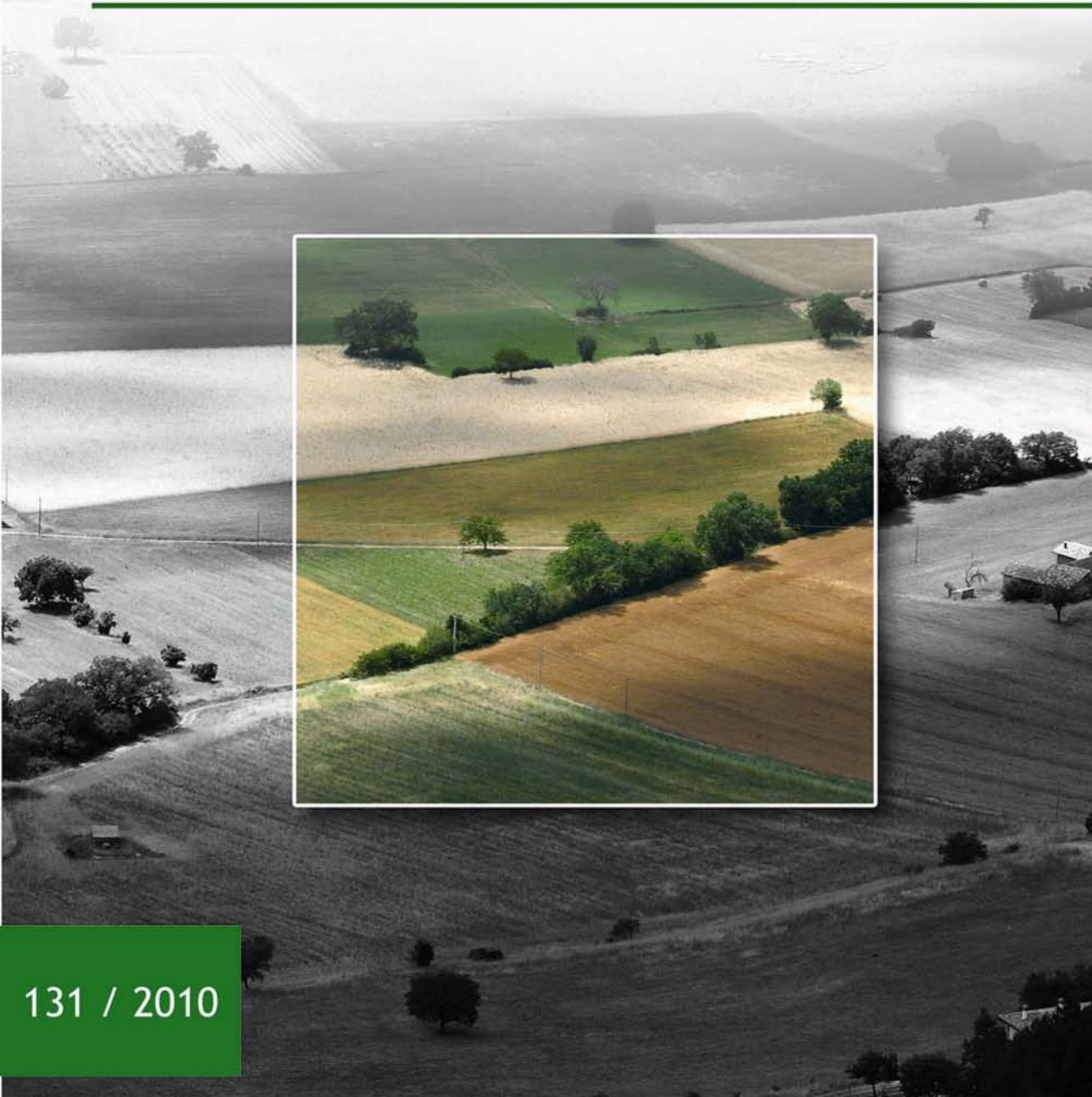




**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# La realizzazione in Italia del Progetto Corine Land Cover 2006



RA P P O R T I

## **Informazioni legali**

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

La Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008, ha istituito l'ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

L'ISPRA svolge le funzioni che erano proprie dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (ex APAT), dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ex INFS) e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ex ICRAM).

**ISPRA** – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

ISPRA, RAPPORTI 131/2010

ISBN 978-88-448-0477-0  
Riproduzione autorizzata citando la fonte

**Elaborazione grafica**  
ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli  
*Foto di copertina:* Paolo Orlandi

**Coordinamento tipografico:**  
Daria Mazzella  
**ISPRA** - Settore Editoria

**Amministrazione:**  
Olimpia Girolamo  
**ISPRA** - Settore Editoria

**Distribuzione:**  
Michelina Porcarelli  
**ISPRA** - Settore Editoria

## **Contributi e ringraziamenti**

Il presente documento ha l'obiettivo di presentare le attività e i risultati della componente italiana del progetto CORINE LAND COVER 2006 realizzato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

L'elaborazione del documento è stata curata dal Servizio Sinanet dell'ISPRA.

Gli autori sono: *Valter Sambucini, Ines Marinosci, Nico Bonora, Gherardo Chirici.*

La pubblicazione si è avvalsa del contributo scientifico dell'Università del Molise; in particolare hanno contribuito: *Gherardo Chirici, Stefano Bologna, Marco Marchetti.*

La realizzazione dell'intero progetto è stata possibile grazie al lavoro di personale dell'ISPRA, del mondo della ricerca universitaria e della produzione:

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

- *National Authority: National Reference Centre on Land Use e Spatial Analysis di EIONet in Italia rappresentata dall'ISPRA: Valter Sambucini;*
- *Contact Point della rete EIONET: Claudio Maricchiolo, Valter Sambucini;*
- *Responsabile tecnico-scientifico del Progetto: Valter Sambucini;*
- *Responsabile per la validazione ed il controllo di qualità: Nico Bonora;*
- *Referente Tecnico per il telerilevamento: Ines Marinosci;*
- *Referenti tecnici per la cartografia: Fabio Baiocco, Roberto Visentin e Federico Azzolini;*
- *Referenti per la diffusione dei dati e l'informazione alla rete SINAnet: Cristian Di Stefano e Roberta Vinciguerra.*

### **Supervisione tecnica**

*Dipartimento di scienze e tecnologie per l'Ambiente ed il Territorio dell'Università degli studi del Molise: G. Chirici.*

