



UNIVERSITÀ degli STUDI della TUSCIA
DIPARTIMENTO di SCIENZE dell'AMBIENTE
FORESTALE
e delle sue RISORSE

Corso di Dottorato di Ricerca in:
"SCIENZE e TECNOLOGIE per la GESTIONE
FORESTALE e AMBIENTALE"
XX Ciclo

Analisi della dinamica delle coperture/usi
del suolo negli anni 1980-2000

SSD "AGR/05 Assestamento forestale e Selvicoltura"

Coordinatore: *Chiar.mo Prof. G. PIOVESAN*

Tutor: *Chiar.mo Prof. L. PORTOGHESI* *Chiar.mo Prof. P. CORONA*

Dottorando di Ricerca: *dott. Geppino CARNEVALE*

A mio Padre

Ringraziamenti

Desidero sinceramente ringraziare il GEOLAB di Firenze ed il prof. Chirici per il supporto nella fase di approccio all'analisi, il prof. Portoghesi ed il prof. Corona, ed in modo particolare Anna Barbati, per i preziosi suggerimenti e osservazioni.

Indice

INDICE.....	5
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>7</u>
<u>1. INTRODUZIONE E SCOPI DELLA RICERCA.....</u>	<u>9</u>
<u>2. IPOTESI DI LAVORO.....</u>	<u>11</u>
<u>3. STRUTTURA DELLA TESI.....</u>	<u>12</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>13</u>
<u>4. MATERIALI E METODI.....</u>	<u>14</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>15</u>
<u>4.1 Aree di studio.....</u>	<u>14</u>
<u>4.2 Corine Land Cover</u>	<u>18</u>
<u>4.2.1 Il programma Corine.....</u>	<u>18</u>
<u>4.2.2 I&CLC2000.....</u>	<u>19</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>23</u>
<u>4.2.3 Il progetto CLC 90 in Italia.....</u>	<u>23</u>
<u>4.2.4 I&CLC2000 in Italia.....</u>	<u>23</u>
<u>4.3 MSS Multispectral Scanner System.....</u>	<u>25</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>27</u>
<u>4.3.1 Le immagini satellitari MSS.....</u>	<u>25</u>
<u>4.4 Dati Ancillari.....</u>	<u>29</u>
<u>4.5 Corine Land Cover 1980.....</u>	<u>30</u>
<u>4.5.1 Esempi di regole operative.....</u>	<u>34</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>35</u>

<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>39</u>
4.6 Land and Ecosystem ACcounts e Land Cover Flows.....	40
4.6.1 Land and Ecosystem ACcounts: analisi delle dinamiche di trasformazione territoriale.....	40
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>41</u>
4.6.2 Land Cover Flows.....	42
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>43</u>
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>45</u>
4.7 Analisi delle classi strutturali.....	46
4.7.1 Cenni sulla frammentazione ambientale.....	46
4.7.2 Analisi dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	49
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>51</u>
<u>5. RISULTATI.....</u>	<u>53</u>
5.1 Principali dinamiche di trasformazione territoriale nelle province analizzate.....	53
5.1.1 Assetto territoriale e variazioni nel tempo.....	53
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>59</u>
5.1.2 Dinamiche di trasformazione territoriale rilevate per LEAC groups e Land Cover Flows.....	56
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>65</u>
5.2 Dinamiche delle superfici forestali	66
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>67</u>
5.3 Belluno.....	68
5.3.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	68
5.3.2 Matrice dei cambiamenti.....	68
5.3.3 Variazioni nella superficie delle core areas.....	69
5.3.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali.....	69

<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>69</u>
<u>5.4 Siena.....</u>	<u>71</u>
5.4.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	71
5.4.2 Matrice dei cambiamenti.....	71
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>73</u>
5.4.3 Variazioni nella superficie delle core areas.....	72
5.4.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali.....	73
<u>5.5 Teramo</u>	<u>74</u>
5.5.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	74
5.5.2 Matrice dei cambiamenti.....	74
5.5.3 Variazioni nella superficie delle core areas.....	75
5.5.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali.....	75
<u>5.6 Vibo Valentia.....</u>	<u>77</u>
5.6.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	77
5.6.2 Matrice dei cambiamenti.....	77
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>77</u>
5.6.3 Variazioni nella superficie delle core areas.....	78
5.6.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali.....	78
<u>5.7 Messina.....</u>	<u>80</u>
5.7.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale.....	80
5.7.2 Matrice dei cambiamenti.....	80
5.7.3 Variazioni nella superficie delle core areas.....	81
5.7.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali.....	81
<u>6. DISCUSSIONE.....</u>	<u>82</u>
6.1 Conclusioni generali.....	82
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>83</u>
6.2 Considerazioni conclusive.....	86
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	<u>@~</u>
<u>ALLEGATO 1: TABELLE DI DETTAGLIO DEGLI LEAC GROUPS PER PROVINCIA.....</u>	<u>88</u>

BELLUNO.....	89
SIENA.....	90
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....@~</u>	
TERAMO.....	91
VIBO VALENTIA.....	92
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....@~</u>	
MESSINA.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94
<u>ANALISI DELLA DINAMICA DELLE COPERTURE/USI DEL SUOLO NEGLI ANNI 1980-2000.....</u>	95
Useful internet URLs:.....	99

1. Introduzione e scopi della ricerca

Il territorio italiano, quale oggi ci appare, è il risultato di profonde trasformazioni; nel tempo, gli ecosistemi naturali primari (foreste, praterie, zone umide) sono stati convertiti in superfici utilizzabili come terreni agricoli, pascoli o destinati agli insediamenti urbani. Attualmente, le dinamiche di urbanizzazione rappresentano la principale *driving force* di trasformazione del territorio, con impatti negativi sulla qualità dell'ambiente e della vita spesso ignorati (EEA, 2006). La crescita urbana segue generalmente un andamento polarizzato sul territorio, concentrandosi nelle aree demograficamente e economicamente più dinamiche. Ad essa si contrappone la marginalizzazione e, conseguentemente, lo spopolamento delle aree deboli della montagna, in particolare quelle di scarso interesse turistico, dovuta alla perdita di competitività delle attività agro-silvo-pastorali tradizionali.

Gli orientamenti a livello europeo in materia sviluppo territoriale (Schema di Sviluppo dello Spazio Europeo, Potsdam 1999) chiedono alla pianificazione di governare questi processi di trasformazione formulando strategie di sviluppo territoriale differenziate in rapporto alle vocazioni dei singoli territori e mirate ad attenuarne le disparità sul piano territoriale, in vista di uno sviluppo territoriale equilibrato e sostenibile. In questo contesto, assume un ruolo rilevante saper analizzare le trasformazioni del territorio e comprenderne le implicazioni ecologiche e ambientali.

Il programma CORINE e in particolare il progetto Corine Land Cover (CLC) è finalizzato alla mappatura delle caratteristiche del territorio a partire da immagini satellitari, con particolare riferimento alla produzione di cartografie di uso e copertura del suolo utilizzabili per finalità di tutela ambientale (APAT, 2005). La prima cartografia Corine Land Cover si riferisce all'uso e alla copertura del suolo del territorio europeo all'anno 1990 (CLC90). Nel 2001 l'European Environment Agency (EEA) ha lanciato il nuovo progetto Image & Corine Land Cover 2000 (I&CLC2000), con l'obiettivo di aggiornare la base dati CLC90 e quindi di individuare le principali dinamiche di trasformazione territoriale del decennio '90-2000 (APAT, 2005). Infatti, il periodico aggiornamento del CLC è ritenuto

strumento essenziale per la definizione delle politiche territoriali da parte dei servizi della Commissione Europea deputati alla definizione delle politiche regionali, ambientali, agricole e di conservazione della natura. La cartografia CLC rappresenta infatti lo standard di riferimento per la mappatura dell'uso e della copertura del suolo e delle sue modifiche nel tempo sul territorio europeo e ben si presta ad analisi di trasformazioni territoriali di scala vasta, anche a livello sub-nazionale.

Tuttavia, la ridotta copertura temporale dei database CLC non consente di analizzare i processi di trasformazione territoriale all'interno di finestre di osservazione sufficientemente ampie per poter evidenziare dinamiche di medio periodo. Ciò costituisce una limitazione soprattutto per lo studio di processi a dinamica lenta quali la ricolonizzazione della vegetazione forestale sui terreni abbandonati.

In questa prospettiva, lo scopo principale di questa ricerca è sperimentare una metodologia operativa finalizzata a:

- analizzare i mutamenti nell'uso e nella copertura del suolo avvenuti nel ventennio 1980-2000 in alcune province rappresentative della variabilità territoriale del nostro Paese (Belluno, Siena, Teramo, Vibo Valentia e Messina);
- identificare le principali dinamiche di trasformazione territoriale a scala provinciale;
- analizzare gli effetti delle trasformazioni territoriali sull'assetto spaziale (*spatial pattern*) delle superfici forestali con particolare riferimento all'esigenza di quantificare fenomeni d'incremento/riduzione della frammentazione dei boschi.

2. Ipotesi di lavoro

L'ipotesi alla base della ricerca è la possibilità di realizzare una cartografia sufficientemente accurata dell'uso e copertura del suolo all'anno 1980 nelle province indagate, basata sullo standard cartografico e nomenclaturale Corine Land Cover (CLC), a partire dalla interpretazione a video di immagini satellitari Landsat MSS (*Multi Spectral Scanner*). La scelta delle immagini Landsat MSS è stata obbligata, in quanto esse rappresentano le uniche immagini telerilevate disponibili per l'intero territorio nazionale per gli anni prossimi al 1980. Tuttavia, la ridotta risoluzione geometrica delle immagini (circa 80 m) ne limita la qualità per fini di fotointerpretazione; per ovviare a tale limitazione si è volutamente selezionato le province oggetto d'indagine in base alla disponibilità di informazioni ancillari affidabili sull'uso del suolo all'anno 1980 (ortofotocarte, carte di uso del suolo a scala di dettaglio) a supporto della foto interpretazione.

L'analisi delle dinamiche di trasformazione territoriale a scala provinciale nel ventennio 1980-2000 è stata impostata sulla base di metodologie consolidate a livello europeo (*Land Ecosystems Accounts e Land Cover Flows*) che utilizzano matrici di transizione tra classi CLC (EEA, 2006).

Infine lo studio delle variazioni dell'assetto spaziale e della frammentazione delle superfici forestali è stata condotta mediante un algoritmo automatico di *morphological image processing* sviluppato al EC-JRC di Ispra (*Spatial pattern analysis*, GUIDOS software, <http://forest.jrc.it/biodiversity/GuidosBatchProcess/>; Vogt *et al.*, 2006).

3. Struttura della tesi

Di seguito viene brevemente sintetizzata la struttura complessiva del lavoro.

Il § 4 costituisce un'ampia sezione finalizzata a presentare in dettaglio le basi dati e le metodologie impiegate nello studio, secondo la seguente struttura:

- § 4.1 inquadra i principali caratteri ambientali delle province selezionate come aree di studio;
- § 4.2 delinea gli elementi peculiari del progetto *Corine Land Cover*, gli aggiornamenti effettuati dall'EEA e i relativi criteri tecnici e le modalità d'implementazione in Italia del progetto CLC;
- § 4.3 presenta le caratteristiche tecniche del sensore *MultiSpectral Scanner (MSS)* e le differenze con il sensore *Thematic Mapper (TM)* utilizzato per la produzione di cartografia CLC 90 e 2000;
- § 4.4 illustra i principali dati ancillari utilizzati come supporto della fase foto interpretativa; (vd).
- § 4.5 descrive la metodologia seguita per la derivazione del CLC1980 e le principali problematiche operative emerse;
- § 4.6 presenta le principali caratteristiche dell'approccio *Land and Ecosystem Accounts (LEAC)* e *Land Cover Flows (LCFs)* sviluppati a livello europeo per lo studio delle dinamiche di trasformazione del territorio, a partire da database multitemporali CLC;
- § 4.7 introduce alcuni concetti di base sulla frammentazione ambientale e gli effetti sulla funzionalità ecologica degli ecosistemi e presenta le tecniche e la metodologia utilizzata per lo studio delle variazioni dell'assetto spaziale della copertura territoriale forestale nelle province esaminate.

Il § 5 presenta i risultati delle analisi condotte su base provinciale, secondo il seguente schema:

- individuazione delle principali le dinamiche territoriali nel periodo 1980-2000 sulla base della classificazione LEAC;

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

- caratterizzazione dei principali LCFs alla base delle modifiche nell'assetto spaziale delle superfici forestali nelle province esaminate;
- quantificazione delle variazioni nell'assetto spaziale della superficie forestale e relativi riflessi sull'aumento/diminuzione della frammentazione delle superfici forestali.

La discussione dei risultati (§ 6) conclude il lavoro.

4. Materiali e metodi

4.1 Aree di studio

Gli ambiti territoriali oggetto di studio corrispondono alle province di Belluno, Siena, Teramo, Vibo Valentia e Messina (Figura 4.1-a); tali province, frutto di una selezione condizionata dalla disponibilità di informazioni ancillari attendibili sull'uso del suolo all'anno 1980, sono ubicate in contesti ambientali eterogenei sotto il profilo bioclimatico e morfologico, che si riflettono in differenze rilevanti in termini di ripartizione delle tipologie d'uso e copertura del suolo e di consistenza territoriale delle superfici forestali (vd. § 5).

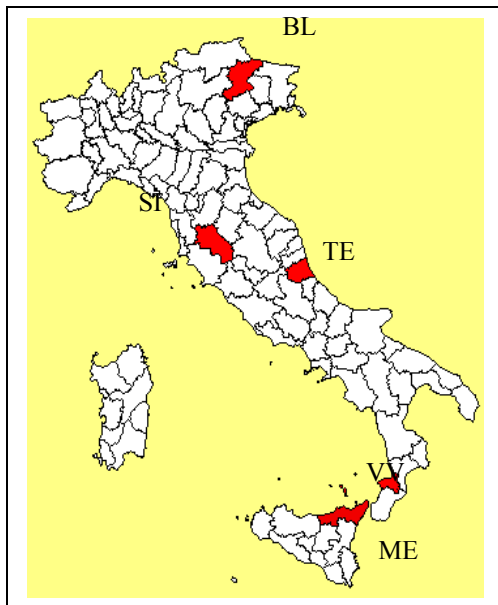


Figura 4.1-a: Localizzazione delle province selezionate come aree di studio.

4.1.1 Belluno

La provincia di Belluno (Figura 4.1-b) interessa una superficie di 3678 km² circa; il n° di abitanti è di 212.44 (Istat 2005), per una densità di popolazione di 57.7 ab/km².

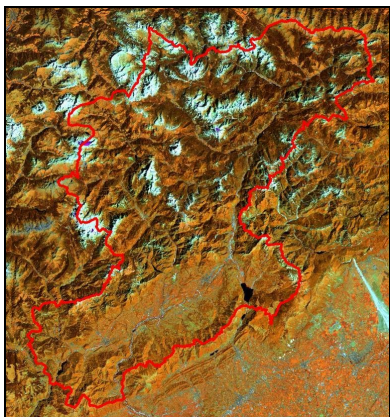


Figura 4.1-b: Provincia di Belluno, immagine Landsat, Thematic Mapper, 1992 RGB 453

Il clima è temperato montano con precipitazioni da medie ad elevate, temperature e periodo vegetativo dipendenti dall'altitudine, inverno da freddo a molto freddo ed estate da moderatamente fredda a

moderatamente

calda (Righini *et*

al-2002). Il territorio è in prevalenza montuoso e l'altitudine media è di 1276m s.l.m.

4.1.2 Siena

La provincia di Siena (Figura 4.1-c) si estende per 3926 km², il n. di abitanti è di 260.882 circa (Istat 2005), per una densità di popolazione di circa 63.3 ab/km².

Il clima varia da mediterraneo a temperato caldo con precipitazioni da medie ad elevate, inverni con temperature sotto lo zero, in estate

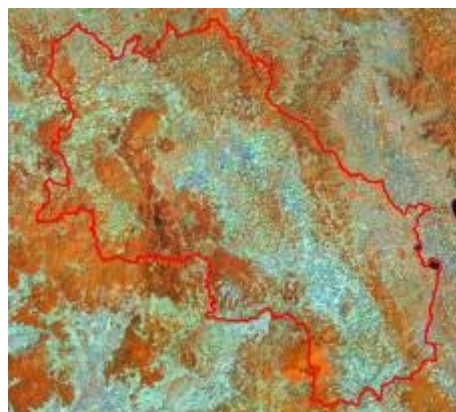


Figura 4.1-c - Provincia di Siena immagine Landsat, Thematic Mapper, 1988 RGB 453

periodo secco molto breve o anche assente, in parte senza periodo secco (Righini *et al.*, 2002).

4.1.3 Teramo

La provincia di Teramo (Figura 4.1-d) è situata nella parte settentrionale



**Figura 4.1-d - Provincia di Teramo
immagine Landsat, Thematic Mapper, 1987
RGB 453**

dell'[Abruzzo](#), in una zona [collinare](#) sotto le pendici del [Gran Sasso](#), che degrada verso la costa con una ricca vegetazione di vigneti e oliveti.

Occupava una superficie di circa

1947 km², il n°. di abitanti si aggira sui 287.41 (Istat 2005) per una densità di popolazione di 147.57 ab/km². Come per la provincia di Siena il clima varia da mediterraneo a temperato caldo con precipitazioni da medie ad elevate, inverni con temperature sotto lo zero, in estate periodo secco molto breve, in parte senza periodo secco (Righini *et al*-2002).

4.1.4 Vibo Valentia

La provincia di Vibo Valentia (Figura 4.1-e) nasce con il decreto del Presidente della Repubblica N. 253/1992, da una ripartizione del territorio precedentemente incluso nella provincia di Catanzaro; il territorio provinciale interessa una superficie di 1139 km² circa, il n. di abitanti è di circa 168.894 (Istat 2005), per una densità di popolazione di 148,2 ab./km². Il clima varia da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano con precipitazioni da medie ad elevate in autunno, inverno e primavera, solo regionalmente un breve periodo secco in estate. È il clima che caratterizza la costa occidentale dell'Italia centrale e della Calabria, la Sicilia settentrionale, gran parte della Puglia e della Sardegna (Righini *et al*-2002).

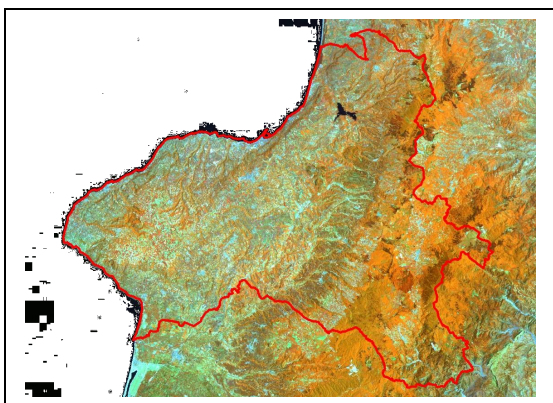


Figura 4.1-e - Provincia di Vibo Valentia immagine Landsat, Thematic Mapper, 1987 RGB 453

4.1.5 Messina

La provincia di Messina (Figura 4.1-f) si estende nella parte nordorientale della regione Sicilia coprendo una superficie di 3.247 km², il n. di abitanti è di circa 657.785 (Istat 2005) il che comporta che la densità di popolazione sia la più elevata tra le provincie esaminate (202,6 ab./km²).

L'andamento



Figura 4.1-f - Provincia di Messina IMAGE immagine Landsat, MultiSpectral Scanner, 1972 RGB 321

climatico, secondo Righini *et al.* (2002), si presenta identico a quello descritto per la provincia di Vibo Valentia nella parte litoranea, mentre nella zona più in quota (monti Peloritani), il clima diventa mediterraneo montano, con precipitazioni da medie a parzialmente elevate, temperature e periodo vegetativo dipendenti dall'altitudine. Questo tipo di clima si rileva alle quote più elevate dell'Appennino centromeridionale e della Sicilia.

4.2 Corine Land Cover

4.2.1 Il programma Corine

Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee, con la decisione 85/338/EEC, ha varato il programma *CORINE* (**COoRdination of INformation on the Environment**) per dotare l'Unione Europea, gli Stati associati e i Paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente. Lo scopo principale dell'iniziativa è di verificare dinamicamente le condizioni dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di:

- fornire supporto per lo sviluppo di politiche comuni;
- controllarne gli effetti;
- proporre eventuali correttivi.

Obiettivi secondari, ma non per questo meno importanti, sono la formazione e la diffusione di standard e metodologie comuni, e la promozione di contatti e scambi internazionali, per facilitare la realizzazione d'iniziative congiunte europee.

L'attuazione del programma ha già permesso di conseguire due risultati principali:

- stabilire degli accordi sulle metodologie e procedure per la raccolta, la standardizzazione e lo scambio di dati a livello europeo;
- realizzare un sistema informativo capace di fornire informazioni rilevanti per lo sviluppo di politiche europee sull'ambiente (APAT 2005).

Le priorità tematiche del programma *CORINE* sono state identificate in:

- conservazione della natura (*Corine-Biotopes*);
- emissioni di inquinanti in aria (*Corine-AIR*);
- rischio d'erosione dei suoli nell'area mediterranea (*Corine Erosion*);
- copertura del suolo (*Corine Land Cover*).

I database del programma *CORINE* possono essere gestiti in modo integrato all'interno di sistemi GIS (*Geographical Information System*) unitamente ad

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

altri dati di base per l'inquadramento ambientale del territorio (es. linea di costa, limiti amministrativi regionali e nazionali, industrie, reti di trasporto).

4.2.1.1 CORINE Land Cover

Obiettivo del progetto *CORINE* Land Cover (CLC) è di fornire al programma *CORINE* e ad ogni possibile utilizzatore interessato una mappatura dell'uso e della copertura del suolo, suscettibile di aggiornamento periodico a costo sostenibile. Data la scala europea del progetto, le cartografie *CORINE* devono essere, per quanto possibile, omogenee, compatibili e comparabili tra i paesi interessati.

L'avvio del programma per i Paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 ed ha portato alla realizzazione della base dati CLC 90, che oggi contiene le informazioni relative a 31 Paesi Europei e del Nord Africa. La metodologia di produzione della cartografia è basata sulla fotointerpretazione di immagini satellitari.

La cartografia CLC ha una scala nominale 1:100.000, superficie minima cartografabile pari a 25 ha e una legenda articolata su 3 livelli gerarchici e 44 voci (APAT, 2005).

4.2.2 I&CLC2000

A dieci anni dalla conclusione del CLC90, nel 2001 l'EEA ha lanciato il nuovo progetto *Image & Corine Land Cover 2000* (I&CLC2000) con l'obiettivo di aggiornare la base dati CLC e quindi di individuare le principali dinamiche di cambiamento di copertura e uso del territorio.

Le metodologie, le procedure e gli standard per l'aggiornamento del CLC sono state definite sulla base delle esigenze conoscitive espresse principalmente dai decisori politici, dagli amministratori e dalla comunità scientifica. Queste necessità riguardano, ad esempio, la valutazione dell'efficacia delle politiche regionali di sviluppo, la valutazione dell'impatto delle politiche agricole sull'ambiente, l'elaborazione di strategie per una gestione integrata delle aree costiere, l'implementazione delle convenzioni sulla biodiversità e delle direttive sull'habitat e sugli uccelli, la gestione integrata dei bacini idrografici, la valutazione delle emissioni atmosferiche, la misura della qualità dell'aria e la valutazione ambientale strategica delle reti di trasporti (APAT 2005).

Il progetto I&CLC2000, avviato nel 2000 per gli stati membri dell'Unione Europea ed esteso nel 2001 ai Paesi in via di accesso (Figura 4.2-a), si è sviluppato in due fasi, la prima relativa all'acquisizione, orto-rettifica e mosaicatura a livello europeo e nazionale di immagini satellitari (Image2000) e l'altra relativa alla produzione della cartografia Corine Land Cover all'anno 2000 (CLC2000), all'aggiornamento del CLC90 e alla derivazione del CLC Change¹.

