
INTRODUZIONE.

Il *remote sensing* [percezione remota] o *telerilevamento* rimanda direttamente a quell'insieme di tecniche e metodologie per l'acquisizione di informazioni sulla superficie terrestre realizzate da una posizione – ed una postazione – remota: il contatto diretto con il territorio oggetto di analisi è assente.

Un GIS (*Geographical Information System*) è invece sinteticamente descritto come un sistema contenente dati georeferenziabili che possono essere analizzati e trasformati in informazioni per una determinata applicazione. Un GIS si distingue per la sua capacità nell'effettuare analisi spaziali di dati eterogenei per formato e fonte, tramite procedure di analisi proprie del GIS stesso ed anche attraverso procedure di tipo statistico.

Tra le analisi spaziali caratteristiche di un GIS – attraverso le quali è possibile produrre l'informazione geografica – un ruolo fondamentale è rappresentato dalla *classificazione*, procedimento attraverso il quale determinate entità geografiche vengono raggruppate in un insieme di classi omogenee al loro interno e, contestualmente, eterogenee verso l'esterno. Scopo fondamentale di ogni classificazione è la produzione di cartografia tematica delle superfici investigate. Per realizzare tale cartografia tematica è necessario ordinare il territorio in classi discrete corrispondenti a tipizzazioni omogenee del dato reale al suolo, ossia della *copertura del suolo* (*land cover*).

Attraverso l'utilizzo integrato delle tecnologie di telerilevamento implementate in ambiente GIS, è stato possibile operare un'analisi dettagliata retrospettiva ed al tempo stesso evolutiva dei cambiamenti intervenuti nella copertura del suolo nella regione transfrontaliera oggetto di studio; siffatta analisi è avvenuta in un'ottica diacronica (1992-2003).

Il periodo temporale considerato si inserisce utilmente in un intervallo intercensuario, quello tra il IV (1990) e il V (2000) Censimento Generale dell'Agricoltura della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Il rapporto tra analisi della copertura del suolo tramite telerilevamento e i dati censuari è

dunque biunivoco: il Censimento può essere utilizzato per una validazione finale delle analisi derivate dal telerilevamento effettuate nel presente studio, laddove queste possono essere utilizzate per un'aggiornamento del Censimento.

Ad integrazione di tali analisi sono stati applicati ed utilizzati indicatori statistici abitualmente utilizzati nel campo dell'ecologia ed impiegati nell'analisi del paesaggio.

Le diverse tipologie di copertura del suolo si inseriscono nelle peculiarità e nelle differenziazioni riscontrabili sul terreno, oggetto di studi della geografia regionale.

L'applicazione di tecniche quantitative non verte sul problema squisitamente geografico dei rapporti tra uomo e natura, ma solo sui modi con cui un dato tipo di società organizza gli elementi materiali della sua civiltà sul territorio (DEMATTEIS, 1970). In particolare la regione e i vari insiemi territoriali della geografia, se in teoria sono semplici "sezioni del mondo reale delimitate arbitrariamente" (HAGGETT, 1965), in pratica esistono perchè sono il risultato concreto dell'interazione società-territorio e sono pertanto le unità operative su cui deve basarsi l'organizzazione del territorio (DEMATTEIS, 1970).

Il territorio dell'area di studio è stato dunque – attraverso la redazione di cartografia tematica di copertura del suolo – oggetto di *classificazione tassonomica*.

La tassonomia è – come noto – parte delle discipline che si occupa della sistemazione degli elementi della conoscenza, sinteticamente, lo studio della conoscenza. In senso lato ha assunto il significato di insieme di procedimenti logici tendente a classificare gli oggetti attraverso i quali si sviluppa l'indagine scientifica. In senso stretto – per quanto concerne l'analisi geografica – la classificazione ha potuto connettersi all'impiego di procedure quantitative che, se compiute all'interno di principi classificatori, costituiscono la c.d. *tassonomia numerica* (*numerical taxonomy*).