### **Aggiornamento della base informativa nazionale della cartografia digitale di uso e copertura del suolo:**

*Agristudio S.r.l.  
Via Frusa, 3  
50131 - Firenze*

*R.D.M. Progetti S.r.l.  
Via Maragliano 31/a  
50144 Firenze*



# SOMMARIO

Introduzione.....	7
Il Programma CORINE .....	9
Corine Land Cover in Europa.....	9
Il progetto Corine Land Cover.....	13
Le prime realizzazioni del progetto Corine Land Cover in Italia: CLC90 e CLC2000 .....	13
Il progetto CLC2006 in Italia.....	16
<i>Elementi innovativi del progetto CLC2006</i> .....	16
<i>Fonti informative</i> .....	16
<i>Metodologia di lavoro</i> .....	20
metodologie operative .....	21
Metadati .....	23
Risultati del progetto CLC2006.....	24
Metodologia di trattamento del dato .....	24
variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (1°livello corine) .....	24
Variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (2°livello CORINE).....	26
Variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (3°livello CORINE).....	28
Analisi degli incrementi e delle diminuzioni per classe (3° livello CORINE) .....	30
Principali cambiamenti tra il 2000 ed il 2006.....	32
La distribuzione dei prodotti Corine Land Cover .....	33
Il progetto soilsealing .....	34
Metodologia.....	34
<i>Processamento delle immagini satellitari</i> .....	35
Validazione.....	36
Considerazioni finali.....	37
Bibliografia.....	40
Allegati .....	41



## 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 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 ad una Direttiva sull'istituzione di un'infrastruttura comunitaria per l'informazione territoriale (INSPIRE).

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.

La prima strutturazione del progetto CLC risale al 1990 (CLC90), mentre gli aggiornamenti successivi si riferiscono all'anno 2000 tramite il progetto Image & Corine Land Cover 2000.

L'iniziativa, cofinanziata dagli Stati membri e dalla Commissione Europea, ha visto nel 2000 l'adesione di 33 paesi tra i quali l'Italia, dove l'Autorità Nazionale per la gestione del progetto è stata identificata nell'APAT (ora ISPRA), in quanto punto focale nazionale della rete europea EIONet.

Nel 2008, l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha avviato un programma di aggiornamento del CLC, riferito all'anno 2006, nell'ambito del programma GMES Fast Track Service on Land Monitoring. L'APAT (ora ISPRA) ha aderito all'iniziativa ed ha approvato, cofinanziato e realizzato il progetto "CLC2006 IT".

Con questo progetto si è inteso realizzare un mosaico Europeo all'anno 2006 basato su immagini satellitari a risoluzione medio-alta, e derivare dalle stesse la cartografia digitale di uso/copertura del suolo all'anno 2006 ed i relativi cambiamenti.

Nell'ambito del progetto sono inoltre stati pianificati due strati ad alta risoluzione; il primo, già realizzato, che consiste nella mappatura delle aree impermeabilizzate, mentre il secondo, ancora in fase di realizzazione, è relativo alla copertura forest/no forest con discriminazione di conifere e latifoglie.

Per l'Italia, analogamente alla realizzazione nazionale del CLC 2000, la proposta progettuale per il 2006 ha previsto un approfondimento tematico al IV livello in merito agli ambienti naturali e semi-naturali.



## **IL PROGRAMMA CORINE**

Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee (Decisione 85/338/EEC) ha varato il programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) per dotare l'Unione Europea, gli stati associati e i paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente.

Lo scopo principale dell'iniziativa è di verificare dinamicamente 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 per facilitare la realizzazione d'iniziative congiunte europee.

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.

L'avvio del programma per i paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 sulla base dei risultati di un progetto pilota sul Portogallo (1986-87), dove sono state individuate e messe a punto le esigenze strumentali e le metodologie che portarono alla realizzazione della prima copertura CLC per il 1990 (CLC90).

Alla Conferenza di Dobris del 1991 i Ministri dell'Ambiente Europei si accordarono per l'allargamento del programma CORINE includendo anche i Paesi dell'est aderenti al programma Phare (Programme of Community aid to the countries of Central and Eastern Europe). Complessivamente, i Paesi ufficialmente coinvolti nel progetto CORINE salirono quindi a 25.

Sulla base delle indicazioni del Consiglio Europeo e a seguito della creazione della rete EIONET (*European Environment Information and Observation Network*), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA).

### **Corine Land Cover in Europa**

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 (EEA), la prima realizzazione di un progetto CLC risale al 1990 (CLC90).

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 CLC90 viene realizzato per 31 paesi afferenti sia all'Europa che al Nord Africa. Le informazioni sono ricavate da foto-interpretazione di immagini satellitari (prevalentemente Landsat MSS e TM) e 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 (Tabella 1). L'unità spaziale minima da cartografare è stata indicata in 25 ettari e corrisponde, alla scala di rappresentazione prescelta, ad un quadrato di 5 mm di lato o ad un cerchio di 2,8 mm di raggio.

La copertura 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'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (European Topic Centres - ETCs).

Il progetto CLC90 è stato realizzato in Italia in modo eterogeneo nelle diverse Regioni. Il Centro Interregionale per Il Coordinamento e la Documentazione per le Informazioni Territoriali ne ha coordinato la realizzazione per 15 partecipanti tra Regioni e Province Autonome.

Nel 2000 prende l'avvio il progetto “Image and Corine Land Cover 2000” (I&CLC2000) per gli stati membri dell'unione Europea. Il progetto, poi esteso nel 2001 ai paesi in via di accesso, è composto da due componenti principali interconnesse:

- IMAGE2000, che ha portato alla creazione di una copertura di immagini Landsat 7 ETM+ ortorettificate e mosaicate acquisite nell'estate del 1999-2001 su tutto il territorio europeo;
- CLC2000, che ha prodotto una versione corretta e rivista del CLC90, una nuova copertura CLC2000 e di una cartografia dei cambiamenti di uso/copertura del suolo nel periodo 1990-2000.

Il progetto I&CLC2000, nato da una iniziativa congiunta dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e della Commissione Europea, ha coinvolto 33 paesi in un progetto comune cofinanziato dagli Stati membri e dalla Commissione Europea stessa. L'iniziativa è stata gestita dall'Agenzia Europea dell'Ambiente e dal Joint Research Centre (JRC). L'EEA è stata la responsabile dei collegamenti con i paesi in via di accesso e della gestione di CLC2000, mentre il JRC dei collegamenti con i servizi della Commissione Europea e di Image2000 (<http://terrestrial.eionet.eu.int/CLC2000>).

In Italia, il progetto I&CLC2000 è stato realizzato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) con il supporto di un gruppo di lavoro composto dall'Università degli Studi “La Sapienza” di Roma, dall'Università degli Studi di Firenze, dall'Università degli Studi della Tuscia e da un gruppo di fotointerpreti professionisti. I dettagli di realizzazione del progetto I&CLC2000 in Italia sono riportati nel report APAT 36/2005 disponibile on-line all'indirizzo <http://www.sinanet.isprambiente.it>.