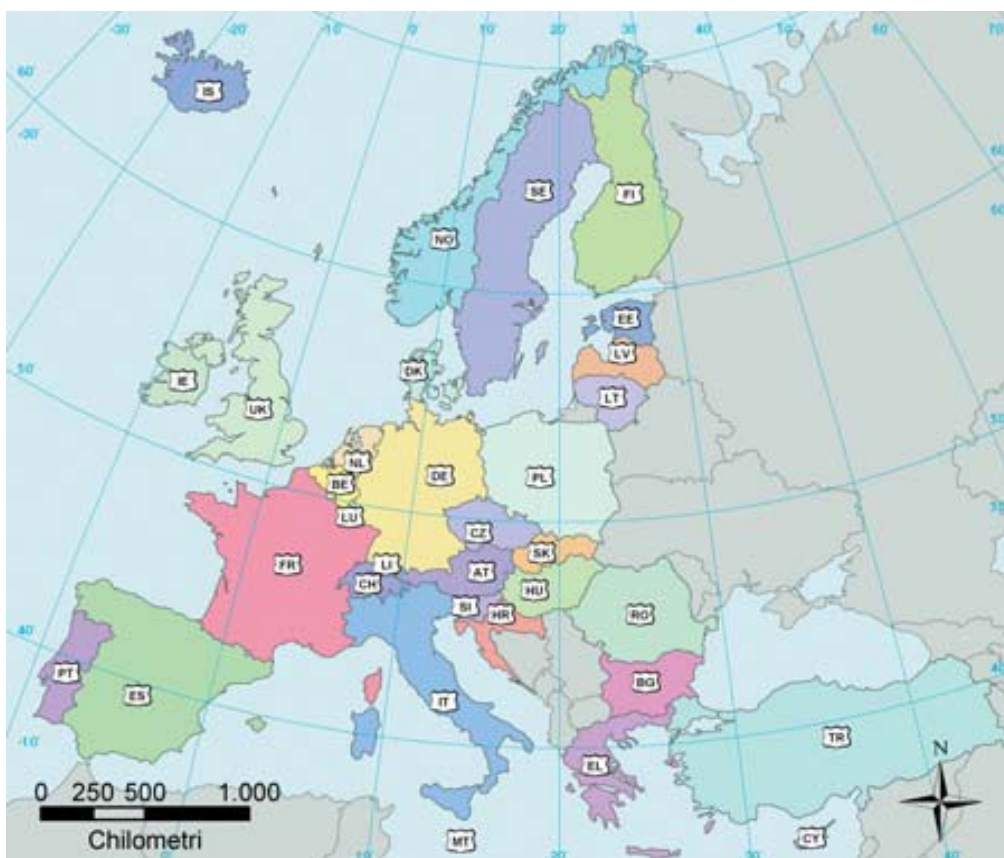


Figura 4.2-a - Paesi partecipanti al progetto I&CLC2000 al 1/6/2005 (APAT, 2005).

Le principali specifiche tecniche dei prodotti sono:

- per Image2000 le scene Landsat sono state ortorettificate in modo che l'errore di posizionamento (espresso come errore quadratico medio) sia inferiore a 25 m;

¹ per CLC Change si intende la transizione di una o più classi di uso del suolo, verso una nuova (Perdigão V., Annoni A, 1997).

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

- per i prodotti CLC la scala nominale è 1:100.000, l'unità minima cartografata è pari a 25 ha e la larghezza minima dei poligoni è 100 m; le coperture CLC sono costituite esclusivamente da poligoni; l'accuratezza geometrica è pari a 100 m, non sono quindi ammessi scostamenti superiori ai 100 m tra le immagini telerilevate di riferimento e i limiti dei poligoni CLC;
- per il prodotto CLC Change, l'unità minima cartografata è pari a 5 ha.

Molti aspetti innovativi sono stati introdotti nella elaborazione del progetto I&CLC2000, rispetto al precedente CLC90; le principali sono riassunte nella Tabella 4.2-a.

Caratteristiche	CLC90	I&CLC2000
Consistenza temporale	Prelevamento 1986-1995	1999-2001
Accuratezza geometrica (errore quadratico medio)		
Immagini telerilevate	50 m	25 m
CLC	100 m	< 100 m
Tempi di consegna dei risultati dall'inizio del progetto	10 anni	3 anni
Costi	6 €/km ²	3 €/km ²
Documentazione di progetto	metadati incompleti e non standard	Metadati standard
Accesso ai dati	Politica di divulgazione non definita	Politica di divulgazione definita

Tabella 4.2-a - Principali caratteristiche del progetto CLC90 e del nuovo I&CLC2000 (APAT, 2005)

Il sistema di nomenclatura adottato per I&CLC2000 (Figura 4.2-b), coincidente con quello di CLC90, si articola in tre livelli con approfondimento crescente per un totale di 44 classi al terzo livello, 15 al secondo e 5 al primo. Nella base dati CLC non sono ammessi codici diversi dai 44 ufficiali, così come non sono accettate aree “non classificate”.

1. Superfici artificiali	1.1.Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1.Zone residenziali a tessuto continuo
		1.1.2.Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	1.2.Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.1.Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
		1.2.2.Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
		1.2.3.Aree portuali
		1.2.4. Aeroporti
	1.3.Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.1.Aree estrattive
		1.3.2. Discariche
		1.3.3 Cantieri
	1.4.Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1.Aree verdi urbane
		1.4.2.Aree ricreative e sportive
2. Superfici agricole utilizzate	2.1.Seminativi	2.1.1.Seminativi in aree non irrigue
		2.1.2.Seminativi in aree irrigue
		2.1.3 Risaie
	2.2.Colture permanenti	2.2.1. Vigneti
		2.2.2.Frutteti e frutti minori
		2.2.3. Oliveti
	2.3.Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
	2.4.Zone agricole eterogenee	2.4.1.Colture temporanee associate a colture permanenti
		2.4.2.Sistemi colturali e particellari complessi
		2.4.3.Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
		2.4.4.Aree agroforestali
3. Territori boscati e ambienti seminaturali	3.1.Zone boscate	3.1.1 Boschi di latifoglie
		3.1.2 Boschi di conifere
		3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2.Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1.Aree a pascolo naturale e praterie
		3.2.2.Brughiere e cespuglieti
		3.2.3.Aree a vegetazione sclerofilla
		3.2.4 Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3.Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1.Spiagge, dune e sabbie
		3.3.2.Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
		3.3.3.Aree con vegetazione rada
		3.3.4.Aree percorse da incendi
		3.3.5.Ghiacciai e nevi perenni
4. Zone umide	4.1.Zone umide interne	4.1.1.Paludi interne
		4.1.2. Torbiere
	4.2.Zone umide marittime	4.2.1.Paludi salmastre
		4.2.2.Saline
		4.2.3.Zone intertidali
5. Corpi idrici	5.1.Acque continentali	5.1.1.Corsi d'acqua, canali e idrovie
		5.1.2 Bacini d'acqua
	5.2.Acque marittime	5.2.1.Lagune
		5.2.2.Estuari
		5.2.3.Mari e oceani

Figura 4.2-b – Nomenclatura dei tre livelli gerarchici della cartografia CLC.

4.2.3 Il progetto CLC 90 in Italia

Il progetto CLC90 è stato avviato nel 1989 in Italia e ha avuto un iter complesso.

Per la maggior parte delle Regioni italiane il progetto è stato realizzato con la supervisione del Centro Interregionale di Coordinamento e Documentazione per le Informazioni Territoriali; questi dati si possono considerare omogenei e sostanzialmente sincronici; differente è la situazione per le rimanenti Regioni, come riassunto nella Tabella 4.2-b.

Regioni	Area minima	Coordinamento	Accuratezza	Accuratezza tematica
Calabria, Basilicata, Puglia, Molise, Abruzzo	Non definita	Consorzio ITA- Ministero dell'Ambiente	Sconosciuta	Sconosciuta
Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino AA, Veneto, Friuli V. Giulia, E. Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Campania, Sardegna, Sicilia	25 ha	Centro Interregionale	CLC90 standard	CLC90 standard
Liguria	Non disponibile	Non disponibile	Non disponibile	2° livello tematico

Tabella 4.2-b: Implementazione del progetto CLC90 in Italia, APAT, 2005 La realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000*.

Le coperture CLC90 originali, sono quindi caratterizzate da diversa accuratezza e grado di approfondimento tematico, questo a causa sia delle attività di fotointerpretazione, effettuate da diversi soggetti, ma soprattutto delle limitate specifiche tecniche fornite a quel tempo dall'Unione Europea.

Per ovviare a queste limitazioni, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nel 2002 ha normalizzato e corretto la maggior parte dei database regionali, producendo una base dati geografica nazionale di uso del suolo.

4.2.4 I&CLC2000 in Italia

Il progetto I&CLC2000 è stato avviato in Italia nel dicembre del 2002. L'APAT, in qualità di Autorità Nazionale, ha predisposto il progetto nazionale, che è stato successivamente approvato dall'EEA.

Per seguire le attività di realizzazione del progetto, l'APAT ha costituito un gruppo di lavoro (*National Technical Team*) composto da uno *Steering Committee* e da un gruppo di supporto tecnico, rappresentato da alcuni enti

di ricerca nazionali (Dipartimento di Biologia Vegetale - Università la Sapienza, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali e Forestali - Università di Firenze, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse - Università della Tuscia).

Il progetto nazionale ha proposto alcuni elementi innovativi rispetto agli obiettivi europei. In particolare, nell'implementazione del CLC2000 in Italia, sono stati previsti:

- la validazione al suolo della cartografia attraverso la realizzazione di controlli in campo;
- l'implementazione di un IV livello di approfondimento tematico del CLC2000 per i territori boscati e per gli altri ambienti naturali e semi-naturali; tale approfondimento è stato ritenuto di notevole importanza e necessità in quanto il III livello CLC presenta un ridotto contenuto informativo rispetto alle necessità conoscitive tipiche della pianificazione territoriale, specie nel quadro di una gestione sostenibile delle risorse naturali.

In accordo con le specifiche tecniche definite a livello europeo il CLC2000 è stato prodotto utilizzando il sistema di riferimento geoGrafico WGS84 e come sistema di proiezione l'UTM, fuso 32 Nord.

A livello italiano, il progetto I&CLC2000 ha portato alla creazione di 4 prodotti principali:

- 1) CLC2000 – 3° Livello tematico
- 2) CLC90 – 3° Livello tematico
- 3) CLC Change – 3° Livello tematico
- 4) CLC2000 – 4° Livello tematico

4.3 MSS Multispectral Scanner System

4.3.1 Le immagini satellitari MSS

In orbita già dal 1971 a bordo del satellite Landsat 1, il sensore *Multispectral Scanner* (MSS) ha continuato ad equipaggiare la serie dei satelliti Landsat fino al N. 5, fornendo immagini fino al 1992, quando è stato sostituito dal sensore Thematic Mapper (TM).

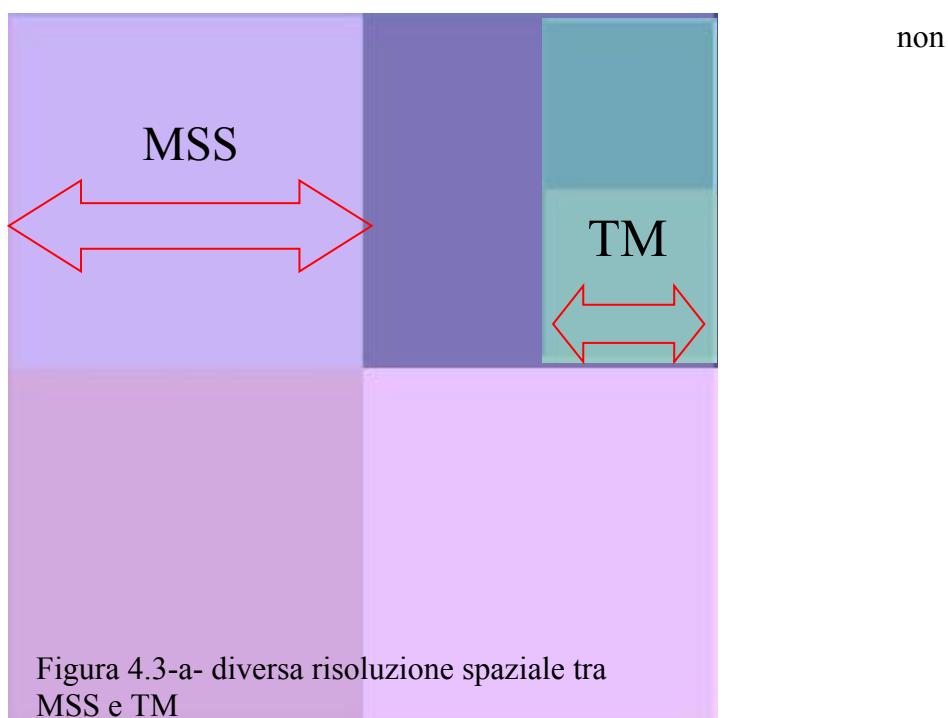
Il mosaico delle coperture Landsat MSS per il territorio italiano è stato acquisito e composto a partire dalle immagini disponibili in <http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>. Dal confronto delle caratteristiche tecniche dei sistemi satellite-sensori ottici MSS e TM (Tabella 4.3-a), diventa palese la netta inferiorità di risoluzione sia spettrale, sia geometrica del primo rispetto al secondo; anche le risoluzioni temporali e radiometriche sono minori per MSS rispetto al TM (Gomasasca, 1997).

Tabella 4.3-a: Caratteristiche spettrali dei sensori MSS e TM.

Satellite	Spectral resolution (μm)		Band
Landsat 1-3	MSS		
	Band 4:	0,50 0,60	Green
	Band 5:	0,60 0,70	Red
	Band 6:	0,70 0,80	Near IR
	Band 7:	0,80 1,10	Near IR
Landsat 4-5	MSS		
	Band 4:	0,50 0,60	Green
	Band 5:	0,60 0,70	Red
	Band 6:	0,70 0,80	Near IR
	Band 7:	0,80 1,10	Near IR
	TM		
	Band 1:	0,45 0,52	Blue
	Band 2:	0,52 0,60	Green
	Band 3:	0,63 0,69	Red
	Band 4:	0,76 0,90	Near IR
	Band 5:	1,55 1,75	Mid IR
	Band 6:	10,40 12,50	Thermal
	Band 7:	2,08 2,35	Mid IR

Tutte le immagini MSS acquisite sono state ricampionate con la tecnica Cubic Convolution, per mitigare gli effetti degli errori derivati dalle trasformazioni geometriche.

Con la supervisione del laboratorio GEOLAB dell'Università di Firenze sono state analizzate diverse combinazioni di bande al fine di selezionare quella più compatibile con l'esigenze fotointerpretative dello studio. La limitata risoluzione spettrale del sensore MSS, che non acquisisce nel campo del visibile tra μm 0.45-0.52, ha circoscritto la scelta relativa alla composizione delle bande. Inoltre le due bande dell'infrarosso dell'MSS



aggiungono informazioni utili per questa ricerca rispetto all'unica banda dell'infrarosso vicino del sensore TM. Ogni immagine è stata composta in falso colore 321, in ambiente Idrisi KilimanJaro Edition, e coregistrata su Datum WGS 84, sistema UTM 32N con il programma di conversione Traspunto, per ottenere una corrispondenza topologica con i DB CLC90 e Image90 prodotti in occasione di I&CLC2000. Si è scelto di convertire le immagini con traspunto invece che con l'apposito tools di Idrisi in quanto il primo fornisce risultati nettamente migliori, con errori di minore entità rispetto al secondo (Travaglini, 2004). Nella Tabella 4.3-b sono riportate le principali differenze tra i sensori MSS e TM; appare evidente come nessuno dei parametri fondamentali, sia omogeneo per entrambi i sensori. Ciò si traduce in una differenza sostanziale nella qualità delle immagini e delle possibilità d'interpretazione (Figura 4.3-a e 4.3-b).

Strumentazione MSS	Strumentazione TM
Risoluzione spettrale 4 bande	Risoluzione spettrale 7 bande
Risoluzione geometrica 79 m	Risoluzione geometrica 30 m
Periodo di rivedita 18g	Periodo di rivedita 16g
Quota 920 km	Quota 705 km
Strisciata 180 km	Strisciata 185 km
Scena 180 X 170 km	Scena 170 X183
RGB 321	RGB 453

Tabella 4.3-b - Principali differenze nelle caratteristiche operative tra i sensori MSS e TM.

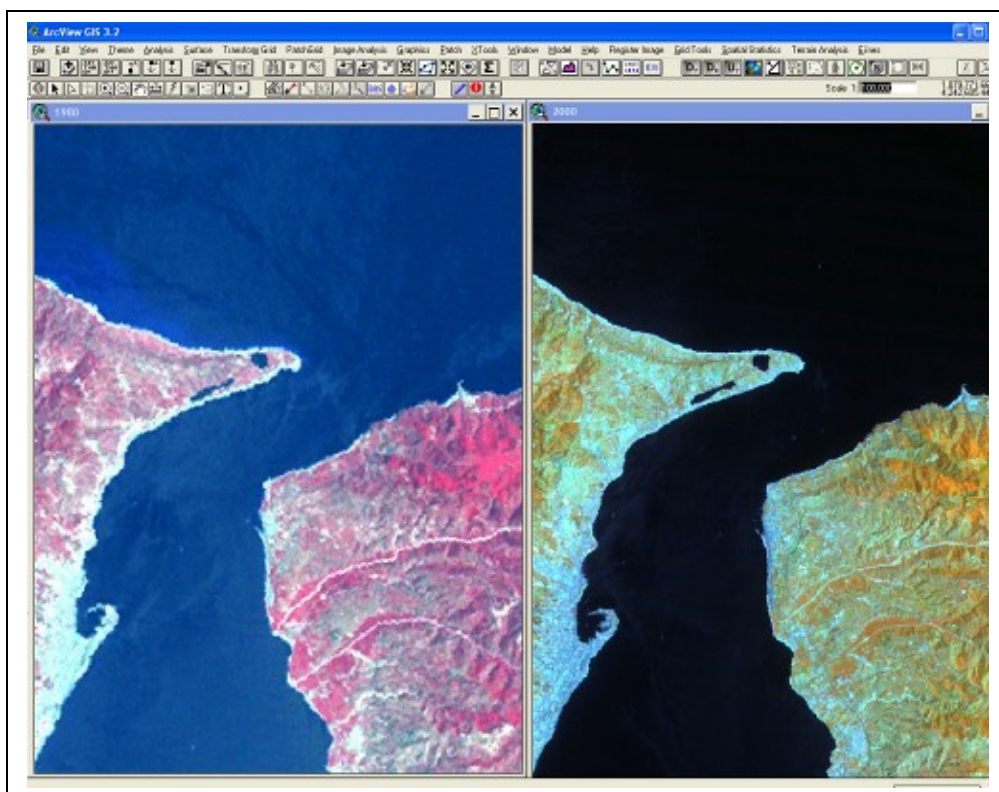


Figura 4.3-b - Ambiente multi windows: immagini Landsat MSS 1980 (RGB 321) e TM 1990 (RGB 453) (scala 1:100 000) dell'area dello stretto di Messina.

Le date di acquisizione delle immagini utilizzate per la produzione del CLC80 nelle province esaminate sono riportate nella Tabella 4.3-c.

Provincia	IMAGE	data di acquisizione	XMIN	YMIN	XMAX	YMAX	fuso
BE	p207r27	19790908	183739,50	5125696,50	415672,50	5349250,50	33
BE	p207r28	19790908	604228,50	4974190,50	826414,50	5187883,50	32
SI	p207r30	19720812	539533,50	4715011,50	779902,50	4939306,50	32
SI	p206r30	19790522	141559,50	4654135,50	372181,50	4876663,50	33
TE	p205r30	19760403	242050,50	4660690,50	466345,50	4883218,50	33
VV	p202r33	19770826	489202,50	4195969,50	709792,50	4409947,50	33
ME	p203r33	19720808	372067,50	4163536,50	614317,50	4389598,50	33
ME	p202r34	19770703	451126,50	4029757,50	671773,50	4244989,50	33
ME	p203r34	19790519	327721,50	4008781,50	551560,50	4224640,50	33

Tabella 4.3-c - Date di acquisizione delle coperture satellitari Landsat MSS usate nello studio.

4.4 Dati Ancillari

I dati ancillari, come già detto, hanno offerto un supporto fondamentale nella fase interpretativa. I layers informativi utilizzati sono di seguito brevemente elencati.

1. Progetto LaCoast 75 (LAnd cover changes in COASTal zones); il progetto ha prodotto una cartografia dell'uso/copertura del suolo all'anno 1975 delle fascia costiera in Europa, delimitata da un buffer di 10 Km dalla linea di costa (Figura 4.4-a); la cartografia deriva dalla interpretazione visuale di immagini MSS acquisite nel periodo 1975-1979. Il layer, distribuito in formato vettoriale, è proiettato su datum WGS 84 sistema 32N



Figura 4.4-a: Progetto LaCoast 75 in Italia.

(<http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC/research/endorsed/28-lacoast/lacoast.htm>).

2. Carta dell'uso del suolo della Toscana (scala 1:25.000) prodotta nel 1986 da fotointerpretazione del volo regionale 1975 (scala nominale 1:13.000) e riporto a vista dei limiti fotointerpretati sulle riprese del successivo volo regionale 1978 (scala nominale 1: 33.000). L'unità minima cartografata è pari a 5000m² (Regione Toscana-Giunta Regionale, 1986).

3. Carta Forestale del Veneto (scala 1:25.000); prevista dalla L.R. 52/1978, costituisce lo strumento descrittivo della realtà boscata veneta con finalità di supporto alla pianificazione degli interventi in ambito forestale e, più in generale, alle necessità di programmazione e di pianificazione territoriale; la carta è stata redatta negli anni 1981-1983, attraverso tecniche integrate di rilievo in campo delle formazioni forestali e tecniche tradizionali.

4. Ortofotocarta della provincia di Teramo (scala 1:10.000) prodotta dalla regione Abruzzo (1987) attraverso fotointerpretazione di riprese aeree del 1981.

4.5 Corine Land Cover 1980

La cartografia CLC per l'anno 1980 è stata derivata utilizzando come base geometrica la copertura CLC90 aggiornata nel progetto I&CLC2000 – essendo questa geometricamente coerente con il CLC2000 – modificandola laddove l'interpretazione delle immagini MSS e la cartografia tematica ancillare indicasse un uso del suolo all'anno 1980 differente rispetto al 1990.

Nella modifica della cartografia di base, sono state seguite le specifiche tecniche definite per il progetto I&CLC2000 (EEA 2002). Come già detto il cambiamento di uso e copertura del suolo (*change*) è definito come la transizione di una o più classi verso una nuova.

Il *change* può manifestarsi in due modalità:

- creazione di un nuovo poligono; questo tipo di *change* viene cartografato laddove il nuovo poligono abbia larghezza minima di 100m e superficie minima di 25 ha.
- ampliamento di un poligono già esistente; per cartografare questo tipo di *change*, la superficie interessata deve avere una superficie accorpata maggiore di 5 ha ed una larghezza minima di 100m lineari.

Le difficoltà interpretative che possono emergere nella rilevazione e mappatura dei cambiamenti derivanti dalle transizioni tra le diverse classi di copertura del suolo sono molteplici; tuttavia esse sono sempre riconducibili ad una casistica limitata, nella quale si inquadrano *change* definiti semplici (ove sono coinvolte due sole classi di copertura del suolo, una in fase di espansione e l'altra in fase di contrazione; Figura 4.5-a) e dei *change* definiti complessi (le classi di copertura del suolo coinvolte nella transizioni sono molteplici; Figura 4.5-b).

Esistono inoltre delle situazioni in cui le aree da aggregare a poligoni di maggiori dimensioni contermini non sono di facile attribuzione; per questi casi, le specifiche tecniche definiscono dei criteri decisionali d'attribuzione basati su un ranking delle classi CLC: maggiore è il peso indicato, minore sarà la sua priorità d'attribuzione (Figura 4.5-c).

