



**APAT**

Agenzia per la protezione  
dell'ambiente e per i servizi tecnici



# La realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000*

---

---

### **Informazioni legali**

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

**APAT** - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.apat.it](http://www.apat.it)

Dipartimento stato dell'ambiente e metrologia ambientale  
Servizio gestione modulo nazionale SINAnet  
[www.sinanet.apat.it](http://www.sinanet.apat.it)

© APAT, Rapporti 36/2005

ISBN 88-448-0162-0

Riproduzione autorizzata citando la fonte

### **Elaborazione grafica**

APAT

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli (APAT)

*Foto di copertina:* Paolo Orlandi

### **Coordinamento tipografico**

APAT - Servizio di Supporto alla Direzione Generale  
Settore Editoria, Divulgazione e Grafica

### **Impaginazione e stampa**

I.G.E.R. srl - Viale C.T. Odascalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare settembre 2005

---

---

## **Contributi e ringraziamenti**

Il presente documento ha l'obiettivo di presentare le attività e i risultati della componente italiana del progetto *Image & Corine Land Cover 2000* realizzato dall'Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT).

L'elaborazione del documento è stata curata dal Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet dell'APAT; i principali autori sono:

*Claudio Maricchiolo, Valter Sambucini, Antonio Pugliese, Michele Munafò, Giuliano Cecchi, Ezio Rusco.*

La pubblicazione si è avvalsa del contributo scientifico delle Università di Roma "La Sapienza", dell'Università di Firenze e dell'Università della Tuscia; in particolare hanno contribuito:

*Carlo Blasi, Marco Marchetti, Gherardo Chirici, Piermaria Corona.*

La realizzazione dell'intero progetto è stata possibile grazie al lavoro di personale dell'APAT, del sistema delle Agenzie ambientali, del mondo della ricerca universitaria e di professionisti:

### **Autorità nazionale di riferimento (National Authority)**

APAT – Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

*C. Maricchiolo, V. Sambucini, A. Pugliese, F. Baiocco, G. Cecchi, D. Dell'Osso, C. Di Stefano, A. Gabrielli, C. Jacomini, M. Munafò, M. Polvani, R. Vinciguerra R. Visentin.*

### **Coordinamento scientifico**

Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Vegetale

*C. Blasi, M. Marchetti.*

### **Coordinamento tecnico**

Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali

*G. Chirici, S. Bologna.*

Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse

*P. Corona, A. Lamonaca.*

### **Fotointerpretazione**

*M. Bagnoli, R. Bertani, L. Bottai, F. Comandini, C. Di Leo, S. Fiorini, G.P. Cecconi, F. Monti, L. Morgante, P. Nafissi, A. Oradini, M. Paolanti.*

### **Campagne di verifica a terra**

Sistema delle agenzie ambientali (APAT/ARPA/APPA) e Istituti scientifici

*A. Barone, S. Bertolissi, D. Bevilacqua, D. Brandolin, S. Canestrari, R. Cappelli., D. Caracciolo, C. Crupi, M. Di Luca, F. Dolce, D. Drago, G. Fabietti, G. Fattoretto, P. Giacomich, F. Ilardi, A. Mammoliti Mochet, A. Marchetti, M. Marzocchini, U. Morra di Cella, S. Mozzone, T. Niccoli, M. Pirisi, M. Polvani, V. Raineri, F. Riccioni, G. Scalzo, R. Scubla, B. Serra, V. Sorrenti, M. Treleani, C. Treves, P. Ugolini, P. Verardo, R. Verzella, D. Zaccheddu, L. Zanatta.*

---

---

---

---

## INDICE

CONTRIBUTI E RINGRAZIAMENTI .....	pag.	4
INTRODUZIONE.....		7
1. IL PROGRAMMA CORINE .....		9
1.1 CORINE Biotopes.....		9
1.2 CORINAIR .....		10
1.3 CORINE Erosion.....		10
1.4 CORINE Land Cover .....		10
2. IL PROGETTO I&CLC2000 .....		12
2.1 La componente Image2000 .....		16
2.2 La componente CLC2000 .....		20
2.3 Metadati.....		21
2.3.1 Metadati a livello nazionale.....		21
2.3.2 Metadati a livello europeo .....		23
2.4 Risultati del progetto I&CLC2000 .....		23
3. IL PROGETTO I&CLC2000 IN ITALIA .....		24
3.1 Prima Realizzazione del <i>Corine Land Cover</i> in Italia: CLC90 .....		24
3.2 Organizzazione del progetto I&CLC2000 in Italia .....		24
3.3 Elementi innovativi del progetto italiano .....		25
3.4 Le fasi di realizzazione e le metodologie operative.....		26
3.4.1 Le coperture satellitari .....		26
3.4.2 Correzione geometrica del CLC90 .....		28
3.4.3 La classificazione .....		29
3.4.4 Derivazione dei cambiamenti .....		31
3.5 Controllo di qualità.....		32
3.6 Collaudo finale .....		32
3.7 Prodotti del progetto I&CLC2000 Italy .....		33
3.7.1 CLC2000 - CLC90 – CLC Change 3° Livello.....		34
3.7.2 CLC2000-4° Livello.....		36
3.7.3 Punti di verifica .....		40
3.8 Valutazione dell'accuratezza .....		42
3.8.1 Presupposti teorici .....		42
3.8.2 Metodologia di validazione scelta in Italia per il CLC2000 .....		44
3.8.3 Confronto tra verifiche a terra e fotointerpretazione delle ortofoto a colori IT2000 .....		47

---

3.8.4 Accuratezza della copertura CLC2000.....	50
3.8.5 Considerazioni conclusive sulla validazione dei dati CLC2000.....	56
3.9 Metadati.....	57
3.9.1 Finalità.....	57
3.9.2 Metadati a livello nazionale.....	57
3.9.3 Metadati a livello regionale .....	59
3.10 Risultati .....	62
3.10.1 Metodologia di analisi .....	62
3.10.2 Analisi a livello nazionale .....	63
3.10.3 Analisi a livello regionale.....	69
3.10.4 Quarto Livello .....	74
4. DIVULGAZIONE DEI PRODOTTI .....	77
4.1 Diffusione dei prodotti a livello italiano.....	77
4.2 Diffusione dei prodotti a livello europeo.....	79
CONCLUSIONI .....	80
Definizioni, acronimi e abbreviazioni.....	81
Indice delle Figure.....	82
Indice delle Tabelle .....	83
Siti internet d'interesse.....	84
Bibliografia .....	85

---

## INTRODUZIONE

L'attenzione dei decisori politici è andata negli anni allargandosi dall'integrazione della dimensione ambientale nelle politiche di settore verso lo sviluppo di metodologie e strumenti d'analisi spaziale integrata, a supporto dell'azione di pianificazione territoriale. Ciò appare chiaro se si considera il percorso che dalla Strategia Europea sullo sviluppo sostenibile porta al VI Programma comunitario d'azione in materia d'ambiente, quindi al programma *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES), sino a giungere alla proposta di direttiva sull'istituzione di un'infrastruttura comunitaria per l'informazione territoriale (INSPIRE).

Le moderne tecniche d'analisi spaziale e di telerilevamento costituiscono uno strumento molto potente a supporto delle valutazioni ambientali su ampia scala geografica. Carte digitali di uso e copertura del suolo permettono di fotografare alcune caratteristiche del territorio e di individuarne le evoluzioni nel tempo.

In questo contesto, l'iniziativa *Corine Land Cover* (CLC) è nata a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela. Coordinata dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA), la prima realizzazione di un progetto CLC risale al 1990 (CLC90).

A dieci anni dalla conclusione del CLC90, nel 2001 l'AEA 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.

Il presente documento descrive la realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000*, curato dall'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) con il supporto tecnico-scientifico dell'Università "La Sapienza" di Roma, dell'Università di Firenze e dell'Università della Tuscia. Il rapporto presenta le modalità operative di attuazione del progetto e in particolare fornisce un approfondimento circa gli aspetti metodologici riguardanti la validazione delle basi dati. Sono quindi passati in rassegna i principali prodotti realizzati, che per l'Italia comprendono la totale revisione della copertura CLC del 1990 e l'approfondimento al 4° livello tematico di alcune classi Corine. Infine, sono presentate le modalità di diffusione dei risultati.

---

---



---

## 1. IL PROGRAMMA CORINE

Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee, con la Decisione 85/338/EEC, ha varato il programma CORINE (**COoR**dination of **IN**formation on the **EN**vironment) 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 lo stato 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 validi, sono la formazione e la diffusione di standard e metodologie comuni e la promozione di contatti e scambi internazionali, onde 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.

Le priorità tematiche del programma CORINE sono state identificate nella definizione dei siti di maggiore importanza per la conservazione della natura (*Corine-Biotopes*), emissioni in aria (*Corine-AIR*), copertura del suolo (*Corine Land Cover*), suoli ed erosione (*Corine Erosion*), acque ed erosione costiera. I dati riferibili a queste tematiche sono stati gestiti in un sistema GIS (*Geographical Information System*) unitamente ad altri dati di base quali le linee di costa, i limiti amministrativi regionali e nazionali, le industrie, le reti di trasporto ecc.

Nel 1991, durante la conferenza dei ministri europei dell'ambiente, svoltasi nel castello di Dobris (Repubblica Ceca), si è deciso di estendere la metodologia CORINE ai paesi dell'Europa centrale e orientale come primo passo per l'integrazione dei sistemi informativi ambientali in Europa. Con il supporto del programma PHARE la base dati CORINE è stata sviluppata per 13 paesi in via di ammissione.

Inizialmente l'implementazione del programma CORINE è stata condotta direttamente dai servizi della Commissione Europea, successivamente, con la costituzione dell'AEA (Regolamento 1210/90 del 7 maggio 1990), il programma è stato gestito dalla nuova Agenzia.

I principali progetti realizzati dall'AEA nell'ambito del programma CORINE sono:

- CORINE Biotopes,
- CORINAIR,
- CORINE Erosion,
- CORINE Land Cover.

### 1.1 CORINE Biotopes

Il progetto CORINE Biotopes risponde all'obiettivo di monitorare l'attuazione delle convenzioni internazionali e direttive europee in materia di conservazione della natura:

- Direttiva sulla conservazione degli uccelli selvatici (Direttiva Birds, 1979),
- Convenzione di Berna sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali (1981),

- 
- Convenzione di Bonn sulla conservazione delle specie migratorie e degli animali selvatici (1982),
  - Convenzione sul commercio di specie rare (CITES, 1984),
  - Direttiva sulla Conservazione della fauna, flora e degli habitat (Direttiva Habitat, 1992).

La base dati dei **Biotopi** del progetto CORINE contiene informazioni sull'ubicazione e lo stato degli ecosistemi, habitat e specie che richiedono protezione. Il "biotopo" descrive un'entità geografica significativa per la conservazione della natura. Le unità bio-geografiche sono riferite come siti, dove per "sito" deve intendersi un'area di terra emersa o corpo d'acqua che forma un'unità ecologica di importanza comunitaria per la conservazione della natura.

## 1.2 CORINAIR

Il principale obiettivo della prima fase delle attività del progetto **CORINAIR** è stato la realizzazione di un inventario prototipo riferito all'anno 1985 delle emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e composti organici volatili riferiti a otto principali settori di attività: centrali termoelettriche, raffinerie, combustione nell'industria, processi produttivi, evaporazione di solventi, trasporti, natura. Il progetto ha anche sviluppato la nomenclatura NAPSEA (*Nomenclature for Air Pollution Socio-Economic Activity*) per i settori sorgente e la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*) per le sorgenti emissive di macrosettori, settori e attività. Successivamente, con l'inventario del 1990, è stata rivista la metodologia e sono stati presi in considerazione anche inquinanti come l'ammoniaca e il monossido di carbonio. Un ulteriore inventario è stato eseguito nel 1994 ampliando ulteriormente gli inquinanti con l'aggiunta di polveri sottili, metalli pesanti ed inquinanti organici persistenti.

## 1.3 CORINE Erosion

Il progetto **CORINE Erosion** ha come scopo la definizione del rischio d'erosione dei suoli nell'area mediterranea. Per l'implementazione del progetto è stata definita una metodologia *ad hoc* che ha portato come risultato ad una valutazione qualitativa del rischio d'erosione prendendo in esame i parametri del suolo, della morfologia, del clima e di copertura del suolo. Uno dei problemi esistenti nella definizione del modello è stata la mancanza di uno strato di riferimento per la copertura del suolo. Si è deciso di adottare una classificazione alquanto semplificata: suoli con copertura vegetale e suoli privi di copertura vegetale. L'utilizzo dei dati del CORINE Land Cover si presenta come potenzialmente molto interessante anche per lo studio dei fenomeni di erosione dei suoli.

## 1.4 CORINE Land Cover

Obiettivo del progetto CORINE Land Cover (CLC) è di fornire al programma CORINE e ad ogni possibile utilizzatore interessato informazioni sulla copertura del suolo e sulle sue modifiche nel tempo. Queste informazioni devono essere per quanto possibile omogenee, compatibili e comparabili per tutti i paesi interessati, suscettibili di aggiornamento periodico e di costo sostenibile. L'azione di sviluppo del progetto ha preso le mosse nel 1986 con un intervento pilota sul Portogal-

---

lo, nel corso del quale sono state individuate e messe a punto esigenze strumentali e metodologie. Una prima versione del CORINE Land Cover è stata prodotta negli anni '90. Successivamente è stato lanciato, congiuntamente dalla Commissione Europea e dall'AEA, il progetto I&CLC2000 per l'aggiornamento della base dati CORINE Land Cover.

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. Le informazioni sono state ricavate da foto-interpretazione di immagini satellitari ed immagazzinate in un sistema informativo geografico

Il progetto prevede la realizzazione di una cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici.

La copertura *Corine Land Cover 90* (CLC90) e i suoi successivi aggiornamenti sono riconosciuti a livello europeo quali strumenti di base per la definizione delle politiche territoriali da parte di diversi servizi della Commissione Europea quali la DG-Politiche Regionali (*DG-Regional policy*), la DG-Ambiente (*DG Environment*) e la DG Agricoltura (*DG Agriculture*), oltre all'AEA e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (*European Topic Centres - ETCs*).

Essa inoltre rappresenta uno strato informativo di base per lo sviluppo di applicazioni o modelli di analisi spaziale su base GIS finalizzati alla produzione d'informazioni complesse utili a supportare le scelte dei decisori politici a livello europeo e nazionale.

---

## 2. IL PROGETTO I&CLC2000

Finalità del progetto *Corine Land Cover* è la definizione di una base dati relativa all'uso e copertura del suolo e al monitoraggio dei relativi cambiamenti; per raggiungere tale risultato sono necessarie rappresentazioni dell'uso e copertura del suolo in momenti differenti.

A distanza di circa dieci anni dalla prima realizzazione del *Corine Land Cover* (CLC 90), l'AEA e la Direzione Politiche Regionali della Commissione hanno lanciato il progetto denominato I&CLC2000.

Il progetto è stato ideato sulla base delle esperienze maturate nella prima realizzazione del *Corine Land Cover*. In sintesi, si possono indicare come miglioramenti organizzativi, metodologici e strumentali i seguenti punti:

- l'individuazione di una Autorità Nazionale di riferimento (*National Authority*) ha portato ad una facilitazione nella gestione e coordinamento del progetto e nella disseminazione dei risultati ottenuti. Per l'Italia l'Autorità Nazionale è stata identificata nell'APAT, in quanto punto focale nazionale (*National Focal Point*) della rete europea EIONet (Rete Europea di Informazione e Osservazione Ambientale);
- l'acquisizione delle immagini Landsat 7 ETM+ per la fotointerpretazione è stata gestita dalla Commissione Europea con il CCR - Centro Comune di Ricerca (JRC - *Joint Research Centre*). Tale aspetto è stato fondamentale per fornire ai paesi membri una base satellitare comune con caratteristiche analoghe. Un aspetto molto importante di questa copertura è che le immagini sono riferibili ad un periodo ben preciso, differentemente da quanto accaduto in occasione della realizzazione del CLC90;
- gli aspetti metodologici, la definizione delle classi di copertura, le procedure fotointerpretative e i controlli di qualità, effettuati dall'AEA con il Centro Tematico Europeo - Ambiente Terrestre (*European Topic Centre on Terrestrial Environment, ETC-TE*) sono stati notevolmente migliorati.

Il progetto I&CLC2000, avviato nel 2000 per gli stati membri dell'Unione Europea ed esteso nel 2001 ai paesi in via di accesso, è composto da due componenti principali, tra di loro interconnesse:

- Image2000, relativo all'acquisizione, orto-rettifica e mosaicatura a livello europeo e nazionale di immagini satellitari;
- CLC2000, relativo alla identificazione e classificazione del Land Cover 2000, aggiornamento del CLC90 e derivazione del CLC Change.

L'iniziativa è cofinanziata dagli Stati membri e dalla Commissione Europea. I paesi che alla data dell'1/6/2005 hanno aderito al progetto CLC2000 sono 33 (cfr. Figura 1 e Tabella 1). Una visione sempre aggiornata sullo stato di avanzamento del progetto a livello europeo si può avere attraverso le pagine del sito dell'ETC-TE.

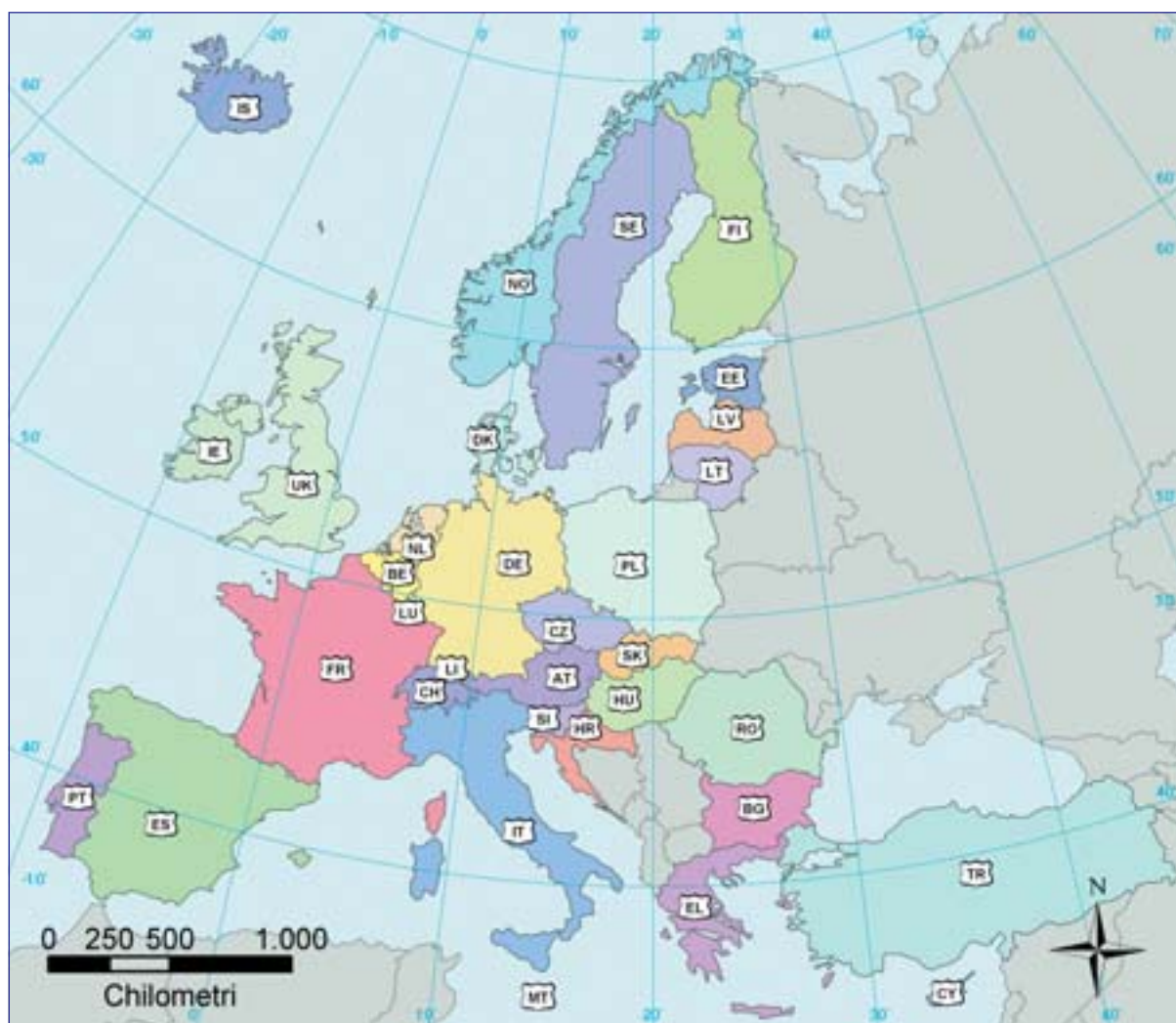


Figura 1 - Paesi partecipanti al progetto I&CLC2000 al 1/6/2005

Tabella 1 - Paesi partecipanti al progetto I&CLC2000 all' 1/6/2005

Paesi partecipanti a I&CLC2000			
Austria	AT	Belgio	BE
Bulgaria	BG	Repubblica Ceca	CZ
Croazia	HR	Cipro	CY
Danimarca	DK	Estonia	EE
Finlandia	FI	Francia	FR
Germania	DE	Grecia	EL
Ungheria	HU	Irlanda	IE
Islanda	IS	Italia	IT
Lettonia	LT	Liechtenstein	LI
Lituania	LV	Lussemburgo	LU
Malta	MT	Norvegia	NO
Paesi Bassi	NL	Polonia	PL
Portogallo	PT	Regno Unito	UK
Romania	RO	Slovacchia	SK
Slovenia	SI	Spagna	ES
Svezia	SE	Svizzera	CH
Turchia	TR		

Dal punto di vista tecnico-scientifico, l'iniziativa è gestita dall'AEA e dal Centro Comune di Ricerca (CCR) di Ispra. L'AEA è responsabile dei collegamenti con i paesi in via di accesso e della gestione di CLC2000, mentre il CCR è responsabile dei collegamenti con i servizi della Commissione Europea e della componente Image2000.

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;
- per i prodotti CLC la scala nominale è 1:100.000, l'unità minima cartografata è pari a 25 ettari (equivalente in scala 1:100.000 a un cerchio di 2,8 mm o un quadrato di 5 x 5 mm) e la larghezza minima dei poligoni è 100 m (1 mm alla scala nominale); 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 confini dei poligoni CLC;
- per il prodotto CLC Change, l'unità minima cartografata è pari a 5 ettari.

In Tabella 2 sono riportate le principali novità introdotte con I&CLC2000 rispetto al CLC90.

**Tabella 2 - Principali caratteristiche del progetto CLC90 e del nuovo I&CLC2000**

Caratteristiche	CLC90	I&CLC2000
Consistenza temporale	prevalentemente 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 <sup>2</sup>	3 €/km <sup>2</sup>
Documentazione di progetto	metadati incompleti e non standard	metadati standard
Accesso ai dati	Politica di divulgazione non definita	Politica di divulgazione definita

Il sistema di nomenclatura adottato per I&CLC2000, 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 (Tabella 3). Nella base dati CLC non sono ammessi codici diversi dai 44 ufficiali, così come non sono accettate aree "non classificate".

**Tabella 3 - Sistema di nomenclatura Corine Land Cover**

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	

---

## 2.1 La componente Image2000

Avviata nel marzo del 2000, la componente Image2000 ha portato alla creazione di una copertura di immagini Landsat 7 ETM+ ortorettificate su tutto il territorio europeo, acquisite generalmente in estate nel periodo 1999-2001. Queste immagini sono state successivamente mosaicate e la copertura risultante ha costituito la base per la realizzazione del CLC2000.

I prodotti Image2000, oltre a costituire la fonte principale per l'aggiornamento della base dati di uso del suolo (*Corine Land Cover*), rappresentano anche uno strato di riferimento di interesse generale per l'intero territorio europeo.

Alla fine del 2004 il set d'immagini copriva l'intero territorio dell'Unione Europea dei 25 con l'aggiunta della Bulgaria, della Romania, del Liechtenstein e della Croazia (Tabella 4). Agli inizi del 2005 altri paesi hanno aderito al progetto.