Nel Novembre del 2004 il Management Board dell'EEA, a seguito delle discussioni tra gli Stati Membri, l'Unione Europea e le principali istituzioni della stessa (DG ENV, EEA, ESTAT e JRC), ha valutato la possibilità di aumentare la frequenza di aggiornamento delle cartografie Corine Land Cover ed ha deciso di avviare un aggiornamento del CLC, riferito all'anno 2006 e sviluppato nell'ambito dell'iniziativa Fast Track Service on Land Monitoring (FTSP) del programma Global Monitoring for Environment and Security (GMES).

L'iniziativa del CLC2006, cofinanziata dagli Stati membri e dalla Commissione Europea, ha visto l'adesione di 38 paesi tra i quali l'Italia.

I National Reference Centre on Land Use e Spatial Analysis di EIONet sono stati individuati come responsabili del progetto e National Authorities a livello nazionale. In Italia rappresentata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) in cui nel frattempo era confluita APAT.

L'obiettivo principale è la produzione del database dei cambiamenti di uso/copertura del suolo tra il 2000 ed il 2006 (CLC change 2006) e la derivazione del database di uso/copertura del suolo al 2006 (CLC2006) utilizzando come sistema di base una copertura europea di immagini satellitari riferita allo stesso anno (Image 2006).

I servizi informativi previsti nell'ambito della Fast Track fanno capo ad una copertura a scala europea di immagini satellitari ed a database derivati di uso e copertura del suolo.

Operativamente, l'aggiornamento al 2006 della base informativa CLC si distacca dai precedenti prodotti, in quanto lo strato vettoriale risultante sarà il prodotto dell'intersezione dei cambiamenti fotointerpretati tra il 2000 ed il 2006 con lo strato vettoriale CLC2000. Utilizzando questo approccio è stato inoltre possibile identificare e correggere errori di classificazione presenti nello strato CLC 2000.

Il progetto CLC2006 nazionale ha previsto anche a realizzazione di un approfondimento tematico per le aree naturali e seminaturali, comparabile con quello di una cartografia forestale (IV livello tematico).

Con tale progetto sono stati realizzati quattro principali prodotti cartografici: lo strato dei cambiamenti territoriali tra il 2000 ed il 2006, la copertura del suolo all'anno 2006, il CLC 2000 ulteriormente corretto e l'approfondimento al IV livello tematico dello strato CLC2006.

Questo approfondimento tematico relativamente alle aree boscate ed agli ambienti semi-naturali, garantisce sia un'omogeneità con la precedente base di dati (CLC2000) ed una continuità nel supporto ad attività come, ad esempio, la pianificazione forestale regionale e di aree naturali protette o l'analisi e la tutela della biodiversità.

Al fine di sviluppare un primo insieme di servizi operativi per il GMES FTSP, all'aggiornamento del CLC è stata associata la produzione di altri due strati tematici per tutto il territorio coperto dal progetto CLC2006:

- High resolution soil sealing layer;
- High resolution forest layer;

Per la produzione di questi strati tematici sono state utilizzate le stesse immagini impiegate nella realizzazione del CLC2006.

Nello strato tematico relativo all'impermeabilizzazione del suolo (High resolution soil sealing layer) ad ogni pixel (20x20m) viene attribuito il grado di impermeabilizzazione espresso in percentuale.

Le specifiche di progetto hanno richiesto una accuratezza tematica, verificata dai paesi partecipanti al progetto CLC2006, non inferiore all' 85%.

Il secondo prodotto, relativo all'European Forest Map (FMap2006), è in fase di produzione presso lo IES (Institute for Environment and Sustainability) del Joint Research Center (EC).

In questo contesto la definizione di foresta è relativa alla copertura e non all'uso e non esistono requisiti minimi relativi alla copertura di chioma (vedasi ad esempio la definizione CORINE o quella FAO del 1998). La metodologia applicata è quella utilizzata per la produzione del FMap2000, con la quale il JRC sta inoltre provvedendo alla realizzazione dello strato relativo al 1990.

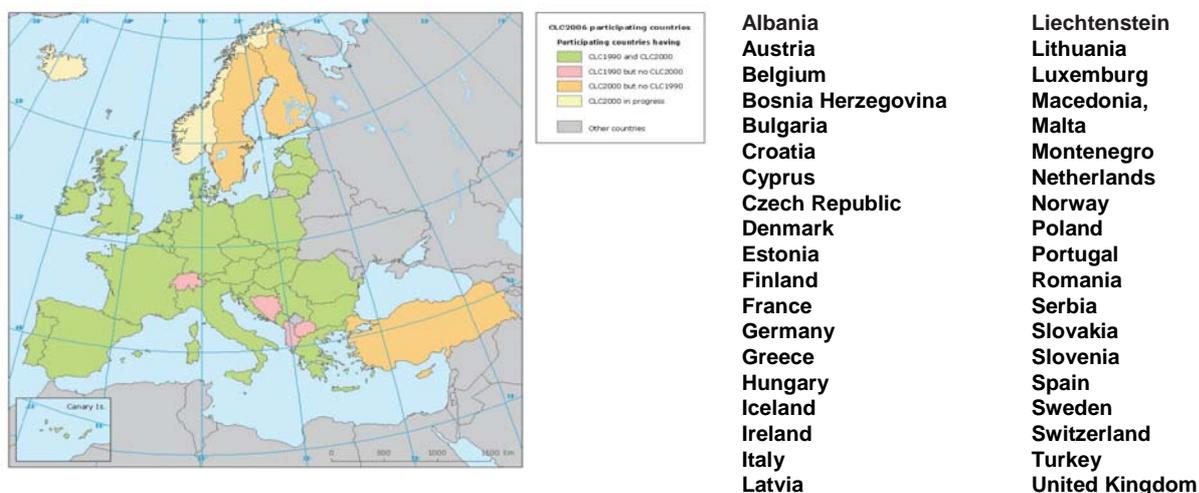


Figura 1- Paesi partecipanti al Progetto.

**Tabella 1 - Sistema di nomenclatura a 44 classi su 3 livelli tematici della cartografia CLC.**

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
2.1.2.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 semi-naturali		3.1.Zone boscate
	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

## IL PROGETTO CORINE LAND COVER

### le prime realizzazioni del progetto corine land cover in italia: clc90 e clc2000

Per l'Italia, il progetto CCLC90 è stato realizzato con la supervisione del Centro Interregionale; pertanto questi dati possono essere considerati omogenei e sostanzialmente sincronici. Differente era la situazione per le rimanenti Regioni, dove lo strato informativo prodotto non era conforme agli standard imposti dal progetto CLC90.

Come risultato finale, sono state ottenute coperture con differenti livelli tematici e diversa accuratezza, questo a causa sia delle attività disomogenee di fotointerpretazione, effettuate da diversi soggetti, derivanti 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 congruente base dati geografica nazionale di uso del suolo.

