

# L'ANALISI DEI CAMBIAMENTI AMBIENTALI A SCALA PROVINCIALE: UN APPROCCIO GEO-ECONOMICO

Elena CONSOLE(\*), Paul C.SMITS(\*\*), Stefano M.PAGNOTTA(\*), Alessandro ANNONI(\*\*)

(\*T.E.A.sas, Via Chimirri, 28 – 88100 Catanzaro

tel.: +39.0961.723634; fax: +39.0961.725636; e-mail: tea@abramo.it

(\*\*)Agricultural and Regional Information Systems Unit, Space Applications Institute,  
European Commission DG JRC - Joint Research Centre, TP262, I-21020 Ispra (VA), Italy;

tel.: +39.0332.786336; fax: +39.0332.789936; e-mail: [paul.smits@jrc.it](mailto:paul.smits@jrc.it)

## Riassunto

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di studiare i cambiamenti intervenuti a scala provinciale nell'arco temporale 1975-1992 dal punto di vista sia territoriale che socioeconomico, cercando di definire le correlazioni tra i due sistemi considerati, "ambiente naturale" e "ambiente antropico", con l'ausilio di dati "geo-economici".

## Abstract

The aim of this work was to study the changes that took place at a provincial scale in the period from 1975 to 1992. To this end, both changes in thematic and socio-economic data were considered, trying to find the correlation between on the one hand the natural environment and, on the other hand, the anthropologic environment.

## Introduzione

Una delle sfide più interessanti dello studio dell'impatto che le politiche regionali, nazionali ed europee hanno sull'ambiente è di capire se e come i cambiamenti ambientali sono legati agli aspetti socioeconomici (EC, 1993). Tutto questo è strettamente legato all'affermarsi di una nuova visione del mondo che si sta spostando da un punto di vista economico neoclassico ad uno ecologico-economico. Un esempio di ciò si ritrova in quanto evidenziato nel White Paper sulla crescita, la competitività e l'occupazione (EC, 1993), in cui la Commissione Europea sottolinea che il modello attuale di sviluppo favorisce un uso non ottimale di due delle sue risorse più importanti: il lavoro e la natura. Tale modello è caratterizzato da un uso insufficiente delle risorse umane e un uso eccessivo delle risorse naturali. L'Unione Europea cerca modelli alternativi che possano stimolare la crescita economica in modo sostenibile e consentano l'aumento del livello di occupazione e un più razionale consumo di energia e di risorse naturali. Appare, quindi, evidente che l'interdipendenza fra sviluppo economico, sfruttamento dell'ambiente e gestione di risorse non rinnovabili pone delle problematiche complesse che vanno affrontate a partire da dettagliate basi informative e con adeguati strumenti di supporto ai processi decisionali.

L'approccio congiunto ai sistemi "Natura"/"Uomo" necessita, in particolare, di: 1) approfondire la conoscenza dei legami fra cambiamenti socioeconomici e quelli ambientali; 2) applicare nuove metodologie di analisi e di valutazione; 3) rispettare e usare la conoscenza disponibile (non soltanto fisica) nei processi di pianificazione e di decisione.

E' questo il contesto in cui si è mossa la presente ricerca, il cui oggetto di studio è stata la provincia di Reggio Calabria (3.184 kmq ca. di superficie, 97 comuni la gran parte costieri). In

particolare l'obiettivo principale che ci si è posti è stato quello di sollevare ed evidenziare i problemi legati all'elaborazione ed alla sintesi di dati di natura differente e che, in particolare concernono: 1) la tipologia dei dati, perché la qualità dei risultati dipende dalla qualità della base informativa, o meglio "garbage in, garbage out"; 2) la congruità dei dati, cioè la loro "rispondenza" con il fenomeno oggetto di studio; 3) la scala dei dati da tenere in considerazione perché gli stessi, sia pure riferiti a sistemi differenti, possano altresì essere comparabili; 4) le metodologie e le tecniche di analisi più consone da adottare per elaborare, sintetizzare e "collegare" i "piani" considerati.