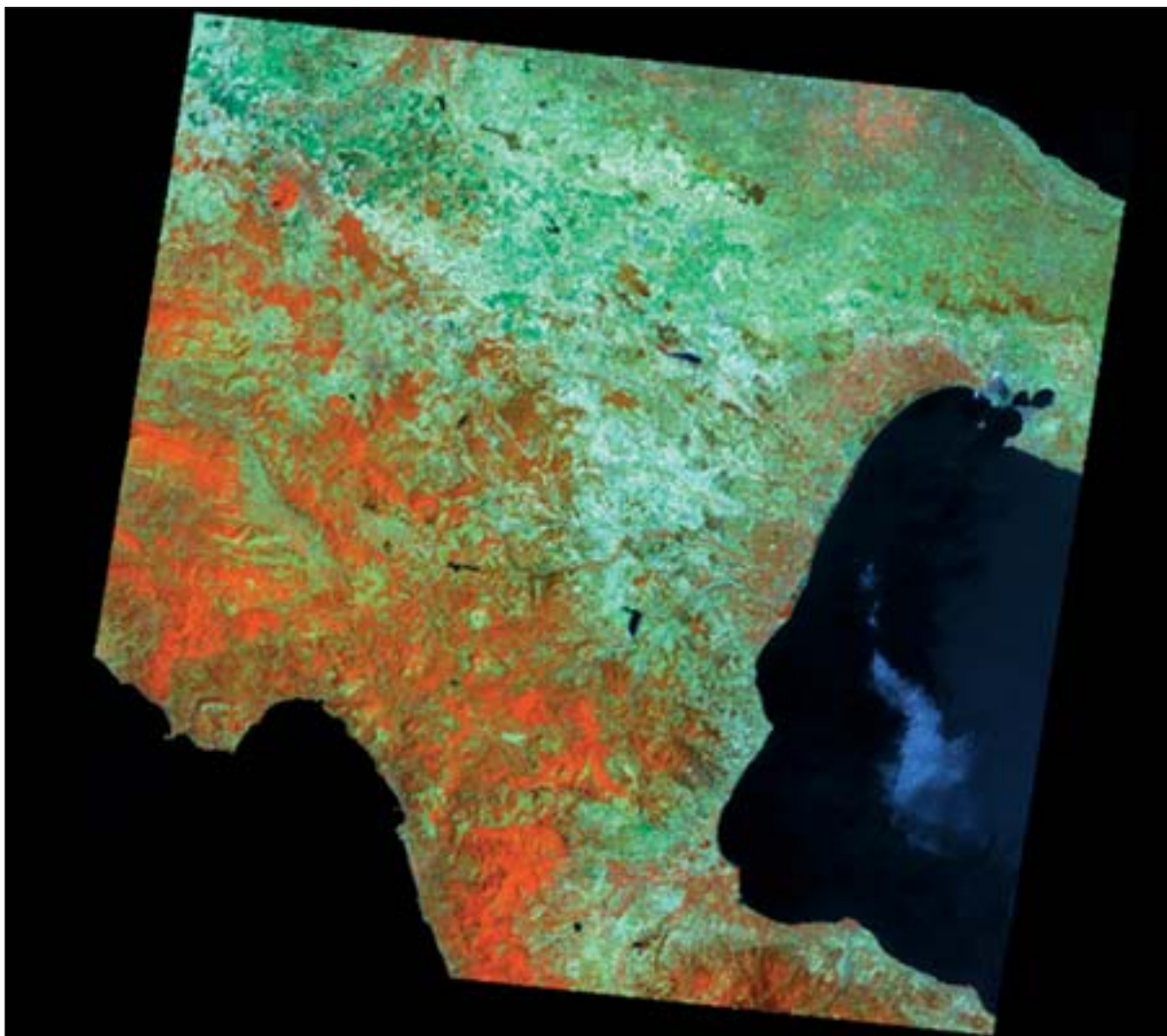
**Tabella 4 - Nazioni coperte da Image2000 alla fine del 2004**

Paesi partecipanti a Image 2000	
Austria	Belgio
Bulgaria	Repubblica Ceca
Croazia	Cipro
Danimarca	Estonia
Finlandia	Francia
Germania	Grecia
Ungheria	Irlanda
Italia	Lettonia
Lituania	Liechtenstein
Lussemburgo	Malta
Polonia	Paesi Bassi
Regno Unito	Portogallo
Romania	Slovacchia
Slovenia	Spagna
Svezia	

I prodotti principali sviluppati nell'ambito del progetto sono:

- Singole scene Landsat 7, ortocorrette nella proiezione nazionale, ricampionate con l'algoritmo di convoluzione cubica (*cubic convolution*), fornite in tutte le bande spettrali del sensore ETM+, alla risoluzione di 25 m (12.5 per la banda pancromatica), in formato BIL (*Band Interleaved by Line*). In Figura 2 è mostrata una delle circa mille scene disponibili.
- Mosaici nazionali, nella proiezione nazionale, comprensivi di tutte le bande spettrali;
- Mosaico satellitare europeo di riferimento per l'anno 2000, in una proiezione continentale, in tutte le bande spettrali.





**Figura 2 - Prodotto 1 europeo - Scene individuali Landsat**  
(scena 188/32 del 26/05/2000, combinazione in falsi colori delle bande 453, Basilicata, Italia)

L'acquisizione delle immagini, l'ortorettifica e il controllo di qualità sono stati centralizzati a livello europeo per assicurare una qualità adeguata del prodotto finale. La responsabilità di queste azioni è stata affidata al CCR di Ispra.

Per lo sviluppo del progetto sono state acquistate scene Landsat 7 ETM+, acquisite durante le stagioni estive degli anni 1999-2001. Le caratteristiche spettrali del sensore ETM+ sono riportate nella Tabella 5.

**Tabella 5 - Caratteristiche spettrali del sensore Landsat 7 ETM+**

Numero della banda	Gamma spettrale (micron)
ETM 1	0,45 - 0,515
ETM 2	0,525 - 0,605
ETM 3	0,63 - 0,690
ETM 4 .	0,75 - 0,90
ETM 5	1,55 - 1,75
ETM 6	10,40 - 12,5
ETM 7	2,09 - 2,35
ETM Pan	0,52 - 0,90

Le immagini sono state memorizzate in formato binario (BIL - *Band Interleaved by Line*) e Geo-TIFF. L'anno di riferimento scelto per l'acquisizione delle immagini è stato il 2000. Per assicurare una adeguata coerenza temporale i dati satellitari sono stati acquisiti con una deviazione massima di un anno rispetto al riferimento. L'intervallo complessivo delle acquisizioni è quindi il periodo 1999 – 2001 [1]. Per ogni nazione è stato individuato il periodo di acquisizione ottimale per la classificazione tematica (Figura 3).

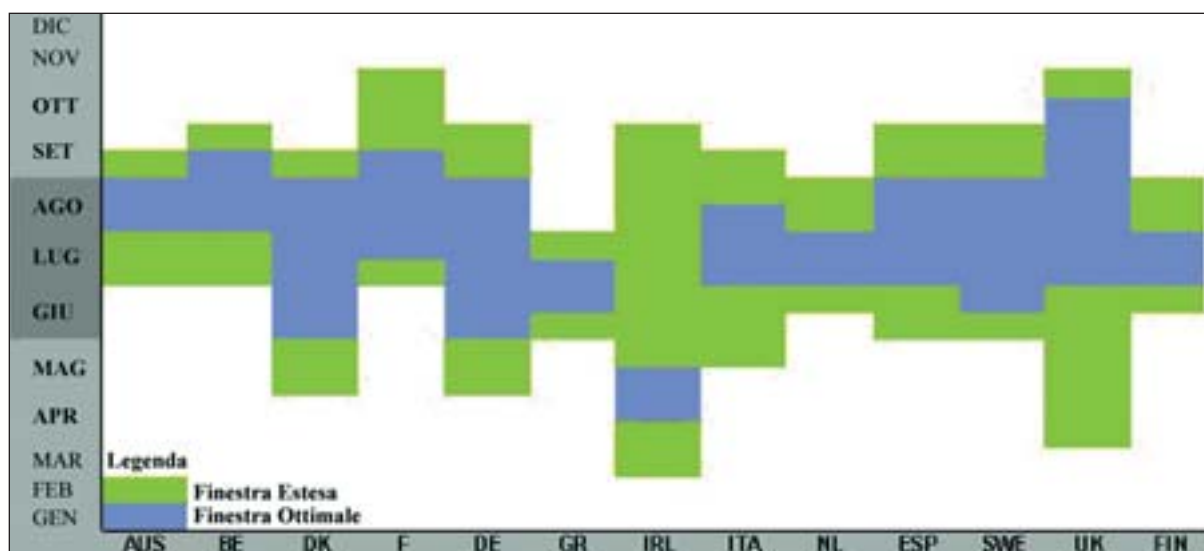


Figura 3 - Periodo ottimale di acquisizione

Inoltre, in aggiunta al periodo ottimale, è stata individuata una finestra estesa, nella quale sono state acquisite ulteriori scene, utili per sostituire eventuali immagini che, pur riprese nel periodo ottimale, non presentavano caratteristiche adeguate (ad esempio in termini di copertura nuvolosa). Tutte le immagini del sensore ETM+ Landsat 7 sono state prodotte a 25m di risoluzione per il dato multispettrale e a 12.5m per la banda pancromatica.

La correzione geometrica dei prodotti di Image2000 si è avvalsa dei dati orbitali acquisiti dal satellite durante il volo. In aggiunta ai parametri orbitali sono stati utilizzati dei punti di controllo a terra (GCP - *Ground Control Points*) scelti su mappe topografiche a scala 1:25.000-1:50.000, nei sistemi di proiezione nazionali.

Dove non fossero disponibili prodotti nazionali di maggior dettaglio, per l'ortorettifica è stato utilizzato un modello di elevazione del terreno (DEM - *Digital Elevation Model*) europeo con una griglia di 100m, accuratezza orizzontale di 50m (90% di confidenza) e 30 m di accuratezza verticale. Nel processo di ortorettifica si è utilizzata una trasformazione del primo ordine, con almeno 4 punti di controllo per immagine e con un algoritmo di ricampionamento del tipo "convoluzione cubica". La dimensione finale del pixel dopo il ricampionamento è di 12.5m per la banda pancromatica, 25m per le bande multispettrali. L'accuratezza geometrica di tutte le scene ortorettificate, espressa come scarto quadratico medio, è inferiore a 25 m.

Le immagini sono state ortorettificate sia nei sistemi di proiezione nazionali che nel sistema di proiezione europeo (WGS 84). Non è stata effettuata alcuna correzione atmosferica. La correzione radiometrica è consistita nella riduzione del rumore con tecniche di *destriping*, *correction dropline* e *bit errors*. Sulle immagini Landsat ortorettificate è stato anche effettuato un controllo di qualità che si è sviluppato in tre fasi:

- 1) controllo di qualità interno condotto dalla società che ha provveduto all'ortorettifica delle immagini;
- 2) controllo di qualità esterno condotto dal CCR su almeno una scena per ogni paese [2], sia sul dato pancromatico che multispettrale (Figura 4);
- 3) valutazione dell'accuratezza globale del mosaico a livello europeo condotta dal CCR sul 10% della superficie.



Figura 4 - Immagini Landsat7 soggette a controllo di qualità esterno condotto dal CCR (JRC)

Il CCR ha sviluppato i criteri e le procedure per la selezione delle immagini, ma la scelta finale delle stesse è stata fatta insieme alle Autorità Nazionali (*National Authority*) responsabili dello sviluppo dei progetti nazionali.

---

I criteri utilizzati prioritariamente per la scelta delle immagini sono stati:

- totale assenza di copertura nuvolosa, con deroga al 5% in paesi critici;
- acquisizione nell'anno 2000;
- acquisizione nell'intervallo temporale ristretto definito in Figura 3;

Ove nell'anno 2000 non fossero disponibili immagini senza nuvole acquisite nella finestra ristretta, è stato possibile selezionare immagini acquisite nell'intervallo definito nella finestra estesa. Similmente, in caso d'indisponibilità, si potevano utilizzare, in ordine di priorità, la finestra ristretta nel 1999, la finestra estesa nel 1999, la finestra ristretta nel 2001, la finestra estesa nel 2001.

Questa procedura di selezione non si è potuta rispettare solo in poche occasioni, in questi casi si è arrivati ad utilizzare immagini derivanti da altro sensore (Landsat 5 TM, 2 immagini per l'Irlanda e 2 immagini per l'Inghilterra). Talvolta anche i limiti di copertura nuvolosa non sono stati rispettati giungendo sino ad una copertura nuvolosa massima del 20%.

## 2.2 La componente CLC2000

Obiettivo della componente CLC2000 del progetto I&CLC2000 è l'aggiornamento della base dati *Corine Land Cover* con una rappresentazione all'anno 2000, utilizzando come sistema di base la copertura satellitare Europea di riferimento Image2000. Il prodotto principale atteso a livello europeo è la base dati di uso del suolo per l'anno 2000 alla scala 1:100.000, con una unità minima cartografata di 25ha, derivato dalle basi dati prodotte a livello nazionale.

Con l'aggiornamento della base dati CORINE s'intende inoltre rivisitare, a livello geometrico e tematico, la base dati CLC90 e produrre la base dati dei cambiamenti d'uso del suolo tra il 1990 ed il 2000 (*European CLC 2000 Change*).

Generalizzando tali dati vettoriali verranno derivati a livello europeo i seguenti prodotti:

- CLC Europeo 250 m grid: base dati in formato raster, risultato della conversione delle basi di dati vettoriale;
- CLC Europeo 100 m grid: base dati in formato raster, risultato della conversione delle basi di dati vettoriali (CLC2000, CLC90 e CLC Change);
- CLC Europeo, Statistiche a 1 km<sup>2</sup>;
- Metadati del CLC Europei.

Per la produzione del CLC2000 e del CLC Change, le principali caratteristiche cui ogni paese deve attenersi sono [3]:

- Scala 1:100 000;
- Accuratezza di 100 m per tutti i prodotti;
- Affidabilità tematica  $\times$  85%;
- Minima unità cartografata 25 ettari (a livello europeo);
- Aree minori di 25 ettari sono ammesse nelle base dati nazionali come tematismi aggiuntivi, ma debbono essere aggregate in aree di almeno 25 ettari nella base dati Europea;
- 100 m di larghezza minima;
- Unità minima cartografata per i cambiamenti di uso del suolo pari a 5 ettari;
- Identificazione solo di aree;
- Utilizzo nomenclatura CORINE al terzo livello (44 classi) con tutte le aree classificate;
- Metodologia di classificazione standard CLC, organizzata gerarchicamente in 44 classi al terzo livello, 15 classi al secondo livello e cinque al primo;

---

La congruenza geometrica tra CLC2000, CLC90 e Image2000 è il prerequisito essenziale del progetto. Il sistema di classificazione dell'uso e copertura del suolo del CLC è di tipo gerarchico e suddiviso in 3 livelli. Il primo livello è costituito da 5 classi che rappresentano le grandi categorie di copertura del suolo; il secondo livello comprende 15 classi che vengono ulteriormente distinte sino a giungere a 44 classi al terzo livello (Tabella 3). La distinzione delle 44 classi del terzo livello scaturisce da scelte tecniche legate al supporto fotointerpretativo: l'immagine Landsat 7 ETM+. Dalle sole immagini satellitari risulterebbe difficile scendere ad un livello di dettaglio maggiore nella distinzione dell'uso e copertura del suolo

La base dati dei cambiamenti di uso e copertura del suolo (CLC Change) è un elemento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi definiti dal progetto I&CLC2000. Esso viene realizzato per comparazione tra l'uso e copertura del suolo riferibili rispettivamente al 1990 e al 2000. La base dati dei cambiamenti è il risultato di un'operazione di intersezione tra il CLC90 e il CLC2000. I poligoni che mostrano un cambiamento riporteranno i codici del CLC90 e del CLC2000. Il risultato dell'intersezione viene controllato per la verifica della minima unità cartografata, che deve essere di 5 ettari.

## 2.3 Metadati

I metadati sono le informazioni riportate a corredo dei dati prodotti e rappresentano un altro elemento di miglioramento del progetto I&CLC2000 rispetto al precedente progetto CLC90. Sulla base dell'esperienza acquisita, sono stati strutturati i metadati in maniera standard in accordo con quanto stabilito nel documento “*Corine Land Cover Update I&CLC2000 Technical Guidelines*” [4]. Sono previste tre tipologie principali di metadati in accordo con il tipo di informazioni:

- Metadati per l'inventario (informazioni di supporto alla gestione della base dati);
- Metadati per l'accesso (informazioni sull'accessibilità alla base dati);
- Metadati per l'uso (informazioni necessarie per giudicare la rilevanza e l'adeguatezza delle informazioni agli scopi prefissati prima di accedere alle base dati).

### 2.3.1 Metadati a livello nazionale

A livello nazionale i metadati riportano i seguenti principali parametri:

- informazioni sui dati utilizzati (immagini, cartografie, dati ancillari),
- informazioni sui riferimenti spaziali (sistema di proiezione della cartografia),
- informazioni generali sul gruppo di lavoro (*working unit*) incaricato di realizzare i prodotti,
- responsabile dei fotointerpreti, della supervisione e del controllo,
- hardware e software,
- procedure di processamento delle immagini,
- verifiche in campo,
- controlli di qualità.

I metadati a livello nazionale vengono poi distinti in due tipologie:

- metadati a livello di gruppo di lavoro (*working unit*) riferibili a:
  - informazioni generali sul gruppo di lavoro; comprensive di alcuni dettagli tecnici quali le immagini e le cartografie utilizzate e altri dati ancillari;
  - informazioni sulla preparazione dei dati quali il controllo e verifica dei dati di Image2000 e del CLC90,

- informazioni sull’interpretazione dei cambiamenti e sulla creazione del CLC2000,
  - informazioni sul controllo di qualità tecnico finale,
  - informazioni sul software e hardware.
- metadati a livello nazionale che caratterizzano l’intera base dati (Tabella 6).

**Tabella 6 - Metadati a livello nazionale**

	<b>Riferimenti documentali, Rapporti</b>
1.1	Lista dei documenti e rapporti
<b>2</b>	<b>Descrizione del progetto Nazionale</b>
2.1	Informazioni generali (Obiettivi, risultati, specifiche nazionali, commenti per gli utilizzatori)
2.2	Organizzazione del progetto e sua struttura
2.3	Finanziamenti
2.4	Team Nazionale – Elenco dei committenti
2.5	Team di validazione
2.6	Tempistiche
2.7	Hardware
2.8	Software
<b>3</b>	<b>Descrizione del progetto Nazionale</b>
	Identificazione delle immagini
	Acquisizione
	Ortorettifica
	Miglioramento immagini
	Controllo di qualità
<b>4</b>	<b>Descrizione dei dati</b>
<b>4.1</b>	<b>Riferimento dei metadati</b>
4.1.1	Identificativo nazionale del dataset
4.1.2	Contatti
4.1.3	Data ultimo aggiornamento dei metadati
<b>4.2</b>	<b>Riferimento dei metadati</b>
4.2.1	Titolo del dataset
4.2.2	Sommario della descrizione dei dati
4.2.3	Categoria descrittiva del dataset
4.2.4	Formato spaziale del dataset
4.2.5	Scala del dataset
4.2.6	Sistema di coordinate di riferimento
4.2.7	Responsabile Nazionale
4.2.8	Detentore del contratto principale
<b>4.3</b>	<b>Riferimenti ai metadati</b>
4.3.1	Nome del sistema di riferimento spaziale
4.3.2	Coordinate del confine ovest
4.3.3	Coordinate del confine sud
4.3.4	Coordinate del confine est
4.3.5	Coordinate del confine nord
4.3.6	Data dell’avvio progetto
4.3.7	Data della fine progetto
4.3.8	Numero di classi
<b>4.4</b>	<b>Qualità dei dati</b>
4.4.1	Accuratezza del posizionamento (CLC 2000 Technical Team)
4.4.2	Accuratezza degli attributi (CLC 2000 Technical Team)
4.4.3	Consistenza logica
<b>4.5</b>	<b>Accesso ai dati / Diffusione dei dati</b>
4.5.1	Contatto
4.5.2	Procedure
4.5.3	Condizioni

### 2.3.2 Metadati a livello europeo

Sulla base dei metadati forniti dai Centri di Riferimento Nazionali, il Team Tecnico CLC2000 organizza i Metadati Europei centralizzati, aggiungendo informazioni sulle procedure utilizzate e le persone responsabili dello sviluppo dei mosaici europei e delle basi di dati *raster* [5].

## 2.4 Risultati del progetto I&CLC2000

In sintesi, il progetto I&CLC2000, una volta ultimato da tutti i paesi coinvolti, avrà creato una serie di prodotti standard. In Tabella 7 riportiamo il tipo di prodotto e l'autorità responsabile della distribuzione

**Tabella 7 - Prodotti del progetto I&CLC2000 a livello europeo**

Prodotti	Autorità responsabile
<b>Immagini satellitari:</b> sono le singole scene Landsat 7, ortocorrette nella proiezione nazionale, ricampionate con l'algoritmo di convoluzione cubica (cubic convolution), fornite in tutte le bande spettrali del sensore landsat ETM+, alla risoluzione di 25 m (12.5 per la banda pancromatica), in formato BIL (Band Interleaved)Landsat Ortocorrette	AEA / CCR
<b>Mosaico Nazionale Image2000:</b> mosaico nazionale per unità di lavoro, nella proiezione nazionale, comprensivo di tutte le bande spettrali, a 25 metri di risoluzione (12.5 per la banda pancromatica), con metadati ed un livello contenente i limiti utilizzati per cucire le scene singole, in formato BIL	AEA / CCR
<b>CLC2000 Nazionale:</b> Base dati di copertura del suolo nazionale per il 2000, risultato della raccolta dati e del processamento realizzato da ciascuna nazione, organizzato su 44 classi, con 25 ettari di unità minima cartografata, in coordinate geografiche, in formato vettoriale	Autorità Nazionale
<b>Revisione del CLC90 Nazionale:</b> Base dati di copertura del suolo nazionale per il 1990, realizzato qualora il vecchio CLC90 nazionale non avesse qualità sufficiente a produrre una mappa dei cambiamenti affidabile, ed avente caratteristiche analoghe al prodotto CLC2000 Nazionale	Autorità Nazionale
<b>Cambiamenti 1990-2000 Nazionale:</b> Base dati dei cambiamenti di copertura del suolo tra il 1990 ed il 2000, maggiori di 5 ettari, in coordinate geografiche, in formato vettoriale	AEA / CCR
<b>Mosaico Europeo Image2000:</b> Mosaico satellitare europeo di riferimento per l'anno 2000, in una proiezione continentale, in tutte le bande spettrali, a 25 metri di risoluzione (12.5 per la banda pancromatica), con metadati ed un livello contenente i limiti utilizzati per cucire le scene singole, in formato BIL	AEA / CCR
<b>CLC2000 Europeo:</b> Base dati di copertura del suolo Europea per il 2000, risultato della mosaicatura dei dati nazionali, organizzato su 44 classi, con 25 ettari di unità minima cartografata, in coordinate geografiche, in formato vettoriale	AEA / CCR
<b>Revisione del CLC90 europeo:</b> Base dati di copertura del suolo Europea per il 2000, avente caratteristiche analoghe al prodotto CLC2000 Europeo	AEA / CCR
<b>Cambiamenti 1990-2000 europeo:</b> Base dati europea dei cambiamenti di copertura del suolo tra il 1990 ed il 2000, maggiori di 5 ettari, in coordinate geografiche, in formato vettoriale	AEA / CCR
<b>CLC2000 europeo 250 m grid:</b> base dati in formato raster, risultato della conversione della base di dati vettoriale	AEA / CCR
<b>CLC2000 europeo 100 m grid:</b> base dati in formato raster, risultato della conversione della base di dati vettoriale	AEA / CCR
<b>CLC2000 europeo statistiche a 1 km<sup>2</sup></b>	AEA / CCR
<b>Metadati dei CLC nazionali</b>	Autorità Nazionale
<b>Metadati del CLC europei</b>	AEA / CCR

### 3. IL PROGETTO I&CLC2000 IN ITALIA

#### 3.1 Prima Realizzazione del Corine Land Cover in Italia: CLC90

La realizzazione del progetto CLC90 in Italia, avviata nel 1989, ha seguito una storia complessa. Per la maggior parte delle Regioni (14) il progetto è stato realizzato con la supervisione del Centro Interregionale; pertanto questi dati si possono considerare omogenei e sostanzialmente sincronici. Differente è la situazione per le rimanenti Regioni, come riassunto nella Tabella 8.

Tabella 8 - Implementazione del progetto CLC90 in Italia

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

Come risultato finale, sono state ottenute coperture con differenti livelli tematici e diversa accuratezza, 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.

Si deve notare che nel 2002 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha normalizzato e corretto la maggior parte dei differenti tematismi e ha prodotto una base dati geografica nazionale di uso del suolo.

In aggiunta al progetto CLC90, negli ultimi anni alcune Amministrazioni locali hanno prodotto ulteriori coperture tematiche di uso del suolo, con nomenclatura basata o derivata da quella CORINE (Tabella 9).

Tabella 9 - Mappe di uso e copertura del suolo sviluppate dalle Amministrazioni locali in Italia

Regione	Legenda	Scala	Copertura	Data
ABRUZZO	CORINE	1:25.000	100%	1999
LAZIO	CORINE	1:25.000	100%	2003
LIGURIA	CORINE	1:25.000	100%	1998
LOMBARDIA	LOCALE	1:25.000	40%	1998
MOLISE	CORINE	1:10.000	100%	1999
SARDEGNA	CORINE	1:25.000	100%	2003
TOSCANA	CORINE	1:25.000	20%	1999
PROVINCIA AUT. BOLZANO	CORINE	1:10.000	100%	1999

#### 3.2 Organizzazione del progetto 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 [6], che è stato successivamente approvato dall'AEA. Il valore totale del progetto italiano è pari a 942.000 Euro; le spese sono state co-finanziate in misura paritetica da parte dell'APAT e della Direzione Generale per le Politiche Regionali dell'Unione Europea (*DG-Regio*), sulla base di un accordo di sovvenzione (*Grant Agreement*).

Per seguire le attività di realizzazione del progetto, l'APAT ha costituito un gruppo di lavoro (*Na-*



*tional Technical Team*) composto da uno *Steering Committee* e da un gruppo di supporto tecnico. APAT si è avvalsa della collaborazione del Dipartimento di Biologia Vegetale (DBV) dell'Università di Roma "La Sapienza", struttura che aveva lavorato sia nei precedenti progetti CORINE a livello nazionale sia all'ampliamento degli stessi, acquisendo un'esperienza unica in Italia. A sua volta il DBV ha coordinato l'attività di supporto e revisione del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali (DISTAF) dell'Università degli Studi di Firenze e del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (DISAFRI) dell'Università degli Studi della Tuscia. APAT, DBV, DISTAF e DISAFRI hanno costituito il *National Technical Team* (NTT) del progetto I&CLC2000 in Italia (Figura 5). Le attività di fotointerpretazione sono state assicurate da un team composto da dodici fotointerpreti professionisti.