A distanza di circa dieci anni dalla prima realizzazione del *CORINE Land Cover*, l'EEA e la Direzione Politiche Regionali della Commissione hanno lanciato il progetto denominato *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.

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 *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 *JRC (Joint Research Centre)*. Tale aspetto è stato fondamentale per fornire ai paesi membri una base 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, per la quale ci si è avvalsi di un mosaico composto da scene Landsat 5 TM temporalmente disomogenee;
- gli aspetti metodologici, la definizione delle classi di copertura, le procedure fotointerpretative e i controlli di qualità, effettuati dall'EEA 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, era 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.

Dal punto di vista tecnico-scientifico, l'iniziativa è stata gestita dall'EEA e dal JRC. con responsabilità dell'EEA per i collegamenti con i paesi in via di accesso e della gestione di CLC2000, e con responsabilità del JRC per i 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) risultasse 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, che identifica i cambiamenti avvenuti tra il 1990 ed il 2000, l'unità minima cartografata è pari a 5 ettari.

In Tabella 2 sono riportate le principali variazioni 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

Schematizzando quanto appena esposto, per la produzione del CLC2000 e del CLC Change 1990-2000 (Bossard *et al.* 2000), le principali caratteristiche cui ogni paese doveva attenersi erano:

- Scala 1:100 000;
- Accuratezza di 100 m per tutti i prodotti;
- Affidabilità tematica  $\geq 85\%$ ;
- 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;
- Nessuna presenza di elementi lineari; sono ammessi solo i poligoni;
- 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;

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 base dati dei cambiamenti di uso e copertura del suolo (CLC Change 1990-2000) 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.

Il progetto nazionale presentato dall'APAT ha proposto alcuni elementi innovativi rispetto agli obiettivi europei (Cecchi *et al.*, 2003). 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 realizzata 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 (Chirici *et al.*, 2002).

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.

## **IL PROGETTO CLC2006 IN ITALIA**

### **Elementi innovativi del progetto CLC2006**

Il progetto Corine Land Cover 2006 prevede la derivazione di una serie di prodotti cartografici digitali: alcuni tradizionali rispetto alle precedenti esperienze CLC90 e CLC2000, altri innovativi. Lo scopo è quello di fornire un pacchetto integrato di prodotti che possano rispondere meglio alle esigenze di supporto informativo alla pianificazione e gestione territoriale in Europa. La strategia di divulgazione totalmente trasparente dei prodotti Corine viene confermata.

I fattori che costituiscono elementi di continuità con il passato sono i seguenti:

- il sistema di nomenclatura Europeo a 44 classi su 3 livelli tematici viene confermato. Nonostante da più parti siano state avanzate critiche ad alcune delle classi (in particolare quelle relative alle zone agricole eterogenee per la difficile oggettiva differenziazione tra le diverse entità tematiche) è prevalsa l'esigenza di mantenere confrontabilità rispetto alle preesistenti coperture del 1990 e del 2000.
- La scala e le unità minime cartografabili per le stesse ragioni sono state mantenute invariate: 25 ha per la copertura CLC e 5 ha per i cambiamenti.
- Politica di diffusione on-line con accesso gratuito a tutti i prodotti e alla documentazione tecnica Corine.

Gli elementi di discontinuità sono invece i seguenti:

- utilizzo di una copertura satellitare multi temporale (in riferimento all'anno 2006 sono state acquisite almeno una immagine primaverile-estiva e una autunnale-invernale). Tale scelta ha lo scopo di favorire il riconoscimento delle diverse tipologie di vegetazione e di colture agricole in funzione dei diversi comportamenti fenologici.
- tramite la semplificazione della definizione adottata per i cambiamenti di uso del suolo oggetto della cartografia, vengono ora cartografati tutti i cambiamenti di superficie uguale o superiore ai 5 ha, indipendentemente dalla loro configurazione spaziale.
- Aumento della frequenza di aggiornamento della cartografia CLC da decennale a circa quinquennale.
- Realizzazione di un pacchetto di nuovi prodotti cartografici di elevato dettaglio geometrico che si aggiungono alla tradizionale cartografia CLC. I nuovi prodotti sono realizzati centralmente a livello Europeo e non dalle agenzie dei singoli Paesi aderenti al progetto.

### **Fonti informative**

Il progetto CLC2006 si basa principalmente sulla copertura satellitare ad alta risoluzione del relativo progetto IMAGE2006. Di complemento, le immagini Landsat 7 afferenti al progetto IMAGE 2000, mappe digitali topografiche ed altri dati ancillari sono stati utilizzati per conseguire le finalità del progetto COC2006. Nella seguente tabella sono schematizzati i principali dati utilizzati nel progetto.

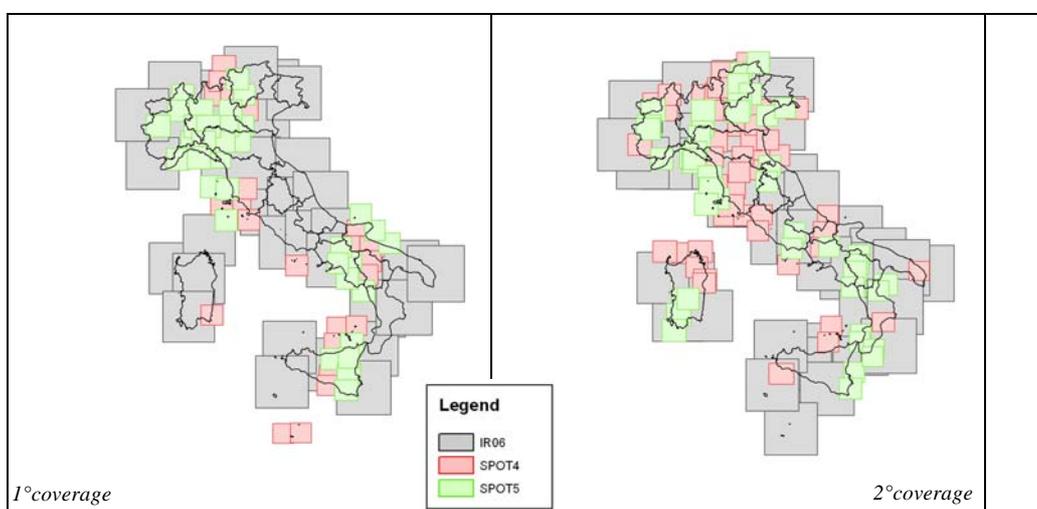
La copertura IMAGE2006 è stata realizzata nell'ambito del progetto GMES Fast Track Land Service 2006-2008 da ESA (European Space Agency). Si tratta di un nuovo dataset di immagini satellitari ortorettificate coprenti i 27 Paesi partecipanti al progetto CLC2006 ed i paesi confinanti (in totale 38 paesi). Al fine di processare circa 3800 immagini satellitari (due coperture europee multi-temporali in diverse finestre temporali di acquisizione per una migliore discriminazione delle classi di vegetazione) è stata implementata una catena automatica per l'ortorettifica con tempistica

di realizzazione minore di un anno, comprendente il controllo di qualità, e la creazione di una banca dati europea relativa ai controlli a terra (Fig. 2).