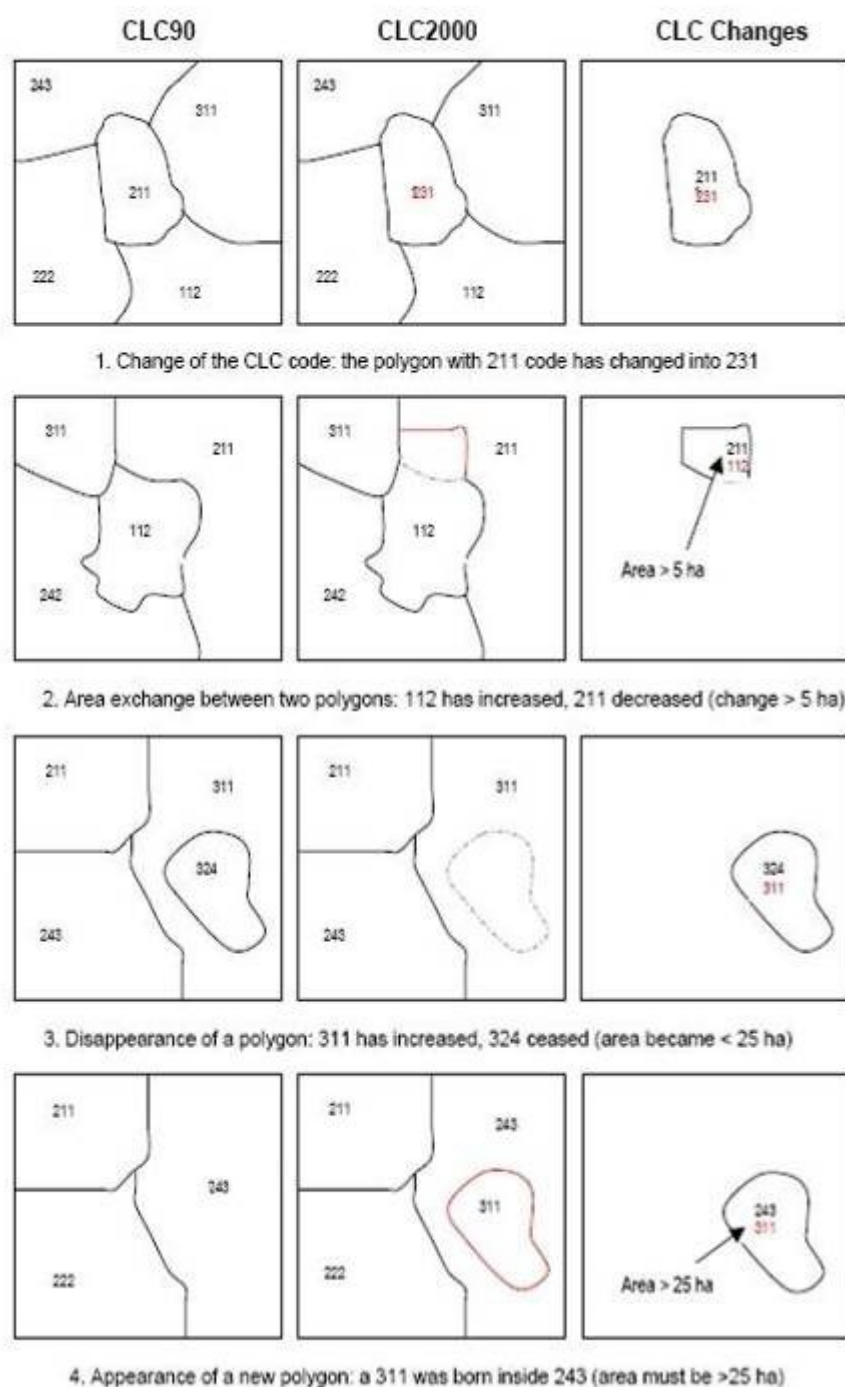
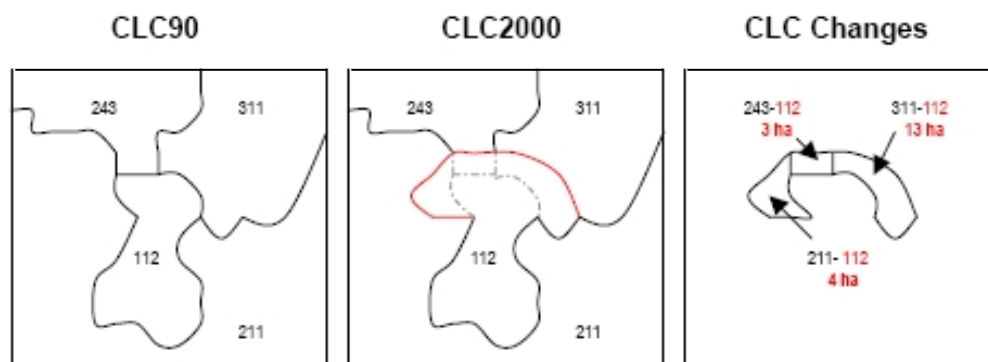
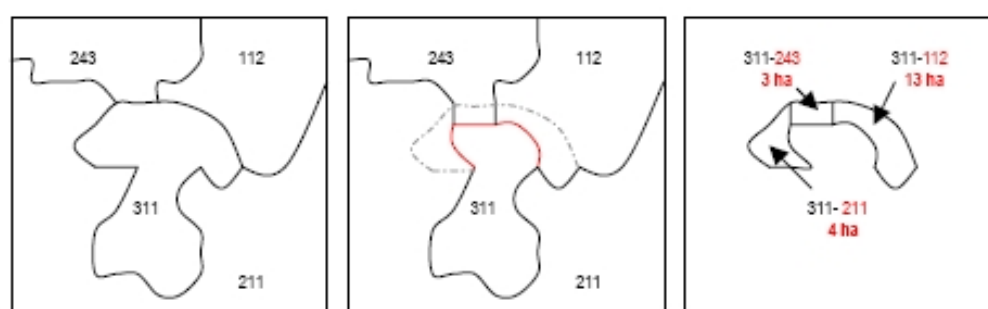


Figura 4.5-a - Esempi di change semplici (EEA, 2002 Corine Land Cover Update, I&CLC2000 project, Technical Guideline).



Example 1:

Total increase of a polygon (> 5 ha) can include several contiguous elementary changes, some of them smaller than 5 ha. The example illustrates the growing of a settlement.



Example 2:

Total decrease of a polygon (> 5 ha) can include several contiguous elementary changes, some of them smaller than 5 ha. The example illustrates the shrinking of a forest.

Figura 4.5-b - Esempi di change complessi (EEA, 2002 Corine Land Cover Update, I&CLC2000 project, Technical Guideline).

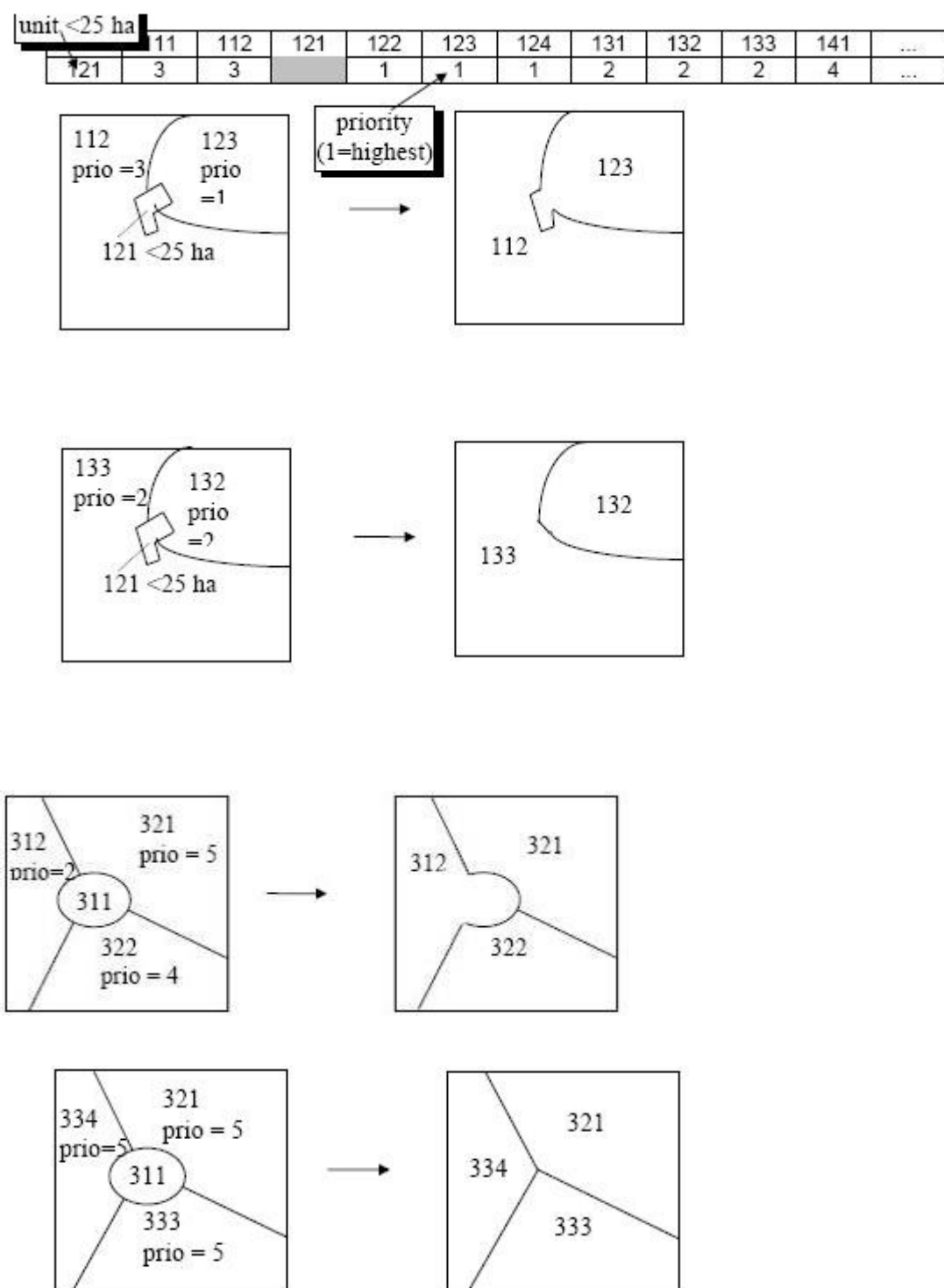


Figura 4.5-c - Esempio di attribuzione della classe di copertura CLC in base alla Tabella delle priorità (EEA, 2002 Corine Land Cover Update, I&CLC2000 project, Technical Guideline).

4.5.1 Esempi di regole operative

La derivazione del CLC80 è stata realizzata in ambiente ARCVIEW 3.2 sovrapponendo, mediante overlay, il DB CLC90 alle immagini storiche MSS; si è operato in un ambiente multi windows, in cui sono state caricate anche le immagini Landsat 90 e il relativo DB CLC90, come raccomandato nelle specifiche tecniche per l'aggiornamento del CLC2000 (Figura 4.5-d).

Postulato 13 – Utilizzo delle immagini storiche e di quelle nuove durante la fase di interpretazione.

- Durante la fase di fotointerpretazione l'utente deve controllare l'immagine storica e quella nuova in ogni momento dell'analisi.
- E' raccomandato l'utilizzo di un ambiente di lavoro *multiwindows*.
- L'utilizzo di una singola immagine a tutto schermo è suggerita solo durante l'aggiornamento geometrico dei poligoni

Figura 4.5-d – Specifiche tecniche relative alle modalità di derivazione dei cambiamenti (PerdigãoV. Annoni A 1997: Technical and methodological guide for updating CORINE land cover data base).

Anche per quanto riguarda le scale da adottare durante la fase di fotointerpretazione a video, sono state applicate le disposizioni indicate nelle specifiche tecniche del progetto I&CLC2000: scala per le indagini preliminari di 1:100.000, scala di digitalizzazione 1:50.000 e scala non più grande di 1:25 000 per le analisi di dettaglio. In questo studio, le analisi di dettaglio sono state effettuate ad una scala di lavoro di 1:30.000 (Figure 4.5-e, 4.5-g, e 4.5h).

Postulato 14 – Scale di lavoro.

Durante la fase di fotointerpretazione l'utente è libero di scegliere la migliore scala di lavoro per analizzare l'immagine ed i dati, ma deve tenere in considerazione le seguenti regole e suggerimenti:

REGOLA : le analisi preliminari delle immagini e del DB devono essere effettuati ad una scala 1/100 000;

REGOLA : durante la fase di digitazione deve essere adottata una scala di 1/50000;

SUGGERIMENTO : le analisi di dettaglio possono essere condotte ad ogni scala possibile, ma è vivamente raccomandato di non utilizzare scale maggiori di 1/25 000

Figura 4.5-e – Specifiche tecniche sulle scale di lavoro (PerdigãoV. Annoni A 1997 Technical and methodological guide for updating CORINE land cover data base).

Sulla base dell'esperienza pregressa maturata dall'EEA su altri lavori incentrati sull'analisi delle variazioni dell'uso/copertura del territorio intorno agli anni '80 (progetto La COAST 1975), si è cercato di omologare i criteri di discriminazione dei fotointerpreti sul concetto di soglia di copertura artificiale nel complesso dei fabbricati urbani; CORINE land cover technical guide – Addendum 2000, evidenzia al §. 3 Characteristics of the CORINE land cover classes, tra le altre cose, i parametri da utilizzare come riferimento, fig. 4.5-f sottostante.

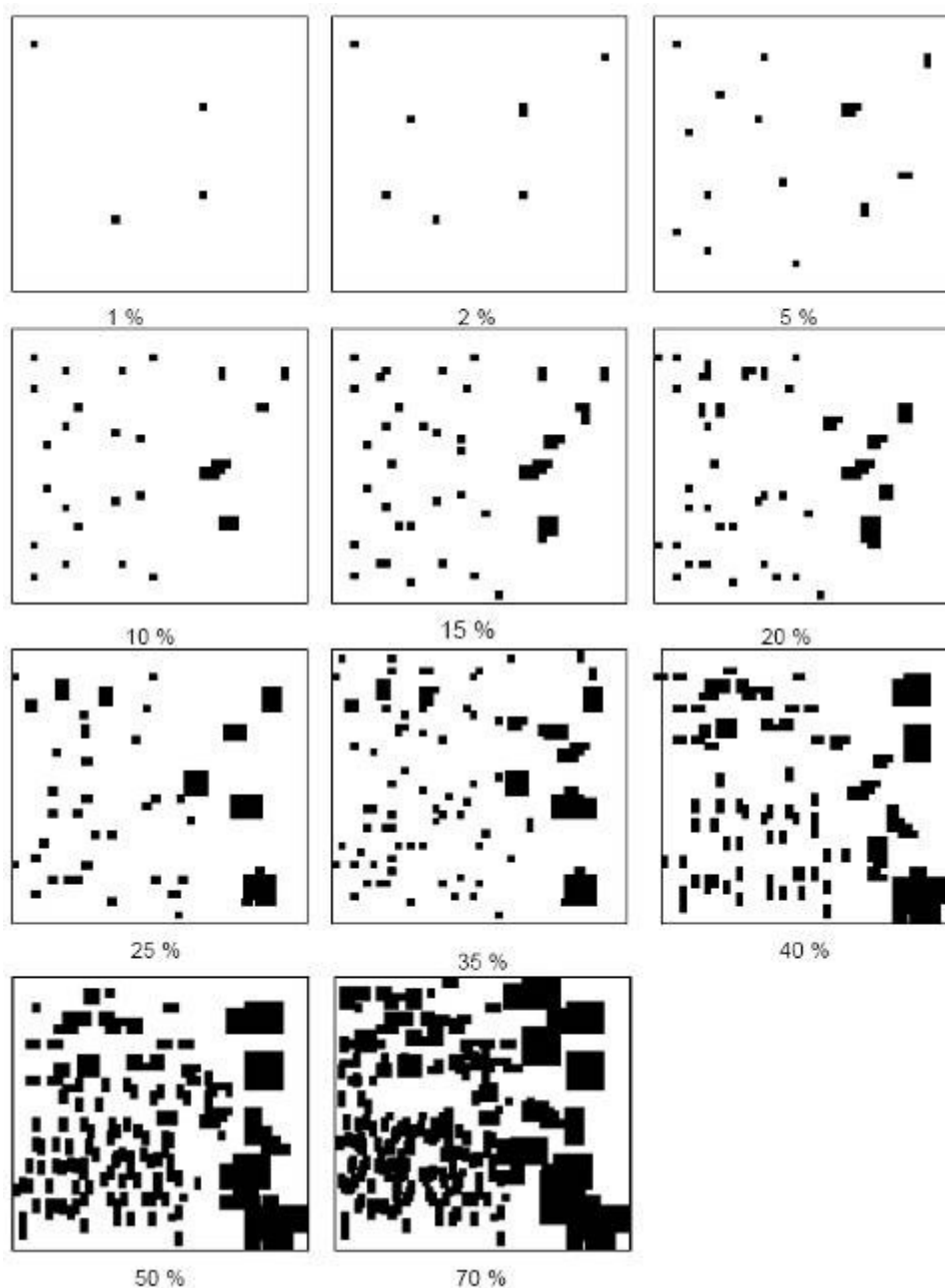


Figura 4.5-f: CORINE Land Cover Technical guide – Addendum 2000, differenti livelli di densità dei fabbricati urbani.

Si sono fotointerpretati tutti i poligoni del DB CLC90 ricadenti entro i confini delle 5 province selezionate. In questa fase si è dimostrato fondamentale l'ausilio dei dati ancillari, senza i quali non sarebbe stata realizzabile la ricodifica del DB utilizzato come base, a causa della limitata risoluzione geometrica del sensore MSS. Nelle figure 4.5-h e 4.4.5-i sono riportati esempi di visualizzazione alle scale di lavoro 1:100.000 e 1:30.000.

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

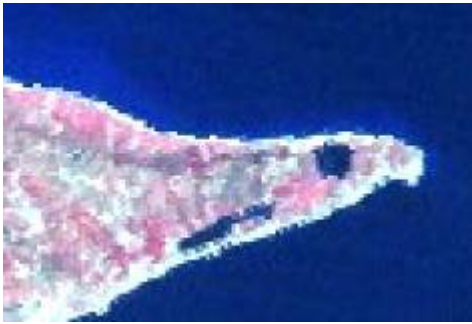
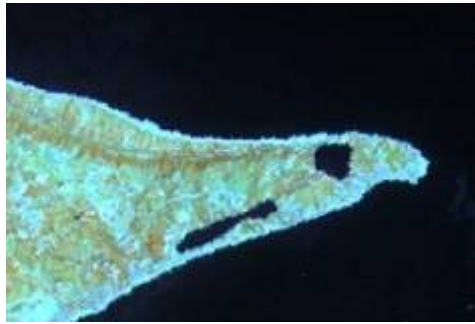
Scala di lavoro	MSS 1980	Landsat 2000
1/100.000		
1/50.000		
1/30.000		

Figura 4.5-g - Scale di lavoro adottate durante la fase fotointerpretativa, dettaglio stretto di Messina.

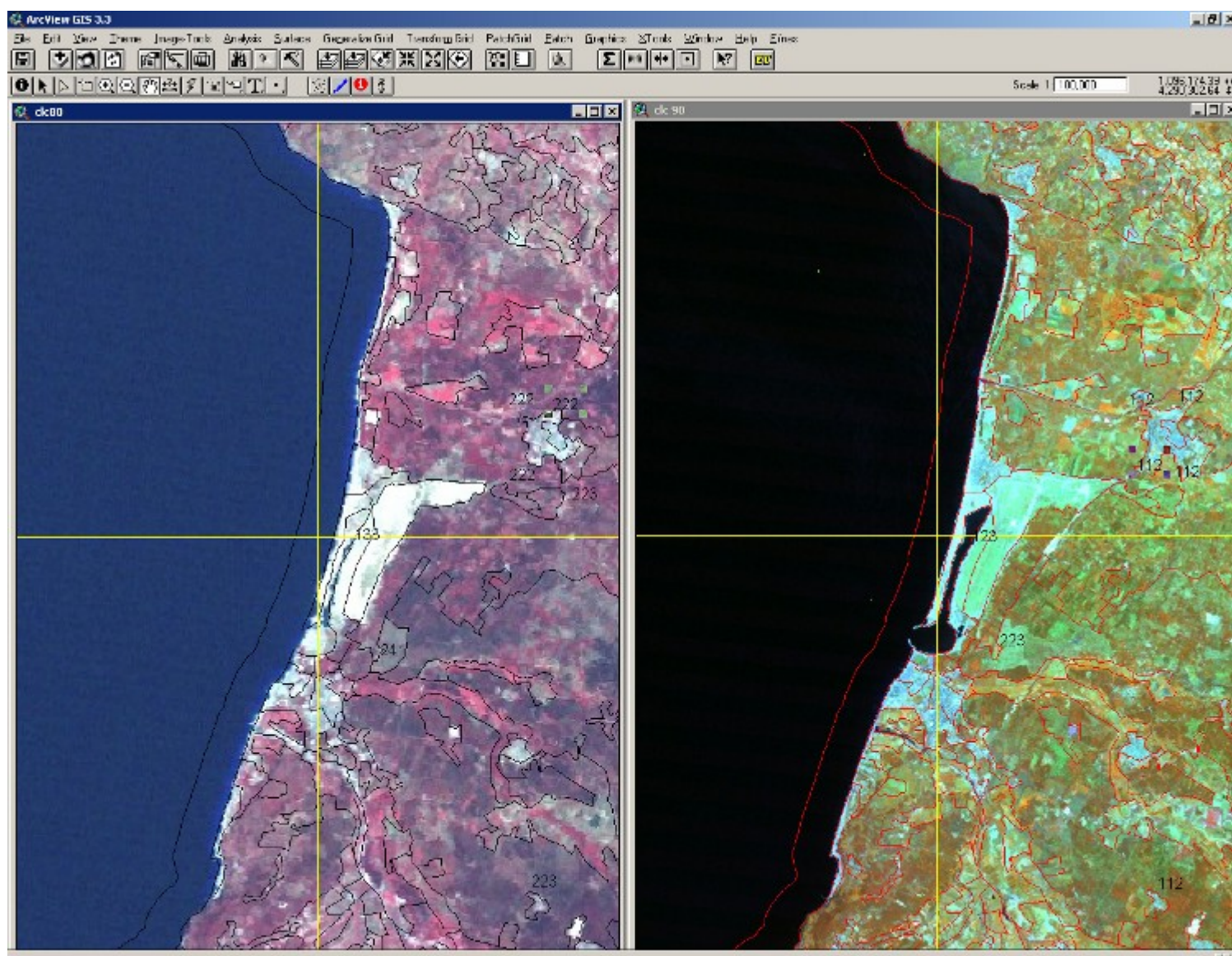


Figura 4.5-h - Scala di lavoro 1:100 000 in ambiente multiwindows, dettaglio dell'area portuale di Gioia Tauro (RC).

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

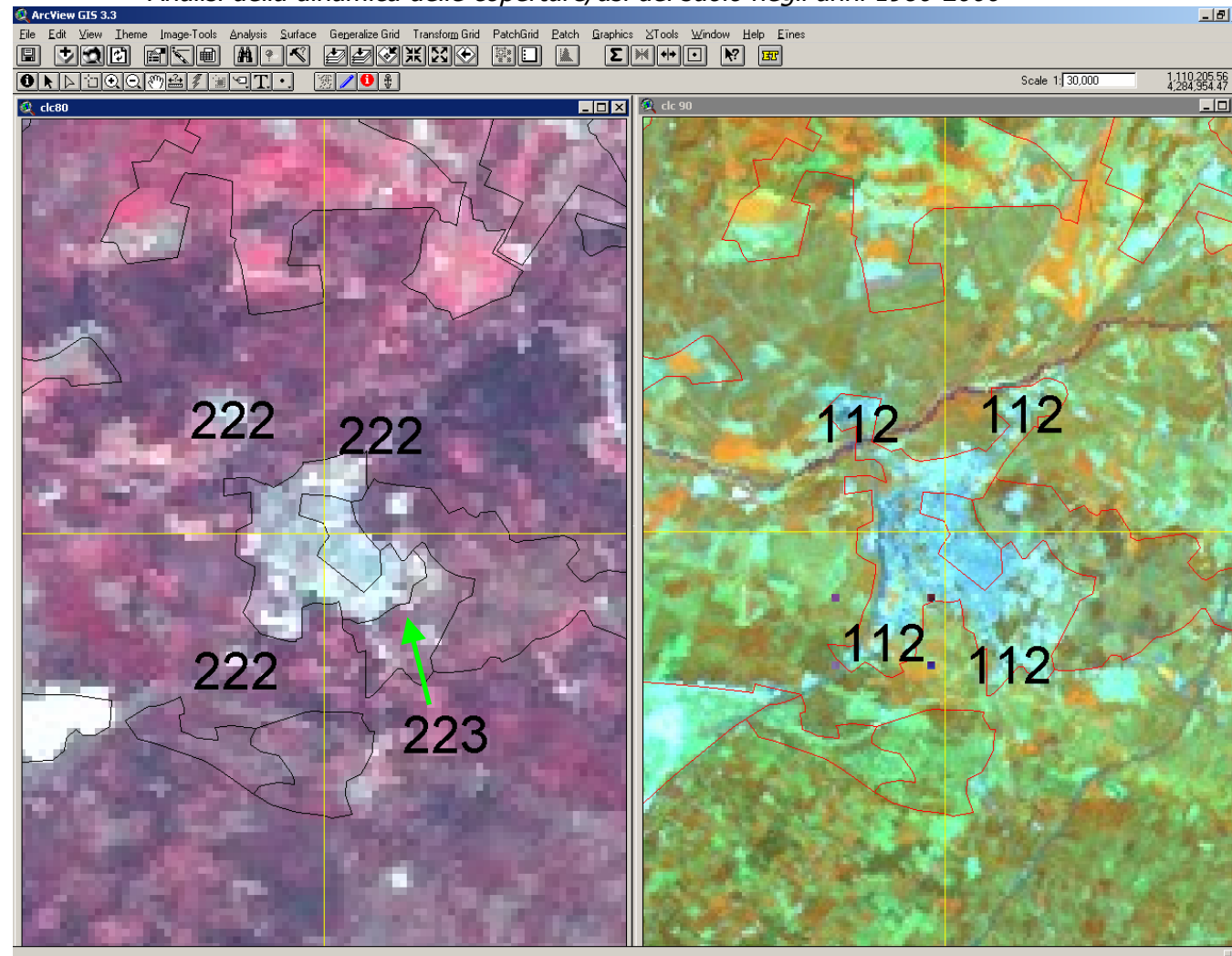


Figura 4.5-i - Scala di lavoro 1:30 000, dettaglio espansione urbana;

transizione da aree destinate alla coltura arborea, CLC 2.2.2 e 2.2.3 , verso zone urbanizzate, CLC 1.1.2 .