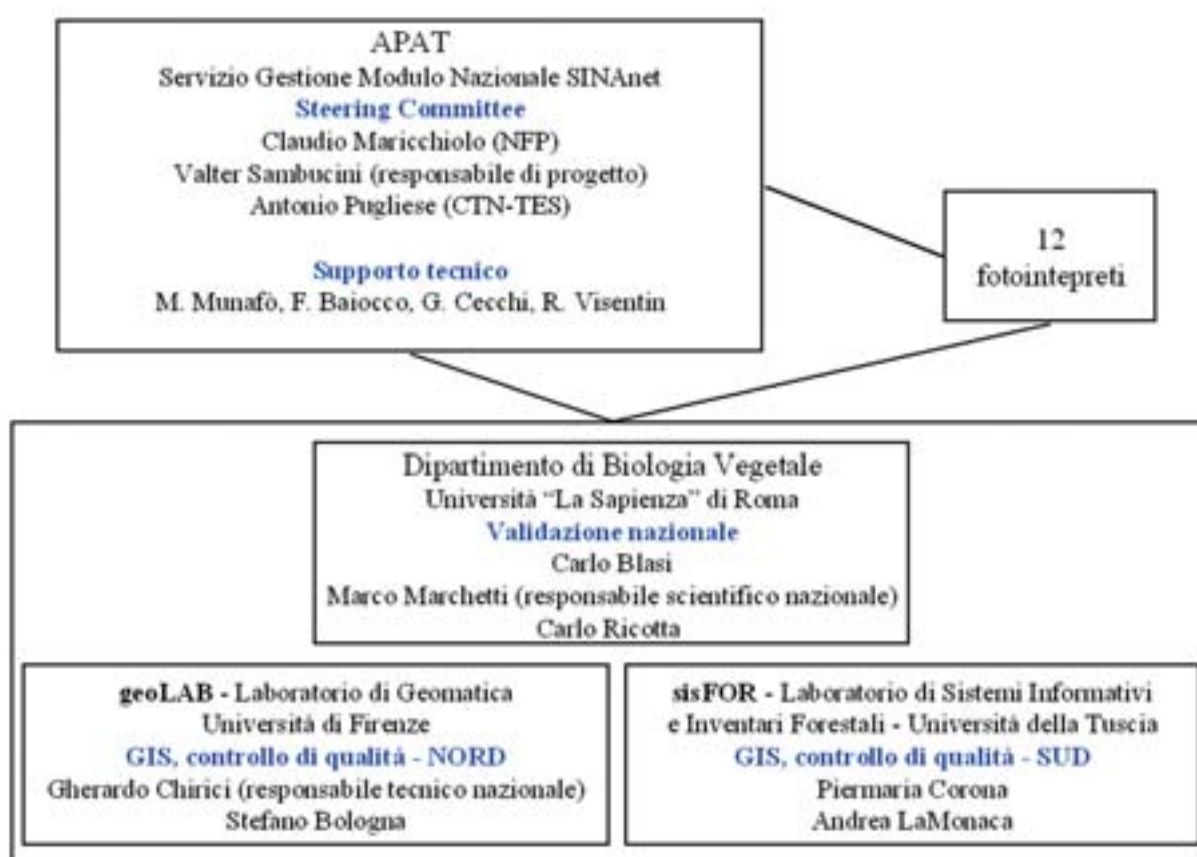


Figura 5 - Organizzazione del *National Technical Team* (NTT) italiano del progetto I&CLC2000

### 3.3 Elementi innovativi del progetto italiano

Il progetto nazionale presentato dall'APAT ha proposto alcuni elementi innovativi rispetto agli obiettivi europei [7]. In particolare, nell'implementazione del CLC2000 in Italia, sono stati previsti:

- la realizzazione di un maggior dettaglio tematico, implementando la legenda del IV livello CORINE per le voci relative alle superfici boscate ed altri ambienti seminaturali, secondo la classificazione elaborata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio;
- la validazione al suolo della cartografia attraverso la realizzazione di controlli in campo.

L'implementazione del IV livello CORINE nella cartografia di copertura del suolo era già stata rea-

---

lizzata in precedenza da un Consorzio di Enti di ricerca in convenzione con il Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Protezione della Natura (MATT - DPN), nell'ambito del progetto "Completamento delle conoscenze naturalistiche di base" (ConSCN250). In quella occasione erano state utilizzate immagini satellitari LANDSAT TM5, invernali ed estive, degli anni tra il 1995 e il 1998 [8].

Il progetto CLC2000 ha costituito un'ottima opportunità per aggiornare tale cartografia a costi ragionevolmente contenuti, verificandone specifiche e metodologie. Tale approfondimento è stato ritenuto di notevole importanza e necessità. Alcune classi di III livello della nomenclatura CORINE, infatti, presentano un'eccessiva genericità e quindi un ridotto contenuto informativo. Inoltre, si deve considerare che le informazioni aggiuntive sopra evidenziate fanno spesso parte di specifiche richieste avanzate in sede europea, in particolare dall'AEA; la loro conoscenza può consentire all'APAT di svolgere meglio e più compiutamente il ruolo di Punto Focale Nazionale della rete EIONet, nonché di fornire un contributo più completo al *reporting* ambientale nazionale ed europeo (Annuario dei dati ambientali, Relazione sullo stato dell'Ambiente, *Environmental Signals* dell'AEA, ecc.).

In accordo con le indicazioni emergenti a livello europeo [9], il CLC2000 è stato prodotto utilizzando il sistema di riferimento geografico WGS84, anche sulla base delle indicazioni emerse nell'ambito dell'Intesa Stato-Regioni-Enti Locali per la definizione di un sistema informativo geografico di riferimento in Italia. Come sistema di proiezione è stato utilizzato l'UTM, sul fuso 32 Nord. Le stesse scelte sono state effettuate dal Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio per lo sviluppo del Sistema Cartografico di Riferimento.

### **3.4 Le fasi di realizzazione e le metodologie operative**

#### ***3.4.1 Le coperture satellitari***

Le fasi operative del progetto hanno preso l'avvio all'inizio del 2003 con il controllo della qualità radiometrica e geometrica delle immagini Landsat 7 ETM+ fornite nell'ambito di Image2000. In questa maniera si è ottenuta la copertura nazionale da utilizzare come riferimento per tutte le coperture CLC (*Image2000 Italy*). Si può notare (Tabella 10) che tutte le scene hanno date di acquisizione comprese tra il 1999 ed il 2001. In Figura 6 sono mostrate le scene Landsat7 utilizzate per la produzione della basi dati CLC2000 sull'Italia.

Vista l'estrema eterogeneità e la bassa accuratezza della vecchia copertura CLC90 italiana è stata decisa l'acquisizione di una nuova copertura di immagini Landsat 5 TM storiche, con date di acquisizione intorno al 1990 ( $\pm 3$  anni). Questa scelta è stata motivata anche dai risultati della verifica effettuata dall'ETC-TE nel luglio del 2003, al raggiungimento del 50% della produzione. Tale nuova copertura (*Image90 Italy*) è stata ortorettificata e coregistrata con Image2000 ed utilizzata per la correzione e revisione totale dei dati del CLC90, al fine di rendere quest'ultima copertura conforme agli standard di riferimento del progetto I&CLC2000 (unità minima cartografata, sistema di nomenclatura, accuratezza, ecc...). Le immagini di *Image90* sono in gran parte provenienti dalla base dati *Global Land Cover Facility* dell'Università del Maryland (USA), le rimanenti sono state acquisite da EURIMAGE.

Nella Tabella 10 sono indicate le date di acquisizione delle scene Landsat della copertura Image90 e Image2000.

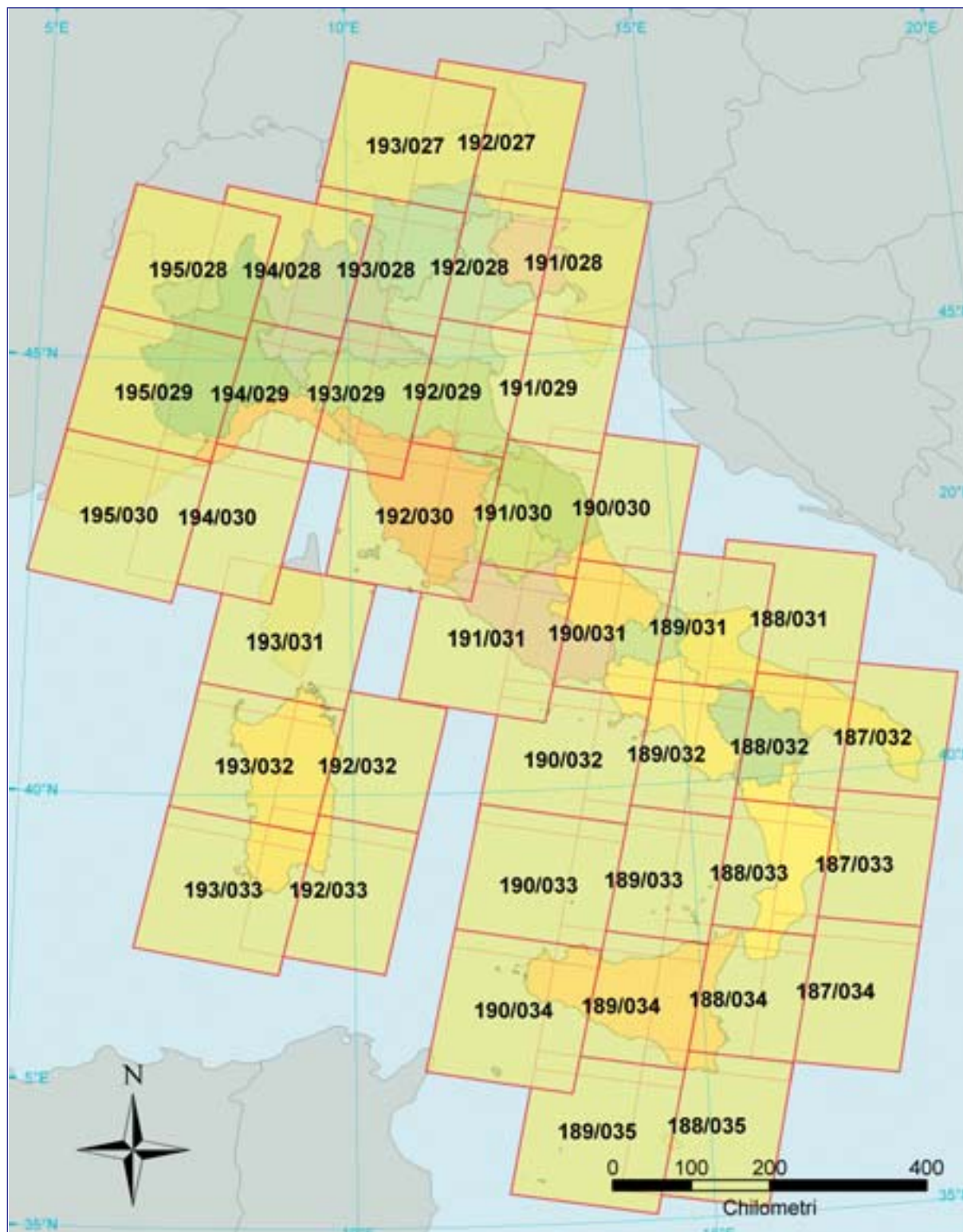


Figura 6 - Scene Landsat7 sull'Italia appartenenti alla copertura Image2000

**Tabella 10 - Data di acquisizione e provenienza delle immagini della copertura Image90**

PathRow	Provenienza Image90	Data di acquisizione Image90	Data di acquisizione Image2000
187032	GLCF	10/05/1989	03/07/2000
187033	GLCF	10/05/1989	03/07/2000
187034	GLCF	10/05/1989	non acquisita
188031	GLCF	11/08/1991	11/08/2000
188032	GLCF	13/06/1987	26/05/2000
188033	GLCF	13/06/1987	26/07/2000
188034	GLCF	13/06/1987	26/07/2000
188035	GLCF	15/07/1987	11/06/2001
189031	GLCF	20/08/1992	18/08/2000
189032	GLCF	23/08/1993	02/08/2000
189033	GLCF	07/08/1987	17/05/2001
189034	GLCF	04/06/1987	30/05/2000
189035	EURIMAGE	06/09/1989	20/07/2001
190030	GLCF	30/08/1987	22/06/2000
190031	GLCF	30/08/1987	09/06/2001
190032	GLCF	30/08/1987	22/06/2000
190033	GLCF	30/08/1987	22/06/2000
190034	GLCF	26/05/1993	22/06/2000
191028	GLCF	18/08/1992	15/09/1999
191029	GLCF	03/09/1992	16/08/2000
191030	EURIMAGE	16/08/1991	16/08/2000
191031	GLCF	16/08/1991	16/06/2001
192027	GLCF	09/08/1992	26/07/2001
192028	GLCF	09/08/1992	08/09/2000
192029	GLCF	07/08/1991	06/08/2000
192030	GLCF	14/08/1988	06/07/2000
192031	GLCF	08/05/1993	non acquisita
192032	GLCF	19/04/1992	20/06/2000
192033	GLCF	19/04/1992	23/06/2001
193027	GLCF	30/08/1991	13/09/1999
193028	GLCF	16/08/1992	17/06/2002
193029	GLCF	12/09/1990	01/08/2001
193030	GLCF	12/09/1990	non acquisita
193031	GLCF	15/07/1992	01/08/2001
193032	GLCF	12/05/1992	27/06/2000
193033	GLCF	12/05/1992	27/06/2000
194027	GLCF	31/08/1989	non acquisita
194028	GLCF	31/08/1989	09/09/2001
194029	GLCF	04/07/1991	23/07/2001
194030	GLCF	27/07/1988	non acquisita
195028	GLCF	10/09/1990	15/08/2001
195029	EURIMAGE	25/06/1992	27/07/2000
195030	GLCF	09/10/1989	28/08/2000

### 3.4.2 Correzione geometrica del CLC90

In alcune regioni (Emilia Romagna, Lazio, Basilicata, Molise, Calabria, Liguria, Piemonte e Friuli Venezia Giulia) la discrepanza geometrica tra la vecchia copertura CLC90 e le nuove immagini Image2000 e Image90 è risultata talmente elevata da richiedere una coregistrazione con Image2000. La procedura ha richiesto l'acquisizione di un congruo numero di punti di controllo (non meno di 1000

a Regione) riconoscibili sia su CLC90 che su Image2000. Tra i diversi metodi di coregistrazione testati è stato scelto un algoritmo di trasformazione “affine” su base triangolare (*rubber sheeting*). In tal modo i punti di controllo sono stati riposizionati sulla base delle coordinate imposte dall’operatore mentre tutti i nodi della base vettoriale sono stati riposizionati sulla base di una funzione lineare (affine) calcolata tra le coordinate in input e le coordinate in output dei tre punti di controllo più vicini al nodo da elaborare (Figura 7).

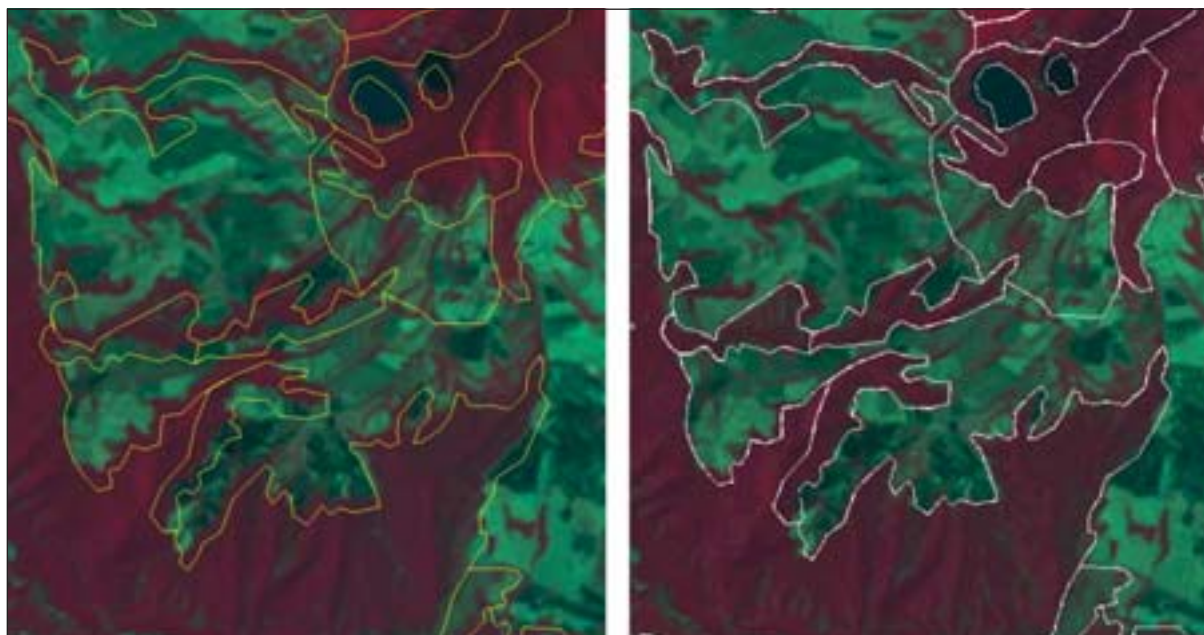


Figura 7 - Esempio dei risultati ottenuti con l’applicazione della funzione di *rubber sheeting* alla vecchia copertura CLC90 sulla base di Image2000, prima (sinistra) e dopo (destra) l’elaborazione

### 3.4.3 La classificazione

Le attività di classificazione delle immagini attraverso procedure di fotointerpretazione sono state assicurate da un team composto da dodici professionisti. Il territorio nazionale è stato suddiviso in dodici lotti (Tabella 11 e Figura 8) puntando all’ottimizzazione dei seguenti fattori:

- Omogeneità nell’estensione dei lotti;
- Relazione tra superficie e difficoltà fotointerpretativa prevista sulla base della frammentazione del mosaico territoriale della copertura CLC90.

Sono stati individuati 2 lotti di estensione ridotta in quanto ai fotointerpreti competenti è stata delegata l’attività di controllo e omogeneizzazione degli attacchi geometrici e tematici interregionali.

Tabella 11 - Lotti di interpretazione

Lotto	Regioni	Lotto	Regioni
1	Emilia Romagna	7	Calabria, Basilicata
2	Piemonte	8	Veneto, Friuli Venezia Giulia
3	Lombardia	9	Toscana, Liguria
4	Puglia, Marche	10	Sicilia
5	Lazio, Molise	11	Valle d’Aosta, Trentino Alto Adige, Umbria
6	Sardegna	12	Abruzzo, Campania



Figura 8 - Suddivisione del territorio italiano in lotti ai fini della fotointerpretazione

Per standardizzare la metodologia di lavoro, i fotointerpreti ed i componenti del team di verifica della qualità hanno partecipato, nel mese di marzo del 2003, ad una specifica sessione d'addestramento curata dall'ETC-TE.

La procedura operativa adottata per lo sviluppo del lavoro dei fotointerpreti è consistita nella:

- correzione tematica e geometrica del CLC90 sulla base della copertura Image90;
- creazione della base dati del CLC2000 sulla base della copertura Image2000.

Il materiale utilizzato dai fotointerpreti era composto dai seguenti strati informativi, tutti uniformati allo stesso sistema di riferimento geografico (UTM-Fuso32Nord su datum WGS84):

- la copertura CLC90 corretta geometricamente, in formato *shapefile*, divisa per Regioni;
- la copertura Image2000, nelle 8 bande del sensore Landsat 7 ETM+;
- la copertura Image90 di scene Landsat 5 TM ortorettificata e coregistrata con Image2000;
- la copertura nazionale ortofotografica IT2000 del progetto Terraitaly (Compagnia Generale riprese aeree S.p.A.);

- 
- la cartografia vettoriale di uso del suolo ISTAT al 1991;
  - la cartografia *raster* IGM in scala 1:250.000;
  - i limiti amministrativi in formato vettoriale;
  - il Modello Digitale del Terreno con passo di 75 m.

Inoltre sono stati forniti i seguenti strumenti software:

- *Traspunto*, per trasformazioni nel sistema di riferimento WGS84 di ulteriori strati informativi eventualmente a disposizione dei fotointerpreti;
- software di supporto all'*editing* in ambiente ArcView 3.x fornito dall'AEA;

I fotointerpreti, in ambiente GIS, hanno quindi provveduto contemporaneamente alla correzione della vecchia copertura CLC90 sulla base di Image90 e all'aggiornamento per la derivazione del CLC2000 sulla base di Image2000. La geometria delle coperture è coerente, quindi, sia con Image90 sia con Image2000. L'uso delle ortofoto digitali IT2000 è stato limitato, per evidenti incongruenze di scala, alla risoluzione di casi dubbi nell'interpretazione tematica per l'anno 2000, mai per la definizione della geometria dei poligoni.

La procedura di *editing* ha visto la creazione di un'unica base dati vettoriale contenente, per ogni poligono, sia l'indicazione dell'uso del suolo al 1990 sia quello al 2000. Da tale base dati sono stati poi derivati gli strati informativi del CLC90 corretto, della nuova copertura CLC2000 e, selezionando i soli poligoni in cui i codici di copertura del suolo al 1990 e al 2000 sono diversi, la copertura dei cambiamenti.

#### **3.4.4 Derivazione dei cambiamenti**

La copertura dei cambiamenti di uso del suolo (CLC Change) è stata derivata dal confronto dei dati CLC90 e CLC2000. Nella fase di elaborazione, l'insieme dei dati CLC90, CLC2000 e CLC Change costituiva una unica banca dati: ogni poligono è stato codificato sia con il codice di uso/copertura del suolo del 1990, sia con quello del 2000. Nelle fasi di verifica e di controllo di qualità interne [10], la copertura è stata "dissolta" (operazione che permette di unire poligoni adiacenti con lo stesso codice di uso/copertura del suolo, n.d.r.) in base al campo relativo al 1990 per la derivazione del nuovo CLC90, in base al campo relativo al 2000 per la derivazione di CLC2000. Per la derivazione della copertura CLC Change vengono concatenati e dissolti i due campi (con i codici al 1990 e al 2000) e da questi vengono estratti solo i poligoni in cui il codice CLC90 è diverso dal codice CLC2000 (Figura 9). Tale impostazione ha permesso di mantenere la coerenza geometrica tra le tre coperture e di velocizzare la fotointerpretazione.

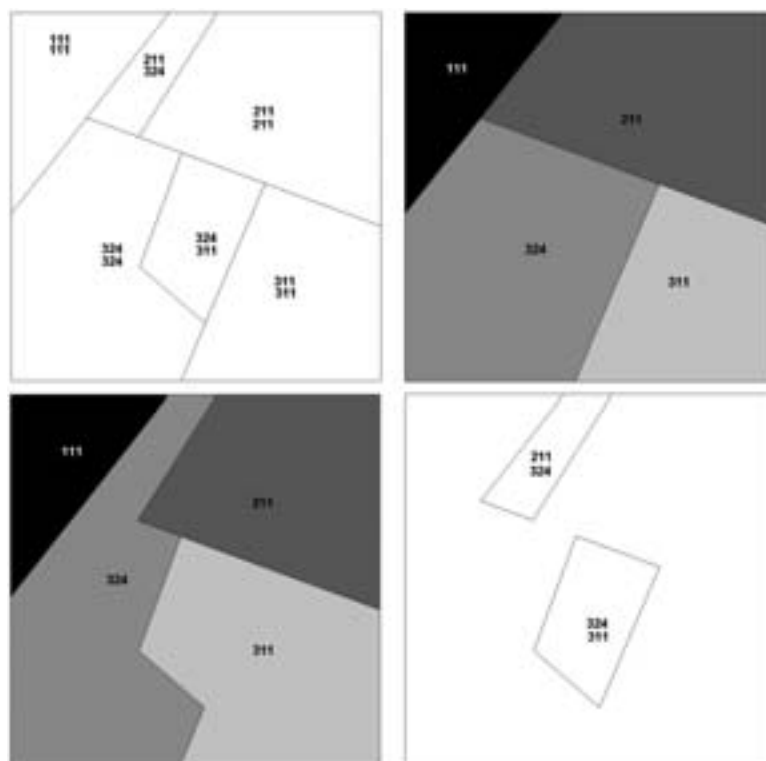


Figura 9 - Impostazione della base dati CLC. In alto a sinistra la struttura della copertura di lavoro usata nella fotointerpretazione, ogni poligono ha la codifica al 1990 (in alto) e quella al 2000 (in basso). In alto a destra la derivazione della versione corretta di CLC90 e in basso a sinistra quella del CLC2000. In basso a destra la copertura CLC Change

### 3.5 Controllo di qualità

La qualità dei prodotti è stata assicurata in primo luogo dagli operatori che hanno eseguito la fotointerpretazione. Questi ultimi sono stati sottoposti a specifici corsi di addestramento realizzati dall'ETC-TE in collaborazione con l'APAT al fine di garantire l'uniformità della fotointerpretazione. Sono stati inoltre effettuati controlli sui prodotti realizzati, con l'utilizzo di carte dell'uso del suolo a scala maggiore e con l'ausilio delle ortofoto in bianco e nero e a colori.

Durante le fasi operative, il controllo di qualità è stato assicurato a livello nazionale da frequenti verifiche della produzione in atto. A livello europeo l'ETC-TE ha effettuato due visite di verifica: la prima al raggiungimento del 50% della produzione, avvenuta nel luglio del 2003, la seconda alla fine del progetto, nell'aprile 2004.

Completate le fasi di verifica, le tre coperture CLC90, CLC2000 e CLC Change sono state mosaicate con una revisione della congruenza tematica tra lotti e quindi convertite dal formato di lavoro (*shapefile* ESRI) a quello definitivo (*ArcInfo Interchange File* - .e00). In tale fase è stata anche rivista, e ove necessario corretta, la topologia delle coperture: in particolare sono stati eliminati piccoli vuoti (aree non coperte da nessun poligono) e sovrapposizioni (aree coperte da più di un poligono).

### 3.6 Collaudo finale

Il controllo di qualità finale dei prodotti relativi alla componente italiana del progetto I&CLC2000 è stato realizzato dall'ETC-TE che dal 13 al 16 aprile del 2004 ha condotto una missione di verifi-



---

ca sulle coperture nazionali prodotte. Le conclusioni generali della verifica hanno messo in evidenza la buona qualità del CLC2000 italiano e la sua conformità agli standard definiti dall'AEA. La missione ha anche fornito suggerimenti per modifiche finali che hanno permesso di migliorare ulteriormente i prodotti prima della consegna definitiva all'AEA.

La verifica è stata fatta su circa l'8% dell'area totale, utilizzando unità di verifica di 10x10 km distribuite in modo da coprire tutte le regioni. La posizione delle unità di verifica è mostrata in Figura 10. Le unità di verifica sono state scelte in modo da coprire le varie classi CLC, analizzare paesaggi complessi e studiare situazioni caratterizzate da cambiamenti importanti, scarsi o assenti.



Figura 10 - Unità di verifica per il collaudo finale del CLC2000 e CLC Change da parte di AEA

### 3.7 Prodotti del progetto I&CLC2000 Italy

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

---

### 3.7.1 CLC2000 - CLC90 – CLC Change 3° Livello

Il dato sul CLC2000 – 3° Livello tematico livello è mostrato in Figura 11. La legenda della carta ed i colori assegnati alle varie classi sono mostrati in Figura 12. Non è riportata la carta relativa al CLC90 dato che la scala di rappresentazione della presente pubblicazione non permetterebbe di apprezzare in modo significativo le differenze. In Figura 13 è invece mostrato un esempio del prodotto CLC Change, il quale evidenzia le aree che hanno subito cambiamenti di uso del suolo tra il 1990 ed il 2000.