**Tabella 3 - Principali fonti informative utilizzate per la realizzazione del progetto CLC2006 in Italia.**

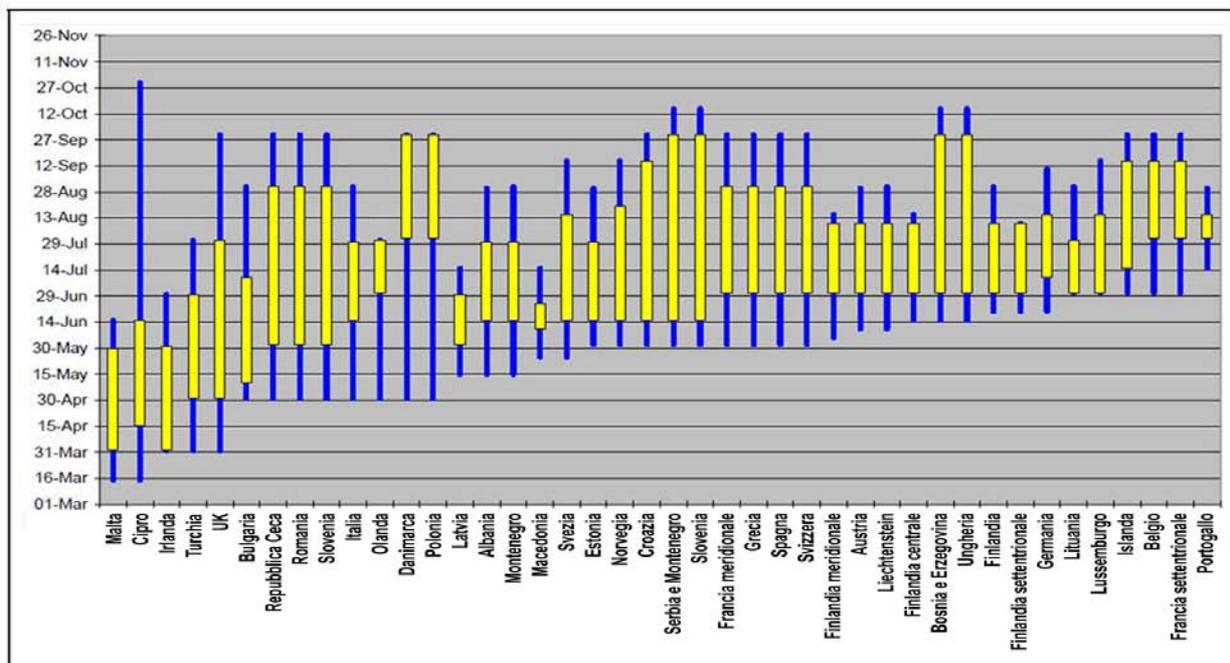
Denominazione	Tipo di dato	Risoluzione	Anno di acquisizione	Fonte
IMAGE2000	Landsat7-ETM+	12,5 m	2000	EEA
IMAGE2006	SPOT4 or SPOT5 XI & IRS-P6 satellite images	20 m	2005-2007	EEA
CLC2000	CORINE 2000 land cover database	25 ha, 100m	2000	ISPRA
LUCAS2006	Point-wise LC & LU data + digital field photographs	-	2002 / 2006	EUROSTAT
DTM 75	Digital Terrain Model maps scale 1:100.000	75 m	2000-2003	ConSCn (Minambiente)
Ortofoto	Ortofoto digitale pancromatica	1 m	2007	Minambiente, Portale Cartografico Nazionale

Il Progetto IMAGE2006 fornisce una doppia copertura satellitare, riferita all'anno 2006 acquisita dai satelliti SPOT 4, SPOT 5 e IRS-P6.



**Figura 2 - Mosaico delle scene SPOT e IRS costituenti il dataset IMAGE2006.**

I sensori utilizzati dai satelliti SPOT 4 (HRVIR – 20 m di risoluzione), e IRS P6 (LISS III - 23 m di risoluzione ricampionata a 20 m), forniscono 4 bande spettrali comprendenti parte dello spettro del visibile e dell'infrarosso. Lo swath è rispettivamente di 60-80 km per lo SPOT e di 140 km per l'IRS (Tabella 4). La prima copertura è acquisita prevalentemente nel periodo primaverile-estivo (Fig. 3), mentre la seconda è relativa al periodo estivo-autunnale. La doppia copertura permette di poter discriminare più facilmente determinate tipologie di copertura che per, loro natura, presentano caratteristiche differenti in funzione della stagionalità. Le specifiche delle immagini satellitari utilizzate sono riassunte nella Tabella 4. Al fine di conseguire la precisione geometrica di 20 m RMSE, sono stati utilizzati punti di controllo a terra (Ground Control Points - GCP) per migliorare i parametri dei modelli fisici. I GCP sono stati determinati automaticamente tramite la corrispondenza con le immagini del dataset IMAGE2000. La valutazione della qualità è basata su ICP (Independent Control Points), da cui sono derivati i valori medi RMSE per ogni scena. La precisione geometrica relativa alla copertura IMAGE2006 conseguita nelle circa 3.800 scene ortorettificate è compresa tra 10 m e 20 m di RMSE, in ogni direzione. La valutazione si basa sulla localizzazione di circa 450 ICP automaticamente estratti per ogni 1000 km<sup>2</sup>. La valutazione della precisione geometrica assoluta, da risultati preliminari basati su un database europeo di ICP costituito da circa 5 punti ogni 1000 km<sup>2</sup>, corrisponde a circa 6 metri di RMSE in ogni direzione. Solo nel 5% delle immagini i GCP estratti automaticamente non hanno permesso di raggiungere lo standard di accuratezza posizionale prestabilito, in questi casi i GCP automatici sono stati revisionati e integrati manualmente.