4.6 Land and Ecosystem ACcounts e Land Cover Flows

4.6.1 Land and Ecosystem ACcounts: analisi delle dinamiche di trasformazione territoriale

La metodologia *Land and Ecosystem ACcounts* (LEAC) è stata sviluppata dal Topic Centre on Terrestrial Environment dell'EEA (EEA, 2006) per ottenere da cartografie CLC, relative a periodi differenti, le seguenti informazioni:

- gli stock disponibili per ciascuna classe di copertura alle date di riferimento;
- dati di facile lettura sulle dinamiche di trasformazione territoriale in un determinato periodo d'osservazione.

Alla base dell'approccio di LEAC è l'idea di quantificare le trasformazioni delle coperture del territorio nel tempo attraverso una matrice di transizione nella quale si descrivono i trasferimenti da e verso le categorie di uso e copertura del territorio in due distinti periodi di riferimento; per rendere più immediata la lettura delle matrici, i dati sono presentati in forma di flusso (Figura 4.6-a).

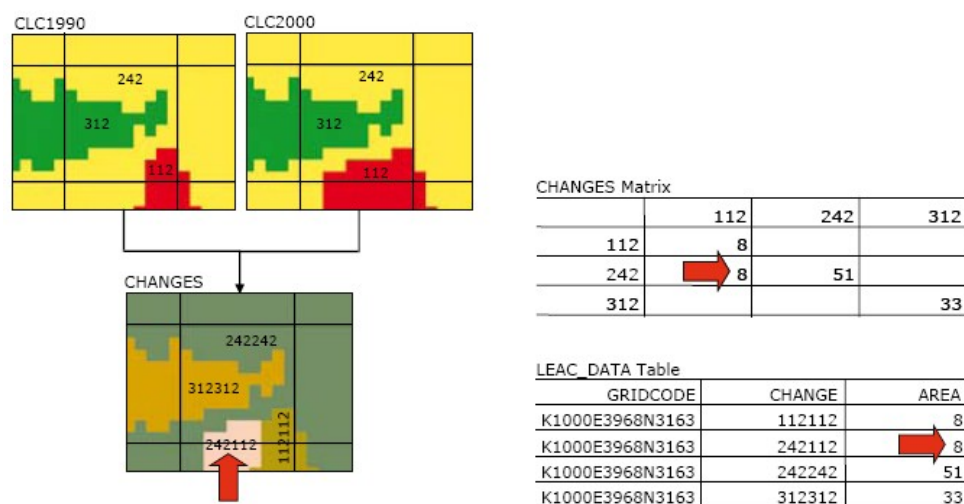


Figura 4.6-a: EEA 2006, Land accounts for Europe 1990–2000

L'approccio LEAC è utile a descrivere come gli stock degli usi e coperture del suolo di un territorio cambino nel tempo in modo costante e

sistematico e quali siano le reciproche relazioni di trasformazione. Poiché l'estensione complessiva di un territorio non può, in generale, essere ampliata o ridotta – con le eccezioni notevoli quali erosione ed accrescimento litoranei – il cambiamento delle coperture territoriali può essere caratterizzato in termini di tipi differenti di flussi fra coperture territoriali diverse. Un punto focale dei LEAC è, quindi, la comprensione del modo con cui gli stock delle tipologie di uso/copertura del territorio subiscono le trasformazioni nel tempo.

Nel sistema LEAC le 44 classi CLC di III livello sono aggregate in 8 classi (Tabella 4.6-a) caratterizzate da gradi differenti di impermeabilizzazione del suolo o intensità di coltivazione (nel caso delle superfici artificiali e agricole utilizzate) o riferibili a differenti fisionomie di ecosistema o copertura del suolo (nel caso dei territori boscati e ambienti seminaturali e zone umide e corpi idrici).

LEAC code		Corine code
1	Artificial surfaces	1.
2A	Arable land & permanent crops	2.1+2.2+2.4.1
2B	Pastures & mixed farmland	2.3+2.4.2+2.4.3+2.4.4
3A	Forests and transitional woodland shrub	3.1+3.2.4
3B	Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation	3.2.1+3.2.2+3.2.3
3C	Open space with little or no vegetation	3.3
4	Wetlands	4.
5	Water bodies	5.

Tabella 4.6-a – Accorpamenti delle classi CLC utilizzati nella metodologia LEAC (EEA, 2006).

4.6.2 Land Cover Flows

Una delle tematiche più importanti nella analisi del territorio a tutte le scale di osservazione è la distinzione tra *uso e copertura* del suolo.

Secondo Di Gregorio e Jansen (2000), la copertura del territorio può essere descritta come l'insieme degli attributi biofisici osservabili sulla superficie terrestre, mentre secondo Duhamel (1998), seguendo un approccio di tipo funzionale, l'uso del territorio consiste nella descrizione delle terre in base alla loro destinazione socio-economica (agricole, residenziale, ecc.). Il legame funzionale tra la copertura e l'uso del suolo, è in molti casi, ma non sempre, possibile per inferenza (di Gennaro, 2005); così avviene nel sistema CLC dove è evidente che in alcune classi, specialmente agricole e urbane, alle etichette si associano gli usi (EEA, 2006).

I cambiamenti nell'assetto spaziale della copertura del suolo sono determinati da processi locali di formazione/consumo di superfici attribuibili a vari processi di trasformazione territoriale. La classificazione Land Cover Flows (LCFs) mediante la costruzione di matrici di transizione tra le classi CLC avvenute nel periodi di riferimento consente di individuare, secondo criteri oggettivi, i principali processi di trasformazione territoriale (EEA, 2006).

La classificazione LCFs è di tipo gerarchico; le 1892 possibili transizioni tra le 44 classi CLC sono ricondotte a 9 principali categorie di flussi (Tabella 4.6-b), successivamente articolate in flussi di dettaglio al II e III livello.

I LCFs rappresentano il primo tentativo di rendere esplicite le dinamiche di trasformazione territoriale attraverso una sistema codificato e armonizzato a livello europeo, a partire da dati di input derivanti dal periodico aggiornamento della cartografia CLC.

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

Land Cover Flows I° Livello		
LCF1	Urban land management	Trasformazione interna di aree urbane
LCF2	Urban residential sprawl	Espansione degli ambienti urbanizzati (CLC 1.1.1 e 1.1.2), con estensione alle zone portuali
LCF3	Sprawl of economic sites and infrastructures	Espansione delle aree commerciali e produttive, con estensione agli impianti sportivi
LCF4	Agriculture internal conversions	Conversione tra forme di agricoltura diverse
LCF5	Conversion from other land cover to agriculture	Espansione degli ambienti agricoli
LCF6	Withdrawal of farming	Abbandono delle fattorie o di altre attività agricole con la formazione di boschi e/o ambienti naturali
LCF7	Forests creation and management	Creazione e gestione dei territori boscati ottenuti tramite reimpianto. La conversione degli arbusti (classe CLC 3.2.4), verso habitat boschivi è convenzionalmente compresa, mentre l'eventuale passaggio da aree agricole abbandonate è da attribuire a LCF6
LCF8	Water bodies creation and management	Creazione e gestione dei corpi idrici
LCF9	Changes of Land Cover due to natural and multiple causes	Cambiamenti dell'uso del suolo dovuti a processi non necessariamente legati all'intervento antropico

Tabella 4.6-b - Nomenclatura LCFs, classi di I° livello (EEA, 2006).

*4.6.2.1 Individuazione dei LCFs responsabili dei mutamenti nell'assetto
spaziale della copertura forestale*

Nella presente ricerca, la metodologia LCFs è stata applicata per individuare le dinamiche di trasformazione territoriale alla base dei cambiamenti nell'assetto spaziale delle superfici forestali nelle provincie in esame nel ventennio 1980-2000; tali cambiamenti sono determinati da processi locali di formazione/consumo di superfici forestali attribuibili a vari processi di trasformazione dell'uso del suolo: espansione del bosco in aree agricole abbandonate, evoluzione di arbusteti in aree forestali, conversione di superfici forestali in aree agricole ecc.

L'analisi sui flussi di transizione è stata condotta prendendo in considerazione le aree interessate da cambiamenti nelle superfici forestali nel periodo 1980 e 2000 analizzando le transizioni identificate nel confronto delle coperture geometriche del territorio forestale.

Sono state costruite delle unità d'analisi esagonali di 350 ha (Figura 4.6-b), all'interno delle quali sono state esaminate le transizioni di uso e copertura del suolo che hanno interessato la copertura forestale identificata con le classi *Corine* 3.1 forest. Per ogni unità d'analisi sono state identificati i LCFs dominanti, ovvero le tipologie di trasformazione territoriale che hanno interessato almeno il 60% della superficie complessiva interessata dal cambiamento nell'unità.

Una volta ottenuto il valore della transizione dominante all'interno di una determinata unità d'analisi, sono state codificate secondo la nomenclatura dei LCFs (EEA, 2006).

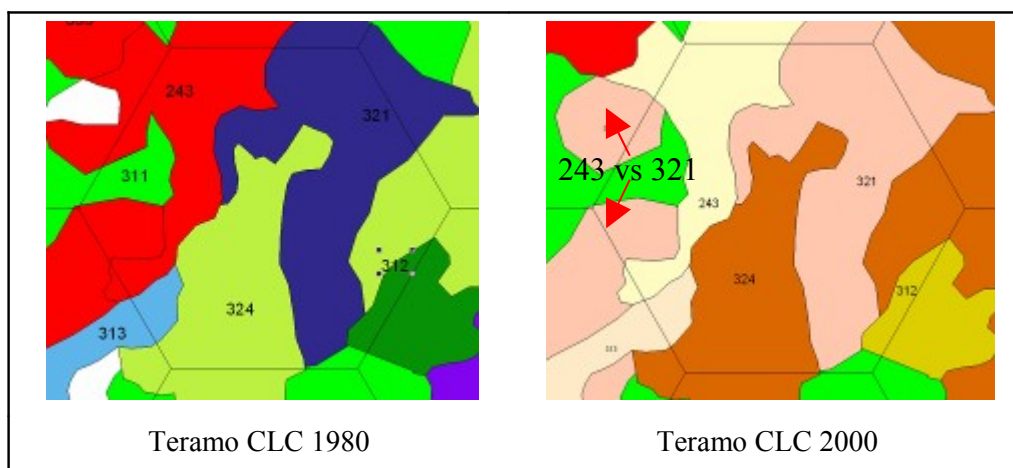


Figura 4.6-b – Esempio di unità d’analisi utilizzate per l’individuazione dei LCFs relativi alle superfici forestali.

4.7 Analisi delle classi strutturali

4.7.1 Cenni sulla frammentazione ambientale

La frammentazione degli ambienti naturali è attualmente considerata una tra le principali minacce di origine antropica alla diversità biologica (Wilcove *et al.*, 1986; Wilson, 1993; Dobson *et al.*, 1999; Henle *et al.*, 2004). La distruzione e la trasformazione degli ambienti naturali, la loro riduzione in superficie e l'aumento dell'isolamento influenzano, infatti, la struttura e la dinamica di popolazioni e specie animali e vegetali sensibili, fino ad alterare i parametri di comunità, le funzioni ecosistemiche e i processi ecologici.

Per frammentazione ambientale si intende quel processo dinamico di origine antropica attraverso il quale un'area naturale, o più precisamente una determinata tipologia ambientale definibile "focale" (Villard *et al.*, 1999), subisce una suddivisione in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli ed isolati. Il processo di frammentazione interviene su una preesistente eterogeneità naturale (definita *patchness*) portando alla giustapposizione di tipologie ecosistemiche, di tipo naturale, seminaturale, artificiale, differenti strutturalmente e funzionalmente fra di loro.

Secondo la definizione più complessa fornita da Bennett (1999), la frammentazione provoca una "alterazione dei *pattern* di habitat in un paesaggio attraverso il tempo".

Secondo Opdam *et al.* 1994 un determinato habitat, originariamente distribuito senza soluzione di continuità, può essere gradualmente suddiviso in frammenti di dimensioni sempre più limitate (Fig. 4.7a), separati da una matrice nella quale le specie strettamente legate a questo habitat non possono compiere il loro ciclo vitale, né disperdersi.

La riduzione fisica degli habitat e la frammentazione, sono identificate come le concause di maggiore frequenza di perdita di biodiversità (Bailey S., 2007).

Farina (2001) riporta alcune tipologie e fasi differenti della frammentazione (Fig. 4.7a).

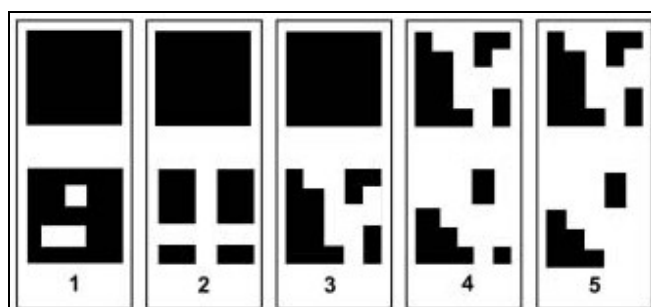


Figura 4.7a: Modalità di passaggio da uno stadio relativamente più omogeneo a uno più frammentato (da Battisti, 2004). 1) perforazione (*perforation*); 2) dissezione (*dissection*); 3) frammentazione in senso stretto (*fragmentation*); 4) riduzione delle dimensioni dei frammenti (*shrinkage*); 5) riduzione delle dimensioni e del numero dei frammenti (*attrition*).

Il processo di frammentazione può interessare differenti tipologie ecosistemiche terrestri (ad esempio foreste, praterie, ambienti steppici, zone umide e costiere). Esso tuttavia non risulta distribuito casualmente nello spazio: le aree più favorevoli alle attività umane come ad esempio le zone pianiziarie e costiere, sono state e vengono attualmente trasformate e frammentate per prime e con un'intensità maggiore (Saunders *et al.*, 1991; Orians e Soulé, 2001, Battisti, 2004). Bologna (2002) elenca, a tal proposito, alcune tipologie che, in Italia, risultano maggiormente sensibili a questo processo: gli ambienti costieri dunali e retrodunali, i boschi montani maturi, le formazioni steppiche mediterranee, gli ecosistemi igrofilo di pianura (in Battisti, 2004).

Gli effetti della frammentazione sulla diversità biologica sono molteplici e complessi; la loro entità dipende da numerose variabili fra cui il contesto territoriale/geoGrafico di riferimento, la tipologia ambientale interessata, l'estensione e conFigurazione della superficie degli habitat residui, il grado

di connessione fra questi, la distanza da altre tipologie ambientali, il tempo intercorso dall'inizio del processo (Farina, 2001).

In generale, il processo di frammentazione determina (Carrol 1994, Bennet, 1999, Blasi 2002):

- perdita o di habitat nel territorio;
- riduzione di un tipo di habitat;
- suddivisione dell'habitat in superfici più piccole o più isolate in una matrice territoriale di origine antropica.

La frammentazione di un habitat ed il conseguente aumento dell'eterogeneità spaziale porta inizialmente ad un aumento del numero di specie, a lungo andare però cominciano a diminuire quelle tipiche degli habitat preesistenti, mentre aumentano quelle legate ad una elevata capacità dispersiva e di colonizzazione, opportunistiche, tipiche degli ambienti di margine (Harris e Silva Lopez, 1992; Battisti, 1999).

È stato descritto anche un impatto della frammentazione sulla rinnovazione forestale. Nei frammenti residui la mortalità proporzionalmente maggiore degli alberi, per cause legate all'effetto margine, può provocare una riduzione della produzione di semi rispetto ad aree non frammentate. Inoltre, nelle aree residue, gli individui di alcune specie animali generaliste, provenienti dalla matrice trasformata limitrofa, possono utilizzare i semi di alcune specie forestali come risorsa trofica, con una conseguente riduzione della quantità di semi presenti sul soprassuolo e del tasso di germinazione in situ di queste specie vegetali, con una rapida riduzione della loro densità rispetto ad aree non frammentate (Benitez-Malvido, 1998, Battisti, 2004).

Gli effetti negativi della frammentazione possono essere mitigati attraverso il progressivo ripristino di condizioni di continuità fisico-territoriale tra i frammenti isolati; la contiguità tra gli habitat naturali è infatti una caratteristica utile a garantire anche una maggiore possibilità di dispersione alle specie più vulnerabili ai processi di frammentazione (Gariboldi, 1999; Romano, 2001).

La riduzione della frammentazione può determinarsi sia per processi naturali – es. ricolonizzazione di aree agricole abbandonate a partire dal mantello di formazioni forestali limitrofe sia per via artificiale attraverso interventi di rimboschimento.

È oggi possibile monitorare e quantificare gli effetti di tali processi attraverso specifiche metodologie d'analisi spaziale.

4.7.2 Analisi dell'assetto spaziale della copertura forestale

Già nel 1967 Matheron aveva sperimentato alcune applicazioni per lo studio del *pattern* spaziale basate su filtri morfologici. Sulla scia di questi studi, Vogt (2006) ha sviluppato un algoritmo automatico di classificazione di mappe raster della copertura forestale basato su una sequenza logica di operazioni di intersezione, complementazione, e traslazione, e sull'utilizzo di operatori geometrici definiti "structuring elements" (SE), dei quali sono in precedenza definiti le dimensioni e la forma.

L'algoritmo di classificazione è implementato all'interno del software GUIDOS (Graphical User Interface for the Detection of Objects and Shapes) disponibile con un interfaccia online ([http://forest.jrc.it/biodiversity/Online_Processing/Vogt et al., 2006](http://forest.jrc.it/biodiversity/Online_Processing/Vogt%20et%20al.,%202006)).

I dati di input sono state le mappe di copertura del suolo degli anni 1980 e 2000 di ogni provincia in formato raster (pixel 1 ha). Ogni mappa è stata preventivamente riclassificata con un codice binario con il quale si sono distinte due classi di copertura del territorio (Figura 4.7b):

1. forest: comprensiva delle classi di uso/copertura del suolo CLC 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3;
2. non forest: comprensiva di tutte le classi di uso/copertura del suolo non comprese nella classe forest.

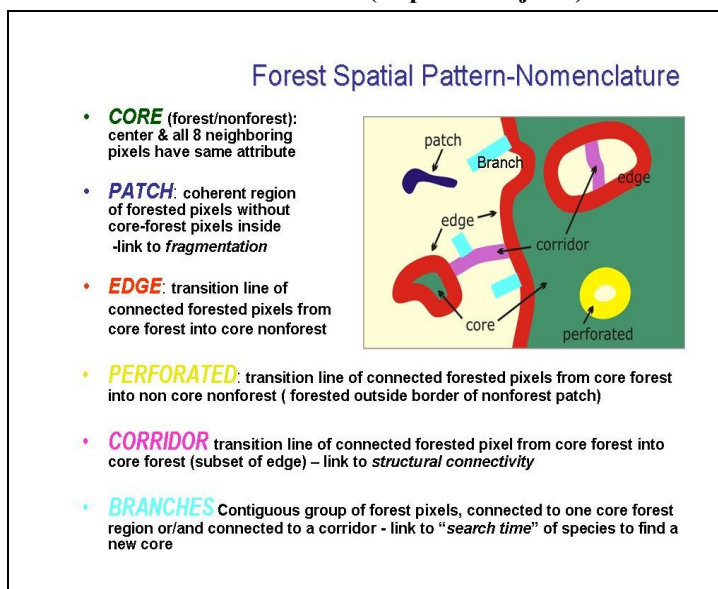
L'algoritmo di GUIDOS permette di attribuire in modo univoco le superfici forestali presenti in un determinato mosaico paesistico alle seguenti classi strutturali:

- nucleo (*core*): superficie forestale sufficientemente estesa da poter essere suddivisa in una area di margine, di transizione con la matrice esterna, e in

un settore interno, detto nucleo, ove gli effetti dovuti alla matrice esterna non intervengono o agiscono in misura minima; rappresenta la tipologia strutturale di maggior rilevanza per la conservazione della biodiversità forestale, sia vegetale che animale (es. conservazione di specie animali poco vagili e stenoecie legate in modo esclusivo ad habitat forestali);

- macchia (*patch*): superfici forestali isolate di dimensione troppo piccola per contenere aree nucleo;
- margine (*edge*): superficie perimetrale esterna della foresta di transizione tra il bosco e le superfici contermini;
- ramo (*branch*): ramificazione lineare della superficie forestale innestata su aree nucleo;
- corridoio (*corridor*): fascia boscata di collegamento tra aree nucleo.
- perforazione (*perforated*): superficie perimetrale interna della foresta in corrispondenza di perforazioni della superficie forestale (cf. anche Figura 4.7-a).

Figura 4.7-b: classi strutturali per la classificazione dell'assetto spaziale utilizzate nel software GUIDOS (<http://forest.jrc.it>)



Da un punto di vista tecnico, l'elaborazione si basa sull'impiego di due diversi operatori SE (Figura 4.7-c):

- SE1 che prende in considerazione gli 8 pixel vicini a quello centrale;

- SE2 che prende in considerazione i 4 pixel vicini a quello centrale.

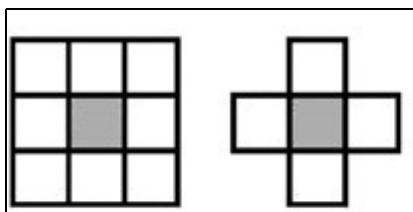


Figura 4.7-c: Vogt 2006a- Structuring elements SE1 e SE2.

Con questa metodologia si definisce la connettività nelle 4 direzioni cardinali e si utilizzano gli operatori nei processi di contrazione e di espansione della superficie. Il processo di costruzione delle mappe passa quindi attraverso 4 steps successivi (Figura 4.7-d):

Step 1: Detect core forest, nel quale si determinano i pixel core, l'operatore definisce i pixel in cui quello centrale rimane completamente compreso da altri pixel forestali. I rimanenti sono candidati ad essere inseriti nella altre classi, edge patch, branch e corridors;

- Step 2: Detect patch forest, nel quale si determinano i pixel che non contengono aree core;

- Step 3: Detect edge forest nel quale si identificano i pixel di margine delle aree core a partire dai processi di dilatazione della aree non forest in tutte le direzioni con SE1;

- Step 4: Detect perforated forest, questo processo avviene per sottrazione dalle aree forestali di tutti i pixel precedentemente identificati.

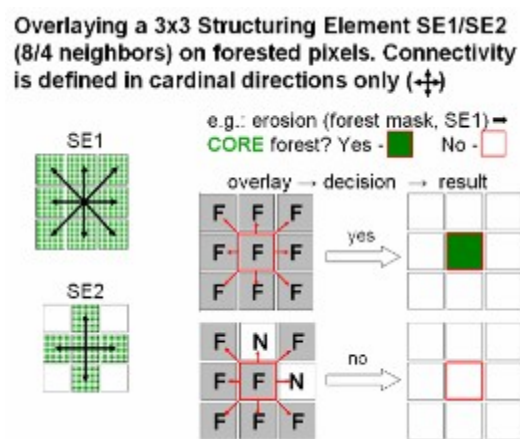


Figura 4.7-c: <http://forest.jrc.it>

I risultati della classificazione in classi strutturali ha permesso di quantificare in modo oggettivo il livello di frammentazione della superficie forestale e le sue variazioni nel tempo a scala provinciale: a parità di superficie forestale, la frammentazione è infatti positivamente correlata con l'aumento della quota di patch e di edge sul totale della superficie forestale provinciale e/o al diminuire delle strutture di collegamento (corridor) tra core areas.

Le variazioni nell'assetto spaziale della copertura forestale nel periodo esaminato sono state ulteriormente quantificate per ogni provincia attraverso i seguenti indicatori:

- variazioni della superficie relativa delle classi strutturali;
- variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle core areas.