Figura 11 - Corine Land Cover 2000 in Italia

- 
- 1.1.1. Tessuto urbano continuo
  - 1.1.2. Tessuto urbano discontinuo
  - 1.2.1. Aree industriali o commerciali
  - 1.2.2. Reti stradali e ferroviarie
  - 1.2.3. Aree portuali
  - 1.2.4. Aeroporti
  - 1.3.1. Aree estrattive
  - 1.3.2. Discariche
  - 1.3.3. Cantieri
  - 1.4.1. Aree verdi urbane
  - 1.4.2. Aree sportive e ricreative
  - 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
  - 2.1.2. Seminativi in aree irrigue
  - 2.1.3. Risale
  - 2.2.1. Vigneti
  - 2.2.2. Frutteti e frutti minori
  - 2.2.3. Oliveti
  - 2.3.1. Prati stabili
  - 2.4.1. Colture annuali associate a colture permanenti
  - 2.4.2. Sistemi culturali e particellari complessi
  - 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie
  - 2.4.4. Aree agroforestali
  - 3.1.1. Boschi di latifoglie
  - 3.1.2. Boschi di conifere
  - 3.1.3. Boschi misti
  - 3.2.1. Aree a pascolo naturale
  - 3.2.2. Brughiere e cespuglieti
  - 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla
  - 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
  - 3.3.1. Spiagge, dune e sabbie
  - 3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti
  - 3.3.3. Aree con vegetazione rada
  - 3.3.4. Aree percorse da incendi
  - 3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni
  - 4.1.1. Paludi interne
  - 4.1.2. Torbiere
  - 4.2.1. Paludi salmastre
  - 4.2.2. Saline
  - 4.2.3. Zone intertidali
  - 5.1.1. Corsi d' acqua, canali e idrovie
  - 5.1.2. Bacini d' acqua
  - 5.2.1. Lagune
  - 5.2.2. Estuari

Figura 12 - Legenda *Corine Land Cover*



Figura 13 - Esempio di aree che hanno subito cambiamenti di uso del suolo tra il 1990 ed il 2000

### 3.7.2 CLC2000-4° Livello

Il prodotto CLC2000-4° Livello rappresenta una peculiarità nazionale del progetto I&CLC2000. Il prodotto è stato realizzato come un approfondimento tematico della base dati *Corine Land Cover* 2000 per alcune classi del sistema di nomenclatura CORINE, prevalentemente per i territori boscati e per gli altri ambienti naturali e semi-naturali. La finalità era quella di giungere, compatibilmente con l'impostazione metodologica di base del progetto I&CLC2000, ad una versione della copertura CLC2000 più dettagliata (IV livello tematico) e il più possibile compatibile con le definizioni nomenclaturali forestali ormai accettate in ambito internazionale (*Eunis Habitat Classification*, *Global Land Cover 2000*, *FAO Forest Resource Assessment 2000* e *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio - INFC*). Questo sistema di nomenclatura permette una caratterizzazione tematica degli ambienti forestali e semi-naturali sufficiente a supportare scelte di pianificazione territoriale, specie nel quadro di una gestione sostenibile delle risorse naturali.

Come accennato in precedenza, il sistema di nomenclatura adottato per il CLC2000-4° Livello è quello definito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Protezione della Natura (MATT - DPN), nell'ambito del progetto "Completamento delle conoscenze naturalistiche di base" (ConSCN250) [11].

Limitatamente alle classi che hanno subito un approfondimento tematico (al 4° o al 5° livello), il sistema di nomenclatura è riportato di seguito. Le altre classi rispecchiano la legenda CORINE standard (Tabella 3).

---

## 2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE

### 2.1. Seminativi

#### 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue

##### 2.1.1.1. Colture intensive

##### 2.1.1.2. Colture estensive

### 2.2. Colture permanenti

#### 2.2.4. Arboricoltura da legno

##### 2.2.4.1. Pioppicoltura

##### 2.2.4.2. Latifoglie pregiate (quali ciliegio e noce)

##### 2.2.4.3. Eucalitteti

##### 2.2.4.4. Conifere (quali pino insigne)

##### 2.2.4.5. Impianti misti di latifoglie e conifere

## 3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI

### 3.1. Zone boscate

#### 3.1.1. Boschi di latifoglie

##### 3.1.1.1. Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)

##### 3.1.1.2. Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)

##### 3.1.1.3. Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)

##### 3.1.1.4. Boschi a prevalenza di castagno

##### 3.1.1.5. Boschi a prevalenza di faggio

##### 3.1.1.6. Boschi a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)

##### 3.1.1.7. Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)

#### 3.1.2. Boschi di conifere

##### 3.1.2.1. Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)

##### 3.1.2.2. Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)

##### 3.1.2.3. Boschi a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)

##### 3.1.2.4. Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro

##### 3.1.2.5. Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)

#### 3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie

##### 3.1.3.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie

###### 3.1.3.1.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)

###### 3.1.3.1.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)

###### 3.1.3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)

###### 3.1.3.1.4. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno

###### 3.1.3.1.5. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio

###### 3.1.3.1.6. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)

###### 3.1.3.1.7. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie esotiche

##### 3.1.3.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere

###### 3.1.3.2.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)

###### 3.1.3.2.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)

###### 3.1.3.2.3. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)

###### 3.1.3.2.4. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di larice e/o pino cembro

###### 3.1.3.2.5. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)

### 3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea

#### 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie

##### 3.2.1.1. Praterie continue

##### 3.2.1.2. Praterie discontinue

#### 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla

##### 3.2.3.1. Macchia alta

##### 3.2.3.2. Macchia bassa e garighe

Per quanto riguarda la tipologia delle superfici agricole utilizzate, il quarto livello ha previsto la riclassificazione delle aree agricole non irrigue (codice 2.1.1) in due classi: la 2.1.1.1 (seminativi asciutti in coltura intensiva) e la 2.1.1.2 (seminativi asciutti in coltura estensiva), intendendo nel primo caso i seminativi asciutti delle zone di pianura più facilmente meccanizzabili e a maggior reddito e quindi su terreni a pendenza inferiore al 15% e nel secondo caso i seminativi collinari su terreni più acclivi (pendenza maggiore al 15%) e quindi con maggiori difficoltà di meccanizzazione e meno redditizi. Tale attribuzione è stata applicata avvalendosi di un modello digitale del terreno, ma anche con la conoscenza delle caratteristiche geografiche relative ad un determinato comprensorio o tipo di paesaggio.

Per le zone boscate (codici 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3) la classificazione di quarto livello è avvenuta in funzione di un criterio di prevalenza, sulla base dei valori di copertura delle varie specie o gruppi di specie. Nel caso in cui la componente di latifoglie o quella di conifere da sola non raggiunga il 75% di copertura, il soprassuolo è stato considerato misto di latifoglie e conifere. La rilevanza e la distribuzione delle zone boscate in Italia può essere dedotta dalla Figura 14.



Figura 14 - Distribuzione dei territori boscati (classi 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.2.3.1)

---

Per le aree a pascolo naturale e praterie (codice 3.2.1) la distinzione ha riguardato la continuità o discontinuità della copertura vegetale. Se la discontinuità (aree prive di vegetazione) raggiunge il 50%, l'area è definita prateria discontinua, diversamente è definita prateria continua.

Per le aree di macchia (codice 3.2.3) la distinzione si è basata sull'altezza presunta a maturità delle formazioni, a seconda che questa possa giungere o meno a 5 metri.

Nel prodotto CLC2000 IV Livello è scomparsa la classe delle aree percorse da incendio (codice 3.3.4) le quali sono state invece attribuite ad altre classi sulla base della tipologia di vegetazione presente prima dell'incendio. Per tale attività è risultata particolarmente utile la copertura di immagini Landsat 5 TM (Image90).

È stata introdotta una nuova classe di terzo livello (codice 2.2.4) di "Arboricoltura da legno", così come definita nell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) in corso di realizzazione da parte del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Rientrano in questa sottoclasse gli impianti di specie forestali specializzati per la produzione legnosa. Gli impianti devono sempre risultare inseriti nel contesto agricolo ove occupano, più o meno temporaneamente, terreni pianeggianti o sub pianeggianti, in rotazione con altre colture agricole. Esempi classici di impianti di arboricoltura da legno sono i pioppeti, gli eucalitteti, le pinete di pino insigne e gli impianti di noce e di ciliegio specializzati nella produzione di legno. Non fanno parte di questa sottoclasse i rimboschimenti e gli impianti eseguiti con specie arboree forestali in ambienti di collina e di montagna situati al di fuori del contesto agricolo. Allo stesso modo cessano di far parte di questa sottoclasse gli impianti abbandonati in cui non vengono più effettuate alcune pratiche agronomiche che impediscono l'insediamento di altre specie arboree ed arbustive. Per esempio un impianto di eucalitti abbandonato ricade nella classe delle latifoglie esotiche (3.1.2.5).

La realizzazione della copertura si è basata sull'integrazione delle fonti informative utilizzate per il I&CLC2000 con la "Carta dell'uso del suolo e delle coperture vegetazionali" (ConSCN250).

La fotointerpretazione è stata impostata in modo coerente con l'originaria copertura CLC2000. Per il riconoscimento di quarto livello sono state particolarmente utili diverse combinazioni a falsi colori ottenute con i canali del rosso e dell'infrarosso delle immagini Landsat 7 ETM+ della copertura Image2000 (bande 3, 4, 5 e 7). A supporto sono stati impiegati diversi strati informativi ausiliari quali il modello digitale del terreno (utile per la definizione delle fasce altimetriche e degli effetti orografici sui colori delle composizioni delle bande Landsat), l'ortofoto digitale a colori IT2000 con risoluzione geometrica nominale di 1 m (utile in particolare per l'analisi tessiturale delle formazioni) e, ovviamente, la già citata cartografia ConSCN250.

La cartografia così realizzata ha scala (1:100.000), sistema di riferimento geografico (UTM 32N datum WGS84) e caratteristiche geometriche identiche a quelle della copertura CLC2000 ufficiale di terzo livello. Fa eccezione l'unità minima cartografata, portata a 20 ettari dagli originari 25 per renderla coerente con l'aumento di dettaglio tematico richiesto.

Il lavoro di fotointerpretazione si è tradotto nell'attribuzione ragionata e verificata di un codice di quarto livello (di quinto nel caso della classe 3.1.3) ai poligoni della copertura CLC2000 interessati (laddove un poligono omogeneo al terzo lo fosse anche al quarto) oppure ad una suddivisione del poligono (laddove un poligono omogeneo al terzo non lo fosse al quarto o al quinto), mantenendo sempre la consistenza tematica e geometrica con il terzo.

I nuovi confini tracciati nella suddivisione dei poligoni risultano geometricamente basati sulla copertura Image2000.

---

### 3.7.3 Punti di verifica

Per valutare l'accuratezza tematica della copertura CLC2000 sono stati definiti dei punti di controllo su cui verificare le caratteristiche d'uso del suolo. Il confronto tra questi dati e le coperture CLC hanno permesso di valutare la qualità dei prodotti. Questi dati possono però essere considerati come prodotti del progetto a sé stanti e potranno essere utilizzati anche indipendentemente dai dati CLC.

Il primo insieme di punti, pari a 12000 unità, è stato selezionato facendo uso di una griglia quadrata con maglie di 25 km<sup>2</sup>, definita sul sistema di coordinate UTM32N, datum WGS84. All'interno di ciascuna maglia il punto di sondaggio è stato selezionato casualmente. Intorno ad ognuno dei 12000 punti di controllo sono state create aree circolari di 50 ettari di superficie (circa 400 m di raggio). Per ognuna di queste aree è stato definito l'uso del suolo prevalente e quello secondario tramite fotointerpretazione della copertura di ortofoto digitali del volo IT2000. Per uso del suolo prevalente si è scelto quello che all'interno del cerchio di 400 m di raggio occupa la frazione di superficie maggiore. L'interpretazione ha permesso di definire il tipo di copertura al 3° e al 4° livello Corine. Questo tipo d'interpretazione, relativo ad un intorno del punto di sondaggio e non al punto esatto, si presta ad essere utilizzato per la validazione di una copertura come quella *Corine Land Cover*, come meglio illustrato nel paragrafo relativo.

Indipendentemente da questa prima interpretazione, è stata anche effettuata l'analisi puntuale dell'uso del suolo, riferita ad un'area circolare di 40 metri di raggio nell'intorno del punto. Questi dati non sono però stati utilizzati nella valutazione dell'accuratezza del *Corine Land Cover*.

Dall'insieme dei 12000 è stato selezionato un campione casuale di 500 punti, quali unità campionarie a terra (Figura 15). Il campionamento in questo caso è stato realizzato separatamente per ogni classe d'uso del suolo, in modo approssimativamente proporzionale alle rispettive superfici. Per ognuna delle 500 unità è stata effettuata una ricognizione di campagna. Preliminarmente alla ricognizione, l'interpretazione delle ortofoto ha permesso di tracciare all'interno del cerchio di 400 metri di raggio i poligoni relativi ai diversi usi del suolo. Con queste informazioni di partenza i rilevatori sono andati sul campo, hanno identificato tramite GPS il centro dell'unità ed hanno percorso l'intorno del cerchio al fine di verificare le coperture del suolo determinate dalle ortofoto. I perimetri delle diverse aree non sono stati ritoccati rispetto alla delineazione fatta sulle ortofoto.

In analogia a quanto fatto per i 12000 punti, anche per il sottoinsieme di 500 si è determinato l'uso del suolo "puntuale", riferito ad un'area circolare di 40 metri di raggio al suo intorno. Tutte le operazioni di campagna sono state svolte sulla base di apposite linee guida, ora disponibili sul sito SINAnet di pubblicazione dei risultati<sup>1</sup>.

In Figura 16 è mostrato uno dei 500 punti verificati a terra: l'uso del suolo è stato delineato sulla base dell'ortofoto e poi verificato in campagna. Nel caso specifico il controllo di campagna ha confermato l'interpretazione dell'ortofoto.

Dal centro di ciascuna delle 500 aree sono state inoltre scattate 4 foto direzionate verso i punti cardinali. Le immagini in formato digitale sono state archiviate in un'apposita base dati geografica. I controlli sono stati eseguiti dal Sistema delle Agenzie ambientali, con l'aiuto dei Centri Tematici Territorio e Suolo (CTN-TES) e Natura e Biodiversità (CTN-NEB).

<sup>1</sup> [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)





Figura 15 - Unità campionarie per la verifica a terra dei dati Corine2000

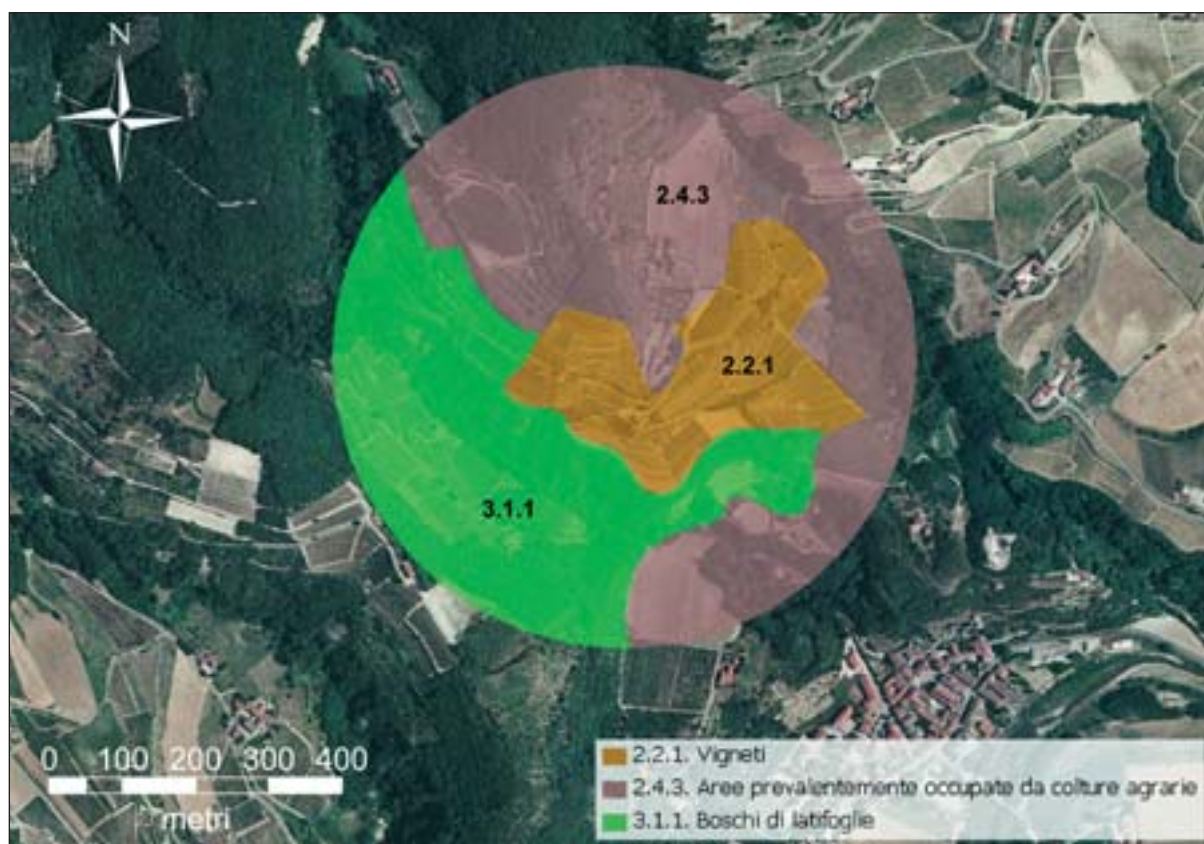


Figura 16 - Esempio di punto di verifica a terra: copertura del suolo delineato sull'ortofoto e verificato sul campo

### 3.8 Valutazione dell'accuratezza

#### 3.8.1 Presupposti teorici

Nel contesto d'indagini di una certa importanza sulle coperture del suolo, le classificazioni di immagini telerilevate e la realizzazione di prodotti cartografici devono essere accompagnate dalla definizione della loro accuratezza tematica. A tal fine è possibile utilizzare specifici test per stabilire il grado di affidabilità dei risultati ottenuti. Si tratta di verificare, attraverso controlli con la verità a terra, la quantità relativa degli elementi correttamente attribuiti alle classi tematiche d'appartenenza. La suddetta verifica avviene in genere su un campione di punti opportunamente estratto dalla popolazione considerata. Ciascun punto campione consiste in una porzione di territorio di superficie rappresentativa dell'unità minima cartografabile.

Il tema della valutazione dell'accuratezza tematica è ampiamente trattato nella letteratura specializzata [12-13-14]. Peraltro, le problematiche coinvolte non risultano sempre sufficientemente avvertite nella realtà operativa, almeno nel nostro Paese.

L'accuratezza tematica di una carta va intesa come concordanza della classificazione da essa fornita per il territorio considerato rispetto alla cosiddetta verità a terra. Lo strumento fondamentale per valutare tale concordanza è rappresentato dalla matrice di classificazione degli errori. Questa matrice è costituita in forma di tabella a doppia entrata che riporta il numero di punti campione, o le

---

superfici da essi rappresentate, attribuiti a una determinata classe tematica. Convenzionalmente, le righe si riferiscono alla classificazione tematica dei punti secondo la carta, mentre le colonne si riferiscono alla verità a terra.

Gli elementi sulle righe al di fuori della diagonale principale della matrice sono quelli per i quali si riscontrano errori di commistione (punti che risultano erroneamente attribuiti a una data classe). Gli elementi sulle colonne al di fuori della diagonale principale sono quelli per i quali si riscontrano errori d'omissione (punti appartenenti a una data classe che risultano non essere stati così classificati). Il rapporto tra il numero di punti sulla diagonale principale e il totale della colonna corrispondente rappresenta la cosiddetta **accuratezza del produttore**: esso è una stima della percentuale di elementi appartenenti a una data classe tematica che risultano correttamente codificati come tali anche sulla carta. Il rapporto tra il numero di punti sulla diagonale principale e il totale della riga corrispondente rappresenta la cosiddetta **accuratezza dell'utilizzatore**: esso è una stima della percentuale d'elementi correttamente attribuiti dalla carta ad una data classe tematica rispetto al totale degli elementi attribuiti dalla carta a quella classe.

Il numero di punti campione sulla diagonale principale della matrice rappresenta il numero di osservazioni per le quali, per ciascuna classe tematica, si ha concordanza tra il tematismo cartografato e la verità a terra. Un semplice stimatore della cosiddetta accuratezza globale della carta è dato dalla proporzione

$$\hat{p} = \frac{\sum_{j=1}^C n_j}{n} \quad [1]$$

dove:  $n_j$  = numero di punti campione che, in base al controllo in campo, risultano correttamente attribuiti alla  $j$ -esima classe tematica;  $n$  = numerosità totale di punti campione;  $C$  = numero di classi tematiche.

Il valore di  $\hat{p}$  può variare da 0 (nessuna concordanza tra rappresentazione cartografica e verità a terra) a 1 (concordanza completa).

Lo stimatore della varianza di  $\hat{p}$  può essere calcolato in base alla formula binomiale

$$\hat{V}(\hat{p}) = \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n-1} \quad [2]$$

In base alla varianza, è poi diretto dedurre l'intervallo fiduciario di

$$\hat{p} \pm t\sqrt{\hat{V}(\hat{p})} \quad [3]$$

dove:  $t$  = valore critico del  $t$  di Student, in corrispondenza degli  $n-1$  gradi di libertà della stima e in corrispondenza del livello di sicurezza statistica prescelto.

Un altro indice spesso impiegato per stimare l'accuratezza globale di una carta tematica è

$$\hat{k} = \frac{\hat{p} - \hat{\theta}}{1 - \hat{\theta}} \quad [4]$$

dove:  $\hat{\theta} = \frac{1}{n^2} \sum_{j=1}^c Tr_j Tc_j$ ;  $Tr_j$  = numero totale di punti sulla j-esima riga della matrice di classificazione degli errori;  $Tc_j$  = numero totale di punti sulla j-esima colonna della matrice di classificazione degli errori.

L'indice  $\hat{\theta}$  rappresenta concettualmente il rapporto tra la concordanza non dovuta al caso e la discordanza che ci si aspetta nel caso di attribuzione casuale dei punti campione alle diverse classi tematiche [15]: il suo valore è pari a 1 nel caso di perfetta concordanza tra rappresentazione cartografica e verità a terra, pari a 0 nel caso di concordanza casuale, inferiore a 0 in caso di concordanza inferiore all'attribuzione casuale.

Esistono altri indici e altre modalità di valutazione della concordanza tematica di una carta rispetto alla verità a terra (ad esempio, indice Tau, misure di associazione, ecc.) [16]. In genere, comunque, se l'obiettivo della valutazione è la stima dell'accuratezza tematica di un singolo prodotto cartografico, come nel caso in esame, l'impiego di  $\hat{p}$ , nonché degli indici di accuratezza del produttore e dell'utilizzatore, rappresenta la soluzione più semplice e più efficace, dato che tali indici offrono una diretta interpretazione probabilistica riguardo all'effettiva popolazione rappresentata dalla carta [17]. Più controverso è l'impiego di  $\hat{\theta}$  che in genere tende a sottostimare l'accuratezza globale [18] e che comunque non ha una diretta interpretazione in termini probabilistici: esso trova utilità soprattutto nel caso in cui si debbano confrontare tra loro matrici di classificazione degli errori riferite a rappresentazioni cartografiche alternative. Del tutto sconsigliabile è invece l'applicazione di misure di associazione (ad esempio, Turk, Short, ecc.) [17].

### 3.8.2 Metodologia di validazione scelta in Italia per il CLC2000

In Italia, anche se non richiesto dagli standard europei del progetto I&CLC2000, si è deciso di valutare l'accuratezza tematica della copertura CLC2000 nell'ambito delle attività rivolte al controllo di qualità del progetto [19]. La procedura adottata si è basata sulla verifica della cartografia CLC2000 tramite un campione di punti di controllo. Si noti che la copertura CLC2000 sottoposta alla valutazione dell'accuratezza tematica è quella derivante dalla fase di revisione dell'originaria copertura che ha portato alla creazione di un quarto livello tematico per alcune delle classi del sistema di nomenclatura Corine [20]. Maggiori informazioni sul prodotto CLC2000-4° Livello, sottoposto alla validazione, sono al paragrafo § 3.7.2. In pratica i fotointerpreti chiamati a rivedere l'originaria copertura CLC2000 per la creazione del quarto livello tematico sono stati lasciati liberi anche di rivedere e correggere eventuali errori riscontrati nel terzo livello.

Nella valutazione dell'accuratezza tematica di cartografia la selezione dei punti di controllo è generalmente basata su uno schema sistematico di campionamento. Nel caso in esame, si è optato per schema di campionamento sistematico non allineato (*unaligned systematic sampling*), la cui superiorità rispetto ad altri schemi sistematici usualmente impiegati in analoghe applicazioni è provata [21-22].