Un'espressione qualificata della geografia regionale diventa dunque quella di classificare le aree ovvero identificare classi spaziali (VALLEGA, 1976). Questo avviene seguendo due itinerari: quello disaggregativo e aggregativo. In altri termini la scomposizione del territorio in spazi o, rispettivamente, il raggruppamento di unità spaziali elementari in spazi più ampi.

Le procedure di disaggregazione constano di tre fasi: ordinamento delle informazioni, misura delle connessioni (o di somiglianza) e scomposizione. Le procedure di aggregazione, invece, sostituiscono alla fase di scomposizione quella del raggruppamento, ferme restando le prime due fasi (VALLEGA, 1982).

Scopo della prima fase è giungere ad una matrice di informazioni da cui avviare le procedure tendenti ad accertare – questa la seconda fase - quali livelli di somiglianza si delineino tra le unità tassonomiche. Tale fase necessita dell'analisi statistica frequentemente utilizzata in geografia quantitativa.

Successivamente – utilizzando le stime conseguite nella fase delle misure di connessione – si procederà alla scomposizione o al raggruppamento.

Il parallelismo della classificazione delle immagini satellitari con la tassonomia tipica della geografia quantitativa è dunque d'obbligo.

Individuare sul dato telerilevato un'area campione di una specifica tipologia di copertura del suolo è procedura tassonomica disaggregativa se implementata per tante aree campione quante sono le classi di copertura individuate.

D'altro canto l'utilizzo di algoritmi classificatori rimanda direttamente alle tipiche analisi statistiche della geografia quantitativa, attraverso le quali è possibile determinare i livelli di somiglianza tra le aree campione, cioè tra le unità tassonomiche. Segue, infine, la procedura aggregativa: le aree campione individuate sull'immagine telerilevata vengono raggruppate in base a caratteristiche comuni – i livelli di somiglianza di cui sopra – attraverso l'utilizzo degli algoritmi classificatori.

Classificare il territorio tramite l'utilizzo del telerilevamento e metodologie GIS significa utilizzare procedure tassonomiche disaggregative ed aggregative al tempo stesso, inserendosi nel campo di studi della geografia regionale.

I PARTE

ASPETTI TEORICI

1. FONDAMENTI DI TELERILEVAMENTO IN AMBIENTE GIS.

Il telerilevamento (*remote sensing*)¹ ovvero l'osservazione della terra dallo spazio è la metodologia atta ad ottenere informazioni inerenti un oggetto, attraverso l'analisi di dati acquisiti da uno strumento (nel caso specifico, un sensore montato su un vettore) che non è in contatto diretto con l'oggetto indagato. I sensori utilizzati registrano le diverse modalità di riflettere l'energia elettromagnetica da parte degli oggetti presenti sulla superficie terrestre. I dati così acquisiti restituiscono informazioni sugli oggetti oggetto analizzati (LILLESAND E KIEFER, 1999).

Il termine inglese *remote sensing* [percezione remota] risulta maggiormente esplicativo, in quanto rimanda direttamente a quell'insieme di tecniche e metodologie per l'acquisizione di informazioni derivanti dalla superficie terrestre da una posizione – ed una postazione – remota: il contatto diretto con il territorio oggetto di analisi è dunque assente.

1.1 Elementi fisici di Telerilevamento.

Una delle diverse forme in cui si presenta l'energia elettromagnetica è la luce². Essa può essere descritta come una forma di energia viaggiante in modo sinusoidale e armonico alla velocità della luce, sottoforma di onda elettromagnetica. Ogni onda elettromagnetica ha una frequenza definita ed una lunghezza d'onda associata a questa frequenza. Grazie a queste caratteristiche le onde possono essere ordinate in un grafico noto come *spettro elettromagnetico-EM* (Fig.1.1).

¹ Un altro termine sinonimo di telerilevamento è "*earth observation from space*" [osservazione della terra dallo spazio].

² Luce solare o fornita da radar. Nel primo caso si tratterà di sensori passivi, che registrano cioè l'energia elettromagnetica del sole o di altre fonti esterne (come il calore) riflessa dagli oggetti presenti al suolo; nel secondo caso invece, si tratterà di sensori attivi, che utilizzano cioè la loro energia (CAMPBELL, 1996).