.F., MAGUIRE D.J., RHIND D.W., (1999), *Geographical Information Systems*, Jhon Wiley & Sons, New York.

MONDOGIS, (2003) <http://www.geoshop.it/prodotti/geodati/mondogis/geoatlante.html>

GRAHAM R. L., LIU W., DOWNING M., NOON C. E., DALY M., MOORE A., (1997) The effect of localization and facility demand on the marginal cost of delivered wood chips from energy crops: a case study of the state of Tennessee, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 13, n. 3, pp. 117-123, Published by Elsevier Science 1997.

GRAHAM R. L., ENGLISH B. C., NOON C. E., (2000) A Geographic Information System-based modelling system for evaluating the cost of delivered energy crop feedstock, *Biomass and Bioenergy*, n. 18, pp. 309-329, Published by Elsevier Science 2000.