Il dimensionamento del numero  $n_0$  di punti campione è stato ottenuto tramite la formula [23]

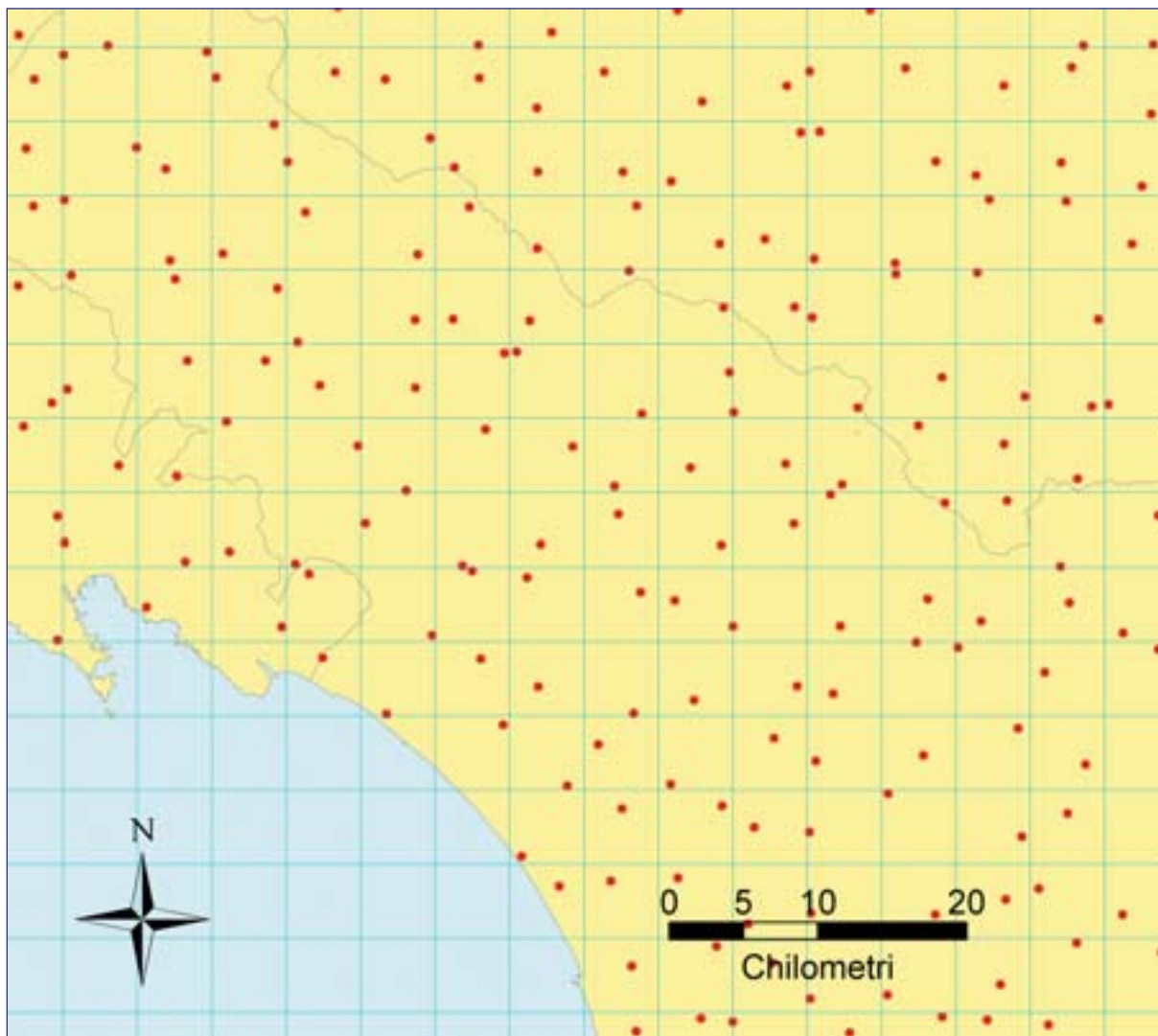
$$n_0 = t^2 \frac{p_0(1-p_0)}{ep_0^2} \quad [5]$$

dove:  $p_0$  = accuratezza tematica attesa al terzo livello CLC2000;  $ep_0$  = errore massimo ammesso nella stima di  $\hat{p}$ .

---

Nel caso in esame, ponendo  $t = 3.29$  (si accetta il 99.9% di confidenza nella stima dell'accuratezza),  $p_0 = 0.85$ ,  $ep_0 = 0.01$ , è stato ottenuto  $n_0 = 13800$ . Per ragioni pratiche d'inquadramento dello schema del campionamento sistematico non allineato si è comunque ritenuto sufficiente un numero di punti pari a 12089 (in questo caso, l'errore massimo nella stima di  $\hat{p}$  salirebbe teoricamente a 0.0106 ammesso che  $\hat{p} = 0.85$ ), che ha permesso di suddividere il territorio nazionale in quadrati giustapposti di superficie unitaria esattamente pari a 25 km<sup>2</sup>, appoggiati al reticolo del sistema di coordinate UTM32N su datum WGS84.

All'interno di ciascun quadrato così ottenuto il punto di sondaggio è stato selezionato casualmente (Figura 17).



**Figura 17 - Esempio di dislocazione di unità campionarie sulla base di un disegno campionario sistematico non allineato. Si noti che vi è sempre una sola unità per cella e ogni cella contiene sempre una sola unità posizionata casualmente (le celle prive di unità corrispondono a un'area di mare)**

---

Dei 12089 punti di controllo teorici solamente 12000 sono risultati ricadenti all'interno della copertura CLC2000: sulla base di questi è stata realizzata la valutazione dell'accuratezza.

Sebbene la valutazione dell'accuratezza tematica di una cartografia di uso/copertura del suolo debba in genere essere basata sul confronto diretto con la verità al suolo, tale procedura nel caso della copertura CLC2000, è difficilmente implementabile in quanto:

- da un punto di vista economico, la realizzazione dei rilievi di campagna a livello nazionale per l'acquisizione della verità a terra in 12000 punti sarebbe stata estremamente onerosa, pari all'investimento necessario alla realizzazione dell'intero progetto I&CLC2000 in Italia;
- da un punto di vista pratico, non sarebbe stata fattibile una validazione diretta a terra di una cartografia in scala 1:100.000 (avente superficie minima cartografabile pari a 25 ettari): essa rappresenta infatti un modello molto semplificato dell'effettivo uso del suolo, sia da un punto di vista geometrico, sia da un punto di vista tematico per l'intrinseca semplificazione adottata dal sistema di nomenclatura. Il riscontro diretto in campagna è quindi estremamente difficoltoso per l'impossibilità di percepire a terra un quadro sinottico complessivo di un'area estesa almeno quanto l'unità minima cartografabile adottata.

Per questi motivi, il protocollo seguito per la valutazione dell'accuratezza tematica della cartografia CLC2000 si è basato sull'utilizzo integrato di ortofoto digitali del progetto TerraItaly IT2000 acquisite tra 1999 e 2000 a copertura nazionale e di rilievi di campagna. Le ortofoto IT2000 sono pancromatiche a colori naturali e con risoluzione nominale di 1 m. La qualità geometrica, tessiturale e cromatica della copertura ortofotografica IT2000 permette restituzioni cartografiche a media scala (1:25.000 – 1:5.000): esse risultano, quindi, particolarmente idonee alla costituzione di un passaggio logico e topologico tra la verità a terra rilevata in campagna e il modello semplificato ed astratto della cartografia CLC2000.

Intorno a ognuno dei 12000 punti di controllo sono state create aree circolari di 50 ettari di superficie (circa 400 m di raggio). Per ogni unità campionaria sono stati definiti i primi due usi del suolo prevalenti sia sulla base della copertura CLC2000 sia sulla base della fotointerpretazione indipendente della copertura di ortofoto digitali del volo IT2000. La valutazione dell'accuratezza è quindi basata sul confronto del primo uso del suolo dominante per ognuna delle 12000 unità di campionamento desunto dalla cartografia CLC2000 e dalla fotointerpretazione indipendente dell'ortofoto digitale IT2000.

Al fine di verificare quantitativamente l'ipotesi per cui la fotointerpretazione della copertura IT2000 fosse un modello rappresentativo della verità a terra, dalla popolazione di punti di controllo (12000 aree) è stato selezionato un campione casuale di 500 punti, quali unità campionarie a terra. Il campionamento in questo caso è stato realizzato separatamente per ogni classe di uso del suolo, in modo approssimativamente proporzionale alle rispettive superfici. Per ognuna delle 500 unità è stata effettuata una ricognizione di campagna. Il centro dell'unità è stato identificato tramite GPS e l'intorno è stato percorso al fine di individuare le coperture del suolo prevalenti sulla base di apposite linee guida di rilievo di campagna (disponibili sul sito italiano del CLC<sup>1</sup>).

Dal centro dell'area inoltre sono state scattate 4 foto direzionate secondo i punti cardinali. Le immagini in formato digitale sono state archiviate in un'apposita base dati geografica. I controlli sono stati eseguiti dalle competenti ARPA regionali con l'aiuto dei Centri Tematici Territorio e Suolo (CTN-TES) e Natura e Biodiversità (CTN-NEB).

Dato che in questo caso si ha un campione stratificato, lo stimatore dell'accuratezza dell'interpreta-

<sup>1</sup> [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)

zione dei punti di controllo sulle ortofoto rispetto a quanto verificato a terra va ottenuto dalla ponderazione dei valori di accuratezza ottenuti nelle singole classi

$$\hat{P}_{ortofoto} = \sum_{j=1}^C \frac{N_{ortofoto_j}}{500} \hat{P}_{ortofoto_j} \quad [6]$$

con varianza stimata pari a

$$\hat{V}(\hat{P}_{ortofoto}) = \sum_{j=1}^C \frac{N_{ortofoto_j}^2}{250000} \hat{V}(\hat{P}_{ortofoto_j}) \quad [7]$$

dove:  $\hat{P}_{ortofoto_j}$  = proporzione di punti campione correttamente classificati sulle ortofoto stimata per la j-esima classe tematica;  $N_{ortofoto_j}$  = numero di punti attribuiti alla j-esima classe sulle ortofoto. Da notare che le 500 unità campionarie a terra costituiscono *in nuce* una rete di monitoraggio che potrà divenire uno strumento operativo permanente di riferimento per il monitoraggio dei cambiamenti di uso del suolo nel tempo.

### 3.8.3 Confronto tra verifiche a terra e fotointerpretazione delle ortofoto a colori IT2000

L'analisi delle matrici sul campione di rilievi a terra (500 punti) (Tabella 13, Tabella 14, Tabella 15), mirava alla conferma dell'ipotesi secondo la quale la fotointerpretazione delle ortofoto digitali IT2000 costituisce un modello altamente rappresentativo della verità a terra. Tale ipotesi è stata positivamente verificata in quanto la matrice costruita sulla base dell'uso del suolo prevalente all'interno delle 500 unità campionarie, rilevato per fotointerpretazione della copertura IT2000 e per rilievo diretto a terra, ha permesso di stimare un'accuratezza globale del 95% ( $\pm 0,61\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) al terzo livello tematico che passa poi al 96% ( $\pm 0,59\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) e al 99% ( $\pm 0,66\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) rispettivamente al secondo e al primo livello tematico (Tabella 12, Figura 18).

**Tabella 12 - Confronto tra rilievi a terra e ortofoto IT2000 nelle 500 unità di campionamento**

Livello Tematico	Accuratezza Globale	Intervallo Fiduciario	Indice K
1	0,988	0,00658	0,979
2	0,958	0,00586	0,948
3	0,950	0,00606	0,943

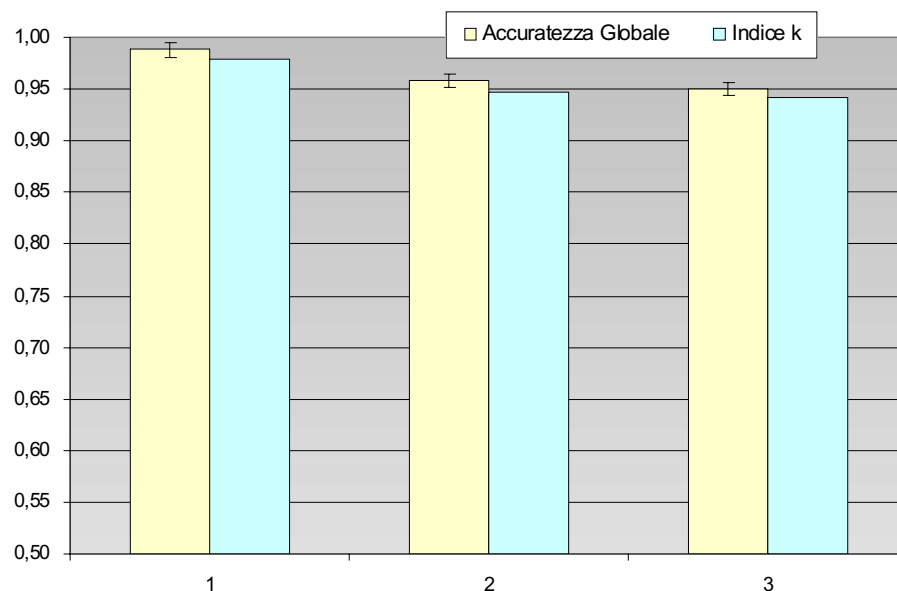


Figura 18 - Confronto tra rilievi a terra e ortofoto IT2000 nelle 500 unità di campionamento

Tabella 13 - Matrice di classificazione degli errori al 1° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento

		Rilievi a Terra					N° punti
		1	2	3	4	5	
IT2000	1	20	1				21
	2	1	244	4			249
	3			217			217
	4				3		3
	5					0	10
	N° punti		21	245	221	3	10

Tabella 14 - Matrice di classificazione degli errori al 2° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento

		Rilievi a Terra														N° punti	
		1.1	1.2	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2		
IT2000	1.1	13	1		1											15	
	1.2		5													5	
	1.4			1												1	
	2.1	1			134	1		5		1						142	
	2.2					38		1								39	
	2.3						8			1						9	
	2.4				1	4		52		2						59	
	3.1								142							142	
	3.2								2	61						63	
	3.3										12					12	
	4.1											1				1	
	4.2												2			2	
	5.1														7	7	
	5.2															3	3
	N° punti		14	6	1	136	43	8	58	144	65	12	1	2	7	3	500



Tabella 15 - Matrice di classificazione degli errori al 3° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento

		Rilievi a Terra																																		
		1.1.1	1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.2.4	1.4.2	2.1.1	2.1.3	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.3.1	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.2.4	3.3.2	3.3.3	3.3.5	4.1.1	4.2.1	5.1.2	5.2.1	N° Punti			
IT2000		3	10	3	1	1	1	130	4	1	6	4	25	3	5	1	1	3	91	23	1	29	5	25	2	7	2	3	1	2	7	3	3			
	1.1.1																																			
	1.1.2																																			
	1.2.1																																			
	1.2.2																																			
	1.2.4																																			
	1.4.2																																			
	2.1.1																																			
	2.1.3																																			
	2.2.1																																			
	2.2.2																																			
	2.2.3																																			
	2.2.4																																			
	2.3.1																																			
	2.4.1																																			
	2.4.2																																			
	2.4.3																																			
	2.4.4																																			
	3.1.1																																			
	3.1.2																																			
	3.1.3																																			
	3.2.1																																			
	3.2.2																																			
	3.2.3																																			
	3.2.4																																			
	3.3.2																																			
	3.3.3																																			
	3.3.5																																			
	4.1.1																																			
	4.2.1																																			
	5.1.2																																			
	5.2.1																																			
	N° Punti	3	11	4	1	1	1	132	4	8	4	28	3	8	3	31	21	3	94	23	27	29	5	29	2	7	2	3	1	2	7	3	3	500		

### 3.8.4 Accuratezza della copertura CLC2000

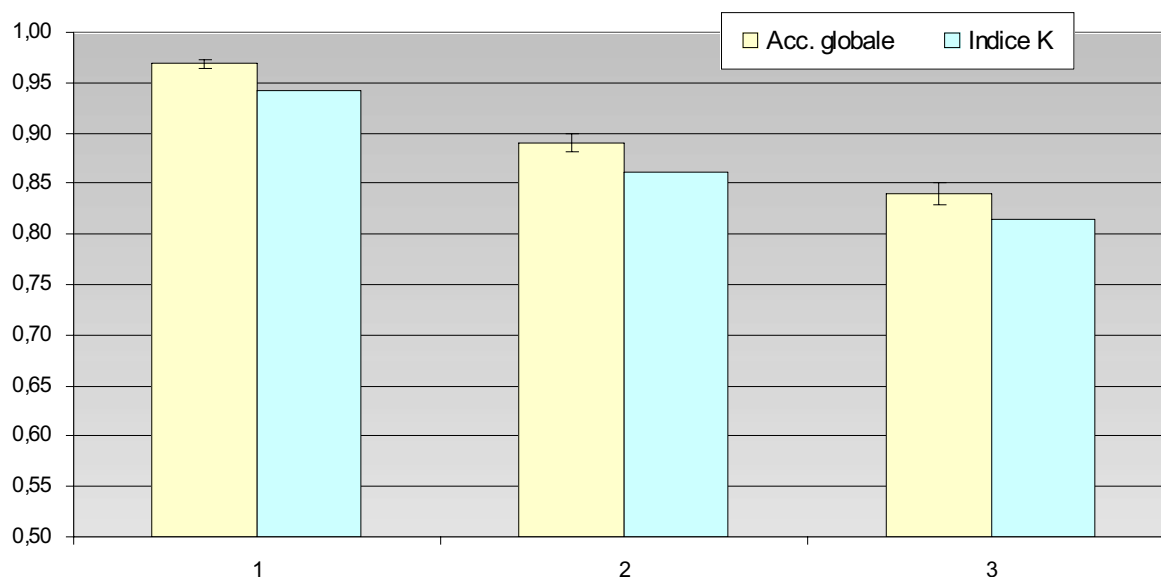
I risultati della valutazione dell'accuratezza CLC2000 presentati in questo paragrafo sono basati direttamente sulla fotointerpretazione della copertura IT2000. La matrice di classificazione degli errori basata su 12000 unità campionarie ha permesso di stimare un'accuratezza complessiva della cartografia CLC2000 pari all'84% ( $\pm 1,1\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) al terzo livello tematico che passa poi all'89% ( $\pm 0,94\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) e al 97% ( $\pm 0,52\%$  con una sicurezza statistica del 99,9%) rispettivamente al secondo e al primo livello tematico (Tabella 16, Figura 19).

L'analisi dei risultati si è poi concentrata in modo da scorporre l'accuratezza in due direzioni:

- da un punto di vista **tematico**, viene presentata la matrice di classificazione degli errori al terzo, secondo e primo livello tematico e, per ogni classe di copertura del suolo CLC2000, l'accuratezza dell'utilizzatore e del produttore
- da un punto di vista **geografico** è fornito un valore di accuratezza globale per ogni regione d'Italia.

**Tabella 16 - Confronto tra CLC2000 e le 12000 unità di campionamento fotointerpretate sulle ortofoto del volo IT2000**

Livello Tematico	Accuratezza Globale	Intervallo Fiduciario	indice K
1	0,969	0,00523	0,943
2	0,890	0,00940	0,861
3	0,840	0,01100	0,814



**Figura 19 - Accuratezza globale e indice K della base dati CLC2000 al 1°, 2° e 3° livello tematico del sistema di nomenclatura.**

Per ciascuno dei tre livelli di analisi mostriamo ora la matrice di classificazione degli errori e l'accuratezza dell'utilizzatore e del produttore

Accuratezza della copertura CLC2000 al 1° livello tematico

Tabella 17 - Matrice di classificazione degli errori al primo livello tematico.

		IT2000					N° punti
		1	2	3	4	5	
CLC	1	413	6	4			423
	2	7	6138	189		1	6335
	3		163	4840		1	5004
	4			1	19	1	21
	5		1	2		214	217
	N° punti	420	6308	5036	19	217	12000

Tabella 18 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (1° livello tematico).

CLC	Utilizzatore		Produttore	
	N° punti	Accuratezza	N° punti	Accuratezza
1	423	0,976	420	0,983
2	6335	0,969	6308	0,973
3	5004	0,967	5036	0,961
4	21	0,905	19	1,000
5	217	0,986	217	0,986

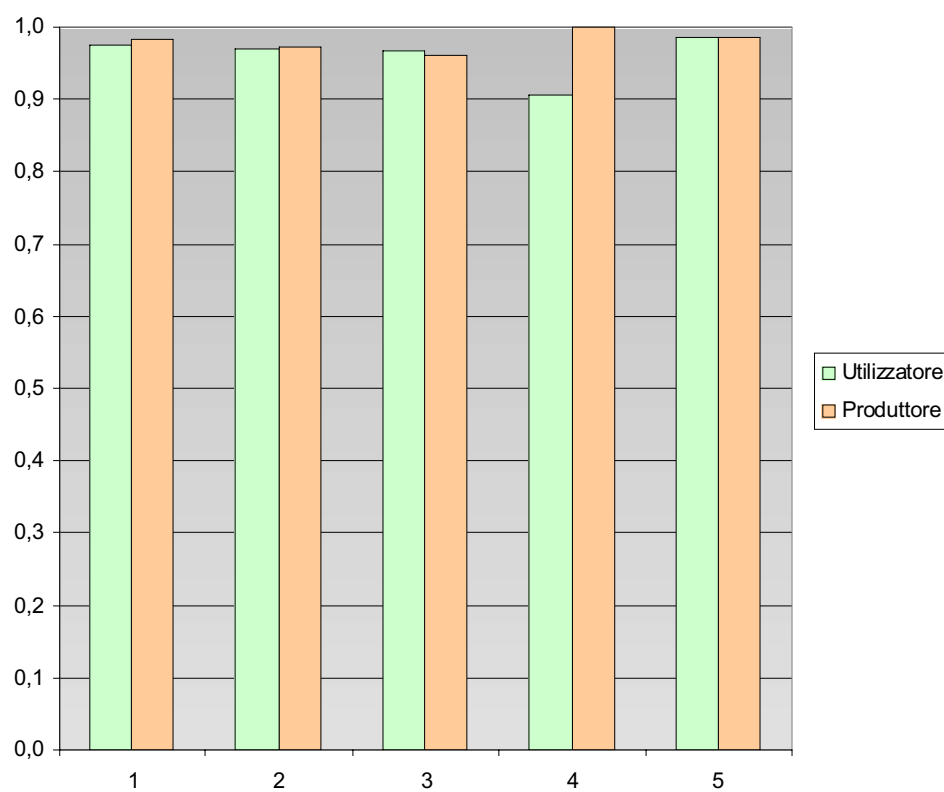


Figura 20 Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (1° livello tematico).

Accuratezza della copertura CLC2000 al 2° livello tematico

Tabella 19 - Matrice di classificazione degli errori al secondo livello tematico.

		IT2000															N° punti	
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2		
CLC	1.1	310	5	1		2				1	2						322	
	1.2	3	78			2				1							84	
	1.3	1		8	1		1										11	
	1.4				6												6	
	2.1					3430	11		44	4	5	1					3495	
	2.2					51	685	5	122	21	7						891	
	2.3					23	3	96	7	10	18					1	158	
	2.4	4	2		1	253	32	17	1359	82	41						1791	
	3.1					25	4		12	3075	85						3201	
	3.2					61	4	7	47	180	1059	22				1	1381	
	3.3					2			1	8	71	340					422	
	4.1													4			4	
	4.2										1				15		17	
	5.1					1				2						86	89	
	5.2																128	
	N° punti		318	85	9	8	3850	740	126	1592	3384	1289	363	4	15	88	129	12000

Tabella 20 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (2° livello tematico)

CLC	Utilizzatore		Produttore	
	N° punti	Accuratezza	N° punti	Accuratezza
1.1	322	0,963	318	0,975
1.2	84	0,929	85	0,918
1.3	11	0,727	9	0,889
1.4	6	1,000	8	0,750
2.1	3495	0,981	3850	0,891
2.2	891	0,769	740	0,926
2.3	158	0,608	126	0,762
2.4	1791	0,759	1592	0,854
3.1	3201	0,961	3384	0,909
3.2	1381	0,767	1289	0,822
3.3	422	0,806	363	0,937
4.1	4	1,000	4	1,000
4.2	17	0,882	15	1,000
5.1	89	0,966	88	0,977
5.2	128	1,000	129	0,992

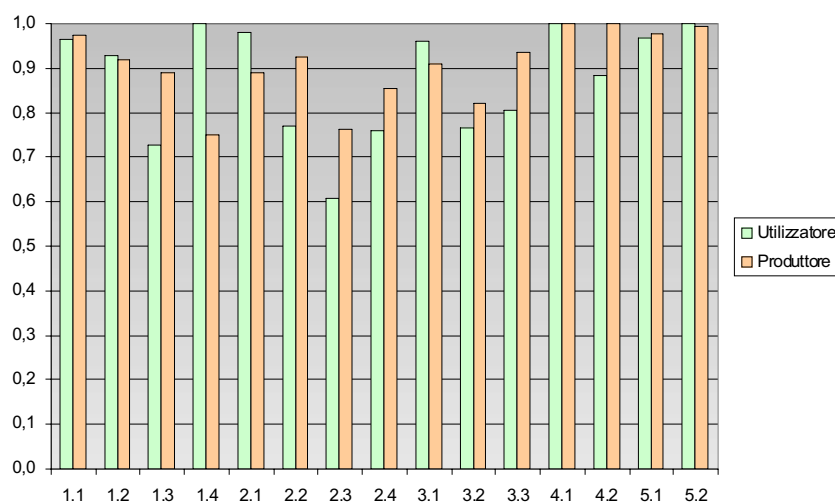


Figura 21 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (2° livello tematico)



*Accuratezza della copertura CLC2000 al 3° livello tematico*

**Tabella 22 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (3° livello tematico).**

CLC	Utilizzatore		Produttore	
	N° punti	Accuratezza	N° punti	Accuratezza
1.1.1	38	0,684	28	0,929
1.1.2	284	0,958	290	0,938
1.2.1	71	0,930	72	0,917
1.2.2	5	0,800	4	1,000
1.2.3	1	1,000	2	0,500
1.2.4	7	1,000	7	1,000
1.3.1	8	0,875	8	0,875
1.3.2	1	0,000	0	0,000
1.3.3	2	0,500	1	1,000
1.4.1	2	1,000	2	1,000
1.4.2	4	1,000	6	0,667
2.1.1	3361	0,980	3739	0,881
2.1.2	17	0,059	1	1,000
2.1.3	117	0,906	110	0,964
2.2.1	213	0,610	138	0,942
2.2.2	156	0,744	130	0,892
2.2.3	502	0,819	445	0,924
2.2.4	20	0,900	27	0,667
2.3.1	158	0,608	126	0,762
2.4.1	148	0,297	56	0,786
2.4.2	834	0,711	766	0,774
2.4.3	740	0,762	704	0,801
2.4.4	69	0,855	66	0,894
3.1.1	2209	0,879	2168	0,895
3.1.2	558	0,857	552	0,866
3.1.3	434	0,843	664	0,551
3.2.1	505	0,850	613	0,700
3.2.2	128	0,570	102	0,716
3.2.3	397	0,831	440	0,750
3.2.4	351	0,350	134	0,918
3.3.1	20	0,900	20	0,900
3.3.2	201	0,831	212	0,788
3.3.3	178	0,478	88	0,966
3.3.5	23	0,957	43	0,512
4.1.1	4	1,000	4	1,000
4.2.1	15	0,733	11	1,000
4.2.2	2	0,500	4	0,250
5.1.1	12	0,833	10	1,000
5.1.2	77	0,987	78	0,974
5.2.1	35	1,000	36	0,972
5.2.3	93	1,000	93	1,000

*Accuratezza della copertura CLC2000 a livello regionale.*

Nelle tabelle che seguono sono riportati i soli dati aggregati d'accuratezza globale, dell'intervallo fiduciario e dell'indice K per i tre livelli del sistema di nomenclatura Corine.