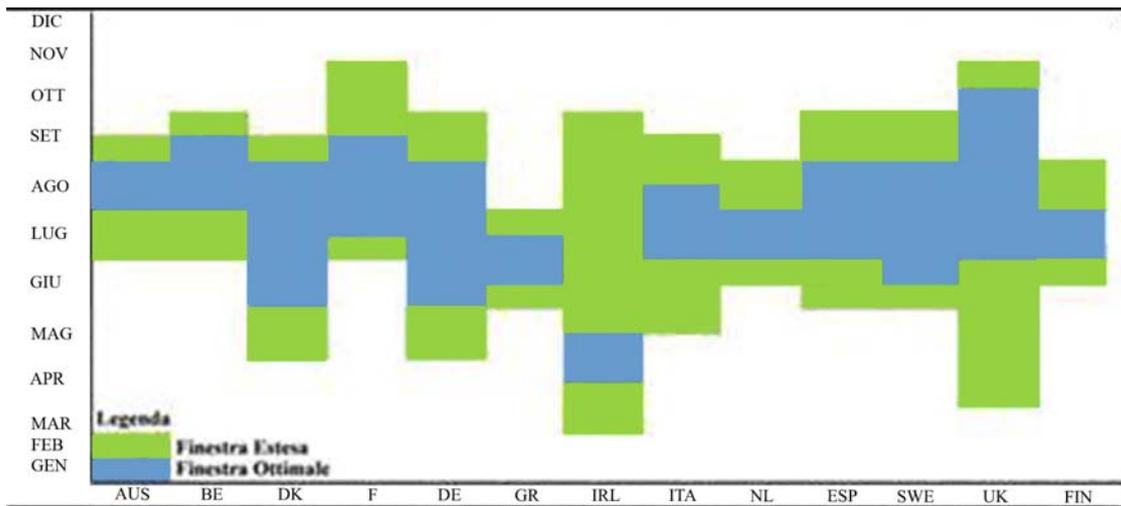


**Figura 3 - Finestra temporale di acquisizione della copertura IMAGE2006 dei paesi partecipanti al progetto CLC2006.**

Per la verifica dei cambiamenti 2000 – 2006 e la correzione della copertura CLC2000 è stata utilizzata la copertura IMAGE2000, costituita da un dataset di immagini Landsat 7 ETM+ riferite all'anno 2000 ( $\pm 1$  anno) (Figg. 4 e 5).

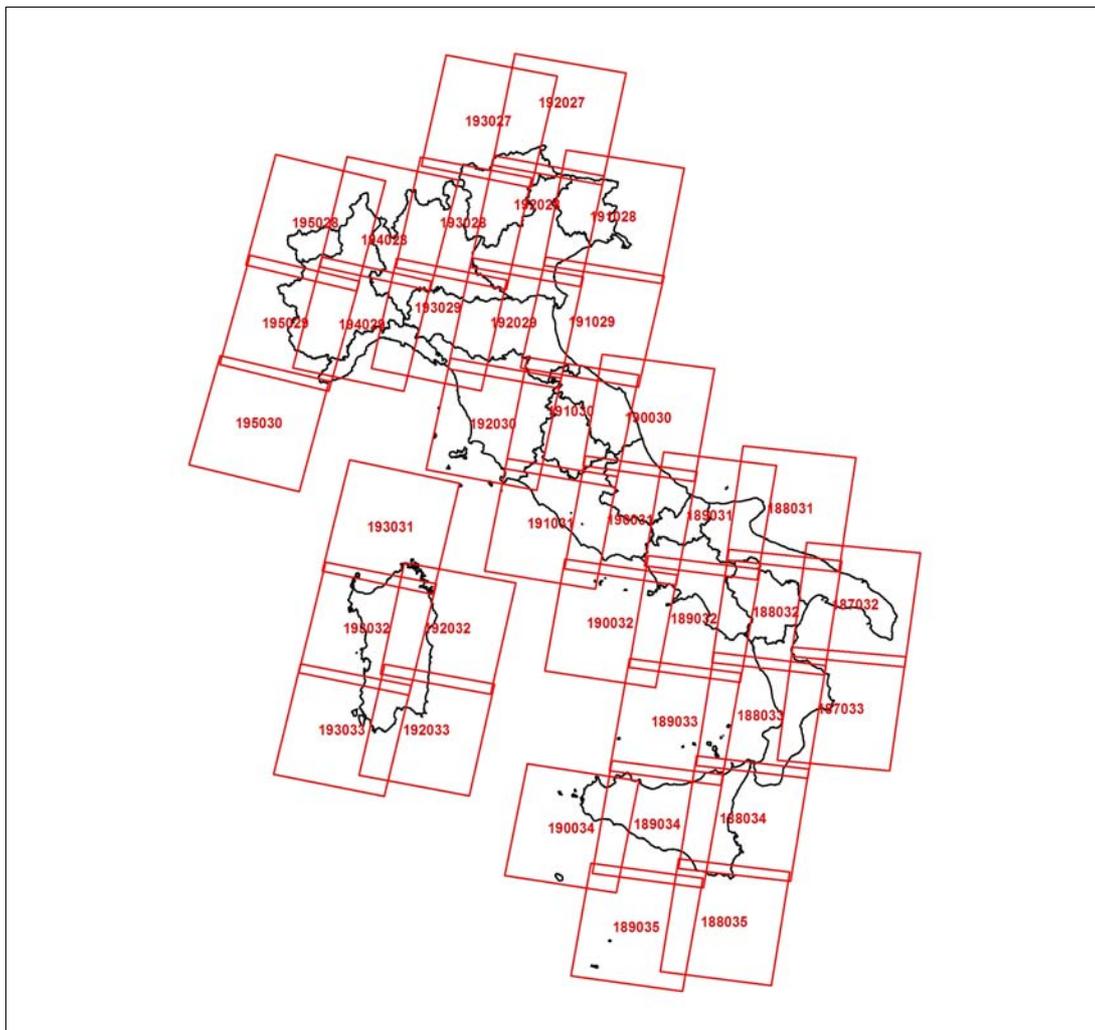
**Tabella 4 - Caratteristiche delle immagini utilizzate per la creazione del dataset IMAGE2000 e IMAGE2006.**

Satellite	Landsat 7	SPOT 4	IRS P6
Sensore	ETM+	HRVIR	LISS III
Swath (km)	180	60-80	141
Risoluzione nominale (m)	30 (multispettrale) 15 (pancromatico)	20 (multispettrale) 10 (pancromatico)	23
Profondità (bit)	8	8	7
Numero di bande	7 (multispettrali) 1 (pancromatica)	4 (multispettrali) 1 (pancromatica)	4
Finestra spettrale di acquisizione: blu	0,45 – 0,52 $\mu\text{m}$	-	-
Finestra spettrale di acquisizione: verde	0,53 – 0,61 $\mu\text{m}$	0,50 – 0,59 $\mu\text{m}$	0,52 – 0,59 $\mu\text{m}$
Finestra spettrale di acquisizione: rosso	0,63 – 0,69 $\mu\text{m}$	0,61 – 0,68 $\mu\text{m}$	0,62 – 0,68 $\mu\text{m}$
Finestra spettrale di acquisizione: vicino infrarosso	0,75 – 0,90 $\mu\text{m}$	0,78 – 0,89 $\mu\text{m}$	0,77 – 0,86 $\mu\text{m}$
Finestra spettrale di acquisizione: medio infrarosso	1,55 – 1,75 $\mu\text{m}$	1,58 – 1,75 $\mu\text{m}$	1,55 – 1,70 $\mu\text{m}$
Finestra spettrale di acquisizione: infrarosso termico	10,4 – 12,5 $\mu\text{m}$	-	-
Finestra spettrale di acquisizione: medio infrarosso	2,09 – 2,35 $\mu\text{m}$	-	-
Finestra spettrale di acquisizione: pancromatico	0,52 – 0,90 $\mu\text{m}$	0,61 – 0,68 $\mu\text{m}$	-
Modalità di acquisizione	nadir	$\pm 31^\circ$ off-nadir	nadir