Si è cercato, dunque, di fornire una risposta ai diversi interrogativi sorti nel corso della ricerca, come, ad esempio, il problema della comparabilità dei dati di natura statistica (p.e. forniti dall'Istat e dall'Eurostat) e quelli di natura fisica da fotointerpretazione (p.e. CORINE LC), "tentando", inoltre, un confronto critico tra le analisi temporali relative a due set di dati di differente natura.

### L'analisi del sistema "Ambiente naturale": base di dati, metodologie applicate e risultati

Le principali basi di dati utilizzate in questo studio sono state create nell'ambito di due progetti europei: 'Coordination of Information on the Environment' (CORINE, 1993) e LACOAST (Annoni et al., 1998). I dati CORINE si basano su fotointerpretazione di immagini satellitari (20 e 30 m di risoluzione) e aeree, mentre i dati LACOAST, basati su CORINE, sono stati ottenuti effettuando un 'down-dating' per l'anno 1975, utilizzando immagini Landsat-MSS e documentazione ausiliaria e comprendono le zone costiere dei paesi membri dell'Unione Europea (eccetto la Gran Bretagna) ed il loro entroterra fino a 10 km. Entrambe le basi-dati usano la stessa nomenclatura di copertura e uso del suolo e sono state realizzate in scala di 1:100.000.

I limiti amministrativi dei comuni provengono dal GIS della Commissione Europea (Gisco-Eurostat) e per l'Italia i dati, relativi all'anno 1995, sono stati forniti dall'Istat. Corrispondono all'unità statistica e la precisione dei bordi è 30 m.

Per l'analisi di queste basi di dati tematiche multitemporali si può ricorrere a diverse metodologie. Considerando il nostro interesse di rilevare i cambiamenti a livello comunale, ci sono due possibilità. La prima riguarda l'analisi dei cambiamenti nella composizione statistica per ogni comune. La seconda è di andare oltre la composizione statistica e di considerare cambiamenti della tessitura della copertura del suolo. In questa maniera si può dire di più del cambiamento del paesaggio locale. Per ciascun comune, a partire dai poligoni delimitanti l'area di ciascuno di essi e dalla copertura del suolo presente, sono state calcolate le matrici di co-occorrenza per l'anno 1975 e per il 1992 (Haralick, Shapiro, 1992; cfr. figura 1)

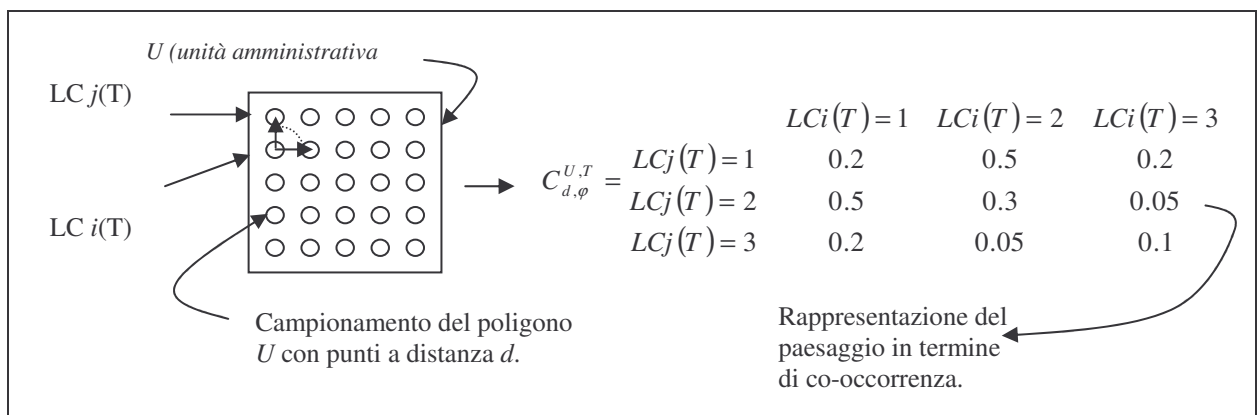


Figura 1 – Rappresentazione schematica del calcolo della matrice di co-occorrenza.