**Tabella 23 - Accuratezza globale e indice K al 1° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali**

1° livello Corine			
REGIONE	Accuratezza Globale	Intervallo Fiduciario	Indice K
SICILIA	0,937	0,025	0,869
CALABRIA	0,945	0,031	0,896
BASILICATA	0,946	0,037	0,893
LIGURIA	0,948	0,051	0,842
MOLISE	0,955	0,051	0,907
CAMPANIA	0,959	0,028	0,924
SARDEGNA	0,960	0,021	0,926
MARCHE	0,964	0,031	0,925
ITALIA	0,969	0,005	0,943
EMILIA ROMAGNA	0,969	0,019	0,934
UMBRIA	0,971	0,030	0,946
TOSCANA	0,972	0,018	0,948
PUGLIA	0,974	0,019	0,907
PIEMONTE	0,976	0,016	0,956
TRENTINO	0,980	0,020	0,913
VENETO	0,981	0,017	0,965
LAZIO	0,981	0,017	0,964
VALLE D'AOSTA	0,985	0,036	0,881
ABRUZZO	0,986	0,019	0,973
FRIULI V.G.	0,990	0,018	0,983
LOMBARDIA	0,991	0,010	0,986

**Tabella 24 - Accuratezza globale e indice K al 2° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali**

3° livello Corine			
REGIONE	Accuratezza Globale	Intervallo Fiduciario	Indice K
EMILIA ROMAGNA	0,905	0,033	0,868
VENETO	0,896	0,037	0,867
LOMBARDIA	0,891	0,034	0,868
UMBRIA	0,875	0,059	0,835
TOSCANA	0,864	0,037	0,825
FRIULI V.G.	0,863	0,064	0,835
LAZIO	0,859	0,044	0,828
PUGLIA	0,855	0,042	0,813
SARDEGNA	0,853	0,038	0,823
ABRUZZO	0,846	0,057	0,819
ITALIA	0,840	0,011	0,814
TRENTINO	0,839	0,052	0,804
LIGURIA	0,824	0,087	0,749
CAMPANIA	0,817	0,055	0,780
MARCHE	0,810	0,066	0,747
MOLISE	0,804	0,098	0,754
SICILIA	0,795	0,041	0,758
PIEMONTE	0,792	0,042	0,766
BASILICATA	0,783	0,067	0,717
VALLE D'AOSTA	0,754	0,125	0,708
CALABRIA	0,741	0,059	0,703

**Tabella 25 - Accuratezza globale e indice K al 3° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali**

REGIONE	2° livello Corine		Indice K
	Accuratezza Globale	Intervallo Fiduciario	
MOLISE	0,810	0,097	0,749
SICILIA	0,831	0,038	0,786
CALABRIA	0,835	0,050	0,783
VALLE D'AOSTA	0,838	0,107	0,770
BASILICATA	0,846	0,059	0,788
MARCHE	0,864	0,057	0,810
PIEMONTE	0,874	0,034	0,842
CAMPANIA	0,878	0,046	0,844
PUGLIA	0,881	0,038	0,839
LIGURIA	0,886	0,072	0,775
ITALIA	0,890	0,009	0,861
SARDEGNA	0,891	0,033	0,856
LAZIO	0,896	0,038	0,866
UMBRIA	0,904	0,052	0,867
TRENTINO	0,905	0,041	0,855
ABRUZZO	0,909	0,046	0,885
FRIULI V.G.	0,911	0,053	0,876
TOSCANA	0,911	0,031	0,874
EMILIA ROMAGNA	0,922	0,030	0,886
VENETO	0,944	0,028	0,924
LOMBARDIA	0,946	0,024	0,928

### 3.8.5 Considerazioni conclusive sulla validazione dei dati CLC2000

A livello nazionale i risultati ottenuti hanno confermato complessivamente che l'impostazione metodologica del progetto I&CLC2000, basata sulla fotointerpretazione manuale di immagini Landsat 7 ETM+, permette la derivazione di una cartografia in scala 1:100.000 dell'uso/copertura del suolo di elevata accuratezza tematica.

Le variazioni nei livelli di accuratezza tematica registrati al terzo livello hanno confermato l'ipotesi per cui le definizioni delle classi afferenti al gruppo 2.4 (zone agricole eterogenee) offrono, nel nostro Paese, un certo margine di soggettività. In particolare la classe 2.4.1 (colture temporanee associate a colture permanenti) ha mostrato il più basso valore di accuratezza per l'utilizzatore; tale classe tende infatti a confondersi fortemente con i seminativi (classe 2.1.1).

Del tutto particolare il caso della classe 2.1.2 (seminativi in aree irrigue) che ha mostrato un valore di accuratezza dell'utilizzatore quasi nullo. La confusione in questo caso è da ricercarsi nella definizione del sistema di nomenclatura. Nelle numerose riunioni con i responsabili del progetto dell'AEA il concetto di seminativo in aree irrigue è stato più volte dibattuto. Per mantenere un alto livello di standardizzazione nomenclaturale a livello internazionale la classe 2.1.2 è stata sostanzialmente considerata non presente a priori in Italia perché considerata riferibile a sistemi d'irrigazione basati su infrastrutture permanenti non utilizzate nel nostro Paese ma tipiche d'ambienti agricoli centro-nord europei. Tale problematica ha generato una certa difficoltà di lavoro per i fotointerpreti che in alcuni casi hanno mantenuto l'attribuzione di alcune aree alla classe 2.1.2, operazione che, nella fase di controllo, è stata invece considerata come errore di interpretazione.

La classe 3.2.4 (aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione) ha mostrato anch'essa un valore d'accuratezza dell'utilizzatore inferiore alla media. La classe tende a confondersi da un lato con i bo-



schì (classi 3.1) e dall'altro con le aree a pascolo e le praterie (classe 3.2.1). Il problema in questo caso è collegato prevalentemente alla risoluzione geometrica delle immagini Landsat 7 ETM+ (pixel di 30 m) che non permette l'esatta stima del grado di copertura delle specie arboree e arbustive.

Complessivamente, al di là di queste problematiche che hanno riguardato classi relativamente poco presenti sul territorio nazionale, il progetto I&CLC2000 ha permesso di realizzare una copertura cartografica di elevata accuratezza tematica. La quantificazione dei livelli d'accuratezza proseguirà in futuro con ulteriori e più dettagliate analisi, ma i risultati qui presentati già permettono l'implementazione delle più corrette procedure di calcolo della propagazione dell'errore necessarie agli utilizzatori della copertura CLC2000.

### 3.9 Metadati

#### 3.9.1 Finalità

I metadati relativi ad un set di dati sono informazioni che ne descrivono contenuti e caratteristiche e ne facilitano la catalogazione, consultazione ed interpretazione, anche da parte di chi non ha partecipato alla produzione del set. In altre parole essi costituiscono le informazioni e documentazioni che consentono agli utenti la comprensione e la condivisione dei dati nel tempo. L'accuratezza ed il dettaglio dei metadati ha un significativo impatto sull'effettiva fruibilità dell'informazione geografica.

#### 3.9.2 Metadati a livello nazionale

Le Autorità Nazionali incaricate della realizzazione del progetto I&CLC2000 avevano anche il compito di produrre i metadati relativi ai prodotti realizzati. In Tabella 26 sono mostrati i metadati relativi alle coperture nazionali italiane. I metadati sono redatti in lingua inglese per ottemperare alle richieste dell'AEA. In Tabella 6 è mostrata la traduzione in italiano dei campi richiesti. Questi metadati sono disponibili sul sito italiano di distribuzione dei dati CLC2000 (§ 4.1), inclusi nei file contenenti le varie coperture.

**Tabella 26 - Metadati a livello nazionale italiano**

	LITERATURE, REPORTS	
1.1	List of literature	First interim report CLC2000 Italy (APAT) Second interim report CLC2000 Italy (APAT) Report attività svolta nell'ambito del progetto CLC2000-I (UNIROMA) Report attività svolta nell'ambito del progetto CLC2000-II (UNIROMA)
<b>2</b>	<b>NATIONAL PROJECT DESCRIPTION</b>	
2.1	General Info (Objectives, Goals, National Specifics, Comments For Users)	The implementation of CLC2000 in Italy follows guidelines of Technical Annex. Italy will develop a 4th thematic level for natural and semi-natural environments. A special procedure for thematic accuracy evaluation based on photointerpretation of over 12000 plots has been developed.
2.2	Project Organisation, Organisation Chart	The project is developed by APAT with the scientific support of a group of researcher from Italian Universities led by University of Rome.
2.3	Funding	SOURCE Budget committed (k) <ul style="list-style-type: none"> <li>• EC (Central services) 196</li> <li>• EC(Grant Agreement) 275</li> <li>• APAT 471</li> <li>• <b>Total 942</b></li> </ul>

2.4	National Team – List of Subcontractors	APAT subcontracts the technical implementation of photointerpretation to 12 professionals. See Annex 2 for a complete list.
2.5	Validation Team	The validation team is made by APAT and Universities personnel. See Annex 2 for a complete list.
2.6	Time Schedule	9/2002 - 7/2004
2.7	Hardware	All teams (photointerpreters and validation) work in Windows environments (2000 or XP).
2.8	Software	The most used GIS software is ArcView 3.x or ARCGIS 8.x.
<b>3</b>	<b>NATIONAL PROJECT DESCRIPTION</b>	
	Image Identification	Directory for Path_Row, Name for PathRow_band
	Acquisition	See Annex 1
	Ortho-rectification	IMAGE2000 team
	Image enhancement	Linear stretching with 1 or 2 percent saturation
	Quality control	Visual against digital color orthophotos
<b>4</b>	<b>DATA DESCRIPTION</b>	
<b>4.1</b>	<b>Metadata Reference</b>	
4.1.1	National identifier for the Dataset	I&CLC2000
4.1.2	Contact	APAT Via V. Brancati, 48 00144 Roma Valter Sambucini Phone +39 06 5007 2074 Fax +39 06 5007 2221 E-mail <a href="mailto:sambucini@apat.it">sambucini@apat.it</a>
4.1.3	Last Metadata Update Date	7 July 2004
<b>4.2</b>	<b>Metadata Reference</b>	
4.2.1	Dataset Title	CLC00_IT, CLC90_IT, CHANG_IT
4.2.2	Abstract Describing Dataset	Land use/land cover databases
4.2.3	Dataset Topic Category	Land use/land cover
4.2.4	Spatial Data Format	ARCINFO coverage
4.2.5	Dataset scale	1:100.000
4.2.6	Coordinate Reference System	UTM 32N on WGS84 datum and ellipsoid
4.2.7	National Responsible Party	APAT
4.2.8	Main Contractor	APAT
<b>4.3</b>	<b>Metadata Reference</b>	
4.3.1	Name of Spatial System	Metric
4.3.2	West Bounding Coordinate	313103
4.3.3	South Bounding Coordinate	3933562.75
4.3.4	East Bounding Coordinate	1312035.125
4.3.5	North Bounding Coordinate	5220312
4.3.6	Period Start Date	4 march 2003
4.3.7	Period End Date	6 july 2004
4.3.8	Number of classes	43
<b>4.4</b>	<b>Data Quality</b>	
4.4.1	Overall Positional Accuracy(CLC 2000 Technical Team)	
4.4.2	Attribute Accuracy(CLC 2000 Technical Team)	
4.4.3	Logical Consistency	

<b>4.5</b>	<b>Data access/ Data dissemination</b>	
4.5.1	Contact	APAT Via V. Brancati, 48 00144 Roma Valter Sambucini Phone +39 06 5007 2074 Fax +39 06 5007 2221 E-mail <a href="mailto:sambucini@apat.it">sambucini@apat.it</a> <a href="http://www.sinanet.apat.it">http://www.sinanet.apat.it</a>
4.5.2	Procedure	Download data for non-commercial use <a href="http://www.clc2000.sinanet.apat.it">http://www.clc2000.sinanet.apat.it</a>
4.5.3	Conditions	Free of charge for non-commercial use

### 3.9.3 Metadati a livello regionale

In aggiunta ai metadati nazionali, relativi all'intero progetto ed alle coperture complete, sono stati anche prodotti i metadati relativi a ciascun lotto di interpretazione. Di seguito riportiamo l'esempio di metadati relativo al lotto "Emilia Romagna". Questi metadati sono disponibili sul sito Italiano di distribuzione dei dati CLC2000 (§ 4.1), inclusi nei file Zip contenenti le singole coperture regionali.

## CLC2000 METADATA

<b>Title of working unit:</b>	<i>W.U. n°1 Emilia-Romagna</i>
-------------------------------	--------------------------------

### GENERAL INFORMATION

Contractor	APAT
Address	Via V. Brancati, 48 00144 Roma
Phone	+39 06 5007 2074
Fax	+39 06 5007 2221
Responsible	Valter Sambucini
E-mail	<a href="mailto:sambucini@apat.it">sambucini@apat.it</a>

Contracted	Bagnoli Marco
Address	Via N. Sauro, 60 50019 Sesto Fiorentino (FI)
Phone	+39 3333149836
Fax	+39 0554210676
Project leader	Bagnoli Marco
E-mail	<a href="mailto:ma.bagnoli@virgilio.it">ma.bagnoli@virgilio.it</a>

### IMAGE2000 data used

Landsat ETM or other scene (s)				
Satellite & Sensor	Path	Row	Date (m/d/y)	Remark (e.g.clouds)
Landsat 7 ETM+	192	29	07/06/00	
Landsat 7 ETM+	191	29	08/16/00	
Landsat 7 ETM+	191	30	08/16/00	
Landsat 7 ETM+	193	29	08/01/01	

Topographic maps used (indicate in remark if digital)

Scale	Sheet id	Title/Name	Year of production	Year of last revision	Remark

Other ancillary data used (thematic data, satellite images, aerial photos, city maps, vegetation maps)

--	--	--	--	--	--

Other ancillary data used (thematic data, satellite images, aerial photos, city maps, vegetation maps)

Id	Data source/type	Title (if relevant)	Date of production (m/d/y)	Scale (spatial detail)	remark
1	Orthophoto (colour)		??/spring-summer/99-00	1:40.000	
2	ISTAT land use map	Land use map	01/01/90	1:25.000	Only for urban area
3	Land use map	Emilia-Romagna Region Land use map	01/01/97 (aerial photos taken on 1994)	1:25.000	
4	Landsat 5 TM	191029	9/3/92	resolution:30m	
5	Landsat 5 TM	191030	8/16/91	resolution:30m	
6	Landsat 5 TM	192029	8/7/91	resolution:30m	
7	Landsat 5 TM	193029	9/12/90	resolution:30m	

### Photointerpreter (s)

Name	Affiliation	Phone	e-mail	interpretation		
				Start (m/d/y)	End (m/d/y)	No. of working days
Marco Bagnoli		+39 333149836	ma.bagnoli@virgilio.it	04/01/03	01/26/04	150

## DATA PREPARATION

### Checking and systemic correction of clc90 data

Correction	Type of correction	Checked and corrected by	Date (m/d/y)		Remark
			Start	end	
Geometrical errors	Systematic correction	Stefano Bologna (NTT)	03/24/03	03/28/03	Rubber Sheeting with triangular affine on 1648 GCP
	Local correction	Marco Bagnoli	04/01/03	06/15/03	Not too many, but particularly in hills and mountains (Appennini) areas
Thematic errors	Logical coherence*	Marco Bagnoli	04/01/03	06/15/03	Many polygons (2312 out of 8566) <25ha have to be corrected
	Semantic accuracy ** And exhaustiveness***	Marco Bagnoli	04/01/03	06/15/03	Class 322 had a different meaning, 111 was interpreted in a different way

\*=compliance with internal rules of clc (100m, 25ha) according to Technical Guidelines ad Addendum

\*\*=interpretation according to CLC nomenclature

\*\*\*=details are appropriated

### Verification and acceptance on national level

Date (m/d/y)	Accepted by	Signature	Remark
03/01/2004	CHIRICI		

### INTERPRETATION OF CHANGE AND CREATION OF CLC2000

#### Photo-interpretation and internal quality control

Date of submission (m/d/y)	Control made by	Date of control (m/d/y)	Remark (errors, corrections, etc.)
04/22/03	Stefano Bologna (NTT)	04/22/03	33 poligons < UMC
06/23/03	Stefano Bologna (NTT)	06/23/03	2 poligons with 0 code
02/01/04	Stefano Bologna (NTT)	02/01/04	Questionable change

#### Field checking (if carried out)

Date (m/d/y)	Itinerary (main settlements crossed on the working unit)	Problems checked and main conclusions

#### Border matching with neighbour working units or countries

Working unit/Country	Controlled and corrected by	Date (m/d/y)	Remark
W u 2, 3, 8, 9	Marco Bagnoli	03/14/04	
W u 4	Stefano Bologna (NTT)	03/24/04	

### FINAL TECHNICAL QUALITY CONTROL

#### Control of topology, unnecessary boundaries, 25 ha limits, invalid codes and invalid changes

	Date (m/d/y)	Controlled by	Remark
CLC Change	03/04/04	Stefano Bologna (NTT)	Questionable change
CLC90	03/04/04	Stefano Bologna (NTT)	Poligons < 25 ha, Questionable codes

#### Verification and acceptance

	Date (m/d/y)	Name	Signature	Remark
National level	06/01/2004	CHIRICI		
CLC2000 technical team				

### SOFTWARE / HARDWARE

Work phase	Software used	Hardware used
Systematic geometric correction of image90	-	-

Systematic geometric correction of CLC90	Arcgis 8, TN ShArc 3	Pentium 4, 2,4 Ghz, 1 Gb RAM, Windows Xp
Topological and thematic correction of CLC90	ArcView 3.2 + extension "Edit tools 3.6"	Pentium 4, 2,5 Ghz, 1Gb RAM, 2 HD 60 Gb,
Interpretation of changes	ArcView 3.2 + extension "Edit tools 3.6"	Pentium 4, 2,5 Ghz, 1Gb RAM, 2 HD 60 Gb,
Creation of CLC2000	ArcView 3.2 + extension "Edit tools 3.6"	Pentium 4, 2,5 Ghz, 1Gb RAM, 2 HD 60 Gb,
Technical quality control	ArcView 3.2 + extension "Edit tools 3.6" and InterCheck 1.1	Pentium IV 2,4 Ghz, 1 Gb RAM, Windows Xp
Database integration (border matching)	ArcView 3.2 + extension "Edit tools 3.6"	Pentium 4, 2,5 Ghz, 1Gb RAM, 2 HD 60 Gb,

### 3.10 Risultati

La metodologia omogenea utilizzata per la produzione del CLC2000 e per la riproduzione del CLC90 ha permesso di analizzare le tendenze in atto in Italia per quanto concerne la copertura e l'uso dei suoli. Nel presente paragrafo vengono presentate delle elaborazioni dei dati CLC volte ad individuare le principali dinamiche territoriali esistenti sia a livello nazionale che a livello regionale. Il fenomeno che appare più evidente dal confronto della copertura del 2000 con quella del 1990 è la perdita di aree agricole, a favore soprattutto di aree artificiali e di territori boscati ed ambienti semi-naturali. In particolare, le aree agricole sono diminuite di oltre 140.000 ettari, circa 80.000 ettari sono stati "artificializzati" (sono sorte nuove aree residenziali, industriali e commerciali nonché servizi, aree estrattive, strade, ferrovie...) ed i territori boscati e gli ambienti naturali o semi-naturali hanno conquistato quasi 60.000 ettari. L'abbandono culturale delle aree agricole e pastorali continua, quindi, ad essere una delle principali forze alla base delle dinamiche paesaggistiche in Italia.

#### 3.10.1 Metodologia di analisi

L'analisi è stata effettuata sui dati ufficiali prodotti nell'ambito del progetto I&CLC2000 Italy, con l'ausilio di programmi GIS e facendo riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'AEA. Per quanto riguarda i dati di input, si è fatto riferimento alle 3 coperture nazionali relative al 2000 (clc00\_it.e00), al 1990 (clc90\_it.e00) e ai cambiamenti (chang\_it.e00) disponibili sul sito italiano per la pubblicazione dei dati del progetto I&CLC2000 Italy<sup>1</sup>. Queste coperture nazionali sono fornite in formato di interscambio di ArcInfo (nomefile.e00). In aggiunta ai dati propri del progetto I&CLC2000, le elaborazioni di statistiche regionali hanno richiesto l'utilizzo dei limiti amministrativi italiani. Il livello informativo utilizzato è quello fornito dall'ISTAT relativo all'anno 1998. Per quanto riguarda il sistema di riferimento geografico, i dati originali sono forniti nella proiezione UTM – Fuso 32 su datum WGS84. Questa proiezione è conforme alle indicazioni fornite a livello nazionale nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento ed a livello europeo dall'AEA, responsabile del coordinamento del progetto al livello continentale. La proiezione UTM, di tipo conforme, ha come caratteristica quella di minimizzare le distorsioni di scala e di direzione. Pur minimizzandoli, però, questa proiezione non permette di evitare errori in alcuni attributi, come ad esem-

<sup>1</sup> [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)

pio nelle superfici. Per elaborazioni di tipo statistico e per tutte quelle applicazioni in cui è necessaria una corretta misura delle superfici, è consigliabile l'uso di una proiezione di tipo equivalente, la cui principale caratteristica è proprio quella di rappresentare correttamente le aree. A questo fine i dati CLC sono stati convertiti nella proiezione equivalente di Lambert, basata sul datum Europeo ETRS89, ed avente come latitudine del centro della proiezione 52° Nord e longitudine di 10° Est. Ulteriori dettagli sulle linee guida europee relative all'elaborazione di dati spaziali possono essere reperite presso il sito EIONet<sup>1</sup>.

A seguito della riproiezione, dalle coperture CLC1990 e CLC2000 sono stati eliminati i poligoni relativi al mare. Si è quindi proceduto al calcolo delle aree. La riproiezione dei dati e le successive elaborazioni spaziali sono state effettuate con il software ArcGis9.0.

I dati così ottenuti sono stati importati in una base di dati, elaborati per analizzare i tre livelli gerarchici della classificazione *Corine Land Cover*, e quindi restituiti nelle forme tabellari e grafiche mostrate nei paragrafi successivi.

### 3.10.2 Analisi a livello nazionale

Poiché i dati di copertura/uso del suolo CLC sono organizzati in 44 classi su tre livelli gerarchici, è possibile darne rappresentazioni diverse a seconda del livello di analisi. Ciascun livello è in grado di fornire indicazioni utili per l'interpretazione delle dinamiche territoriali italiane.

Un primo ordine di considerazioni si può trarre dall'analisi del primo livello gerarchico. A questo livello la legenda *Corine Land Cover* presenta 5 tipi di uso/copertura del suolo:

1. Superfici artificiali
2. Superfici agricole utilizzate
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali
4. Zone umide
5. Corpi idrici

In Tabella 27 sono mostrate superfici relative alle cinque classi CLC del primo livello, sia per l'anno 2000 che per il 1990.

**Tabella 27 - Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990**

Codice CLC	Uso del suolo CLC 1° Livello	2000 [km <sup>2</sup> ]	1990 [km <sup>2</sup> ]	2000 - 1990 [km <sup>2</sup> ]	$\frac{2000 - 1990}{1990}$ [%]
1	Superfici artificiali	14.316,1	13.489,4	826,8	6,13%
2	Superfici agricole utilizzate	156.452,9	157.886,9	-1.434,0	-0,91%
3	Territori boscati e ambienti semi-naturali	126.823,7	126.224,9	598,8	0,47%
4	Zone umide	690,8	690,7	0,1	0,02%
5	Corpi idrici	3.131,7	3.123,0	8,7	0,28%

<sup>1</sup> [www.eionet.eu.int/gis](http://www.eionet.eu.int/gis)

Si può notare come le aree agricole siano la categoria preponderante in termini di superficie totale coperta (Figura 22), nonché quella protagonista del cambiamento più significativo, con una contrazione di 1.434 km<sup>2</sup>. In termini relativi, invece, la classe che ha subito l'evoluzione maggiore rispetto alla situazione del 1990 è quella delle superfici artificiali, aumentate di oltre il 6% rispetto al 1990. In ultimo, in Tabella 28, si possono leggere le evoluzioni reciproche avvenute tra ciascuna classe; i valori in tabella rappresentano le superfici che appartenevano nel 1990 ad una certa classe e che nel 2000 avevano cambiato classe. In questa rappresentazione del dato si trova un ulteriore riscontro al già citato fenomeno di contrazione delle aree agricole, accompagnato dall'estensione delle aree artificiali e naturali.