I risultati ottenuti verranno presentati e discussi nei capitoli a seguire.

5. RISULTATI

5.1 Principali dinamiche di trasformazione territoriale nelle province analizzate

5.1.1 Assetto territoriale e variazioni nel tempo

Le province esaminate rappresentano territori eterogenei sotto il profilo dell'assetto complessivo degli usi e coperture del suolo a scala provinciale; per evidenziare queste differenze si riporta nei grafici 5.1a-e un confronto della ripartizione, negli anni di riferimento, delle classi CLC di primo livello.

Attraverso questa macroaggregazione delle classi CLC è possibile identificare differenze e similitudini nell'assetto territoriale:

- a Belluno l'ossatura principale del mosaico territoriale è costituita da territori boscati e ambienti seminaturali (85%);
- a Siena e Vibo Valentia le superfici agricole costituiscono il 55-60% del territorio provinciale, mentre i territori boscati e gli ambienti seminaturali ricoprono oltre un terzo della superficie provinciale;
- a Teramo e a Messina, i territori boscati e gli ambienti seminaturali costituiscono il 50-60% del territorio provinciale e le superfici agricole oltre un terzo della superficie provinciale.
- fin dal 1980 il territorio urbanizzato ha incidenza crescente andando dal nord al sud d'Italia (1,30% a Belluno, 3,2% a Messina).

In linea generale, le dinamiche di trasformazione territoriale non hanno mutato l'assetto territoriale complessivo, sebbene si possano notare alcune differenze tra le province:

- nelle province dell'Italia centro-settentrionale (Belluno, Siena e Teramo) presentano variazioni percentuali nella superficie delle singole classi CLC di primo livello inferiori all'1%.

- nelle province dell'Italia meridionale (Vibo Valentia e Messina) le superfici artificiali e agricole si sono trasformate in modo più intenso, registrando variazioni assolute tra il 2-3%.

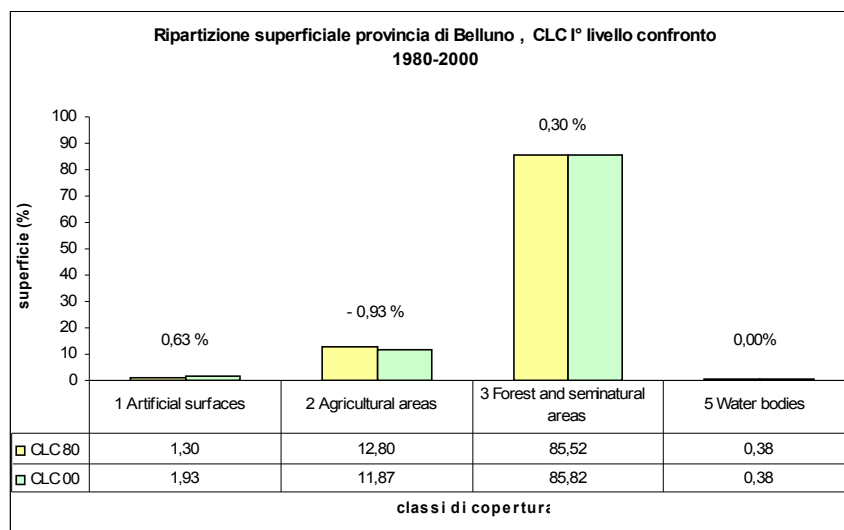


Grafico 5.1a: Ripartizione percentuale della superficie delle classi CLC I° livello sul territorio della provincia di Belluno, confronto 1980-2000.

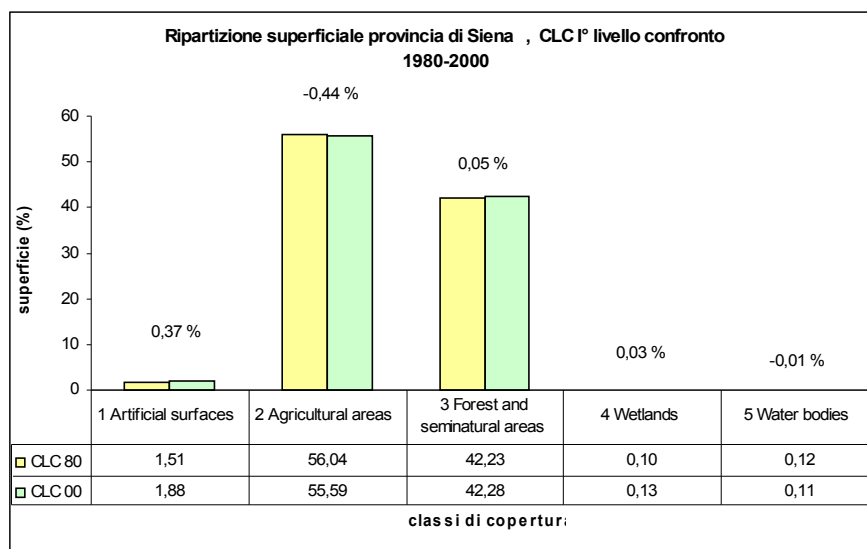


Grafico 5.1b: Ripartizione percentuale della superficie delle classi CLC I° livello sul territorio della provincia di Siena, confronto 1980-2000.

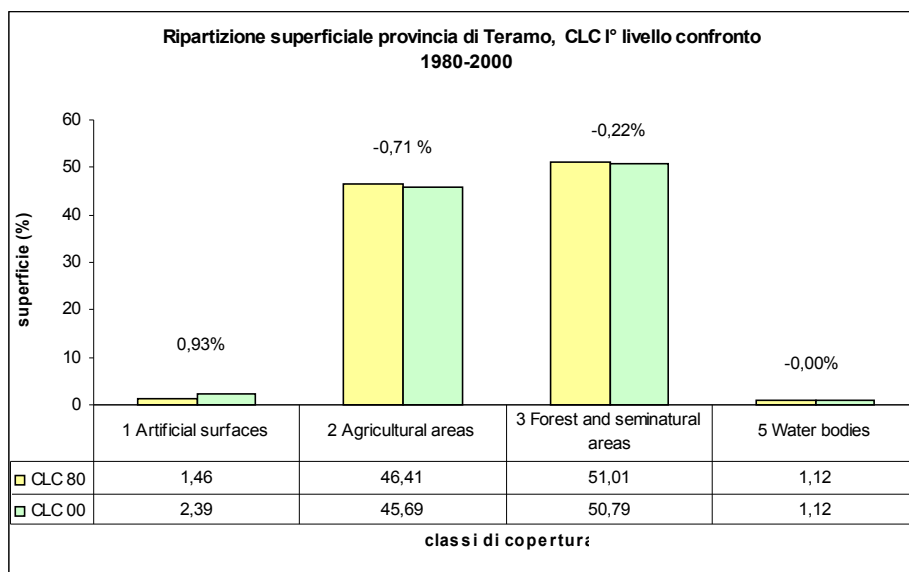


Grafico 5.1c: Ripartizione percentuale della superficie delle classi CLC I° livello sul territorio della provincia di Teramo, confronto 1980-2000.

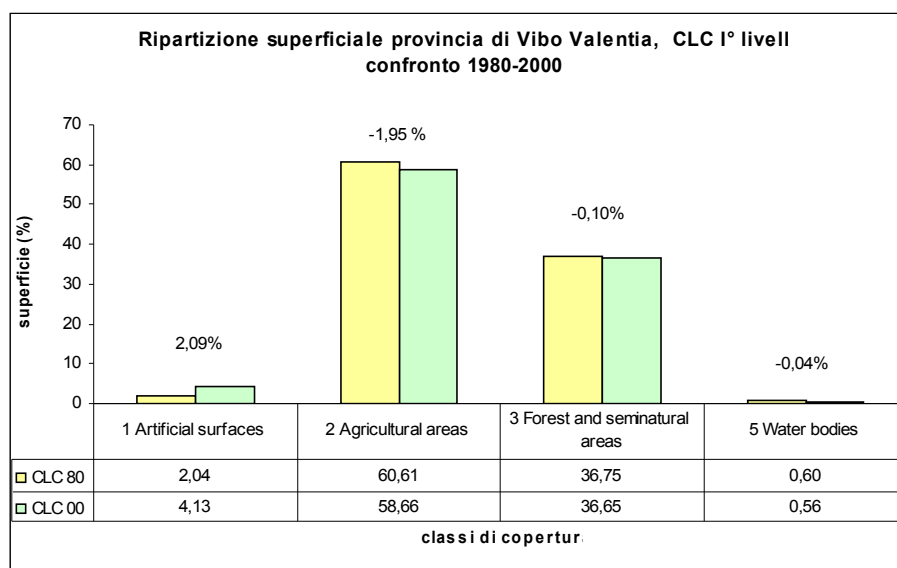


Grafico 5.1d: Ripartizione percentuale della superficie delle classi CLC I° livello sul territorio della provincia di Vibo Valentia, confronto 1980-2000.

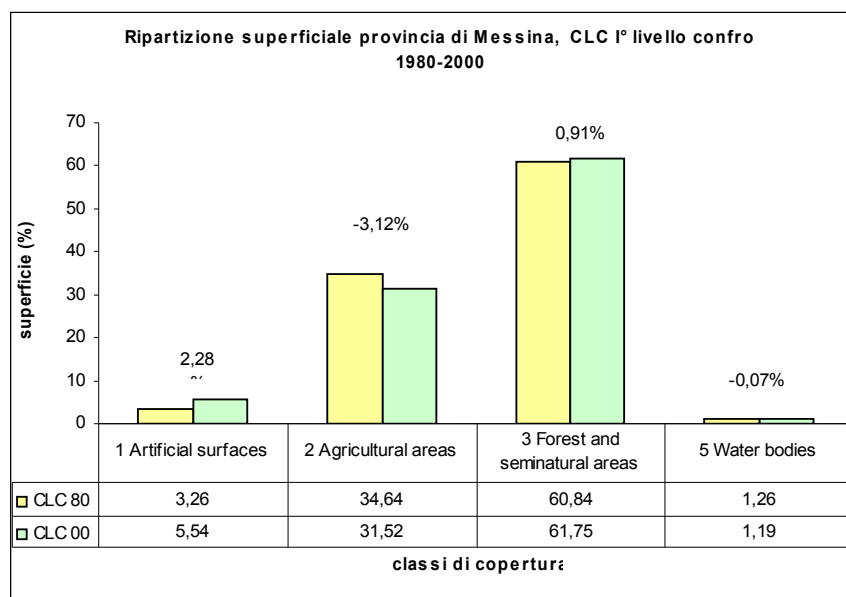


Grafico 5.1e: Ripartizione percentuale della superficie delle classi CLC I° livello sul territorio della provincia di Vibo Valentia, confronto 1980-2000.

5.1.2 Dinamiche di trasformazione territoriale rilevate per LEAC groups e Land Cover Flows

Approfondendo ulteriormente l'analisi delle trasformazioni territoriali sulla base dell'aggregazione in LEAC groups (cf. § 4.6.1) è possibile esaminare in modo più dettagliato il dinamismo che ha caratterizzato differenti tipologie di uso e copertura del suolo nel ventennio 1980-2000 (Tabella 5.1.1).

Le principali dinamiche osservate sono così riassumibili:

- una trasformazione territoriale che accomuna tutte le province esaminate è l'espansione delle aree urbane, che incrementano la loro superficie rispetto al dato del 1980 in percentuali variabili dal 25% (Siena) a poco più del 100% (Vibo Valentia);
- le superfici agricole subiscono una contrazione nella maggior parte delle province, più marcata nelle aree agricole di tipo tradizionale; fanno eccezione di Teramo (LEAC2A +24%) e Vibo Valentia (LEAC2B +2%);
- le superfici forestali e le aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione si espandono con tassi variabili dallo 0,2%-2% a Belluno, Siena e Teramo mentre si contraggono, di poco, a Vibo Valentia (-2%) e Messina (-0,6%);

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

- le superfici a vegetazione arbustiva e/o erbacea si espandono a Teramo (+28%) e in misura minore a Messina (+4%), mentre si riducono più o meno sensibilmente nelle altre province (da -24% a Vibo Valentia, a -0,6% a Siena).
- le superfici nude o con scarsa copertura vegetale si riducono in percentuali variabili dal 6% al 26% a Siena, Teramo e Messina, mentre aumentano lievemente a Belluno (+3%) e sensibilmente a Vibo Valentia (+ 311%);
- diminuisce anche la presenza territoriale dei corpi idrici a Siena, Vibo Valentia e Messina, con riduzioni tra il 5% e il 7%.

Le principali dinamiche di trasformazione territoriale alla base dei cambiamenti rilevati nei LEAC groups sono individuate nella tabelle 5.1.2, e 5.2.3, sulla base dello standard di classificazione dei Land Cover Flows (LCFs) (Tabella 5.2.3).

La diversità nell'assetto complessivo del territorio esaminato si riflette nel differente numero di transizioni che spiegano il dinamismo complessivo rilevato a scala provinciale: mentre a Belluno il dinamismo territoriale è attribuibile a poche transizioni che interessano quasi esclusivamente il territorio forestale, nelle altre province sono stati registrati flussi di transizione piuttosto eterogenei, grazie a una maggior presenza delle superfici agricole.

Appare singolare che le due sole dinamiche di trasformazione territoriale comuni a tutte le province esaminate siano riferibili a due tendenze opposte nell'evoluzione del territorio: l'espansione delle superfici urbanizzate (LCF22) e l'espansione del bosco (LCF 71), connessa alla diminuzione della pressione/presenza antropica nei territori rurali.

La crescita urbana si è determinata principalmente come transizione dalla classe CLC 2.4.2 (sistemi colturali e particellari complessi) verso la classe di uso del suolo CLC 1.1.2 (zone residenziali a tessuto rado e discontinuo). Secondo il CORINE land cover technical guide – Addendum 2000 (EEA 2000), uno dei parametri discriminanti queste due classi di uso del suolo è la percentuale di superficie coperta artificialmente; al di sopra del 30 % di superficie artificiale si parla di zone residenziali a tessuto rado e discontinuo

(CLC 1.1.2), al di sotto di questa soglia si parla di tessuto rurale identificato con i sistemi colturali complessi. Se si considera il particolare momento di crescita economica correlata con l'espansione urbana che attraversava la penisola nel periodo di osservazione dell'analisi, questo dato trova ampia giustificazione.

E' da notare come nelle province meridionali, Vibo Valentia e Messina, l'urbanizzazione abbia rappresentato uno dei principali processi dinamici in termini di superficie coinvolta; soprattutto nel messinese questa condizione ha rappresentato il dinamismo trainante dei processi di trasformazione territoriale della provincia.

Unicamente a Messina, sono stati rilevati inoltre due flussi di transizione (LCF 11 e LCF 21) propri delle aree urbane in evoluzione.

In un'analisi pregressa condotta dall'EEA con il progetto LACOAST (vedi § 4.4) tale fenomeno era stato già rilevato come dinamica comune della trasformazione delle aree costiere Europee nel periodo 1975-1990.

L'espansione delle superfici forestali rilevata attraverso il flusso LCF 71 riflette un dinamismo (dalla classe CLC 324, aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione, verso la classe CLC 3.1, foresta) che potrebbe (con questa tipologia di analisi non si possono accertare le cause, che determinano l'avvenire di una trasformazione rispetto ad un'altra) essere determinato da processi evolutivi spontanei. La classe CLC 324 è considerata infatti nella nomenclatura CLC, una classe di transizione, da e verso fisionomie forestali.

Anche la formazione di superfici forestali e di altri *habitat* naturali e seminaturali in aree precedentemente destinate alle attività agricole, è una dinamica comune alle varie province esaminate (LCF61 e LCF62); essa ha tuttavia un peso e una diffusione complessivamente minore nella genesi di nuove aree forestali rispetto al flusso LCF71. Ciò lascia presumere che gli stadi dinamicamente collegati al bosco (CLC 324) diffusamente presenti nel 1980 nelle province in esame riflettano un processo di recupero al bosco su terreni abbandonati (agricoli, pascoli) avviato ben prima del 1980.

Un'altra dinamica territoriale connessa all'espansione del bosco è la colonizzazione di aree aperte occupate da vegetazione naturale (LCF 72) la

dinamica consistente in prov. di Belluno è presente, in misura minore, a Teramo e Siena.

Sempre a Belluno si è registrato un processo rilevante di trasformazione fisionomica dei boschi (LCF73) attribuibile a fattori gestionali.

Trasformazioni rilevanti nell'assetto fondiario sono avvenute nelle province di Siena e Teramo e riguardano la conversione di sistemi colturali e particellari complessi o prati stabili in seminativi o colture permanenti (LCF463). A Siena, in particolare, tale transizione è in larga parte derivante dalla trasformazione di seminativi in vigneti; alla base di tale dinamica è la forte crescita economica del settore vinicolo, in una provincia che rappresenta il fulcro della tradizione vinicola toscana.

Anche in provincia di Vibo Valentia si sono verificate massicce trasformazioni fondiarie; in particolare la conversione di aree agricole destinate alla coltura olivicola in seminativi (LCF 443) è la dinamica territoriale prevalente di tutta la provincia.

La coltura olivicola è quella prevalente nel Vibonese, si estende dalla zona litoranea, fino alle zone più deboli della montagna (massiccio delle Serre), quindi risulta fisiologico che ogni sorta di trasformazione del territorio di origine antropica, dalla riconversione agricola, alla formazione di tessuti urbani, alla formazione di *habitat* naturali e seminaturali, sottrae territori a questa coltura agricola.

Nel complesso i risultati non indicano dinamiche rilevanti di trasformazione che comportino la riduzione delle superfici forestali. Ciò per effetto delle politiche di salvaguardia delle risorse forestali degli ultimi decenni, che hanno consentito la conservazione e l'espansione (per processi spontanei o tramite interventi di rimboschimento) delle superfici boschive; va tuttavia osservato che in alcune province non siano mancate pressioni sulle risorse forestali esistenti che hanno portato localmente a una contrazione delle superfici forestali: è il caso di Siena, Teramo e Vibo Valentia dove il bosco è stato convertito in superfici agricole (LCF512). A Vibo Valentia inoltre ben il 2.72 % delle intere transizioni provinciali riguardano incendi forestali (LCF 92).

Infine Messina, e in minor misura a Siena, si sono verificate transizioni del bosco verso altre fisionomie di vegetazione, principalmente gli stadi preforestali identificati dalla classe CLC324 (LCF74). Questo tipo di transizione è generalmente temporanea qualora sia determinata dalle utilizzazioni forestali: in questo caso si tratta di una fisionomia transitoria della foresta, legato alla fase di rinnovazione. Tuttavia, qualora lo stadio preforestale diventi permanente, condizione verificabile solo attraverso monitoraggi successivi, si è allora verosimilmente in presenza di fasi regressive del bosco in arbusteti, indice di fenomeni di degrado.

I dati LEAC riportati nella tab. 5.1.1 sono dati di saldo, ma dall'analisi multi temporale delle singole classi che compongono i singoli gruppi LEAC si possono identificare le classi maggiormente coinvolte nel dinamismo e i periodi di maggior cambiamento (es l'incremento delle classi 1.1.2, tessuto urbano discontinuo in tutte le province esaminate, incremento della classe CLC 2.2.1, vigneti, nella provincia di Siena, contrazione delle aree a vegetazione rada su Teramo, incremento delle aree bruciate CLC 3.3.4 a Vibo Valentia, magari riporta qualche esempio significativo es. per urbanizzazione, vigneti Siena ecc.). Nell'allegato 1, si riporta una documentazione analitica delle variazioni delle classi di uso/copertura del suolo occorse nelle singole province.

		LEAC1 Artificial surfaces	LEAC2A Arable land & permanent crops	LEAC2B Pastures & mixed farmland	LEAC3A Forests and transitional woodland shrub	LEAC3B Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation	LEAC3C Open space with little or no vegetation	LEAC4 Wetlands	LEAC5 Water bodies	Totale (ha)
Belluno	Superficie 1980 (ha)	4776,79	4025,23	43023,22	219189,17	44217,40	51023,17	0	1406,46	367661,43
	Superficie 2000 (ha)	7089,71	4002,61	39640,61	223216,46	39737,32	52568,26	0	1406,46	367661,43
	Cambiamento (ha)	2312,92	-22,62	-3382,61	4027,29	-4480,08	1545,09	0	0	
	Cambiamento*	48,42	-0,56	-7,86	1,84	-10,13	3,03	0	0,00	
Siena	Superficie 1980 (ha)	5924,85	154622,17	65366,51	160672,93	3224,64	1896,94	407,21	474,32	392589,57
	Superficie 2000 (ha)	7386,63	154499,45	63753,93	161070,30	3205,46	1701,88	522,51	449,41	392589,57
	Cambiamento (ha)	1461,78	-122,72	-1612,58	397,37	-19,18	-195,06	115,3	-24,91	0
	Cambiamento*	24,67	-0,08	-2,47	0,25	-0,59	-10,28	28,32	-5,25	
Teramo	Superficie 1980 (ha)	3650,73	43072,46	72935,83	108105,79	6719,91	12698,35	0	2801,61	249984,67
	Superficie 2000 (ha)	5978,85	53458,84	60770,08	108954,44	8626,94	9393,91	0	2801,61	249984,67
	Cambiamento (ha)	2328,12	10386,38	-12165,75	848,65	1907,03	-3304,44	0	0	
	Cambiamento*	63,77	24,11	-16,68	0,79	28,38	-26,02	0	0	
Vibo Valentia	Superficie 1980 (ha)	2352,89	58999,56	10859,09	41042,10	1219,16	100,24	0	690,3	115263,34
	Superficie 2000 (ha)	4763,04	56495,37	11118,41	40905,86	926,76	412,14	0	641,77	115263,34
	Cambiamento (ha)	2410,15	-2504,19	259,32	-136,24	-292,4	311,9	0	-48,53	
	Cambiamento*	102,43	-4,24	2,39	-0,33	-23,98	311,16	0	-7,03	
Messina	Superficie 1980 (ha)	10282,83	81829,56	27369,57	100227,42	88624,84	2932,28	0	3970,52	315237,01
	Superficie 2000 (ha)	17469,26	76166,78	23193,25	99573,50	92322,83	2767,26	0	3744,13	315237,01
	Cambiamento (ha)	7186,43	-5662,78	-4176,32	-653,92	3697,99	-165,02	0	-226,39	
	Cambiamento *	69,89	-6,92	-15,26	-0,65	4,17	-5,63	0	-5,70	

Tabella 5.1.1: Quadro riassuntivo delle variazioni nelle superfici dei LEAC groups nel ventennio 1980-2000.

*** valore espresso in % della superficie 1980.**

*Dottorato di Ricerca in Scienze e tecnologie per la Gestione Forestale
ed Ambientale ciclo XX*

LCF code	BL	SI	TE	VV	ME
LCF1 Urban land management					
Urban development/infilling	11				3.01
LCF2 Urban residential sprawl					
Urban dense residential sprawl	21				3.94
Urban diffuse residential sprawl	22	4.05	6.58	2.28	15.44
LCF3 Sprawl of economic sites and infrastructures					
Sprawl of industrial & commercial sites	31		1.89		
LCF4 Agriculture internal conversion					
Uniform extension of set aside fallow land and pasture	411		2.40		
Diffuse extension of set aside fallow land and pasture	412		4.00	6.81	1.74
Conversion from vineyards and orchards to non-irrigated arable land	442		2.27	3.94	2.45
Conversion from olive groves to non-irrigated arable land	443				30.79
Diffuse conversion from permanent crops to arable land	444		3.34		2.26
Conversion from arable land to vineyards and orchards	451		5.59		
Diffuse conversion from pasture to arable and permanent crops	463		10.36	18.37	2.84
LCF5 Conversion of forested and natural land to agriculture					
Diffuse conversion from forest to agriculture	512		2.32	2.43	1.85
Intensive conversion from semi-natural land to agriculture	521			14.76	2.22
Diffuse conversion from semi-natural land to agriculture	522			3.59	
LCF6 Withdrawal of farming					
Withdrawal of farming with woodland creation	61	4.01	1.88	1.60	
Withdrawal of farming without significant woodland creation	62			2.54	7.27
LCF7 Forest creation and management					
Conversion from transitional woodland to forest	71	5.28	23.96	2.28	1.82
Forest creation, afforestation	72	9.46	2.13	3.45	
Forests internal conversions	73	44.47	3.02		
Recent felling and transition	74		1.87		
LCF9 Changes in land cover due to natural and multiple causes					
Semi-natural creation	911			1.70	
Semi-natural rotation	912	4.42		7.37	
Forests and shrubs fires	92				2.72
% dei LCFs provincia		71.70	71.62	71.12	71.41
					70.02

Tabella 5.1.2: Ripartizione (%) delle principali dinamiche di trasformazione territoriale rilevate nel ventennio 1980-2000 nelle province esaminate classificate in base ai LCFs (i LCFs indicati rappresentano circa il 70% dei LCFs complessivi della provincia); in grassetto è indicato per ciascuna provincia il LCF quantitativamente più rilevanti.