Partendo da queste matrici successivamente è stato calcolato, per entrambi gli anni considerati, il valore della probabilità di trovare 1 km di copertura naturale (PCN) che si presenta senza interruzioni, e cioè:

$$PCN = \frac{(C_{i,d} - C_{ii,d})^2 (C_{i,i,d})^{n-1}}{C_{i,d}^n}, \quad (1)$$

dove  $C_{i,d} = \sum_j C_{i,j,d}$ ,  $C_{i,j}$  è la probabilità di co-occorrenza di classe  $i$  e  $j$ , e  $d$  la distanza scelta per il campionamento. La copertura naturale considerata consiste nell'insieme delle classi 2.4.3 (*Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation*), 2.4.4 (*Agro-forestry areas*), 3 (*Forest and semi natural areas*) e 4 (*Wetlands*) della nomenclatura utilizzata da CORINE.

Il valore utilizzato nell'analisi è l'indice di cambiamento del paesaggio, calcolato come differenza delle PCN a livello comunale rispetto alle coperture considerate:

$$\left. \begin{array}{l} C_d^{U,T0} \rightarrow PCN^{T0} \\ C_d^{U,T1} \rightarrow PCN^{T1} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta PCN^U = PCN^{U,T1} - PCN^{U,T0}, \quad (2)$$

Tale indice sta ad indicare l'aumento e la diminuzione delle stesse coperture. La figura 2a mostra questa differenza per i comuni analizzati. Lo stesso metodo può essere utilizzato per analizzare l'incremento dell'impatto di attività umane sul paesaggio (figura 2b). Si osservi che i cambiamenti riportati in figura sono relativi solo alle coperture presenti nelle zone comprese tra la costa e il territorio interno fino a 10 km.

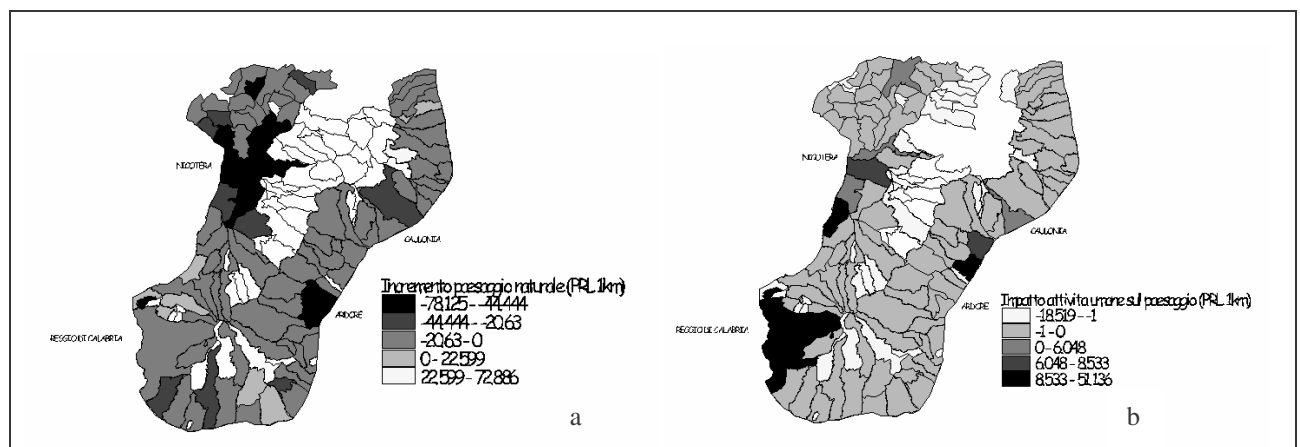


Figura 2 – a) Incremento paesaggio naturale; b) Incremento dell'impatto di attività umane sul paesaggio.