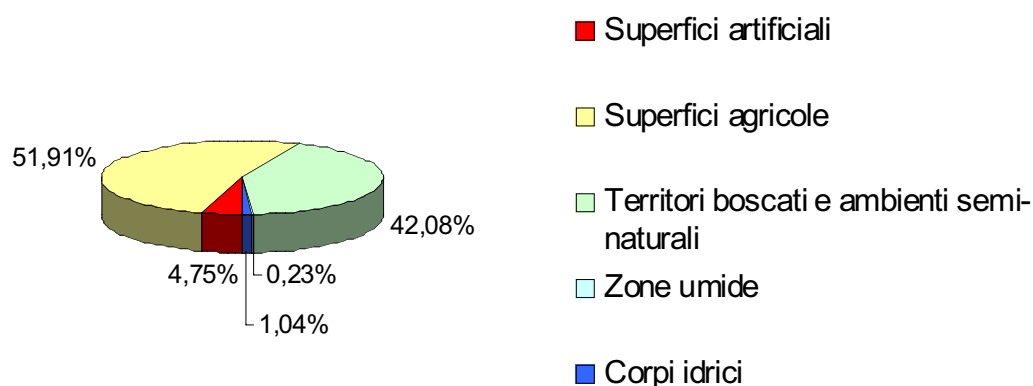


Figura 22 - Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per l'anno 2000

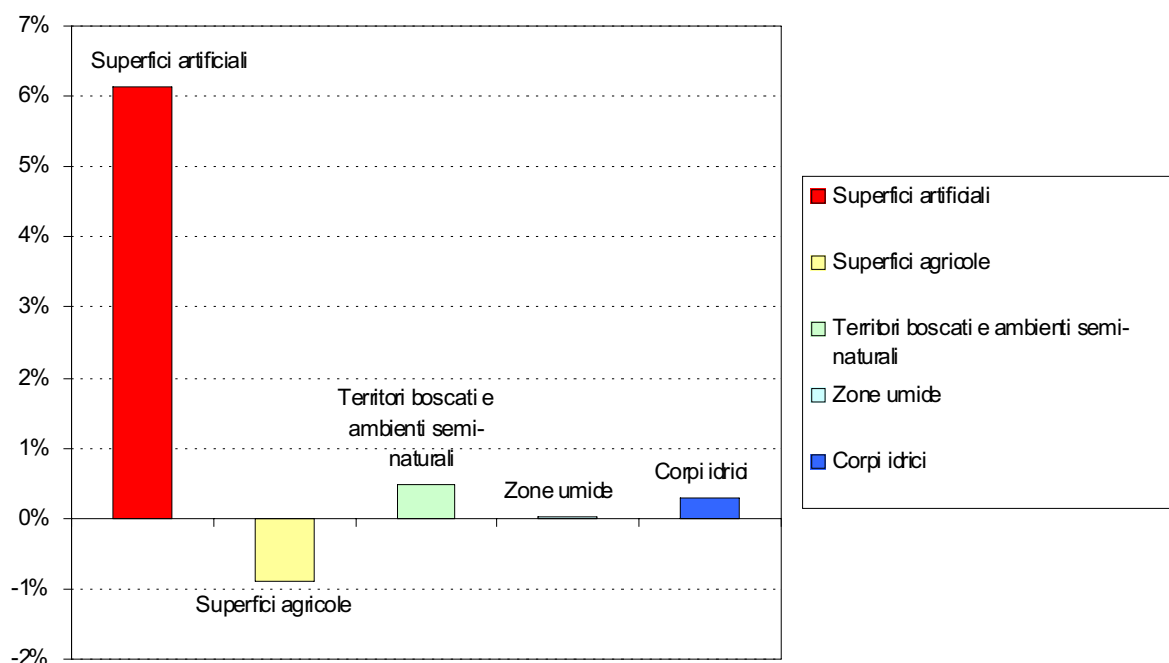


Figura 23 - Cambiamenti nell'uso del suolo (1° livello Corine) tra l'anno 1990 e 2000, espressi in percentuale rispetto alla superficie di ciascuna categoria [(2000-1990)/1990]



Tabella 28 - Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (1° livello Corine)

		2000 [ha]				
		Classe	1	2	3	4
1990 [ha]	1	-	39	973	0	255
	2	79.386	-	68.315	379	1.434
	3	4.017	5.829	-	49	418
	4	67	76	52	-	479
	5	477	160	959	220	-

	> 50.000 ha
	>10.000 ha e < 50.000 ha
	> 1.000 ha e < 10.000 ha

Legenda 1 per Tabella 28

In Tabella 29 ed in Tabella 30 sono mostrati i dati relativi al secondo livello di classificazione CORINE. Questo diverso livello di lettura permette un tipo di analisi più approfondito. Tra le molte considerazioni che si potrebbero fare dalla lettura di questi dati ci limitiamo ad evidenziare solo gli aspetti più rilevanti. La classe che ha mostrato un'espansione maggiore in termini assoluti è quella delle Zone boscate (oltre 800 km<sup>2</sup>); interessante è il dato relativo alle aree arbustive e erbacee che hanno subito l'evoluzione a boschi (oltre 900 km<sup>2</sup>). Nella classe delle aree artificiali, pur essendo il residenziale ad avere l'espansione maggiore (più di 500 km<sup>2</sup>), sono le zone industriali, commerciali ed infrastrutturali ad avere avuto l'espansione percentuale maggiore (10,68%).

Tabella 29 - Uso del suolo (2° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 2	2000 [km <sup>2</sup> ]	1990 [km <sup>2</sup> ]	2000 - 1990 [km <sup>2</sup> ]	$\frac{2000 - 1990}{1990}$ [%]
1.1	Zone urbanizzate di tipo residenziale	10.819,6	10.315,7	503,9	4,88%
1.2	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	2.631,9	2.377,9	254,0	10,68%
1.3	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	565,1	514,7	50,4	9,79%
1.4	Zone verdi artificiali non agricole	299,6	281,1	18,4	6,56%
2.1	Seminativi	83.121,9	83.760,6	-638,7	-0,76%
2.2	Colture permanenti	21.780,0	21.871,2	-91,2	-0,42%
2.3	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4.475,3	4.552,2	-76,9	-1,69%
2.4	Zone agricole eterogenee	47.075,6	47.702,9	-627,3	-1,31%
3.1	Zone boscate	79.025,6	78.190,4	835,2	1,07%
3.2	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	36.685,9	36.969,5	-283,6	-0,77%
3.3	Zone aperte con vegetazione rada o assente	11.112,3	11.065,0	47,2	0,43%
4.1	Zone umide interne	159,0	158,5	0,6	0,36%
4.2	Zone umide marittime	531,8	532,3	-0,4	-0,08%
5.1	Acque continentali	2.186,2	2.175,1	11,1	0,51%
5.2	Acque marittime	945,5	947,9	-2,4	-0,26%

Tabella 30 - Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1999 e 2000 (2° livello Corine)

		2000 [ha]														
Classe		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2
1990 [ha]	1.1	-	61													
	1.2		-													
	1.3	568	877	-	31	21	11		8	48	925				255	
	1.4	23			-											
	2.1	17.330	16.039	3.783	481	-	6.597	1.344	21.480	1.570	9.753		314		1.096	
	2.2	4.825	804	318		4.396	-	195	9.584	101	1.016	25				
	2.3	1.327	414	218		1.488	187	-	2.568	189	3.510		64		59	
	2.4	24.395	6.607	1.757	1.089	6.364	5.283	658	-	7.420	44.621	109			278	
	3.1	640	38	732	85	1.019	48	85	1.028	-	12.839	4.457			112	
	3.2	1.258	273	735	59	2.565	19	29	999	94.344	-	2.508	49	76		
	3.3	105	69	22		25	7		5	1.028	1.725	-			203	27
	4.1					49		27					40	-	427	
	4.2		67										12	-		52
	5.1					37	5		118	16	141	684	220		-	
5.2		151	203	123								118				-

	> 10.000 ha
	> 5.000 ha e < 10.000 ha
	> 1.000 ha e < 5.000 ha

Legenda 2 per Tabella 30

In Tabella 31 ed in Tabella 32 sono mostrati i dati relativi al terzo livello di classificazione CORINE. A questo livello di lettura le possibilità d'analisi si moltiplicano ed una loro trattazione esula dagli scopi di questo documento. A titolo d'esempio mettiamo in evidenza alcuni fenomeni, tra cui particolarmente interessante risulta essere il processo di successione secondaria che s'innesta in seguito all'abbandono delle aree agricole e dei pascoli e che porta ad ambienti caratterizzati da una matrice agricola con presenza di spazi naturali. In maniera simile, il processo può partire da prati abbandonati che però possono evolvere verso macchia e cespuglieti per terminare con il bosco. L'analisi dei dati del terzo livello Corine permette di evidenziare chiaramente la portata di questo tipo di processo. Tra il 1990 e il 2000 sono oltre 200.000 gli ettari interessati dal fenomeno. La principale voce di cambiamento (quasi 89.000 ettari) è costituita dal passaggio da "aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione" (Classe 3.2.4) verso il bosco (Classe 3.1): tale dinamica rappresenta la fase terminale del processo di ricolonizzazione. Le fasi iniziali del processo sono invece rappresentate (circa 7.000 ettari) dal passaggio da seminativi (Classe 2.1.1) verso coperture erbacee a prato (classe 3.2.1). 33.500 ettari passano, invece, da prati (3.2.1) a zone di macchia o ad aree in evoluzione (Classi 3.2.3 e 3.2.4). Verso le aree in evoluzione mutano anche quasi 36.000 ettari direttamente da zone agricole con spazi naturali importanti (Classe 2.4.3).

All'interno della sola classe 2 delle superfici agricole, il passaggio di oltre 10.000 ettari da seminativi (Classe 2.1.1) a sistemi colturali e particellari complessi (Classe 2.4.2) (vedi Tabella 32) si può

leggere come un processo di estensivizzazione agricola, cioè un passaggio da un'agricoltura basata sui seminativi verso forme meno intensive caratterizzate da una maggiore varietà di usi del suolo e di coltivazioni.

**Tabella 31 - Uso del suolo (3° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990**

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 3	2000 [km <sup>2</sup> ]	1990 [km <sup>2</sup> ]	2000 - 1990 [km <sup>2</sup> ]	(2000-1990)/1990 [%]
1.1.1	Zone residenziali a tessuto continuo	1.467,3	1.463,0	4,4	0,30%
1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	9.352,3	8.852,7	499,6	5,64%
1.2.1	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	2.177,2	1.935,9	241,3	12,47%
1.2.2	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	134,0	124,5	9,6	7,69%
1.2.3	Aree portuali	113,4	111,5	1,9	1,69%
1.2.4	Aeroporti	207,2	205,9	1,3	0,61%
1.3.1	Aree estrattive	471,1	430,2	41,0	9,52%
1.3.2	Discariche	20,0	18,1	1,9	10,24%
1.3.3	Cantieri	74,0	66,4	7,6	11,40%
1.4.1	Aree verdi urbane	103,7	103,4	0,3	0,32%
1.4.2	Aree ricreative e sportive	195,8	177,7	18,1	10,19%
2.1.1	Seminativi in aree non irrigue	79.915,2	80.591,5	-676,3	-0,84%
2.1.2	Seminativi in aree irrigue	406,4	406,7	-0,3	-0,08%
2.1.3	Risaie	2.800,3	2.762,4	37,9	1,37%
2.2.1	Vigneti	5.358,8	5.337,7	21,2	0,40%
2.2.2	Frutteti e frutti minori	3.961,6	3.978,8	-17,2	-0,43%
2.2.3	Oliveti	12.459,6	12.554,8	-95,1	-0,76%
2.3.1	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4.475,3	4.552,2	-76,9	-1,69%
2.4.1	Culture temporanee associate a culture permanenti	3.884,9	3.921,2	-36,3	-0,93%
2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi	21.904,1	22.030,0	-126,0	-0,57%
2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19.487,6	19.874,4	-386,8	-1,95%
2.4.4	Aree agroforestali	1.799,0	1.877,2	-78,2	-4,17%
3.1.1	Boschi di latifoglie	55.275,9	54.677,4	598,5	1,09%
3.1.2	Boschi di conifere	13.363,6	13.216,3	147,3	1,11%
3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie	10.386,1	10.296,7	89,3	0,87%
3.2.1	Aree a pascolo naturale e praterie	14.197,3	14.497,4	-300,1	-2,07%
3.2.2	Brughiere e cespuglieti	2.749,7	2.752,2	-2,5	-0,09%
3.2.3	Aree a vegetazione sclerofilla	10.085,7	9.613,4	472,3	4,91%
3.2.4	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9.653,1	10.106,5	-453,3	-4,49%
3.3.1	Spiagge, dune e sabbie	825,8	828,9	-3,1	-0,37%
3.3.2	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.833,9	4.835,9	-2,0	-0,04%
3.3.3	Aree con vegetazione rada	4.852,9	4.846,1	6,7	0,14%
3.3.4	Aree percorse da incendi	84,1	36,9	47,2	127,87%
3.3.5	Ghiacciai e nevi perenni	515,6	517,2	-1,6	-0,31%
4.1.1	Paludi interne	158,6	158,1	0,6	0,36%
4.1.2	Torbiere	0,4	0,4	0,0	0,00%
4.2.1	Paludi salmastre	431,5	432,0	-0,4	-0,10%
4.2.2	Saline	100,3	100,3	0,0	0,00%
5.1.1	Corsi d'acqua, canali e idrovie	493,4	494,7	-1,4	-0,28%
5.1.2	Bacini d'acqua	1.692,9	1.680,4	12,5	0,74%
5.2.1	Lagune	943,0	945,4	-2,4	-0,26%
5.2.2	Estuari	2,5	2,5	0,0	0,00%



### 3.10.3 Analisi a livello regionale

Per le elaborazioni regionali si è eseguita l'intersezione tra le coperture CLC ed i limiti amministrativi, ricalcolando poi le aree dei poligoni risultato dell'intersezione. Dalle statistiche regionali, a differenza del dato nazionale, sono esclusi i territori della Repubblica di San Marino e della Città del Vaticano; questo fa sì che i totali di questa elaborazione differiscano leggermente da quelli a livello nazionale. È anche necessario notare che ulteriori piccole differenze sono dovute alla non perfetta coincidenza tra i limiti amministrativi utilizzati (nati ad una scala di 1:25.000) ed i limiti delle coperture CORINE (creati dalle immagini Landsat7 e riferibili ad una scala di 1:100.000)

In Tabella 33 and in Tabella 34 sono mostrate le percentuali regionali di uso del suolo al 1° livello CORINE, rispettivamente per l'anno 2000 e 1990. In Figura 24 è fornita una rappresentazione grafica delle percentuali dell'anno 2000 dove la dimensione delle torte è proporzionale alla superficie regionale.

Tabella 33 - Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)

REGIONE	Superficie [km <sup>2</sup> ]	Uso del suolo CLC2000 Livello 1 [%]				
		1	2	3	4	5
Italia	30.138	4,7	51,9	42,1	0,2	1,1
Abruzzo	1.080	2,5	45,0	52,3	0,0	0,2
Basilicata	999	1,4	58,0	40,2	0,0	0,3
Calabria	1.508	3,0	49,0	47,7	0,0	0,3
Campania	1.360	6,1	55,5	38,2	0,0	0,2
Emilia Romagna	2.212	4,7	67,7	26,1	0,3	1,2
Friuli Venezia Giulia	785	6,7	39,6	51,4	0,3	2,0
Lazio	1.721	5,8	57,1	35,6	0,0	1,5
Liguria	541	4,9	16,1	78,8	0,0	0,2
Lombardia	2.387	10,4	47,4	39,1	0,1	2,9
Marche	971	4,0	65,5	30,4	0,0	0,1
Molise	444	1,1	62,1	36,5	0,0	0,2
Piemonte	2.540	4,3	44,1	50,7	0,0	0,9
Puglia	1.935	4,4	83,5	10,9	0,4	0,9
Sardegna	2.410	2,8	43,4	52,7	0,4	0,7
Sicilia	2.572	4,8	63,4	31,3	0,1	0,4
Toscana	2.299	4,1	45,1	50,1	0,3	0,4
Trentino Alto Adige	1.360	2,1	13,9	83,6	0,0	0,4
Umbria	845	3,1	51,5	43,6	0,1	1,7
Valle d'Aosta	326	1,4	8,0	90,5	0,0	0,1
Veneto	1.841	7,7	57,7	29,0	1,5	4,1

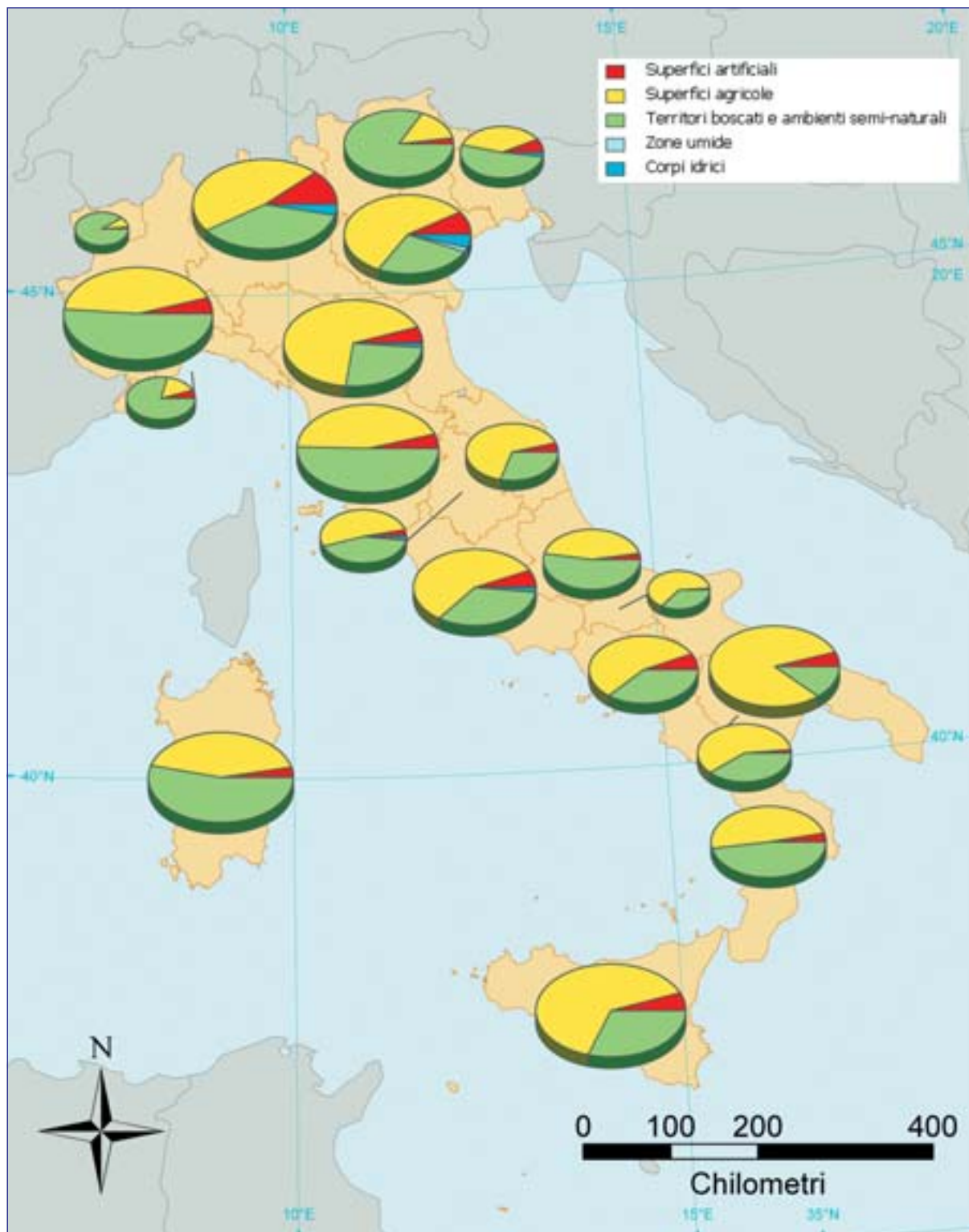


Figura 24 - Distribuzione regionale dell'uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)

Tabella 34 - Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 1990 (1° livello CORINE)

REGIONE	Superficie [km <sup>2</sup> ]	Uso del suolo CLC90 1° Livello [%]				
		1	2	3	4	5
Italia	30.138	4,5	52,4	41,9	0,2	1,1
Abruzzo	1.080	2,2	45,4	52,2	0,0	0,2
Basilicata	999	1,2	58,3	40,2	0,0	0,3
Calabria	1.508	2,6	49,4	47,7	0,0	0,3
Campania	1.360	5,9	55,7	38,2	0,0	0,2
Emilia Romagna	2.212	4,2	68,7	25,6	0,3	1,1
Friuli Venezia Giulia	785	6,2	40,0	51,4	0,3	2,0
Lazio	1.721	5,5	57,3	35,6	0,0	1,5
Liguria	541	4,9	16,2	78,7	0,0	0,2
Lombardia	2.388	10,2	47,6	39,1	0,1	3,0
Marche	971	3,9	65,6	30,4	0,0	0,1
Molise	444	1,1	62,2	36,5	0,0	0,3
Piemonte	2.540	4,0	44,6	50,6	0,0	0,9
Puglia	1.935	4,3	83,5	10,9	0,4	0,9
Sardegna	2.410	2,3	45,6	51,0	0,4	0,7
Sicilia	2.572	4,7	63,5	31,3	0,1	0,4
Toscana	2.299	3,7	45,7	50,0	0,3	0,4
Trentino Alto Adige	1.360	2,0	14,0	83,6	0,0	0,4
Umbria	845	2,9	51,6	43,6	0,1	1,7
Valle d'Aosta	326	1,2	8,3	90,4	0,0	0,1
Veneto	1.841	7,3	58,0	29,0	1,5	4,1

In Tabella 35, Tabella 36 e Figura 25 sono invece sintetizzati i cambiamenti su scala regionale verificatisi tra i due anni di riferimento. Si può osservare dalla Figura 25 che la Sardegna è di gran lunga la regione che ha subito le modifiche più significative, modifiche che hanno interessato quasi il 5% del suo territorio; l'avanzamento delle aree artificiali è quantificato in oltre 11.000 ettari, corrispondenti ad un aumento di oltre il 20% della superficie di questa classe. Si può anche notare che l'evoluzione percentualmente maggiore è stata quella delle aree artificiali in Valle D'Aosta, cresciute di oltre un quarto (25,6%).

Tabella 35 - Variazioni regionali di uso del suolo tra l'anno 1990 ed il 2000 (1° livello CORINE)

REGIONE	Variazioni di Uso del suolo il 1990 ed il 2000 1° Livello [ha]				
	1	2	3	4	5
Abruzzo	3.591	-4.067	476	0	0
Basilicata	1.982	-2.261	623	-43	-302
Calabria	6.116	-6.053	-136	-18	90
Campania	3.058	-3.122	-72	-227	363
Emilia Romagna	10.456	-22.512	11.175	195	687
Friuli Venezia Giulia	3.783	-3.526	-257	0	0
Lazio	4.213	-4.234	-6	0	27
Liguria	80	-664	583	0	0
Lombardia	5.431	-5.313	21	0	-139
Marche	532	-533	1	0	0
Molise	314	-288	101	41	-168
Piemonte	9.015	-12.370	3.307	0	48
Puglia	1.141	-1.110	-37	0	5
Sardegna	11.671	-52.028	40.415	0	-58
Sicilia	2.345	-2.071	-164	38	-148
Toscana	8.137	-12.073	3.239	0	697
Trentino Alto Adige	1.910	-2.258	347	0	0
Umbria	1.377	-1.299	-58	0	-20
Valle d'Aosta	961	-1.121	160	0	0
Veneto	6.232	-6.397	201	-12	-24

Tabella 36 - Variazioni percentuali di uso del suolo rispetto all'anno 1990 rilevate nel 2000 (1° livello CORINE) (2000-1990/1990)

REGIONE	Variazioni di Uso del suolo il 1990 ed il 2000 1° Livello [%]				
	1	2	3	4	5
Abruzzo	15,5	-0,8	0,1	0	0,0
Basilicata	16,0	-0,4	0,2	-20,9	-9,4
Calabria	15,4	-0,8	0,0	-31,3	2,1
Campania	3,8	-0,4	0,0	-37,5	17,4
Emilia Romagna	11,2	-1,5	2,0	3,0	2,7
Friuli Venezia Giulia	7,7	-1,1	-0,1	0,0	0,0
Lazio	4,4	-0,4	0,0	0,0	0,1
Liguria	0,3	-0,8	0,1	0,0	0,0
Lombardia	2,2	-0,5	0,0	0,0	-0,2
Marche	1,4	-0,1	0,0	0,0	0,0
Molise	6,6	-0,1	0,1	80,0	-13,8
Piemonte	9,0	-1,1	0,3	0,0	0,2
Puglia	1,4	-0,1	0,0	0,0	0,0
Sardegna	21,3	-4,7	3,3	0,0	-0,3
Sicilia	1,9	-0,1	0,0	1,8	-1,4
Toscana	9,5	-1,2	0,3	0,0	8,3
Trentino Alto Adige	7,1	-1,2	0,0	0,0	0,0
Umbria	5,6	-0,3	0,0	0,0	-0,1
Valle d'Aosta	25,6	-4,1	0,1	0,0	0,0
Veneto	4,6	-0,6	0,0	0,0	0,0





Figura 25 - Percentuali regionali di territorio che hanno subito una modifica di uso del suolo (3° livello Corine) tra il 1990 ed il 2000

### 3.10.4 Quarto Livello

La Tabella 37 mostra i risultati del CLC2000-4° Livello con riferimento ai “Territori Boscati e Ambienti Semi-Naturali” (Classe 3), ai “Seminativi” (Classe 2.1) ed alla “Arboricoltura da legno” (2.2.4), le sole classi interessate all’approfondimento tematico al 4°, in alcuni casi al 5° livello.

**Tabella 37 - Dati nazionali per il prodotto CLC2000-4° livello (sono riportati i dati relativi alle aree naturali e semi-naturali, arboricoltura da legno ed ai seminativi in aree non irrigue)**

Codice CLC 3° Livello	Codice CLC 4° Livello	Codice CLC 5° Livello	Usi del suolo CLC 3°, 4° o 5° Livello	2000 [km <sup>2</sup> ]
	2.1.1.1		Colture intensive	74.699,7
	2.1.1.2		Colture estensive	5.220,0
	2.2.4.1		Pioppicoltura	394,5
	2.2.4.2		Latifoglie pregiate (quali ciliegio e noce)	1,3
	2.2.4.3		Eucalitteti	68,0
	2.2.4.4		Conifere (quali pino insigne)	0
	2.2.4.5		Impianti misti di latifoglie e conifere	1,4
	3.1.1.1		Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	7.376,1
	3.1.1.2		Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	20.045,1
	3.1.1.3		Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)	8.395,9
	3.1.1.4		Boschi a prevalenza di castagno	7.228,4
	3.1.1.5		Boschi a prevalenza di faggio	9.405,2
	3.1.1.6		Boschi a prevalenza di specie igrofile (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	732,5
	3.1.1.7		Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)	1.501,5
	3.1.2.1		Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	2.023,3
	3.1.2.2		Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)	2.212,0
	3.1.2.3		Boschi a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	6.242,8
	3.1.2.4		Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro	2.585,1
	3.1.2.5		Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)	83,0
		3.1.3.1.1	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	420,8
		3.1.3.1.2	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	1.248,2

		3.1.3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)	1.331,3
		3.1.3.1.4	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno	863,8
		3.1.3.1.5	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio	1.776,6
		3.1.3.1.6	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	24,0
		3.1.3.1.7	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie esotiche	71,2
		3.1.3.2.1	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	1.148,9
		3.1.3.2.2	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)	1.819,9
		3.1.3.2.3	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	1.547,9
		3.1.3.2.4	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di larice e/o pino cembro	399,8
		3.1.3.2.5	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)	33,6
	3.2.1.1		Praterie continue	8.328,5
	3.2.1.2		Praterie discontinue	5.836,0
3.2.2			Brughiere e cespuglieti	2.906,3
	3.2.3.1		Macchia alta	2.779,6
	3.2.3.2		Macchia bassa e garighe	7.148,9
3.2.4			Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	9.692,7
3.3.1			Spiagge, dune e sabbie	820,0
3.3.2			Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.840,8
3.3.3			Aree con vegetazione rada	4.851,9
3.3.5			Ghiacciai e nevi perenni	515,6

Le diverse caratteristiche del prodotto CLC2000-4° Livello rispetto al CLC2000 portano a risultati statistici nazionali leggermente divergenti.

In Tabella 38 sono mostrati i dati nazionali per le 5 classi CORINE di 1° livello, quali derivano dalle elaborazioni dei prodotti CLC2000-4° Livello e CLC2000.