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

LCF 1 Urban land management	
LCF11 Urban development/infilling	Conversione dalle aree urbane discontinue, aree verdi e complessi sportivi, verso aree residenziali o economiche
LCF 2 Urban residential sprawl	
LCF21 Urban dense residential sprawl	Aree non urbane di espansione per tessuto urbano continuo (CLC111)

Dottorato di Ricerca in Scienze e tecnologie per la Gestione Forestale ed Ambientale ciclo XX

LCF22 Urban diffuse residential sprawl	Aree non urbane di espansione per tessuto urbano discontinuo (CLC112)
LCF 3 Sprawl of economic sites and infrastructures	
LCF31 Sprawl of industrial & commercial sites	Aree di espansione per il settore industriale e commerciale
LCF 4 Agriculture internal conversion	
LCF411 Uniform extension of set aside fallow land and pasture	Estensive conversioni da colture agricole verso prati pascoli
LCF412 Diffuse extension of set aside fallow land and pasture	Conversioni dalle colture agricole verso sistemi colturali complessi o pascoli
LCF442 Conversion from vineyards and orchards to non-irrigated arable land	Conversione di frutteti e vigneti verso seminativi e piantagioni miste, colture annuali e perenni.
LCF443 Conversion from olive groves to non-irrigated arable land	Conversione di oliveti verso seminativi, piantagioni miste e sistemi colturali complessi.
LCF444 Diffuse conversion from permanent crops to arable land	Conversione di frutteti e vigneti verso sistemi colturali complessi, piantagioni miste e colture annuali e perenni
LCF451 Conversion from arable land to vineyards and orchards	Piantagione di vigneti e frutteti a partire dai seminativi
LCF463 Diffuse conversion from pasture to arable and permanent crops	Conversione da pascoli verso seminativi, frutteti, colture miste e sistemi colturali complessi.
LCF 5 Conversion from other land cover to agriculture	
LCF511 - Intensive conversion from forest to agriculture	Conversione di boschi in colture agricole annuali, permanenti ed in associazione.
LCF512 - Diffuse conversion from forest to agriculture	Conversione di boschi in aree agricole eterogenee. A causa delle possibili incertezze in fase di monitoraggio, si estende questa codifica anche alla conversione verso pascoli, ed aree forestali soggette ad utilizzazione.
LCF522 - Diffuse conversion from semi-natural land to agriculture	Conversione di spazi aperti naturali verso pascoli ed appezzamenti misti con l'agricoltura

LCF 6 Withdrawal of farming	
LCF61 - Withdrawal of farming with woodland creation	Creazione di boschi e di superfici arbustive (incluse le aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione) su superfici agricole. Sono comprese le piantagioni forestali.
LCF62 – Withdrawal of farming without significant woodland creation	Creazione di boschi e paesaggi naturali in lunghi lassi di tempo.
LCF 7 Forest creation and management	

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

LCF71 – Conversion from transitional woodland to forest	Conversione di aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione in boschi di latifoglie, conifere o miste.
LCF72 - Forest creation, afforestation	Creazione di nuovi boschi (inclusi rimboschimenti) su aree precedentemente non interessate dall'uso agricolo.
LCF73 – Forest internal conversion	Conversione tra boschi di latifoglie, conifere e misti
LCF74 - Recent felling and transition	Conversione di boschi di latifoglie, conifere e misti verso formazioni semi-naturali e paesaggi aperti naturali risultanti generalmente dalle utilizzazioni. La fisionomia che principalmente si genera sono le aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione, ma sono possibili formazioni diverse.
LCF 9 Conversion from other land cover to agriculture	
LCF911 Semi-natural creation	Colonizzazione naturale di territori in precedenza soggetti ad attività antropica.
LCF912 Semi-natural rotation	Rotazione tra le coperture Naturali e seminaturali codifica dal CLC (escluso CLC 324)
LCF92 Forest and shrubs fires	A causa del ciclo corto di rigenerazione queste aree non possono essere comparate nell'arco dei 10 anni previsti per l'aggiornamento della cartografia

Tabella 5.1.3 : codifica LCFs delle principali dinamiche di trasformazione territoriale, riscontrati nelle province esaminate; da Land accounts for Europe 1990–2000 EEA 2006.

5.2 Dinamiche delle superfici forestali

Le trasformazioni territoriali rilevate hanno comportato una variazione più o meno sensibile delle superfici forestali e, conseguentemente, dell'indice di boscosità provinciale (Tabella 5.2.1).

Nel complesso in tutte le province l'indice di boscosità è aumentato, eccetto Messina che ha registrato una lieve diminuzione. Belluno è stata la provincia in cui l'indice di boscosità è aumentato più sensibilmente nel periodo 80-2000 (+ 1,86%) mentre per Vibo Valentia la variazione è stata decisamente modesta (+ 0,05).

Province	1980 Superficie (ha)	2000 Superficie (ha)	Variazione indice di boscosità 1980-2000
Belluno			
Not forest	155837	148973	
Forest	211843	218707	
Totale	367680	367680	
Indice di boscosità (%)	57,62	59,48	1,86
Siena			
Not forest	241284	238491	
Forest	140772	143565	
Totale	382056	382056	
Indice di boscosità (%)	36,85	37,58	0,73
Teramo			
Not forest	138615	137952	
Forest	56780	57443	
Totale	195395	195395	
Indice di boscosità (%)	29,06	29,40	0,34
Vibo Valentia			
Not forest	74.870	74.812	
Forest	40.399	40.457	
Totale	115.269	115.269	
Indice di boscosità (%)	35,04	35,09	0,05
Messina			
Not forest	245275	245571	
Forest	69976	69680	
Totale	315251	315251	
Indice di boscosità (%)	22,20	22,10	-0,1

– Tabella 5.2.1: Variazione delle superfici forestali e dell'indice di boscosità nelle provincie esaminate.

Gli effetti delle dinamiche di espansione/riduzione della superficie forestale sulla struttura spaziale della copertura forestale a scala provinciale sono riassunti nella Tabella 5.2.2.

Nelle province di Belluno e Teramo l'incremento della superficie forestale si è principalmente prodotto nella classe *core*, mentre nella provincia di Siena nella classe *patch* e nello sviluppo delle superfici di margine delle aree *core*. A Messina, invece, la riduzione della superficie forestale è

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

avvenuta principalmente a carico della della classe *core*. Il dato inerente la provincia di Vibo Valentia mostra sostanzialmente una situazione bilanciata tra l'aumento degli elementi di collegamento e la contrazione delle superfici *core* e relative superfici di margine.

Province	<i>non-forest</i> 0	<i>core</i> 1	<i>patch</i> 4	<i>edge</i> 5	<i>branch</i> 6	<i>corridors</i> 8	<i>perforated</i> 15
Belluno	-6864,00	5569,00	64,00	710,00	265,00	196,00	60,00
Siena	-2793,00	430,00	685,00	818,00	545,00	267,00	48,00
Teramo	-663,00	586,00	83,00	-127,00	283,00	-162,00	0,00
Vibo Valentia	-58,00	-100,00	13,00	-127,00	128,00	36,00	108,00
Messina	296,00	-774,00	1,00	354,00	110,00	13,00	0,00

Tabella 5.2.2: bilancio delle variazioni nell'assetto spaziale della copertura forestale per classi strutturali.

Nei paragrafi che seguono questi dati verranno analizzati con maggior dettaglio per ciascuna provincia per valutare i riflessi delle variazioni dell'indice di boscosità in termini d'incremento/riduzione della frammentazione dei boschi. Tali fenomeni sono collegati alle tipologie di LCFs che li hanno prodotti, identificati sulla base della metodologia esposta nel § 4.6.2.1

5.3 Belluno

5.3.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale

La classe *core areas* già nel 1980 costituiva oltre il 75% delle aree boscate bellunesi, indice di un buon livello di connessione complessivo delle superfici forestali (Tabella 5.3.1). Nel ventennio di osservazione tale classe ha incrementato la propria superficie del 3.5 % rispetto al dato storico del 1980 e, parallelamente, si è registrata anche un'espansione delle superfici di margine sia interne (*perforated*) che esterne (*edge*).

Tipologie strutturali	1980		2000		Δ	$\Delta/1980$
	ha	% sup. for. 1980	ha	% sup. for. 2000	ha	%
<i>core</i>	160692	75,85	166261	76,02	5569	3,47
<i>patch</i>	1171	0,55	1235	0,56	64	5,47
<i>edge</i>	38853	18,34	39563	18,09	710	1,83
<i>branch</i>	8967	4,23	9232	4,22	265	2,96
<i>corridors</i>	1986	0,94	2182	1,00	196	9,87
<i>perforated</i>	174	0,08	234	0,11	60	34,48

Tabella 5.3.1: variazioni della superficie delle 6 classi strutturali di spatial pattern nel periodo 1980-2000 a Belluno.

5.3.2 Matrice dei cambiamenti

Nella Tabella 5.3.2 sono riportati i dati riassuntivi delle transizioni tra le diverse classi strutturali e le superfici non forestali.

Gran parte delle superfici *core* di neoformazione si localizza in aree non forestali nel 1980 (70%); il resto si localizza in aree precedentemente occupate dal margine di aree *core* pre-esistenti.

2000 1980	<i>non forest</i>	<i>core</i>	<i>patch</i>	<i>edge</i>	<i>branch</i>	<i>corridors</i>	<i>perforated</i>	<i>consumption</i>
<i>non-forest</i>	147856	5081	102	2113	544	121	20	7981
<i>core</i>	847	159216	2	522	70	35	0	1476
<i>patch</i>	0	8	1131	1	25	6	0	40
<i>edge</i>	233	1711	0	36766	55	48	40	2087
<i>branch</i>	37	231	0	141	8538	20	0	429
<i>corridors</i>	0	14	0	20	0	1952	0	34
<i>perforated</i>	0	0	0	0	0	0	174	0
<i>formation</i>	1117	7045	104	2797	694	230	60	
Superficie in turnover								12047

Tabella 5.3.2: Cross tabulation 1980-2000, classi di struttura provincia di Belluno.

5.3.3 Variazioni nella superficie delle *core areas*

Le variazioni dimensionali e del numero di unità afferenti alla classe *core areas* intervenute nel ventennio 1980-2000 sono riportati nella Tabella 5.3.3.

L'ampliamento delle *core areas* ha prodotto la formazione di circa una ventina di nuove superfici *core* una sensibile espansione delle unità afferenti alla classe dimensionale maggiore.

Variazione nella superficie e numero di <i>core areas</i> nel periodo 1980-2000								
Classe dimensionale (ha)	< 25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000-2000	>2000	tot
	192,00	90,00	7,00	-259,00	84,00	0,00	5455,00	5569,00
n. di unità	24	2	0	-2	0	0	-1	23

Tabella 5.3.3: Variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle *core areas* nel periodo d'osservazione.

Questi risultati lasciano presumere che il processo di espansione della copertura forestale, dovuto alla colonizzazione di nuove aree non forestali, abbia comportato una fusione di aree *core* persistenti in aree di maggiore dimensione.

5.3.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali

Nella Tabella 5.3.4 i cambiamenti nella struttura della superficie forestale sono rapportati in termini quantitativi ai LCFs che li hanno determinati.

L'espansione del bosco in aree a vegetazione arbustiva e erbacea (LCF72) o su superfici agricole (LCF61) è la dinamica che più ha determinato la trasformazione di aree *non-forest* in superfici *core* e altre classi strutturali; per il resto le nuove superfici forestali derivano dall'evoluzione di fisionomie preforestali in veri e propri boschi (LCF71).

Anche le trasformazioni fisionomiche del bosco (LCF73) si sono accompagnate a modifiche nell'assetto spaziale del bosco, in gran parte riferibili alla trasformazione di aree di margine in aree *core* e viceversa.

La conversione del bosco verso la classe *non-forest* è perlopiù attribuibile alle flussi LCF74 ed è quindi presumibilmente una transizione temporanea verso fisionomie preforestali conseguente alle utilizzazioni forestali.

Cambiamento nella struttura della superficie forestale	LCF71	LCF72	LCF61	LCF73	LCF74	LCF512	LCF38	LCF92	Totale
<i>Non-forest-Core</i>	24,30	18,96	9,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,58
<i>Non-forest-Patch</i>	0,37	0,56	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
<i>Non-forest-Edge</i>	7,42	9,41	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,52
<i>Non-forest-Branch</i>	1,64	2,67	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,15
<i>Non-forest-Corridors</i>	0,68	0,53	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31
<i>Non-forest-Perforated</i>	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
<i>Core-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	2,15	0,38	0,35	8,29
<i>Edge-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	0,61	0,02	0,00	2,05
<i>Branch-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,06	0,00	0,00	0,31
<i>Core-Edge</i>	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10
<i>Core-Branch</i>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>Edge-Core</i>	0,00	0,00	0,00	6,06	0,00	0,00	0,00	0,00	6,06
<i>Edge-Branch</i>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Branch-Core</i>	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76
<i>Branch-Edge</i>	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
<i>Branch-Corridors</i>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>Corridors-Core</i>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>Corridors-Edge</i>	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
tot.	34,73	32,13	14,01	8,48	7,07	2,82	0,41	0,35	100,00

Tabella 5.3.4: ripartizione percentuale dei cambiamenti strutturali nell'assetto spaziale delle superfici forestali sulla base dei LCFs che li hanno originati.

5.4 Siena

5.4.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale

Sia nel 1980 che nel 2000 le classi strutturali maggiormente rappresentate nel territorio provinciale sono le *core areas* e le aree di margine *edge* (Tabella 5.4.1); proprio queste ultime hanno fatto registrare la formazione netta di maggiore entità; la classe strutturale *core*, pur espandendo la propria superficie, diminuisce la sua incidenza in relazione alla superficie forestale provinciale di quasi mezzo punto percentuale.

Tutte le restanti classi strutturali espandono le coperture sul territorio in maniera decisa; tra tutte si sottolinea l'incremento di aree boschive isolate di piccole dimensioni (*patch*), delle ramificazioni delle *core areas* (*branch*) e delle strutture di collegamento vero e proprio tra queste (*corridors*).

Tipologie strutturali	1980		2000		Δ	$\Delta/1980$
	ha	% sup. for. 1980	ha	% sup. for. 2000	ha	%
<i>core</i>	87826	62,39	88256	61,47	430	0,49
<i>patch</i>	3666	2,60	4351	3,03	685	18,69
<i>edge</i>	34602	24,58	35420	24,67	818	2,36
<i>branch</i>	11766	8,36	12311	8,58	545	4,63
<i>corridors</i>	2732	1,94	2999	2,09	267	9,77
<i>perforated</i>	180	0,13	228	0,16	48	26,67

Tabella 5.4.1: variazioni della superficie delle 6 classi strutturali di spatial pattern nel periodo 1980-2000.

5.4.2 Matrice dei cambiamenti

Nella Tabella 5.4.2 sono riportati i dati riassuntivi delle transizioni tra le diverse classi strutturali e le superfici non forestali.

L'espansione delle differenti tipologie strutturali si è generata in larga parte a carico della classe *non-forest*. Tuttavia è interessante osservare che ben il 37% delle aree *edge* di nuova formazione deriva da aree *core*, segno che la classe *core* ha subito localmente una contrazione di superficie.

Un dato significativo ai fini della funzione ecologica svolta, è l'incremento di 321 ha della classe *corridors*, benché oltre il 30% si derivi dalla trasformazione di aree *core* ed *edge*.

²⁰⁰⁰ 1980	<i>non-forest</i>	<i>core</i>	<i>patch</i>	<i>edge</i>	<i>branch</i>	<i>corridors</i>	<i>perforated</i>	<i>consumption</i>
<i>non-forest</i>	237519	1300	604	1028	634	191	8	3765
<i>core</i>	711	86303	9	682	76	45	0	1523
<i>patch</i>	0	0	3661	2	3	0	0	5
<i>edge</i>	225	560	18	33606	90	68	35	996
<i>branch</i>	34	74	59	71	11506	17	5	260
<i>corridors</i>	2	19	0	31	2	2678	0	54
<i>perforated</i>	0	0	0	0	0	0	180	0
<i>formation</i>	972	1953	690	1814	805	321	48	
Superficie in turnover								6603,00

Tabella 5.4.2: Cross tabulation 1980-2000, classi di struttura provincia di Siena.

5.4.3 Variazioni nella superficie delle *core areas*

I risultati relativi alle variazioni dimensionali e nel numero di unità afferenti alla *core areas* intervenute nel ventennio 1980-2000 sono riportati nella Tabella 5.4.3.

Un incremento della superficie si registra: nella classe di ampiezza minore (nella quale si registra anche un incremento di 50 unità rispetto al 1980), nelle classi 50-100, e 100-500, e nella classe di ampiezza > di 2000. Al contrario, una contrazione della superficie si registra nelle classi rimanenti, ma in nessun caso sono segnalate perdite di unità territoriali.

La formazione netta di 430 ha e di 58 unità di *core areas* e la distribuzione nelle classi con la quale è avvenuta indica un'evoluzione della struttura spaziale avvenuta perlopiù per addizione di nuove unità medio-piccole, piuttosto che per fusione di unità preesistenti. Localmente *core areas* di grande dimensione (classe 1000-2000) hanno subito sensibili perdite di superficie.

Variazione nella superficie e numero di <i>core areas</i> nel periodo 1980-2000								
Classe dimensionale (ha)	< 25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000-2000	>2000	tot
	78	-38	259	693	-13	-1040	491	430
n. di unità	50	0	4	4	0	0	0	58

Tabella 5.4.3: Variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle *core areas* nel periodo d'osservazione.

5.4.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali

La creazione di nuove *core areas* e di unità di più piccola dimensione in forma di *patch* è in larga parte attribuibile alla presenza diffusa nel 1980 da vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione verso il bosco (LCF71, Tabella 5.4.4). L'espansione del bosco in aree agricole (LCF 61) gioca un ruolo più marginale nel processo di genesi delle aree forestali.

Il fenomeno inverso, che vede la contrazione delle superfici forestali, è principalmente dovuto alla conversione del bosco in superfici agricole, perlopiù aree agricole eterogenee (LCF512).

Altrettanto diffuse sono le conversioni attribuibili al flusso LCF74, ovvero alla transizione del bosco verso fisionomie preforestali.

Cambiamento nella struttura della superficie forestale	LCF71	LCF61	LCF72	LCF512	LCF74	LCF511	LCF22	LCF35	LCF73	tot.
<i>Non-forest-Core</i>	23,48	3,61	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,19
<i>Non-forest-Patch</i>	11,07	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,64
<i>Non-forest-Edge</i>	19,45	1,76	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,30
<i>Non-forest-Branch</i>	12,79	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,10
<i>Non-forest-Corridors</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
<i>Non-forest-Perforated</i>	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
<i>Core-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	6,81	6,35	2,20	0,02	0,08	0,00	15,47
<i>Edge-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	2,03	1,51	1,49	0,08	0,06	0,00	5,18
<i>Branch-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,21	0,19	0,25	0,10	0,00	0,00	0,75
<i>Corridors-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Edge-Core</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17
Tot.	70,95	7,25	0,19	9,05	8,05	3,98	0,21	0,15	0,17	100,00
superficie di riferimento 4771 ha										

Tabella 5.4.4: ripartizione percentuale dei cambiamenti strutturali nell'assetto spaziale delle superfici forestali sulla base dei LCFs che li hanno originati.

5.5 Teramo

5.5.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale

Il modesto saldo d'incremento dell'indice di boscosità provinciale verificatosi a Teramo (+0.34), si riflette in andamenti contrastanti nelle variazioni di superficie delle classi strutturali della copertura forestale (Tabella 5.5.1).

La classe che in termini di superficie ha fatto registrare l'incremento maggiore è stata la classe strutturale *core*, seguita dalla classe *branch*. In modo singolare la classe *edge*, che generalmente segue il trend della classe *core*, mostra una controtendenza rispetto ad essa, con una contrazione della superficie di 127 ha e dello 0.94 % rispetto al dato storico del 1980. Contrazioni di superficie si verificano anche nella classe *corridors*, che riduce la propria superficie del 10% rispetto al 1980.

Tipologie strutturali	1980		2000		Δ	$\Delta/1980$
	ha	% sup. for. 1980	ha	% sup. for. 2000	ha	%
<i>core</i>	37068,00	65,28	37654,00	65,55	586,00	1,58
<i>patch</i>	1194,00	2,10	1277,00	2,22	83,00	6,95
<i>edge</i>	13444,00	23,68	13317,00	23,18	-127,00	-0,94
<i>branch</i>	3490,00	6,15	3773,00	6,57	283,00	8,11
<i>corridors</i>	1584,00	2,79	1422,00	2,48	-162,00	-10,23

Tabella 5.5.1: variazioni della superficie delle 6 classi strutturali di spatial pattern nel periodo 1980-2000.

5.5.2 Matrice dei cambiamenti

L'espansione del bosco, nelle sue diverse classi strutturali, è avvenuta perlopiù a carico della classe *non-forest* (Tabella 5.5.2); la contrazione delle classe *edge* è in larga misura dovuta alla trasformazione in altre classe strutturali (*core*, *branch* e *corridors*), mentre oltre il 50% dei corridoi presenti nel 1980 perde la propria funzionalità in termini di struttura di connessione, trasformandosi in *branch*.

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

2000 1980	<i>non-forest</i>	<i>core</i>	<i>patch</i>	<i>edge</i>	<i>branch</i>	<i>corridors</i>	<i>consumption</i>
<i>non-forest</i>	135748	1784	78	724	249	32	2867
<i>core</i>	1341	34930	2	686	83	26	2138
<i>patch</i>	0	5	1136	7	40	6	58
<i>edge</i>	632	850	5	11796	107	54	1648
<i>branch</i>	141	57	56	73	3097	66	393
<i>corridors</i>	90	28	0	31	197	1238	346
<i>formation</i>	2204	2724	141	1521	676	184	----
Superficie in turnover							7450

Tabella 5.5.2: Cross tabulation 1980-2000, classi di struttura provincia di Teramo.

5.5.3 Variazioni nella superficie delle *core areas*

I risultati delle variazioni dimensionali (+586 ha) e del numero di unità di *core areas* (- 14) riportati nella Tabella 5.5.3 lascia ipotizzare che nella provincia di Teramo nel ventennio in esame sia avvenuta un'espansione delle superfici *core* per fusione di unità medio-piccole (25-500 ha) o grandi (1000-2000 ha) già esistenti nel 1980.

Variazione nella superficie e numero di <i>core areas</i> nel periodo 1980-2000								
Classe dimensionale (ha)	< 25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000-2000	>2000	tot
	29,00	-203,00	-26,00	-46,00	997,00	-1219,00	1054,00	586,00
n. di unità	-8	-6	0	0	1	-1	0	-14

Tabella 5.5.3: Variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle *core areas* nel periodo d'osservazione

5.5.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali

La fusione delle superfici *core*, così come l'espansione delle classi strutturali *patch* e *branch*, è principalmente attribuibile all'evoluzione verso il bosco di vegetazione preforestale (LCF71, Tabella 5.5.4) e dall'espansione del bosco in zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea (LCF72). L'espansione del bosco in aree agricole (LCF 61) gioca invece un ruolo di secondo piano nel processo di genesi delle aree forestali.

La conversione del bosco in superfici agricole, perlopiù eterogenee (LCF512) o la sua trasformazione in fisionomie preforestali (LCF74) è invece la causa principale di contrazione delle superfici forestali.

Cambiamento nella struttura della superficie forestale	LCF71	LCF72	LCF61	LCF73	LCF512	LCF74	LCF511	LCF35	LCF31	tot.
<i>Core-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33	11,15	1,78	0,23	0,03	24,53
<i>Edge-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,71	4,90	1,75	0,11	0,08	11,55
<i>Branch-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,78	0,66	0,00	0,00	2,47
<i>Corridors-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,52	0,00	0,06	1,36
<i>Non-forest-Core</i>	25,58	12,59	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,70
<i>Non-forest-Patch</i>	0,00	0,00	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
<i>Non-forest-Edge</i>	4,35	4,26	4,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,35
<i>Non-forest-Branch</i>	0,53	0,81	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,93
<i>Non-forest-Corridors</i>	0,00	0,27	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
<i>Edge-Core</i>	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
<i>Branch-edge</i>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
tot.	30,46	17,92	11,32	0,38	17,86	16,83	4,71	0,34	0,17	100
Superficie di riferimento 6388 ha										

Tabella 5.5.4: ripartizione percentuale dei cambiamenti strutturali nell'assetto spaziale delle superfici forestali sulla base dei LCFs che li hanno originati.