### L'analisi del sistema “Ambiente antropico”: base di dati, metodologie applicate e risultati

Come già ribadito in precedenza, lo studio di un fenomeno complesso quale l'ambiente antropico necessita sia di adeguate basi di informazioni che di metodologie che ne consentano l'elaborazione e la sintesi. In questo caso per rappresentare i 97 comuni della provincia di Reggio Calabria e per descrivere i diversi aspetti del contesto preso in esame si è fatto ricorso ad una batteria di 34 indicatori, elaborati dai dati censuari 1981 e 1991 a scala comunale e da altre pubblicazioni ufficiali dell'ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica). Gli indicatori, calcolati per ciascun comune e per gli anni considerati, sono stati ordinati in ordine crescente e i corrispondenti valori sostituiti col rango occupato nella graduatoria in modo da perequare i dati risultanti. Successivamente sono state calcolate le differenze tra i ranghi relativi al 1991 e quelli relativi al 1981 e tali differenze sono state elaborate e sintetizzate con l'ausilio di metodi di analisi statistica multidimensionale o, come si suole definire, di analisi dei dati. In particolare si è fatto ricorso all'analisi in componenti principali (ACP) ed alla classificazione automatica.

L'ACP consente di determinare un insieme di variabili incorrelate tra loro (dette fattori o assi fattoriali) che sono combinazioni lineari di quelle originarie e che, essendo la sintesi di gruppi di variabili legate tra loro, spiegano in maniera soddisfacente il comportamento del sistema nel suo complesso. In tal modo diventa possibile mettere in rilievo le interdipendenze tra le variabili considerate e poter individuare sia le omogeneità territoriali sia il ruolo assunto dalle stesse variabili nei processi di polarizzazione negli ambiti analizzati.

Successivamente, per evidenziare le aree con caratteristiche omogenee si è applicata la classificazione automatica e, specificamente, il metodo di Ward. Tale metodo di analisi gerarchica dei gruppi consente, attraverso l'analisi delle partizioni di un insieme ordinato ottenute a partire da un numero di gruppi uguale a quello degli elementi, di aggregare man mano i gruppi più vicini come caratteristiche e di verificare di volta in volta il miglioramento della partizione ottenuta. Tale processo si interrompe quando il passaggio da un gruppo ad un altro non determina più alcun miglioramento. I gruppi così costruiti sono condizionati dai precedenti e quindi strutturati in modo gerarchico.

Una volta definite la base-dati utilizzata e la metodologia si è proceduto con le elaborazioni. L'analisi in componenti principali porta all'estrazione di quattro fattori principali, statisticamente significativi, che spiegano il 34% della struttura informativa del sistema in studio. Nel nostro caso i fattori rappresentano la "sintesi" delle differenze calcolate tra i ranghi relativi agli indicatori 1991 e 1981 e che qui vengono definite "variabili".

La figura 3 rappresenta la distribuzione delle variabili sui primi 2 fattori e mette in rilievo i legami che intercorrono tra le stesse. Ai fini dell'interpretazione si sottolinea che le variabili che si addensano attorno all'origine sono quelle meno significative, che la prossimità delle variabili sta ad indicare una relazione tra le stesse così come l'essere poste su piani opposti sta a significare la loro "contrapposizione".

Le variabili che contribuiscono maggiormente a spiegare il primo fattore sono le variazioni del tasso di attività in agricoltura (TAAG: -0,62), della percentuale di dipendenti (DIPT: -0,60) e dell'indice di senilità (SENI: -0,52) contrapposte alle variazioni della percentuale di dirigenti ed impiegati (DIRI: 0,59), del tasso di attività nei servizi (VIZI: 0,54) e nell'industria (TAIN: 0,42) e dell'indice di gioventù (RACO: 0,52).