**Figura 4 - Finestra di acquisizione delle scene Landsat ETM+ afferenti al progetto IMAGE2000.**

Tutte le bande delle immagini del dataset IMAGE2000 sono ricampionate a 20 metri di risoluzione geometrica e ne è certificato un errore posizionale massimo, in termini di RMSE, di 20 m.



**Figura 5: mosaico delle scene Landsat 7 ETM+ costituenti il dataset IMAGE2000 utilizzato per la produzione della copertura nazionale del CLC2000 e per le attività previste nel progetto CLC2006.**

## Metodologia di lavoro

L'autorità responsabile del progetto I&CLC2006 in Italia è il National Reference Centre per il Land Cover della rete EIONET (ISPRA), che si è avvalsa della collaborazione del Laboratorio di Ecologia e Geomatica Forestale del Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi del Molise (UNIMOL) che ha svolto il ruolo di partner scientifico; supervisionando le attività di fotointerpretazione e realizzando i prodotti finali di progetto.

La fotointerpretazione della copertura Image2006 è stata realizzata da due ditte incaricate: RDM progetti srl (Firenze) per i lotti nord e centro e Agristudio srl (Firenze) per il lotto sud.

Con poche eccezioni l'equipe di foto interpreti è rimasta pressoché invariata rispetto al progetto I&CLC2000.

Gli operatori delle ditte incaricate sono stati formati e supervisionati costantemente da ISPRA e da UNIMOL, in modo da assicurare l'omogeneità delle procedure di lavoro.

La metodologia di lavoro è quella della fotointerpretazione in ambiente GIS (ArcView o ArcGis). La copertura ufficiale CLC2000 è stata convertita in formato *shape* dall'originario formato *coverage*. Ne vengono quindi aggiunti cinque campi:

- CLC2000new, che registra le eventuali correzioni alla codifica dell'anno 2000; presenta unità minima cartografabile di 25 ha;
- CLC2006 che registra la nuova copertura all'anno 2006; presenta unità minima cartografabile di 25 ha;
- CHANGE2000, che per le sole aree in cui si osserva un cambiamento nel periodo 2000-2006 registra la copertura del suolo all'anno 2000; presenta unità minima cartografabile di 1 ha;
- CHANGE2006, che per le sole aree in cui si osserva un cambiamento nel periodo 2000-2006 registra la copertura del suolo all'anno 2006; presenta unità minima cartografabile di 1 ha;
- TECH\_CHANGE: è un campo binario che registra gli eventuali cambiamenti tecnici (technical\_change).

La definizione geometrica dei poligoni è basata esclusivamente sulla copertura IMAGE2000 e IMAGE2006 mentre la definizione tematica si avvale anche degli strati informativi ancillari disponibili (per esempio la copertura di ortofoto).

La linea di costa non fa eccezioni, essa non è quindi basata su limiti amministrativi ma esclusivamente sulle evidenze individuabili sulla copertura di immagini telerilevate. La fotointerpretazione si spinge per un buffer di 5 km oltre il confine nazionale. Tale informazione serve per facilitare la mosaicatura a livello europeo realizzata dal team incaricato dall'EEA.

La fotointerpretazione, come nel caso del progetto I&CLC2000, viene verificata nel corso di due visite del Technical Team LUSI incaricato. La prima visita avviene a circa il 50% dello stato di avanzamento, la seconda quando la copertura è completa ed ha valore di collaudo. Al contrario di quanto avvenuto nel caso del progetto I&CLC2000, il controllo non è stato realizzato in unità campione ma su tutti i cambiamenti rilevati sull'intera superficie nazionale. In seguito al collaudo finale e alle successive eventuali modifiche il dataset nazionale viene considerato definitivo, viene riconvertito in formato coverage eliminando tutti gli eventuali errori topologici.

Dissolvendo la copertura sulla base del campo CLC2006 viene creata la copertura Corine Land Cover ufficiale all'anno 2006. Estruendo i poligoni in cui i valori del campo CHANGE2000 sono diversi da quelli del campo CHANGE2006 e in cui i valori del campo TECH\_CHANGE sono pari a

“0” si ottiene lo strato informativo ufficiale dei cambiamenti di uso/copertura del suolo tra CLC2000 e CLC2006.

Dissolvendo la copertura sulla base del campo CLC2000new si ottiene una copertura Corine Land Cover all'anno 2000 corretta. Al momento l'EEA non appare aver definito procedure per la distribuzione di questa nuova copertura CLC2000. Si noti bene che una eventuale intersezione della vecchia copertura ufficiale CLC2000 con la nuova copertura CLC2006 finalizzata a derivare una mappatura dei cambiamenti di uso/copertura del suolo intercorsi non produce gli stessi risultati riportati dalla cartografia ufficiale dei cambiamenti.

Nell'ambito dell'implementazione nazionale del progetto la copertura CLC2006 è stata successivamente approfondita a un quarto livello tematico per le classi di pertinenza degli ambiti naturali e semi-naturali. Tale fase, se pur con lievi differenze, è analoga a quella già realizzata per il CLC200 (Bologna et al., 2004). Si noti bene che le classi in tal modo introdotte nella copertura CLC2006 sono una di terzo livello tematico, 18 di quarto e 12 di quinto (Tabella 5). Per semplicità la copertura prodotta viene identificata comunque con la nomenclatura “quarto livello”. Oltre a quanto riportato in Tabella 5, rispetto al progetto CLC2000 di quarto livello, non è stata introdotta la qualificazione di quarto livello delle aree incendiate 334. Tale informazione può essere facilmente desunta con un'analisi di overlay tra la classe 334 del CLC2006 e la copertura CLC2000.