5.6 Vibo Valentia

5.6.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale

Come si può osservare dalla Tabella 5.6.1 a fronte di un indice di boscosità pressoché invariato nella provincia di Vibo Valentia anche la distribuzione percentuale della copertura forestale in classi strutturali non ha subito sostanziali modifiche nel ventennio 1980-2000: le *core areas* conservano una presenza del 67% e le relative superfici di margine del 19%.

Analizzando le variazioni di superficie occorse nelle singole classi strutturali si osserva tuttavia che il modesto saldo positivo della superficie forestale è l'effetto di trasformazioni di segno diverso: si sono verificate contrazioni di superficie nelle classi *core* e *edge*, compensate principalmente dall'incremento delle zone marginali interne delle aree forestali (*perforated*) e delle ramificazioni lineari innestate sulle *core areas* (*branch*).

Tipologie strutturali	1980		2000		Δ	$\Delta/1980$
	ha	% sup. for. 1980	ha	% sup. for. 2000	ha	%
<i>core</i>	27201	67,33	27101	66,99	-100	-0,37
<i>patch</i>	717	1,77	730	1,80	13	1,81
<i>edge</i>	8011	19,83	7884	19,49	-127	-1,59
<i>branch</i>	3220	7,97	3348	8,28	128	3,98
<i>corridors</i>	1206	2,99	1242	3,07	36	2,99
<i>perforated</i>	44	0,11	152	0,38	108	245,45

Tabella 5.6.1: variazioni della superficie delle 6 classi strutturali di spatial pattern nel periodo 1980-2000.

5.6.2 Matrice dei cambiamenti

Analizzando nel dettaglio i flussi che hanno determinato l'espansione o la contrazione delle singole classi strutturali (Tabella 5.6.2) emerge un dinamismo nell'assetto spaziale della copertura forestale ben superiore a quanto restituito dal saldo di variazione: 2000 ha di superficie provinciale (1,7% del territorio di Vibo Valentia) sono stati interessati da cambiamenti nell'assetto spaziale della copertura forestale; la formazione di nuove aree forestali si è verificata su circa 687 ha, contro i 629 ha che sono scomparsi; in entrambi i casi i flussi hanno interessato perlopiù, come già detto, la formazione o la scomparsa di *core areas* con relative superfici di margine; variazioni di minore entità si sono verificate all'interno delle superfici forestali già esistenti principalmente rappresentate dalla trasformazione di aree *core* in *edge* e viceversa.

2000 1980	<i>non-forest</i>	<i>core</i>	<i>patch</i>	<i>edge</i>	<i>branch</i>	<i>corridors</i>	<i>perforated</i>	<i>consumption</i>
<i>non-forest</i>	74183,00	280,00	29,00	213,00	121,00	41,00	3,00	687,00
<i>core</i>	357,00	26595,00	0,00	222,00	22,00	5,00	0,00	606,00
<i>patch</i>	0,00	2,00	699,00	7,00	8,00	0,00	1,00	18,00
<i>edge</i>	220,00	210,00	0,00	7423,00	45,00	10,00	103,00	588,00
<i>branch</i>	52,00	9,00	2,00	13,00	3141,00	2,00	1,00	79,00
<i>corridors</i>	0,00	5,00	0,00	6,00	11,00	1184,00	0,00	22,00
<i>perforated</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,00	0,00
<i>formation</i>	629	506	31	461	207	58	108	2000

Tabella 5.6.2: Cross tabulation 1980-2000, classi di struttura provincia di Vibo Valentia.

5.6.3 Variazioni nella superficie delle *core areas*

Esaminando più nel dettaglio le modifiche intervenute nella classe *core* si nota come a fronte di una contrazione di 100 ha si è verificato un aumento di 15 unità (Tabella 5.6.3).

L'aumento della superficie e del numero d'unità nella classe nella classe dimensionale più piccola, accompagnato da una contrazione di superficie nelle classi dimensionali medio-piccole (25-500) e grande (>2000) in alcuni casi anche accompagnato da una perdita di unità, è indice di un processo di frammentazione nella classe *core areas* nel ventennio in esame.

Variazione nella superficie e numero di <i>core areas</i> nel periodo 1980-2000								
Classe dimensionale (ha)	< 25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000-2000	>2000	Totale
	77,00	-49,00	-30,00	-114,00	66,00	0,00	-50,00	-100,00
n. di unità	17	-1	0	-1	0	0	0	15

Tabella 5.6.3: Variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle *core areas* nel periodo d'osservazione.

5.6.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali

Le dinamiche territoriali alla base dei cambiamenti nell'assetto spaziale della copertura forestale provinciale sono riportate nella Tabella 5.6.4. Dalla loro analisi si può dedurre che:

- la creazione di nuove aree forestali è in larga parte attribuibile all'evoluzione di formazioni pre-forestali in bosco (LCF71) o alla formazione di boschi in aree precedentemente destinate all'agricoltura (LCF61);

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

- il consumo di superficie forestale è invece prevalentemente connesso agli incendi forestali (LCF92) e alla trasformazione di aree forestali in aree agricole eterogenee (LCF512).

Cambiamento nella struttura della superficie forestale	LCF71	LCF61	LCF72	LCF92	LCF512	LCF511	LCF74	LCF35	tot.
<i>Non-forest-Core</i>	11,21	4,81	8,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,30
<i>Non-forest-Patch</i>	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
<i>Non-forest-edge</i>	8,01	7,14	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,22
<i>Non-forest-Branch</i>	4,81	5,34	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,48
<i>Non-forest-Corridors</i>	0,93	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20
<i>Non-forest-Perforated</i>	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>Core-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	9,61	9,48	2,14	2,27	0,33	23,83
<i>Edge-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	7,68	4,01	1,60	1,34	0,07	14,69
<i>Branch-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	1,67	1,54	0,20	0,00	0,00	3,40
Totale	24,97	21,23	11,88	18,96	15,02	3,94	3,60	0,40	100
Superficie di riferimento 1498 ha									

Tabella 5.6.4: ripartizione percentuale dei cambiamenti strutturali nell'assetto spaziale delle superfici forestali sulla base dei LCFs che li hanno originati.

5.7 Messina

5.7.1 Variazione dell'assetto spaziale della copertura forestale

Sia nel 1980 sia nel 2000 la copertura forestale della provincia di Messina è principalmente rappresentata dalle classi strutturali *core areas* ed *edge* (Tabella 5.7.1).

La contrazione complessiva della superficie forestale provinciale di quasi 300 ha, è il risultato di una contrazione più che doppia della classe *core areas*, solo parzialmente bilanciata dall'espansione delle altre classi strutturali.

Tipologie strutturali	1980		2000		Δ	$\Delta/1980$
	ha	% sup. for. 1980	ha	% sup. for. 2000	ha	%
<i>core</i>	46910	67,04	46136	66,21	-774	-1,65
<i>patch</i>	62	0,09	63	0,09	1	1,61
<i>edge</i>	19685	28,13	20039	28,76	354	1,80
<i>branch</i>	2779	3,97	2889	4,15	110	3,96
<i>corridors</i>	540	0,77	553	0,79	13	2,41

Tabella 5.7.1: variazioni della superficie delle 6 classi strutturali di spatial pattern nel periodo 1980-2000.

5.7.2 Matrice dei cambiamenti

Analizzando in dettaglio i flussi dei cambiamenti che hanno caratterizzato le fasi di espansione e/o contrazione della superficie delle differenti classi strutturali (Tabella 5.7.2), si osserva come le classi *non-forest*, *core areas* ed *edge* siano le più dinamiche. I flussi di transizione che hanno coinvolto le superfici di maggiore rilievo sono la trasformazione di superfici *core areas* in aree non forestali o di margine.

	2000						
1980	<i>non-forest</i>	<i>core</i>	<i>patch</i>	<i>edge</i>	<i>branch</i>	<i>corridors</i>	<i>consumption</i>
<i>non-forest</i>	243712,00	866,00	0,00	550,00	126,00	21,00	1563,00
<i>core</i>	1477,00	44952,00	1,00	426,00	53,00	1,00	1958,00
<i>patch</i>	1,00	0,00	61,00	0,00	0,00	0,00	1,00
<i>edge</i>	357,00	287,00	0,00	19015,00	25,00	1,00	670,00
<i>branch</i>	24,00	28,00	1,00	41,00	2685,00	0,00	94,00
<i>corridors</i>	0,00	3,00	0,00	7,00	0,00	530,00	10,00
<i>formation</i>	1859,00	1184,00	2,00	1024,00	204,00	23,00	
<i>Superficie in turnover</i>							4296,00 ha

Tabella 5.7.2: Cross tabulation 1980-2000, classi di struttura provincia di Messina.

5.7.3 Variazioni nella superficie delle core areas

I dati riassunti in Tabella 5.7.5 evidenziano un chiaro processo di frammentazione delle superfici delle *core areas*, infatti:

- nella classe dimensionale più elevata (>2000 ha) si registra riduzione di superficie e la perdita di una unità (1918 ha)
- nelle classi dimensionali minori di 50 ha e di 100-500 ha si assiste ad un aumento sia nelle unità che nella superficie;
- la classe 50-100 evidenzia una contrazione di superficie.

Variazione nella superficie e numero di <i>core areas</i> nel periodo 1980-2000								
Classe dimensionale (ha)	< 25	25-50	50-100	100-500	500-1000	1000-2000	>2000	tot
	52	80	-24	1036	0	0	-1918	-774
n. di unità	8	2	0	3	0	0	-1	12

Tabella 5.7.5: Variazioni nella ripartizione in classi dimensionali delle *core areas* nel periodo d'osservazione

5.7.4 Land Cover Flows e cambiamenti strutturali

Come quantificato nella Tabella 5.7.4, la frammentazione della superficie forestale, delle *core areas* in particolare, è principalmente attribuibile alla transizione in fisionomie preforestali (LCF74). Questo fenomeno non è stato sufficientemente compensato dall'espansione delle superfici forestali per effetto dell'evoluzione di fisionomie preforestali in bosco (LCF71) o dell'espansione del bosco in zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea (LCF72).

Cambiamento nella struttura della superficie forestale	LCF71	LCF72	LCF61	LCF74	LCF512	tot.
<i>Non-forest-Core</i>	15,33	12,55	0,53	0,00	0,00	28,41
<i>Non-forest-Branch</i>	1,68	1,82	0,36	0,00	0,00	3,86
<i>Non-forest-Edge</i>	11,69	6,18	1,15	0,00	0,00	19,02
<i>Non-forest-Corridors</i>	0,00	0,12	0,38	0,00	0,00	0,50
<i>Core-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	37,95	0,67	38,62
<i>Edge-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	8,41	0,60	9,01
<i>Branch-Non-forest</i>	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,57
tot.	28,70	20,68	2,42	46,93	1,27	100
Superficie di riferimento 4174 ha						

Tabella 5.7.4: ripartizione percentuale dei cambiamenti strutturali nell'assetto spaziale delle superfici forestali sulla base dei LCFs che li hanno originati.

6. Discussione

La metodologia proposta applica un algoritmo di classificazione della struttura spaziale della copertura forestale, innovativo per la sua semplicità concettuale e d'applicazione, per pervenire a una determinazione quantitativa delle variazioni nei livelli di frammentazione della superficie forestale conseguenti alle trasformazioni dell'uso del suolo verificatesi nel periodo 1980-2000 in alcune province italiane.

I risultati conseguiti dimostrano che dietro un saldo positivo o negativo di variazione della superficie ed in modo particolare di quella forestale, possono essere individuati molteplici dinamiche di trasformazione dell'assetto spaziale delle superfici forestali; la classificazione dei LCFs permette di ancorare tali fenomeni alle dinamiche territoriali che li hanno determinati, sulla base di una metodologia consolidata a livello europeo.

6.1 Conclusioni generali

L'analisi dei trend dell'uso/copertura del suolo nel ventennio 1980-2000 ha evidenziato come le trasformazioni dei territori agricoli siano il fulcro del dinamismo territoriale, in linea con i risultati ottenuti da EEA in ambito europeo (EEA 2006).

Nelle classi di uso del suolo comprese nei LEAC 2A (Arable land and permanent crops) e LEAC 2B (Pastures and mosaics) sono state rilevate tre distinte tipologie di flusso:

1. nell'interfaccia con l'ambiente antropizzato si innescano dei flussi, generalmente a senso unico, che vedono la contrazione dei territori agricoli e l'espansione degli ambienti urbanizzati; questo flusso è stato quello maggiormente riscontrato sia a livello globale (Marchetti e Mariano, 2006), sia in Europa (EEA 2006), dove soprattutto nelle aree costiere, la crescita urbana rappresenta il dinamismo prevalente già dal 1975 (<http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC/research/endorsed/28-lacoast/lacoast.htm>). Lungo le coste europee la proliferazione delle superfici artificiali sta aumentando ad un ritmo superiore di un terzo rispetto a quello che si registra nelle zone interne. Tali cambiamenti sono generalizzati e derivano da una serie di fattori, quali le variazioni demografiche, le ristrutturazioni economiche, i migliori standard di vita, più tempo libero, nonché gli effetti dei modelli di commercio globalizzati. In molte regioni costiere questi fattori hanno provocato delle rapide alterazioni che influenzano drasticamente la potenziale sostenibilità a lungo termine degli ecosistemi costieri e

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

dei servizi da loro offerti (EEA briefing 2006). Come osservano Marchetti e Mariano (2006): «Purtroppo agli effetti negativi diretti delle suddette modificazioni dell'uso del suolo, si aggiunge il degrado delle aree limitrofe con il conseguente aggravio in termini di perdita di diversità biologica»;

2. flussi di transizione interni ai territori agricoli che comportano variazioni nell'assetto degli ordinamenti colturali, generalmente influenzati da fattori di mercato (vd. esempio espansione colture vinicole a Siena);

3. nell'interfaccia agricolo-bosco si originano dei flussi di transizione bidirezionali:

- orientati alla formazione delle aree agricole a carico del bosco: in questo caso è la conversione delle aree forestali in superfici agricole, che va a compensare i territori sottratti a questi ultimi per l'espansione urbana;
- orientati alla formazione dei boschi; nelle aree agricole abbandonate si innescano dinamismi vegetazionali evolutivi che portano alla formazione di fisionomie preforestali, per poi culminare con la formazione di boschi veri e propri. Nelle aree di studio, questa successione nei processi dinamici di evoluzione dei boschi costituisce l'origine della maggior parte delle aree boschive di nuova formazione, in linea con i risultati ottenuti sia a livello europeo (EEA, 2006) sia in altri studi compiuti a scala locale (Argenti, 2006). Studi recenti dimostrano che il bosco di neoformazione risulta essere elemento assai dinamico e che, in particolare negli ultimi 50 anni, ha recitato e recita tuttora un ruolo da protagonista nelle trasformazioni del paesaggio forestale (Agnoletti, 2002).

Questa analisi ha inoltre messo in evidenza anche un cospicuo dinamismo all'interno dei territori boscati e degli altri ambienti seminaturali: sono stati evidenziati processi di trasformazione fisionomica delle superfici forestali e di transizione di stadi preforestali verso il bosco verso e viceversa.

In sintesi, i fenomeni rilevati a scala provinciale possono essere così commentati:

- in prov. di Belluno le dinamiche di trasformazione territoriale riflettono l'assetto complessivo del mosaico paesistico, dominato da territori boscati e altri ambienti seminaturali; questa matrice paesistica ha favorito il sensibile incremento dell'indice di boscosità (+1.86) avvenuto attraverso due processi principali: evoluzione di stadi preforestali (LCF71) e espansione del bosco nelle aree naturali limitrofe (LCF72).

Questi flussi hanno generato in massima parte superfici appartenenti alle tipologie strutturali *core areas* ed *edge*. Proprio la formazione di superfici con copertura arborea ascrivibile alla classe strutturale *core areas*, ha innescato in provincia di Belluno il fenomeno più marcato, tra le provincie analizzate, di aumento della connessione e connettività tra le superfici forestali, che si è manifestato con la formazione di nuove aree *core* di piccola dimensione e nella fusione di aree *core* preesistenti in superfici di grande dimensione.

- in prov. di Siena, la matrice agricola del paesaggio ha caratterizzato il dinamismo territoriale in corso nel ventennio di osservazione.

Nonostante il numero maggiore di transizioni sono state riscontrate nella riconversione agricola, specie nella conversione di pascoli in frutteti (LCF 463) e di seminativi in vigneti (LCF 451), la superficie maggiore interessata dai cambiamenti di uso del suolo è riferita alla formazione di boschi per evoluzione degli stadi preforestali. Questo processo dinamico (LCF71) è stato in assoluto dominante nella costituzione di nuovi *habitat* forestali, concretizzandosi nell'incremento dello 0,73 % dell'indice forestale provinciale e generando quasi esclusivamente superfici attribuibili alle tipologie strutturali *core areas* ed *edge*. L'analisi della tipologia strutturale *core areas*, ha messo in evidenza come proprio l'addizione di nuove unità *core* di media e piccola dimensione, piuttosto della più auspicabile aggregazione di particelle di più grandi dimensioni preesistenti, abbia contribuito alla riduzione del livello di frammentazione delle superfici forestali.

- anche in nella provincia di Teramo, come per le altre aree analizzate, è la matrice paesaggistica ed orografica a influenzare l'evoluzione del territorio. Come per la provincia di Siena, l'orientamento agricolo produttivo della provincia ha determinato sensibili cambiamenti, in termini di superficie coinvolta, rappresentati dalla conversione dei territori destinati all'uso zootecnico verso le colture arboree permanenti (LCF 463), ed in misura di poco inferiore alla conversione di *habitat* seminaturali in appezzamenti agricoli destinati alle colture seminatrici (LCF 521). La sostanziale differenza con la provincia Senese, consiste nel modesto riflesso delle trasformazioni territoriali sulla consistenza delle superfici forestali (0,34 % l'incremento dell'indice di boscosità registrato nel ventennio). Come per tutte le provincie analizzate la tipologia strutturale che maggiormente viene ad essere interessata nei processi dinamici è la classe *core areas*, la quale si

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

origina per l'evoluzione verso il bosco di vegetazione preforestale (LCF71) e dall'espansione del bosco in zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea (LCF72). A prescindere dall'origine delle aree *core*, l'aggregazione di queste aree sia delle *patch* medio piccole, sia di quelle di maggiori dimensioni, lascia ipotizzare una battuta di arresto per i processi di frammentazione degli *habitat* forestali.

- in prov. di Vibo Valentia, l'ambiente agricolo è da considerarsi la matrice paesaggistica prevalente, e pertanto le transizioni di maggiore importanza, sia in termini di superficie che in termini di frequenza sono state rilevate nei territori agricoli. La superficie destinata alla coltura olivicola è quella che subisce la contrazione di maggiore rilievo, orientata alla formazione di sistemi colturali eterogenei e complessi ed alla coltivazione di seminativi (LCF443).

La superficie forestale e gli ambienti seminaturali, non sono stati coinvolti in importanti processi dinamici, pertanto il saldo finale sulla superficie forestale di nuova formazione si attesta su di un incremento dello 0,05 % dell'indice di boscosità. La genesi di queste superfici boscate, risulta comunque da ricercare in primo luogo nell'evoluzione degli stadi preforestali, ed in seconda battuta dai processi evolutivi innescati nella vegetazione colonizzatrice dei territori agricoli abbandonati.

Sono le tipologie strutturali *edge* e *core* a subire le maggiori contrazioni della superficie, e questo si ripercuote negativamente sulla frammentazione, in quanto si registra un incremento della superficie e del numero d'unità nella classe dimensionale più piccola, accompagnato da una contrazione di superficie nelle classi dimensionali medio-piccole (25-500) e grande (>2000) in alcuni casi anche accompagnato da una perdita di unità;

- in provincia di Messina, la particolare orografia, costituita da una fascia litoranea piuttosto estesa sormontata dal complesso dei Peloritani, evidenzia una matrice paesistica costituita in prevalenza dal tessuto urbano che si interfaccia con l'ambiente naturale; l'espansione urbana nella fascia costiera ha caratterizzato in maniera decisa il dinamismo territoriale nella provincia Siciliana. La Provincia di Messina è stata l'unica a fare registrare un saldo negativo dell'indice di boscosità, (-0,1%). Il dinamismo prevalente nella perdita di superfici forestali delle foreste è la transizione in fisionomie preforestali, per effetto di utilizzazioni o fenomeni di degrado (LCF74).

L'effetto dell'evoluzione delle fisionomie preforestali in bosco (LCF71), sommato con l'incremento di superficie dovuto all'espansione del bosco in zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea (LCF72), non è stato sufficiente a compensare il processo di contrazione delle aree forestali.

Ne consegue un aumento del livello di frammentazione delle *core areas* che si è manifestato:

- i) nella riduzione di superficie e del numero di unità nella classe dimensionale più elevata (>2000 ha) e nella contrazione di superficie della classe 50-100 ha;
- ii) nell'incremento di superficie e del numero di unità nelle classi dimensionali minori di (50 ha e di 100-500 ha).

Tutto ciò comporta riflessi negativi sulla connettività tra le aree forestali.

6.2 Considerazioni conclusive

La conoscenza del mosaico territoriale, dell'evoluzione dello stesso e delle cause determinanti le dinamiche evolutive sono da considerarsi elementi di prioritaria importanza per la programmazione e il governo del territorio.

La fotointerpretazione in ambiente GIS di composizioni in falsi colori di immagini satellitari risulta ad oggi l'approccio operativo principale nella realizzazione delle carte tematiche di uso e copertura del suolo (Chirici e Corona, 2006).

La metodologia d'analisi utilizzata in questo studio è oggettivamente ripercorribile e facilmente adattabile anche ad applicazioni di maggior dettaglio rispetto alla scala qui considerata, a fronte di un costo relativamente contenuto.

Al di là dei valori quantitativi è opportuno sottolineare soprattutto l'aspetto qualitativo dei risultati ottenuti: sono stati rilevati a scala provinciale elementi di criticità per uno sviluppo territoriale equilibrato e sostenibile del territorio: es. crescita urbana, intensivizzazione della produzione agricola/abbandono dei territori agricoli marginali, crescita del livello di frammentazione delle superfici forestali. Queste conoscenze sono essenziali per il governo del territorio, in quanto l'individuazione puntuale e tempestiva di tali processi è fondamentale per prevenirne o mitigarne i potenziali impatti ecologici e ambientali negativi (es. consumo di suolo

Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000

agricolo fertile per urbanizzazione, inquinamento delle falde acquifere, declino della biodiversità, ecc.). Pertanto, la capacità di lettura delle trasformazioni territoriali (e dei loro effetti sulla frammentazione degli habitat naturali) offerta dalla metodologia proposta costituisce un significativo strumento conoscitivo e orientativo di supporto ai soggetti responsabili della programmazione agricolo-forestale e delle politiche ambientali, agricole e di conservazione della natura.

Un possibile sviluppo futuro di questa ricerca è lo sviluppo di un modello predittivo che, a partire da variabili indipendenti legate a fattori stazionali e/o d'uso del suolo (es. quota, pendenza, esposizione, tipo litomorfologico, presenza di superficie forestale nell'intorno dell'unità campione, ecc.), possa prevedere, in termini probabilistici, le variazioni (aumento/diminuzione) del livello di frammentazione della superficie forestale.