Il secondo fattore è spiegato dalle seguenti variabili: da un lato si trovano le variazioni della percentuale di abitazioni non occupate (ABNO: -0,65), del tasso di attività generale (TAGE: -0,47) e del tasso di analfabetismo (ANAF: -0,36), mentre dall'altro si posizionano le variazioni della percentuale di abitazioni occupate (ABOC: 0,65), della densità della popolazione (DENS: 0,32), della percentuale di abitazioni costruite tra il 1971 ed il 1991 (ABCO: 0,31) e la percentuale di imprenditori e professionisti (IMPR: 0,30).

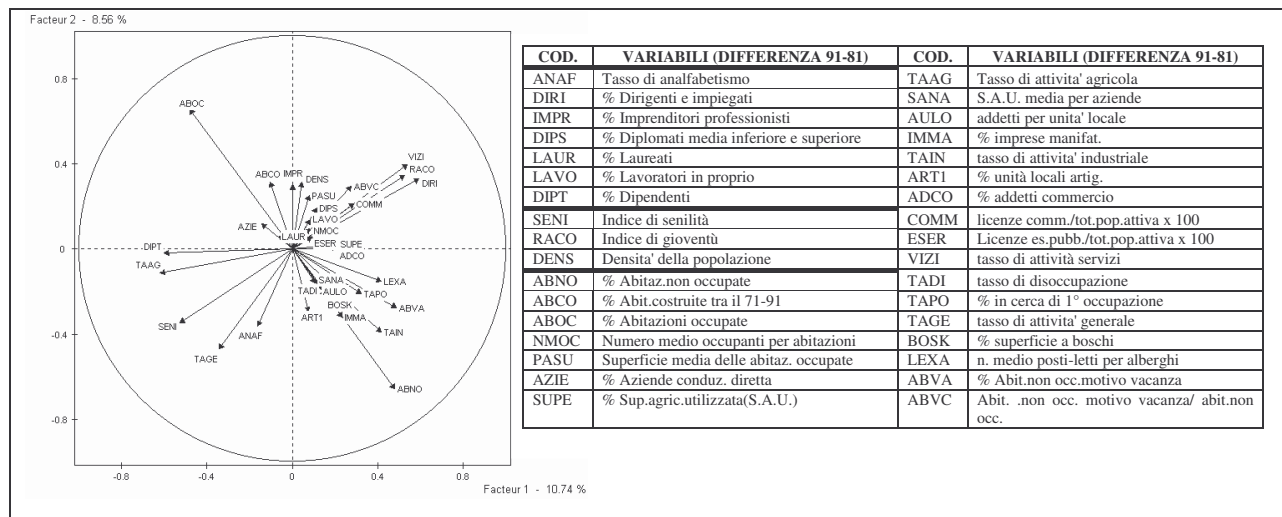


Figura 3 – Rappresentazione delle variabili sui primi 2 fattori

Per grandi linee il primo fattore può essere, quindi, definito come la variabile sintetica “variazioni del sistema produttivo e demografico” che esprime la contrapposizione tra le diverse componenti dei due sistemi: alla variazione degli attivi in agricoltura, accompagnata dalla variazione della popolazione anziana, si contrappongono variazioni degli attivi nei settori industria e terziario e della popolazione giovane. Il secondo asse rappresenta, invece, le “variazioni del sistema residenziale”.

La classificazione automatica ha dato luogo ad una partizione dei comuni in otto classi.