**Tabella 38 - Differenze tra CLC2000 e CLC2000-4° livello, relativamente al primo livello di classificazione CORINE**

Codice CLC	Uso del suolo CLC 1° Livello	2000 [km <sup>2</sup> ]	2000-4° livello [km <sup>2</sup> ]	(2000-4°livello) - (2000) [km <sup>2</sup> ]
1	Superfici artificiali	14.316,1	14.316,0	-0,1
2	Superfici agricole	156.452,9	157.040,1	587,2
3	Territori boscati e ambienti semi-naturali	126.823,7	126.237,4	-586,3
4	Zone umide	690,8	690,6	-0,2
5	Corpi idrici	3.131,7	3.131,1	-0,6

Analogamente, in Tabella 39 sono mostrate le differenze relativamente al terzo livello di classificazione CORINE. In Tabella 39 sono state riportate solo le classi che mostrano differenze superiori al chilometro quadrato. Evidenziata in rosso è la classe “Arboricoltura da legno”, l’unica del terzo livello non presente nel sistema di classificazione CORINE ufficiale (utilizzata per la produzione del CLC2000). Si può notare che questa classe è la principale responsabile delle differenze tra il prodotto CLC2000-4° Livello rispetto al CLC2000 in quanto 465 km<sup>2</sup> di arboricoltura da legno erano stati classificati con aree boscate (Classe 3) nel prodotto CLC2000.

Si può inoltre notare che nel CLC2000-4° Livello è scomparsa la classe “Aree percorse da incendi”. Queste aree sono state classificate sulla base della vegetazione precedente all’incendio, principalmente avvalendosi del prodotto CLC90.

**Tabella 39 - Differenze tra CLC2000 e CLC2000-4° livello, relativamente al terzo livello di classificazione CORINE (sono riportate solo le classi che hanno differenze superiori al chilometro quadrato)**

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 3	2000 [km <sup>2</sup> ]	2000-4° livello [km <sup>2</sup> ]	(2000-4° livello) - (2000) [km <sup>2</sup> ]
2.1.1	Seminativi in aree non irrigue	79.915,2	79.919,6	4,5
2.2.4	Arboricoltura da legno	0,0	465,2	465,2
2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi	21.904,1	21.902,7	-1,3
2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19.487,6	19.592,0	104,4
2.4.4	Aree agroforestali	1.799,0	1.814,2	15,2
3.1.1	Boschi di latifoglie	55.275,9	54.684,7	-591,2
3.1.2	Boschi di conifere	13.363,6	13.146,2	-217,4
3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie	10.386,1	10.686,0	299,9
3.2.1	Aree a pascolo naturale e praterie	14.197,3	14.164,6	-32,8
3.2.2	Brughiere e cespuglieti	2.749,7	2.906,3	156,7
3.2.3	Aree a vegetazione sclerofilla	10.085,7	9.928,5	-157,2
3.2.4	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9.653,1	9.692,7	39,6
3.3.1	Spiagge, dune e sabbie	825,8	820,0	-5,7
3.3.2	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.833,9	4.840,8	7,0
3.3.3	Aree con vegetazione rada	4.852,9	4.851,9	-1,0
3.3.4	Aree percorse da incendi	84,1	0,0	-84,1

---

## 4. DIVULGAZIONE DEI PRODOTTI

La distribuzione dei prodotti a livello nazionale è stata demandata alle Autorità Nazionali incaricate della realizzazione dei prodotti stessi. Nel caso italiano è quindi APAT a provvedere alla disseminazione dei prodotti di sua competenza.

### 4.1 Diffusione dei prodotti a livello italiano

L'APAT, di concerto con l'AEA, distribuisce gratuitamente tutti i prodotti relativi al progetto per applicazioni non commerciali. Le modalità di diffusione e distribuzione dell'informazione relativa a I&CLC2000 sono molteplici e vanno dalla partecipazione di APAT a convegni e workshop, alla distribuzione delle basi di dati su supporto digitale (CD-ROM). La distribuzione dei dati tramite CD-ROM è avvenuta attraverso eventi organizzati ad hoc oppure con apposita richiesta all'APAT.

Lo strumento di distribuzione più importante è il sito internet<sup>1</sup> dal quale è possibile scaricare la vasta gamma di prodotti realizzati nell'ambito del progetto [24]. Sul sito è anche disponibile la documentazione tecnica relativa alle varie fasi del progetto nonché i metadati relativi ai prodotti realizzati. Dal sito è soprattutto possibile visualizzare e scaricare le coperture del suolo e le immagini satellitari, le quali costituiscono i veri e propri prodotti del progetto. In Figura 26 sono mostrate due aree del sud della Sardegna visualizzate sul sito italiano del CLC.



Figura 26 - Visualizzazione dei dati del progetto I&CLC2000 Italy sul sito [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)

<sup>1</sup> [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)

---

In aggiunta ai dati di copertura del suolo ed alle immagini satellitari, il sito permette la consultazione e lo scarico dei dati puntuali che sono stati prodotti per la validazione del Corine Land Cover; questi dati, descritti in dettaglio nel capitolo relativo alla validazione, consistono in coperture puntuali il cui uso del suolo è stato determinato da ortofoto (set di oltre 12000 punti) o da ricognizione in campagna (set di 500 punti); limitatamente ai 500 punti visitati in campagna, il sito mette a disposizione anche le foto digitali scattate dal punto in direzione dei 4 punti cardinali. In Figura 27 è mostrata in alto a sinistra la copertura dei 500 punti interpretati sul campo e negli altri riquadri degli esempi di foto disponibili sul sito.



Figura 27 - Copertura dei 500 punti interpretati sul campo (in alto a sinistra) ed esempi di foto disponibili sul sito [www.clc2000.sinanet.apat.it](http://www.clc2000.sinanet.apat.it)

Le modalità di visualizzazione e scarico dei dati sono state concepite per venire incontro ad una gamma di potenziali utenti quanto più ampia possibile. Con l'ausilio di strumenti di navigazione internet standard e di un *plug-in* di visualizzazione scaricato automaticamente, gli utenti sono in grado di visualizzare i dati satellitari della copertura Image2000 e i dati di copertura del suolo CLC in un ambiente con funzionalità GIS (*Geographic Information System*), con una semplice interfaccia web. La visualizzazione permette sovrapposizioni, viste affiancate, interrogazioni, ricerca di località tramite nome o coordinate.

Per ciascuna regione è possibile visualizzare, alternativamente o contemporaneamente, le coperture del 1990 e del 2000 insieme alla copertura comprendente i soli cambiamenti intervenuti tra i due anni di riferimento.

---

Altrettanto versatile è l'ambiente di scarico dati. Compatibilmente con le prestazioni delle varie connessioni ad internet, gli utenti potranno scaricare i dati relativi all'intera nazione, oppure delle porzioni più ridotte relative alle singole regioni. Un'ulteriore possibilità è quella di scaricare delle porzioni ancora più ridotte, ritagliate su finestre di visualizzazione definite dall'utente.

L'accesso al sito è regolamentato da una semplice registrazione gratuita, mirata alla raccolta di informazioni sugli utilizzi della base di dati Corine.

#### **4.2 Diffusione dei prodotti a livello europeo**

A livello europeo i dati vengono distribuiti dall'AEA per la componente CLC e dal CCR per la componente Image2000. Per la componente CLC, attraverso il portale dell'AEA<sup>1</sup> è possibile scaricare la copertura di tutti i paesi partecipanti al progetto CLC2000 in formato *grid* con risoluzione a 250 e 100 m. Per quanto concerne invece il formato vettoriale, è possibile accedere ai dati ripartiti per singolo paese, ma con proiezione a livello europeo.

La componente relativa ad Image2000 viene invece distribuita dal CCR<sup>2</sup>; dal cui sito è possibile scaricare le singole scene Landsat 7 ETM+ sia in multispettrale che in pancromatico. Anche a livello europeo i dati vengono rilasciati dopo aver compilato un apposito formulario in cui vengono indicati le finalità d'uso dei dati.

<sup>1</sup> <http://dataservice.eea.eu.in/dataservice/>

<sup>2</sup> <http://image2000.jrc.it/>

---

## CONCLUSIONI

La partecipazione dell'APAT al progetto I&CLC2000 ha consentito di dotare l'Europa di alcuni tra gli strati informativi di maggiore utilità per soddisfare le esigenze conoscitive espresse essenzialmente dai decisori politici, dagli amministratori e dalla comunità scientifica.

La base informativa CLC, infatti, rappresenta a livello europeo uno strumento fondamentale per 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 sugli 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.

In definitiva, le basi di dati CLC rivestono particolare importanza per misurare la sostenibilità dello sviluppo socio-economico; ciò è di particolare interesse per i nuovi Stati Membri dell'Unione Europea, che con l'applicazione della legislazione comunitaria in settori quali l'agricoltura, l'ambiente, le reti di trasporto, l'industria, sono chiamati ad adeguare le politiche di settore, orientando le stesse verso l'uso sostenibile delle risorse naturali.

In particolare per quanto concerne l'Italia, i nuovi database di copertura del suolo (CLC del 1990 revisionato, CLC del 2000, database dei cambiamenti del decennio 1990-2000) insieme alla copertura di IV livello tematico per i territori boscati e gli ambienti naturali e semi-naturali, aprono la strada ad un uso decisamente più esteso delle basi dati CLC a livello nazionale e regionale.

Per quanto concerne i progetti futuri, l'AEA e la rete EIONet, di cui l'APAT è il National Focal Point italiano, hanno già avviato una discussione su obiettivi e modalità operative per nuove iniziative di aggiornamento della base dati CLC, anche al fine di garantire una maggiore integrazione con altre iniziative di monitoraggio della copertura dei suoli a livello mondiale ed europeo:

- Globcover 2005, iniziativa lanciata dall'ESA con l'obiettivo di realizzare una mappa sull'uso dei suoli a livello mondiale a bassa risoluzione; il progetto coinvolge numerose altre istituzioni internazionali quali la FAO e il Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP).
- GSE Land, iniziativa ESA nell'ambito del programma GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) che prevede la realizzazione di mappe di uso del suolo ad alta risoluzione.

L'AEA, che è coinvolta nelle iniziative a livello internazionale, potrà svolgere il ruolo di utente finale per i prodotti paneuropei mentre i partner EIONet rappresenteranno gli utenti dei prodotti nazionali.

Per concludere con le future iniziative nazionali, oltre a partecipare ai progetti AEA/EIONet, l'APAT promuoverà l'armonizzazione e l'integrazione delle iniziative CLC realizzate in Italia, tenendo conto delle esigenze di pianificazione, monitoraggio e valutazione degli usi del territorio a livello regionale.

Insieme ai partner della rete SINAnet, saranno sviluppati indicatori, metodologie e strumenti necessari per l'analisi spaziale integrata, promuovendo l'integrazione metodologica tra le diverse scale territoriali, come già realizzato in occasione della definizione del IV livello CLC, per la classe di vegetazione naturale.

Tra le priorità conoscitive, particolare attenzione sarà rivolta al monitoraggio e valutazione dei processi di espansione dei grandi centri urbani, tenendo conto dei risultati ottenuti dai progetti europei MURBANDY (*Monitoring Urban Dynamics*) e MOLAND (*Monitoring Land Dynamics*).



---

## DEFINIZIONI, ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AEA	Agenzia Europea per l' Ambiente
APAT	Agenzia per la Protezione dell' Ambiente e per i Servizi Tecnici
<i>BIL</i>	<i>Band Interleaved by Line</i>
CCR	Centro Comune di Ricerca
<i>Corine</i>	<i>Coordinating Information on the environment</i>
<i>CLC</i>	<i>Corine Land Cover</i>
CTN	Centri Tematici Nazionali
CTN-TES	Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo
CTN-NEB	Centro Tematico Nazionale e Natura e Biodiversità
CTR	Carta Tecnica Regionale
DBV	Dipartimento di Biologia Vegetale - Università di Roma "La Sapienza"
<i>DEM</i>	<i>Digital Elevation Model</i>
<i>ED</i>	<i>European Datum</i>
<i>EEA</i>	<i>European Environment Agency</i>
EIONet	Rete Europea di Informazione e Osservazione Ambientale
<i>EO</i>	<i>Earth Observation</i>
ESA	Agenzia Spaziale Europea
<i>ESRI</i>	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
<i>ETC-TE</i>	<i>European Topic Centre on Terrestrial Environment</i>
<i>EU</i>	<i>European Union</i>
<i>GeoTIFF</i>	<i>Geographic Tag Image File Format</i>
<i>GIS</i>	<i>Geographical Information System</i>
<i>GLCF</i>	<i>Global Land Cover Facility</i>
<i>GMES</i>	<i>Global Monitoring for Environment and Security</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
ha	ettaro
<i>I&amp;CLC2000</i>	<i>Image &amp; Corine Land Cover 2000</i>
IGM	Istituto Geografico Militare
INFC	Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio
INSPIRE	Infrastructure for spatial information in Europe
<i>JRC</i>	<i>Joint Research Centre</i>
MATT - DPN	Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Protezione della Natura
<i>MOLAND</i>	<i>Monitoring Land Dynamics</i>
<i>MURBANDY</i>	<i>Monitoring Urban Dynamics</i>
<i>POP</i>	<i>Persistent Organic Pollutant</i>
SINAnet	Sistema Conoscitivo e dei Controlli in Campo Ambientale
SIT	Sistema Informativo Territoriale
<i>UTM</i>	<i>Universal Transverse Mercator</i>
<i>WGS 84</i>	<i>World Geodetic System 1984</i>
<i>XML</i>	<i>eXtensible Mark-up Language</i>

---

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Paesi partecipanti al progetto I&CLC2000 al 1/6/2005	13
Figura 2 - Prodotto 1 europeo - Scene individuali Landsat	17
Figura 3 - Periodo ottimale di acquisizione	18
Figura 4 - Immagini Landsat7 soggette a controllo di qualità esterno condotto dal CCR (JRC)	19
Figura 5 - Organizzazione del <i>National Technical Team</i> (NTT) italiano del progetto I&CLC2000	25
Figura 6 - Scene Landsat7 sull'Italia appartenenti alla copertura Image2000	27
Figura 7 - Esempio dei risultati ottenuti con l'applicazione della funzione di <i>rubber sheeting</i> alla vecchia copertura CLC90 sulla base di Image2000, prima (sinistra) e dopo (destra) l'elaborazione	29
Figura 8 - Suddivisione del territorio italiano in lotti ai fini della fotointerpretazione	30
Figura 9 - Impostazione della base dati CLC. In alto a sinistra la struttura della copertura di lavoro usata nella fotointerpretazione, ogni poligono ha la codifica al 1990 (in alto) e quella al 2000 (in basso). In alto a destra la derivazione della versione corretta di CLC90 e in basso a sinistra quella del CLC2000. In basso a destra la copertura CLC Change	32
Figura 10 - Unità di verifica per il collaudo finale del CLC2000 e CLC Change da parte di AEA	33
Figura 11 - <i>Corine Land Cover</i> 2000 in Italia	34
Figura 12 - Legenda <i>Corine Land Cover</i>	35
Figura 13 - Esempio di aree che hanno subito cambiamenti di uso del suolo tra il 1990 ed il 2000	36
Figura 14 - Distribuzione dei territori boscati (classi 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.2.3.1)	38
Figura 15 - Unità campionarie per la verifica a terra dei dati Corine2000	41
Figura 16 - Esempio di punto di verifica a terra: uso del suolo delineato sull'ortofoto e verificato sul campo	42
Figura 17 - Esempio di dislocazione di unità campionarie sulla base di un disegno campionario sistematico non allineato. Si noti che vi è sempre una sola unità per cella e ogni cella contiene sempre una sola unità posizionata casualmente (le celle prive di unità corrispondono a un'area di mare)	45
Figura 18 - Confronto tra rilievi a terra e ortofoto IT2000 nelle 500 unità di campionamento	48
Figura 19 - Accuratezza globale e indice K della base dati CLC2000 al 1°, 2° e 3° livello tematico del sistema di nomenclatura.	50
Figura 20 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (1° livello tematico).	51
Figura 21 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (2° livello tematico)	52
Figura 22 - Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per l'anno 2000	64
Figura 23 - Cambiamenti nell'uso del suolo (1° livello Corine) tra l'anno 1990 e 2000, espressi in percentuale rispetto alla superficie di ciascuna categoria [(2000-1990)/1990]	64
Figura 24 - Distribuzione regionale dell'uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)	70
Figura 25 - Percentuali regionali di territorio che hanno subito una modifica di uso del suolo (3° livello Corine) tra il 1990 ed il 2000	73
Figura 26 - Visualizzazione dei dati del progetto I&CLC2000 Italy sul sito <a href="http://www.clc2000.sinanet.apat.it">www.clc2000.sinanet.apat.it</a>	77
Figura 27 - Copertura dei 500 punti interpretati sul campo (in alto a sinistra) ed esempi di foto disponibili sul sito <a href="http://www.clc2000.sinanet.apat.it">www.clc2000.sinanet.apat.it</a>	78

---

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Paesi partecipanti al progetto I&CLC2000 all' 1/6/2005	13
Tabella 2 - Principali caratteristiche del progetto CLC90 e del nuovo I&CLC2000	14
Tabella 3 - Sistema di nomenclatura Corine Land Cover	15
Tabella 4 - Nazioni coperte da Image2000 alla fine del 2004	16
Tabella 5 - Caratteristiche spettrali del sensore Landsat 7 ETM+	17
Tabella 6 - Metadati a livello nazionale	22
Tabella 7 - Prodotti del progetto I&CLC2000 a livello europeo	23
Tabella 8 - Implementazione del progetto CLC90 in Italia	24
Tabella 9 - Mappe di uso e copertura del suolo sviluppate dalle Amministrazioni locali in Italia	24
Tabella 10 - Data di acquisizione e provenienza delle immagini della copertura Image90	28
Tabella 11 - Lotti di interpretazione	29
Tabella 12 - Confronto tra rilievi a terra e ortofoto IT2000 nelle 500 unità di campionamento	47
Tabella 13 - Matrice di classificazione degli errori al 1° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento	48
Tabella 14 - Matrice di classificazione degli errori al 2° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento	48
Tabella 15 - Matrice di classificazione degli errori al 3° livello tematico del sistema di nomenclatura Corine nelle 500 unità di campionamento	49
Tabella 16 - Confronto tra CLC2000 e le 12000 unità di campionamento fotointerpretate sulle ortofoto del volo IT2000	50
Tabella 17 - Matrice di classificazione degli errori al primo livello tematico.	51
Tabella 18 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (1° livello tematico).	51
Tabella 19 - Matrice di classificazione degli errori al secondo livello tematico.	52
Tabella 20 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (2° livello tematico)	52
Tabella 21 - Matrice di classificazione degli errori al terzo livello tematico	53
Tabella 22 - Accuratezza dell'utilizzatore e del produttore per ogni classe (3° livello tematico).	54
Tabella 23 - Accuratezza globale e indice K al 1° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali	55
Tabella 24 - Accuratezza globale e indice K al 2° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali	55
Tabella 25 - Accuratezza globale e indice K al 3° livello Corine delle coperture CLC2000 regionali	56
Tabella 26 - Metadati a livello nazionale italiano	57
Tabella 27 - Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990	63
Tabella 28 - Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (1° livello Corine)	65
Tabella 29 - Uso del suolo (2° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990	65
Tabella 30 - Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (2° livello Corine)	66
Tabella 31 - Uso del suolo (3° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990	67
Tabella 32 - Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (3° livello Corine)	68
Tabella 33 - Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)	69
Tabella 34 - Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 1990 (1° livello CORINE)	71
Tabella 35 - Variazioni regionali di uso del suolo tra l'anno 1990 ed il 2000 (1° livello CORINE)	72
Tabella 36 - Variazioni percentuali di uso del suolo rispetto all'anno 1990 rilevate nel 2000 (1° livello CORINE) (2000-1990/1990)	72
Tabella 37 - Dati nazionali per il prodotto CLC2000-4° livello (sono riportati i dati relativi alle aree naturali e semi-naturali, arboricoltura da legno ed ai seminativi in aree non irrigue)	74
Tabella 38 - Differenze tra CLC2000 e CLC2000-4° livello, relativamente al primo livello di classificazione CORINE	76
Tabella 39 - Differenze tra CLC2000 e CLC2000-4° livello, relativamente al terzo livello di classificazione CORINE (sono riportate solo le classi che hanno differenze superiori al chilometro quadrato)	76

---

## SITI INTERNET D'INTERESSE

AEA - Centro Tematico Ambiente Terrestre - CLC2000  
<http://terrestrial.eionet.eu.int/CLC2000>

AEA (Agenzia Europea per l'Ambiente) - Data service  
<http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/>

APAT (Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) - SINAnet  
<http://www.sinanet.apat.it>

APAT - CLC2000  
<http://www.clc2000.sinanet.apat.it>

Centro Interregionale – CLC90  
<http://www.centrointerregionale.it/script/corine.asp>

ESA - European Space Agency  
<http://www.esa.int/>

ESA - GLOBCOVER  
[http://www.esa.int/esaEO/SEMGSY2IU7E\\_index\\_0.html](http://www.esa.int/esaEO/SEMGSY2IU7E_index_0.html)

GOFC - GOLD (Global Observations of Forest Cover and Global Observations of Land Dynamics)  
<http://www.fao.org/gtos/gofc-gold/>

GOFC-GOLD Implementation Team Project Office  
<http://www.gofc-gold.uni-jena.de/sites/globcover.html>

GSE (GMES Services Element) - Land Information  
[http://www.esa.int/esaLP/SEMSQU5DIAE\\_LPgmes\\_0.html](http://www.esa.int/esaLP/SEMSQU5DIAE_LPgmes_0.html)

UE (Unione Europea) – Centro Comune di Ricerca – Image2000  
<http://image2000.jrc.it/>

---

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Joint Research Centre. *Image2000 - Procedure For Image Selection*; 2001. Disponibile all'indirizzo: [http://image2000.jrc.it/reports/procedure\\_image\\_selection.pdf](http://image2000.jrc.it/reports/procedure_image_selection.pdf)
- 2 Joint Research Centre. *Image2000 - procedure for delivery of Ortho-rectified images*; 2001. Disponibile all'indirizzo: [http://image2000.jrc.it/reports/procedure\\_delivery\\_orthimages.pdf](http://image2000.jrc.it/reports/procedure_delivery_orthimages.pdf)
- 3 Bossard M, Feranec J, Otahel J.. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. Technical report n. 40*. European Environmental Agency; 2000. Disponibile all'indirizzo: <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/cartanetclc2000>
- 4 European Environmental Agency - European Topic Center-Terrestrial Environment. *CORINE land cover update. I&CLC2000 project. Technical Guidelines*. European Environmental Agency; 2002. Disponibile all'indirizzo: <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/cartanetclc2000>
- 5 European Environmental Agency - European Topic Center-Terrestrial Environment. *CORINE land cover update. I&CLC2000 project. Technical Guidelines*. European Environmental Agency; 2002. Disponibile all'indirizzo: <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/cartanetclc2000>
- 6 APAT. *Operative plan for the implementation of I&CLC2000 project in Italy*. 25 Novembre 2002.
- 7 Cecchi G, Maricchiolo C, Munafò M, Pugliese A, Sambucini V. Il progetto Image & Corine Land Cover 2000 (I&CLC2000). *Atti dell'6ª Conferenza Italiana Utenti ESRI*. Roma; Aprile 2003.
- 8 Chirici G, Corona P, Marchetti M. Realizzazione della “Carta dell'uso del suolo e delle coperture vegetazionali” a copertura nazionale. *Atti della 6ª Conferenza Nazionale ASITA “Geomatica per l'ambiente, il territorio e il Patrimonio Culturale. Vol 1”*. Perugia; 5 - 8 novembre 2002. p. 787-792.
- 9 INSPIRE. *Draft Position Papers*. Ispra: JRC - Institute for Environment and Sustainability; 2002. Disponibile all'indirizzo: [http://inspire.jrc.it/position\\_papers.html](http://inspire.jrc.it/position_papers.html)
- 10 Marchetti M. Metodologie per una cartografia di uso del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazione applicative. *Documenti Del Territorio* 2002;49:33-51.
- 11 Chirici G, Corona P, Marchetti M, Baiocco F, Visentin R, Polvani M. Controllo di qualità e validazione multifase del database Corine Land Cover 2000 in Italia. *Atti della 8ª Conferenza Nazionale ASITA “GEO-MATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie. Vol. 1”*. Roma; 14 - 17 dicembre 2004.
- 12 Congalton RG, Green K. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Boca Raton (USA): CRC Press; 1998.
- 13 Corona P. Valutazione dell'accuratezza tematica in cartografia forestale. *L'Italia Forestale e Montana* 1999;3:153-161.
- 14 Fenstermaker LK. *Remote sensing thematic accuracy assessment: a compendium*. Bethesda (USA): American Society for Photogrammetry and Remote Sensing; 1994.
- 15 Giordano A, Veregin H. *Il controllo di qualità nei sistemi informativi territoriali*. Venezia: Il Cardo Editore; 1994.
- 16 Lionetti L. Su alcuni problemi campionari connessi al telerilevamento. *Giornate di Studio. La statistica per le analisi territoriali e spaziali*. Parma; 1991.
- 17 Stehman SV. Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy. *Remote Sensing of Environment* 1997;62:77-89.
- 18 Foody GM. On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 1992;58:1459-1460.
- 19 Chirici G, Corona P, Marchetti M, Baiocco F, Visentin R, Polvani M. Controllo di qualità e validazione multifase del database Corine Land Cover 2000 in Italia. *Atti della 8ª Conferenza Nazionale ASITA “GEO-MATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie. Vol. 1”*. Roma; 14 - 17 dicembre 2004.
- 20 Bologna S, Chirici G, Corona P, Marchetti M, Pugliese A, Munafò M. Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia. *Atti della 8ª Conferenza Nazionale ASITA “GEO-MATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie. Vol. 1”*. Roma; 14 - 17 dicembre 2004. p. 467-472.

- 
- 21 Fattorini L. A two-phase sampling strategy for forest inventories. In: Corona P, Koehl M, Marchetti M (Ed.). *Advances in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers - Forest Sciences 2003;(76) p. 143-156.
- 22 Fattorini L, Marcheselli M, Pisani C. Two-phase estimation of coverages with second-phase corrections. *Environmetrics* 2003;14:1-12.
- 23 Corona P. *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. Firenze: Edizioni CUSL; 2000
- xxiv Munafò M, Cecchi G, Sambucini V. La cartografia Corine Land Cover a supporto della pianificazione ambientale a scala regionale e nazionale. *Atti della 8<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA "GEOMATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie. Vol. 2"*. Roma; 14 - 17 dicembre 2004. p.1517-1522.