**ALLEGATO 1: *Tabelle di dettaglio degli LEAC
groups per provincia.***

BELLUNO

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
111	42,46	0,01	111	42,46	0,01	111	42,46	0,01	0,00	0,00
112	3858,43	1,05	112	5613,40	1,53	112	5627,09	1,53	1768,66	0,48
121	570,83	0,16	121	1058,27	0,29	121	1063,37	0,29	492,53	0,13
131	130,43	0,04	131	130,43	0,04	131	130,43	0,04	0,00	0,00
133	174,64	0,05	133	174,64	0,05	133	174,64	0,05	0,00	0,00
142	0,00	0,00	142	51,74	0,01	142	51,74	0,01	51,74	0,01
LEAC 1		Artificial areas			formazione netta			2312,93	0,63	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
211	4025,23	1,09	211	4021,40	1,09	211	4002,61	1,09	-22,62	-0,01
LEAC 2A		Arable land & permanent crops			formazione netta			-22,62	-0,01	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
231	13129,46	3,57	231	11854,48	3,22	231	11854,48	3,22	-1274,98	-0,35
242	16324,71	4,44	242	14680,84	3,99	242	14680,84	3,99	-1643,87	-0,45
243	13569,05	3,69	243	13105,29	3,56	243	13105,29	3,56	-463,77	-0,13
LEAC 2B		Pastures & mixed farmland			formazione netta			-3382,61	-0,92	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
311	47411,32	12,90	311	55230,98	15,02	311	55299,02	15,04	7887,70	2,15
312	120059,97	32,66	312	126638,39	34,44	312	126585,93	34,43	6525,97	1,77
313	44303,55	12,05	313	35714,25	9,71	313	36739,86	9,99	-7563,69	-2,06
324	7414,33	2,02	324	5742,90	1,56	324	4591,65	1,25	-2822,68	-0,77
LEAC 3A		Forests and transitional woodland shrub			formazione netta			4027,30	1,10	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
321	28957,43	7,88	321	28659,13	7,79	321	28620,50	7,78	-336,93	-0,09
322	15259,97	4,15	322	11116,82	3,02	322	11116,82	3,02	-4143,15	-1,13
LEAC 3B		Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation			formazione netta			-4480,08	-1,22	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
331	3011,50	0,82	331	2964,21	0,81	331	2939,07	0,80	-72,43	-0,02
332	27448,60	7,47	332	27093,32	7,37	332	27093,32	7,37	-355,27	-0,10
333	20100,33	5,47	333	21899,29	5,96	333	22028,02	5,99	1927,69	0,52
334	0,00	0,00	334	0,00	0,00	334	45,11	0,01	45,11	0,01
335	462,74	0,13	335	462,74	0,13	335	462,74	0,13	0,00	0,00
LEAC 3c		Open space with little or no vegetation			formazione netta			1545,09	0,42	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
512	1406,46	0,38	512	1406,46	0,38	512	1406,46	0,38	0,00	0,00
LEAC 5		Water bodies			formazione netta			0,00	0,00	

SIENA

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
111	141,84	0,04	111	144,21	0,04	111	144,21	0,04	2,38	0,00
112	3740,15	0,95	112	4304,35	1,10	112	4804,65	1,22	1064,50	0,27
121	1114,32	0,28	121	1167,76	0,30	121	1455,09	0,37	340,77	0,09
122	107,41	0,03	122	107,41	0,03	122	114,20	0,03	6,79	0,00
124	107,45	0,03	124	171,46	0,04	124	171,46	0,04	64,01	0,02
131	543,92	0,14	131	527,25	0,13	131	527,25	0,13	-16,67	0,00
133	35,49	0,01	133	35,49	0,01	133	35,49	0,01	0,00	0,00
142	134,28	0,03	142	134,28	0,03	142	134,28	0,03	0,00	0,00
LEAC 1		Artificial area				formazione netta			1461,78	0,37

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
211	133599,52	34,03	211	133579,09	34,03	211	132557,55	33,76	-1041,97	-0,27
212	25,13	0,01	212	25,13	0,01	212	0,00	0,00	-25,13	-0,01
213	348,04	0,09	213	391,54	0,10	213	391,54	0,10	43,50	0,01
221	15180,19	3,87	221	15135,56	3,86	221	16764,99	4,27	1584,80	0,40
222	118,50	0,03	222	140,32	0,04	222	21,83	0,01	-96,67	-0,02
223	4805,94	1,22	223	4716,87	1,20	223	4349,88	1,11	-456,05	-0,12
241	544,87	0,14	241	462,15	0,12	241	413,67	0,11	-131,20	-0,03
LEAC 2A		Arable land and permanent crop				formazione netta			-122,72	-0,03

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
231	16838,79	4,29	231	17078,68	4,35	231	16968,92	4,32	130,12	0,03
242	34483,94	8,78	242	34024,53	8,67	242	32869,13	8,37	-1614,81	-0,41
243	14043,78	3,58	243	13932,93	3,55	243	13915,89	3,54	-127,90	-0,03
LEAC 2B		Pasture mosaic				formazione netta			-1612,58	-0,41

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
311	125252,97	31,90	311	124042,88	31,60	311	126726,20	32,28	1473,23	0,38
312	5220,72	1,33	312	5309,38	1,35	312	5614,12	1,43	393,40	0,10
313	12442,70	3,17	313	12847,89	3,27	313	13281,24	3,38	838,54	0,21
324	17756,55	4,52	324	18052,78	4,60	324	15448,74	3,94	-2307,80	-0,59
LEAC 3A		Forested land				formazione netta			397,37	0,10

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
321	2081,33	0,53	321	2110,99	0,54	321	1954,49	0,50	-126,84	-0,03
323	1143,31	0,29	323	1250,97	0,32	323	1250,97	0,32	107,66	0,03
LEAC 3B		Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation				formazione netta			-19,18	0,00

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
331	510,36	0,13	331	510,36	0,13	331	510,36	0,13	0,00	0,00
333	1112,56	0,28	333	1139,39	0,29	333	1166,22	0,30	53,67	0,01
334	274,02	0,07	334	274,02	0,07	334	25,29	0,01	-248,73	-0,06
LEAC 3 C		Open spaces bare soils				formazione netta			-195,06	-0,05

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
411	407,21	0,10	411	522,51	0,13	411	522,51	0,13	115,30	0,03
LEAC 4		Wetlands				formazione netta			115,30	0,03

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
512	474,32	0,12	512	449,41	0,11	512	449,41	0,11	-24,92	-0,01
LEAC 5		Water bodies				formazione netta			-24,92	-0,01

TERAMO

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
111	1419,33	18,22	111	1785,00	22,91	111	1762,43	22,62	343,10	4,40
112	1269,85	16,30	112	1477,01	18,96	112	2380,57	30,56	1110,72	14,26
121	842,22	10,81	121	1042,83	13,39	121	1647,64	21,15	805,42	10,34
122	42,99	0,55	122	0,00	0,00	122	0,00	0,00	-42,99	-0,55
123	23,69	0,30	123	23,69	0,30	123	23,69	0,30	0,00	0,00
131	52,64	0,68	131	26,52	0,34	131	83,13	1,07	30,49	0,39
141	0,00	0,00	141	32,19	0,41	141	34,52	0,44	34,52	0,44
142	0,00	0,00	142	46,85	0,60	142	46,85	0,60	46,85	0,60
LEAC1 Artificial surfaces									formazione netta	2328,12 29,88

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
211	33459,58	13,38	211	46378,41	18,55	211	47489,87	19,00	14030,29	5,61
221	1286,67	0,51	221	1048,07	0,42	221	1287,62	0,52	0,95	0,00
222	779,28	0,31	222	228,02	0,09	222	202,05	0,08	-577,23	-0,23
223	2756,65	1,10	223	2267,55	0,91	223	1886,04	0,75	-870,61	-0,35
241	4790,29	1,92	241	2063,40	0,83	241	2593,26	1,04	-2197,03	-0,88
LEAC 2A Arable land and permanent crops									formazione netta	10386,38 4,15

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
231	214,87	0,09	231	536,99	0,21	231	191,06	0,08	-23,82	-0,01
242	49745,13	19,90	242	43839,76	17,54	242	43246,19	17,30	-6498,94	-2,60
243	22975,83	9,19	243	16905,87	6,76	243	17332,84	6,93	-5642,99	-2,26
LEAC 2B Pastures and mosaic farmland									formazione netta	-12165,75 -4,87

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
311	98724,68	39,49	311	101003,58	40,40	311	99405,98	39,76	681,30	0,27
312	536,81	0,21	312	614,59	0,25	312	614,59	0,25	77,78	0,03
313	1054,01	0,42	313	1049,57	0,42	313	1068,18	0,43	14,17	0,01
324	7790,29	3,12	324	7763,55	3,11	324	7865,69	3,15	75,40	0,03
LEAC 3A Forests and transitional woodland shrub									formazione netta	167,35 0,07

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
321	6364,72	2,55	321	6949,51	2,78	321	8595,92	3,44	2231,19	0,89
322	104,77	0,04	322	31,03	0,01	322	31,03	0,01	-73,75	-0,03
323	250,42	0,10	323	0,00	0,00	323	0,00	0,00	-250,42	-0,10
LEAC 3B Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation									formazione netta	1907,03 0,76

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
331	293,62	4,61	331	293,62	4,61	331	293,62	4,61	0,00	0,00
332	5656,67	88,88	332	4995,44	78,49	332	4766,24	74,89	-890,44	-13,99
333	6748,05	106,02	333	6780,02	106,52	333	4334,06	68,09	-2414,00	-37,93
LEAC 3C Open spaces with little or no vegetation									formazione netta	-3304,43 -51,92

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
512	34,33	0,54	512	34,33	0,54	512	34,33	0,54	0,00	0,00
523	2767,28	43,48	523	2767,28	43,48	523	2767,28	43,48	0,00	0,00
Water bodies LEAC 5									formazione netta	0,00 0,00

VIBO VALENTIA

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
111	71,46	0,06	111	63,56	0,06	111	63,56	0,06	-7,91	-0,01
112	2101,92	1,82	112	4664,53	4,05	112	4086,12	3,55	1984,20	1,72
121	63,98	0,06	121	229,05	0,20	121	330,84	0,29	266,86	0,23
123	25,38	0,02	123	25,38	0,02	123	48,36	0,04	22,98	0,02
124	52,83	0,05	124	52,83	0,05	124	52,83	0,05	0,00	0,00
131	37,31	0,03	131	74,54	0,06	131	139,83	0,12	102,52	0,09
142	0,00	0,00	142	41,50	0,04	142	41,50	0,04	41,50	0,04
LEAC1 Artificial surfaces							formazione netta	2410,15	2,09	

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
211	20038,82	17,39	211	38198,29	33,14	211	20370,5	17,67	331,70	0,29
212	91,90	0,08	212	0,00	0,00	212	0,0	0,00	-91,90	-0,08
222	2731,79	2,37	222	1542,54	1,34	222	2364,6	2,05	-367,15	-0,32
223	25459,29	22,09	223	22496,50	19,52	223	21374,6	18,54	-4084,67	-3,54
241	10677,76	9,26	241	12158,53	10,55	241	12385,6	10,75	1707,83	1,48
LEAC 2A Arable land and permanent crops							formazione netta		-2504,19	-2,17

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
231	86,87	0,08	231	86,87	0,08	231	86,9	0,08	0,00	0,00
242	4055,60	3,52	242	3488,59	3,03	242	3522,7	3,06	-532,94	-0,46
243	6716,62	5,83	243	6891,07	5,98	243	7508,9	6,51	792,26	0,69
LEAC 2B Pastures and mosaic farmland							formazione netta		259,32	0,22

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
311	31027,69	26,92	311	13429,64	11,65	311	30938,22	26,84	-89,46	-0,08
312	4044,80	3,51	312	4127,00	3,58	312	4147,68	3,60	102,88	0,09
313	5339,19	4,63	313	5400,54	4,69	313	5387,65	4,67	48,46	0,04
324	630,43	0,55	324	470,52	0,41	324	432,31	0,38	-198,12	-0,17
LEAC 3A Forests and transitional woodland shrub							formazione netta		-136,24	-0,12

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%	
321	317,51	0,28	321	129,68	0,11	321	202,7	0,18	-114,77	-0,10	
322	307,11	0,27	322	307,11	0,27	322	233,3	0,20	-73,85	-0,06	
323	594,54	0,52	323	594,54	0,52	323	490,8	0,43	-103,78	-0,09	
LEAC 3B Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation									formazione netta	-292,40	-0,25

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
331	100,23	0,09	331	100,23	0,09	331	100,2	0,09	0,00	0,00
334	0,00	0,00	334	0,00	0,00	334	311,9	0,27	311,90	0,27
LEAC 3C Open spaces with little or no vegetation							formazione netta		311,90	0,27

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%	
512	313,43	0,27	512	175,96	0,15	512	127,43	0,11	-186,01	-0,16	
523	514,35	0,45	523	514,35	0,45	523	514,3	0,45	0,00	0,00	
Water bodies LEAC 5									formazione netta	-186,01	-0,16

MESSINA

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80 - 00 %
111	3261,12	1,03	111	5229,80	1,66	111	5187,597	1,65	1926,47	0,61
112	5359,62	1,70	112	9570,75	3,04	112	10012,265	3,18	4652,65	1,48
121	820,65	0,26	121	1148,90	0,36	121	1215,954	0,39	395,30	0,13
122	324,31	0,10	122	351,73	0,11	122	351,726	0,11	27,41	0,01
123	178,89	0,06	123	178,89	0,06	123	178,887	0,06	0,00	0,00
131	289,60	0,09	131	449,70	0,14	131	449,7	0,14	160,11	0,05
133	48,64	0,02	133	48,64	0,02	133	43,961	0,01	-4,68	0,00
142	0,00	0,00	142	29,17	0,01	142	29,165	0,01	29,17	0,01
LEAC 1 Artificial areas									formazione netta	7186,43 2,28

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
211	8085,28	2,56	211	8240,01	2,61	211	8240,01	2,61	154,74	0,05
222	29258,72	9,28	222	26856,09	8,52	222	26863,23	8,52	-2395,49	-0,76
223	42654,02	13,53	223	39263,51	12,46	223	39157,63	12,42	-3496,40	-1,11
241	1831,54	0,58	241	1905,92	0,60	241	1905,92	0,60	74,37	0,02
LEAC 2A Arable land and permanent crops									formazione netta	-5662,78 -1,80

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
242	7633,92	2,42	242	4566,02	1,45	242	4419,55	1,40	-3214,37	-1,02
243	19735,65	6,26	243	18694,87	5,93	243	18773,70	5,96	-961,95	-0,31
LEAC 2B Pastures and mosaic farmland									formazione netta	-4176,32 -1,32

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
311	57879,64	18,36	311	58912,46	18,69	311	58912,46	18,69	1032,82	0,33
312	3224,05	1,02	312	1513,52	0,48	312	1515,83	0,48	-1708,22	-0,54
313	8851,87	2,81	313	9204,56	2,92	313	9219,45	2,92	367,58	0,12
324	30271,86	9,60	324	29940,65	9,50	324	29925,76	9,49	-346,10	-0,11
LEAC 3A Forests and transitional woodland shrub									formazione netta	-653,91 -0,21

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
321	40620,38	12,89	321	43200,04	13,70	321	43226,57	13,71	2606,19	0,83
322	19242,48	6,10	322	19865,15	6,30	322	19682,17	6,24	439,69	0,14
323	28761,98	9,12	323	29555,26	9,38	323	29414,10	9,33	652,12	0,21
LEAC 3B Natural grassland, heatland, sclerophyllous vegetation									formazione netta	3697,99 1,17

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
331	341,12	0,11	331	95,71	0,03	331	95,71	0,03	-245,41	-0,08
332	197,58	0,06	332	197,58	0,06	332	197,58	0,06	0,00	0,00
333	2393,58	0,76	333	2473,97	0,78	333	2473,97	0,78	80,39	0,03
LEAC 3C Open spaces with little or no vegetation									formazione netta	-165,02 -0,05

CLC 80	hA	%	CLC 90	hA	%	CLC 00	hA	%	80-00hA	80-00%
511	3466,47	1,10	511	3240,08	1,03	511	3240,08	1,03	-226,39	-0,07
512	132,65	0,04	512	107,27	0,03	512	107,27	0,03	-25,38	-0,01
521	0,00	0,00	521	25,38	0,01	521	25,38	0,01	25,38	0,01
523	371,40	0,12	523	371,40	0,12	523	371,402	0,12	0,00	0,00
LEAC 5 Water bodies									formazione netta	-226,39 -0,07

BIBLIOGRAFIA

AGNOLETTI M (2002). Il paesaggio agro-forestale toscano. ARSIA Edizioni, Firenze.

An Introductory Landsat Tutorial: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

APAT, 2005, La realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000 Rapporti 36/2005* www.apat.it

ANFODILLO T, 2007. Cambiamenti climatici e dinamica di popolazione al limite superiore del bosco: importanza delle ricerche di lungo termine. *Forest@* 4 (1): 3-5. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

BAILEY S., 2007, Increasing connectivity in fragmented landscapes: An investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands. *Forest Ecology and Management* 238 (2007) 7–23

BATTISTI C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile pp.

BENNETT A.F., 1999. Linkages in the landscapes. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. X + 254 pp

BLASI C, CIANCIO O, IOVINO F, MARCHETTI M, MICHETTI L, DI MARZIO P, ERCOLE S, ANZELLOTTI I (2001). Il contributo delle conoscenze fitoclimatiche e vegetazionali nella definizione della rete ecologica d'Italia. In: Atti del Convegno "La conoscenza zoologica e botanica in Italia: dagli inventari al monitoraggio" (Blasi C, D'Antoni S, la Posta A eds), Roma, Dicembre 2001. Quaderni di Conservazione della Natura 14: 161-180

BOLOGNA M., CALVARIO E., SARROCCO S., 2001. Le ricerche faunistiche nelle aree protette di Roma Natura. *Inf. Bot. Ital.*, 33 (Suppl.): 19-22.

- Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000*
- BOLOGNA M.A., CAPULA M., CARPANETO G.M., CIGNINI B., MARANGONI C., VENCHI A., ZAPPAROLI M., 2003. Anfibi e rettili di Roma. Atlante e guida delle specie presenti in città. Comune di Roma, Assessorato Ambiente, Assessorato Cultura. Stilgrafica s.r.l., Roma, 112 pp.
- CHILAR J., JANSEN J M L, 2001 From Land Cover to Land Use: A Methodology for Efficient Land Use Mapping over Large Areas Published by Blackwell Publishers
- CHIRICI G., 2005, ANALISI DELLA RETE ECOLOGICA TERRITORIALE NAZIONALE: PRODROMI DI UN APPROCCIO SFOCATO SU BASE GIS, in Foreste Ricerca e Cultura, atti del convegno pg 99-122, Accademia Italiana delle Scienze Forestali FI 2005
- CHIRICI G., CORONA P., 2006 Utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione nel rilevamento delle risorse forestali, 186 pg
- COSTA G, LA MANTIA T, 2005. Il ruolo della macchia mediterranea nel sequestro del carbonio. Forest@ 2 (4): 378- 387. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- EEA 2006 - EEA briefing 3 - 2006 Il continuo degrado delle coste europee minaccia gli standard di vita in Europa. ISSN 1830-2319
- EEA, 2006 – Urban sprawl in Europe. The ignored challenge. EEA Report No 10/2006. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2005 - CORINE Land Cover How to analyze changes, 2005.
- EEA, 2002 - CORINE Land Cover update I&CLC2000 project Technical Guidelines.
- EEA, 2000 - CORINE Land Cover technical guide – Addendum 2000.
- FARINA A., 2001. Ecologia del Paesaggio. Principi, metodi e applicazioni. UTET Libreria, Torino, 673 pp.
- GARBARINO M, PIVIDORI M, 2006. Le dinamiche del paesaggio forestale: evoluzione temporale del bosco di neoformazione sui pascoli di Corte Pogallo - Parco nazionale della Val Grande (VB). Forest@ 3 (2): 213-221. [online] URL:<http://www.sisef.it/>

GeoCover Ortho Description:http://glcf.umiacs.umd.edu/portal/geocover/earthsat/geocover_Orto_Description.pdf

GeoCover Technical Guide: Global Land Cover Facility University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies University of Maryland Department of Geography [http:// GLCF Landsat GeoCover Orthorectification.htm](http://GLCF/Landsat/GeoCover/Orthorectification.htm)

GLCF Landsat Technical Guide:
<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/technical/landsat.shtml>

di GENNARO A., INNAMORATO F., CAPONE S., 2005: La grande trasformazione: Land Cover e Land Use in Campania, *Estimo e Territorio* n° 3 2005.

GIORDANO M. V., LEGROTTAGLIE P., NEVINI R., 1986, Carta dell'uso del Suolo della Regione Toscana, 1/25000, Relazione tecnico Illustrativa, Regione Toscana Giunta Regionale 1986

GIULIARELLI D, CORONA P, LAMONACA A, 2007. Sperimentazione di tecniche *object oriented* per la classificazione di uso/copertura del suolo *Corine Land Cover* da immagini satellitari a media risoluzione. *Forest@* 4 (3): 272-282. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

GIUPPONI C., RAMANZIN M., STURARO E., FUSER S., 2006 Climate and land use changes, biodiversity and agri-environmental measures in the Belluno province, Italy *ELSEVIER environmental science & policy* 9 (2006) 163 – 173

GÓMEZ O., PÁRAMO F. 2005- LEAC Methodological guidebook Data processing of land cover flows. EEA

JANSEN L. J.M., 2005, Harmonisation of land-use class sets to facilitate compatibility and comparability of data across space and time, *11th CERE S International Symposium, 13-14 December 2005, Chiba, Japan*

JANSEN L. J.M., DI GREGORIO A. 2002 Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91 (2002) 89–100

- Analisi della dinamica delle coperture/usi del suolo negli anni 1980-2000*
- LANDSAT Multispectral Scanner (MSS): USGS LANDSAT Multispectral Scanner (MSS).htm
- LANDSAT Multispectral Scanner (MSS): USGS (U_S_ Geological Survey) EROS, Sioux Falls, SD.htm
- Landsat Technical Guide: Global Land Cover Facility University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies University of Maryland Department of Geography <http://GLCF Landsat Technical Guide.htm>
- MARCHETTI M, MARIANO A, 2006. Alcune considerazioni sulla valutazione della consistenza e dello stato delle risorse forestali secondo le organizzazioni internazionali di settore. *Forest@* 3 (3): 351-366. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- MARICCHIOLO C, SAMBUCINI V, PUGLIESE A, BLASI C, MARCHETTI M, CHIRICI G, CORONA P (2004). La realizzazione in Italia del progetto europeo I&CLC2000: metodologie operative e risultati. Atti della 8a Conferenza Nazionale ASITA, Roma, 14-17 dicembre 2004, pp. CXIII-CXXVIII.
- MASSA R., BAIETTO M., BOTTONI L., PADOA-SCHIOPPA E., 2004, Conservazione della biodiversità nei paesaggi culturali XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6/10/2004), Siena 14th Meeting of the Italian Society of Ecology.
- MCPFE 2002, Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the MCPFE Expert Level Meeting 7-8 October 2002, Vienna, Austria
- PASTA S, CULLOTTA S, LA MANTIA T, RÜHL J (2005). Le formazioni preforestali e i processi di successione secondaria in atto nei coltivi abbandonati della Sicilia. Atti 2° Convegno Nazionale: "Piante Mediterranee: valorizzazione delle risorse e sviluppo sostenibile" (Agrigento, 7-8 ottobre 2004).
- PASTA S, LA MANTIA T (2001). Note sul paesaggio vegetale delle isole minori circumsiciliane. I. Consorzi forestali e preforestali dell'Isola di Lampedusa (AG) ed effetto degli impianti artificiali sulla vegetazione naturale. *Naturalista Siciliano* S. IV, XXV (Suppl.): 71-89.

PERDIGÃO V., ANNONI A., 1997– Technical and methodological guide for updating CORINE land cover data base EUR 17288 – 140 pp. – 21.0 x 29.7 cm

PETER VOGT Æ KURT H. RIITTERS Æ CHRISTINE ESTREGUIL Æ JACEK KOZAK Æ TIMOTHY G. WADE Æ JAMES D. WICKHAM 2006 Mapping spatial patterns with morphological image processing Landscape Ecol (2007) 22:171–177

PETER VOGT, KURT H. RIITTERS, MARCIN IWANOWSKI, CHRISTINE ESTREGUIL, JACEK KOZAK , PIERRE SOILLE 2006 Mapping landscape corridors Ecological Indicators 7 (2007) 481–488

Progetto Corine- Land Cover
<http://stweb.sister.it/itaCorine/corine/progettocorine.htm>

RIGHINI G., COSTANTINI E. A. C., SULLI L., 2002 – La Banca dati delle Regioni Pedologiche Italiane. http://www.soilmaps.it/soil_regions.pdf

SAMBUCINI V., PUGLIESE A., MARICCHIOLO C., MARCHETTI M., BLASI C., 2003 Il contributo del progetto Corine Land Cover 2000 in Italia per la gestione sostenibile del territorio e delle risorse naturali 7A CONFERENZA NAZIONALE DELLE AGENZIE AMBIENTALI Arpalombardia

Schema di Sviluppo dello Spazio Europeo (S.S.S.E.), Potsdam 1999

Useful internet URLs:

[http:// www.apat.it](http://www.apat.it)

<http://www.eduspace.esa.int/eduspace/main.asp>

<http://www.eea.europa.eu/>

<http://eionet.europa.eu/>

[http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs02303.html#system.](http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs02303.html#system)

<http://glcf.umiacs.umd.edu/>

<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

<http://www.sisef.it/>

<http://stweb.sister.it/>

<http://www.soilmaps.it>

<http://zulu.ssc.nasa.gov>

<http://www.xivcongresso.societaitalianaecologia.org>

<http://landsat.usgs.gov/index.php>

<http://www.pcn.minambiente.it/PCN/default.htm>