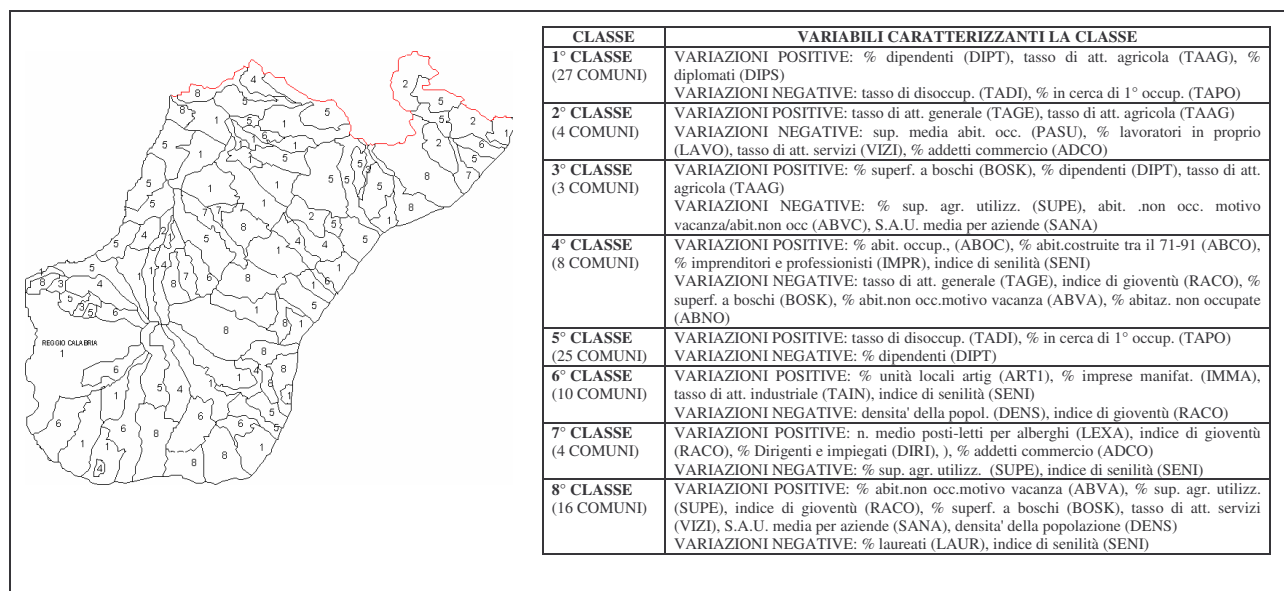


Figura 4 – Ripartizione dei comuni per classe e variabili caratteristiche di ciascuna di esse

La prima classe (costituita da 27 comuni), la seconda classe (costituita da 4 comuni) e la terza classe (costituita da 3 comuni) si situano nel quadrante sinistro (superiore e inferiore) del grafico fattoriale e risultano tutte caratterizzate maggiormente da variazioni positive del tasso di attività agricola. Le peculiarità che contraddistinguono ciascuna di queste 3 classi sono: per la prima classe, variazioni negative dei tassi di disoccupazione, per la seconda classe, variazioni negative del tasso di attività nei servizi, mentre la terza classe presenta variazioni positive della superficie destinata a boschi cui si accompagnano variazioni negative della superficie agricola utilizzata e della superficie media per aziende, il che potrebbe significare una modifica delle tecniche di produzione agricola ed il passaggio ad un’agricoltura di natura intensiva piuttosto che estensiva.

La quarta classe, costituita da 8 comuni, si posiziona nel quadrante superiore sinistro del grafico fattoriale e si caratterizza per variazioni positive del patrimonio residenziale, da una conseguente riduzione della superficie a boschi e da una variazione negativa del tasso di attività generale e dell’indice di gioventù.

La quinta classe, costituita da 25 comuni e posizionata attorno al centro del grafico fattoriale, è fortemente caratterizzata dalla variazione positiva dei tassi di disoccupazione, mentre la sesta classe (10 comuni, quadrante inferiore destro del grafico fattoriale) si contraddistingue per variazioni positive delle variabili legate al settore industriale ed artigiano e a variazioni negative della densità della popolazione.

La settima classe (4 comuni, quadrante superiore destro del grafico fattoriale) si caratterizza per notevoli variazioni positive di variabili legate ai servizi ed al turismo (numero di posti letto e addetti al commercio) e dell’indice di gioventù cui si accompagna la variazione negativa della superficie agricola utilizzata.

Anche l’ottava classe (16 comuni, quadrante destro, superiore ed inferiore, del grafico fattoriale) risulta contraddistinta da variazioni di variabili legate al settore turistico e dei servizi, soprattutto per quel che concerne lo sviluppo delle seconde case. Bisogna, inoltre aggiungere che i comuni

appartenenti a queste due classi sono adiacenti, spazialmente contigui, e si dispongono soprattutto lungo le coste.

### **Conclusioni**

Indubbiamente tra ambiente naturale e ambiente antropico esistono forti legami che tuttavia diventa difficile riuscire a cogliere per una serie di ragioni che si cercherà di illustrare attraverso un semplice esempio. Si faccia il caso di voler effettuare un confronto tra dati di copertura del suolo e informazioni di natura statistico-economica relativamente alla classe "Boschi". All'apparenza tale confronto può sembrare "banale" ma, invece, non è così facile. Infatti ci si rende subito conto che i diversi set di informazioni non fanno riferimento agli stessi concetti, definizioni e classificazioni. Nelle basi di dati CORINE e LACOAST perché un'area sia attribuita ad una classe la sua superficie deve essere almeno di 25 ha. Questo significa che, nel caso esaminato, tutti i boschi la cui superficie sia inferiore all'unità minima non sono attribuiti alla classe "Boschi" e, quindi, possono essere inglobati in classi più complesse (per esempio 2.4.3, 'Aree destinate principalmente all'agricoltura, con significative porzioni di vegetazione naturale', o 1.4.1, 'Aree urbane verdi'), o addirittura in classi che nulla hanno a che vedere con i boschi. I confronti diventano ancor più ardui nel caso di dati multitemporali.

Le discrepanze tra scala e nomenclatura adottate per le diverse tipologie di dati rendono difficile la loro comparabilità in termini quantitativi. Tuttavia l'esistenza di tali problemi non impedisce si usare congiuntamente questi dati per poter approfondire e migliorare i risultati di analisi multitemporali. L'integrazione di informazioni di natura differente anche solo a livello qualitativo non può che dare maggiore completezza all'analisi. Si può, infine aggiungere che il problema di migliorare i processi di produzione dei dati e di integrare le informazioni raccolte è più che attuale ed è molto sentito, sia a livello nazionale che comunitario, e già da tempo le diverse istituzioni cui sono demandati tali compiti stanno operando in tal senso attraverso l'armonizzazione di definizioni, classificazioni e strumenti.

### **Bibliografia**

- Annoni, A.; Ehrlich, D.; Smits, P. C.; Montanarella, L. (1998) - *Data sets for sustainable management of Europe's regions* - Proceedings 4th EC - GIS Workshop, Budapest, Hungary, 24 - 26 June
- EC, Commission of the European Communities (1993) - *White Paper on growth, competitiveness, and employment - The challenges and ways forward into the 21st century* - Brussels, 5 December 1993.
- Escofier, B., Pagès, J. (1990) - *Analyses factorielles simples et multiples. Objectifs, méthodes et interprétation* - Bordas, Paris
- Haralick, R.; Shapiro, L. (1992) - *Computer and robot vision*- Reading, Massachusetts, Addison-Wesley
- ISTAT (1981 e 1991, dati comunali) - *Censimento generale della popolazione*
- ISTAT (1981 e 1991, dati comunali) *Censimento generale industria, commercio, servizi e artigianato*
- ISTAT (1981 e 1991, dati comunali) *Censimento generale dell'agricoltura*
- ISTAT (1981) - *Annuario statistico del commercio interno e del turismo*
- ISTAT (1988) - *Statistiche del commercio interno*
- Roy, H.-Y.; Green, D. R.; Cousins, S.H. (1993) - *Landscape ecology and GIS* - London, Taylor & Francis