**Tabella 5: classi introdotte nella cartografia CLC2006 di quarto livello tematico.**

Classe CORINE III livello ufficiale	Classi di IV livello o superiore
211	2111. Colture intensive 2112. Colture estensive
-	224*. Arboricoltura da legno
311	3111. Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera) 3112. Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro, roverella, farnetto, rovere, farnia) 3113. Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero, frassino, carpino nero, omiello)  3114. Boschi a prevalenza di castagno 3115. Boschi a prevalenza di faggio 3116. Boschi a prevalenza di igrofiti (quali salici, pioppi, ontani) 3117. Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)
312	3121. Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo) 3122. Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato) 3123. Boschi a prevalenza di abeti (quali abete bianco e abete rosso) 3124. Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro 3125. Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)
313	3131. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie a loro volta qualificati in sette classi (dalla 31311 alla 31317) come nel caso della classe 311 3132. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie a loro volta qualificati in cinque classi (dalla 31321 alla 31325) come nel caso della classe 312
321	3211. Praterie continue 3212. Praterie discontinue
323	3231. Macchia alta 3232. Macchia bassa e garighe

\*Rispetto al progetto CLC2000 di quarto livello non è stata introdotta la qualificazione di quarto livello in quanto considerata riferibile a un numero troppo esiguo di poligoni.

## Metodologie operative

Il database dei cambiamenti (CLCchanges2006) è il principale prodotto di questa edizione del CLC ed è stato realizzato autonomamente e non derivato dalla intersezione delle coperture di

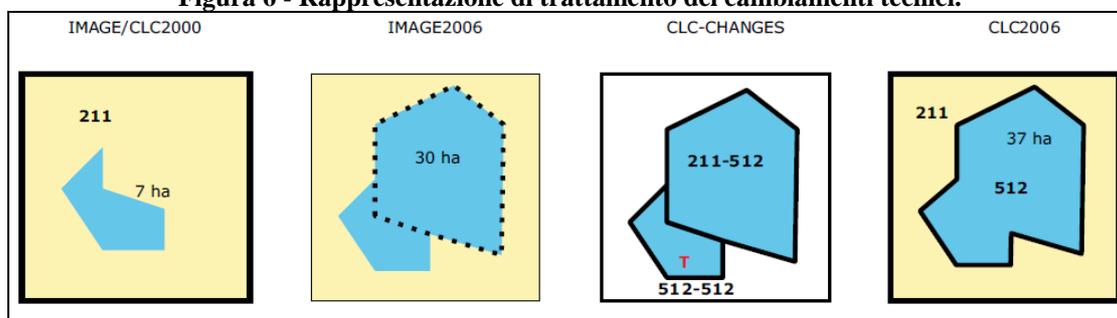
uso/copertura del suolo degli anni 2000-2006. Per i cambiamenti, l'unità minima cartografabile è di 5ha. Questa scelta ha permesso di identificare, a differenza di quanto avvenuto precedentemente, anche quei cambiamenti compresa tra i 5 ed i 25 ha non altrimenti rilevabili dall'intersezione delle cartografie di uso/copertura del suolo, dove i cambiamenti isolati compresi tra 5ha e 25ha sono trattati con tecniche di dissolvenza all'interno di poligoni maggiori.

Inoltre, al fine di evitare la propagazione dell'errore nello strato del CLC 2006, dovuta alla generalizzazione dei cambiamenti isolati nel CL2000, sono stati introdotti i cambiamenti tecnici.

In figura 6 è riportato l'esempio di uno specchio d'acqua di 7ha, inferiore alla minima unità cartografabile, e che nel CLC 2000 era incluso in un poligono classificato come 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue.

Nel 2006 si rileva un cambiamento dello stesso di 30ha, ovvero un cambiamento reale dalla classe 211 alla classe 512. Per evitare di perdere l'informazione dei 7ha viene delineato un poligono classificato come cambiamento tecnico, dalla classe 512 alla stessa, che verrà utilizzato esclusivamente per la produzione del CLC2006.

**Figura 6 - Rappresentazione di trattamento dei cambiamenti tecnici.**



La metodologia di lavoro per l'identificazione dei cambiamenti è stata condotta tramite fotointerpretazione, delineando il perimetro delle variazioni tramite comparazione tra le immagini relative al 2000 (IMAGE 2000) e quelle del 2006 (IMAGE 2006)..

Nel condurre questa operazione, gli eventuali errori rilevati nel CLC 2000 sono stati corretti ed hanno contribuito a creare una revisione (CLC2000rev) dello strato CLC2000. Al momento l'AEA non appare aver definito procedure per la distribuzione della nuova copertura CLC2000rev.

I prodotti sono stati verificati nel corso della produzione dall'AEA ed accettati dopo un collaudo finale di verifica di rispondenza alle specifiche europee.

Il database di uso/copertura del suolo al 2006 (CLC2006) è il risultato dell'operazione:

$$\text{CLC2006} = \text{CLC2000rev} (+) \text{CLCchanges2006}$$

Dove con (+) si intendono le seguenti operazioni:

- intersezione dello strato CLC2000rev con lo strato CLCchanges2006;
- assegnazione ai poligoni dei cambiamenti del codice relativo alla ri-classificazione nel 2006;
- dissolvenza dei poligoni adiacenti con lo stesso codice;
- dissolvenza dei poligoni minori o uguali a 25 ha

Si noti che una eventuale intersezione della vecchia copertura ufficiale CLC2000 con la nuova copertura CLC2006, finalizzata a derivare una mappatura dei cambiamenti di uso/copertura del suolo intercorsi, non produce gli stessi risultati riportati dalla cartografia ufficiale dei cambiamenti. Analogamente, a causa delle differenti unità minime cartografabili utilizzate per il CLC (25ha) e per i cambiamenti (5ha), una intersezione tra le coperture del CLC2006 e del CLC2000rev produrrà risultati validi solo per i cambiamenti >25 ha (i cambiamenti isolati compresi tra 5ha e 25ha sono

stati trattati con tecniche di dissolvenza all'interno di poligoni maggiori). Inoltre una derivazione numerica delle aree dei cambiamenti come differenza tra le aree riportate nel database del 2006 e quelle del 2000rev non produrrà gli stessi risultati di quelli contenuti nel CLCchanges2006 in virtù del rispetto dell'unità minima cartografabile e del trattamento dei cambiamenti isolati appena discussi .

## **Metadati**

Le Autorità Nazionali incaricate della realizzazione del progetto CLC2006 avevano anche il compito di produrre i metadati relativi ai prodotti realizzati. L'EEA ha organizzato i metadati per descrivere il processo di produzione del database dei cambiamenti e per informare gli utenti delle caratteristiche principali dei singoli prodotti.

Il processo produttivo è descritto con un insieme di metadati (Working unit level metadata ved. Annex 1 CLC2006 technical guidelines, EEA) relativi ad ogni singola unità lavorativa.

Per la descrizione delle caratteristiche principali del database dei cambiamenti (CLC 2006 changes), del database dell'uso/copertura del suolo (CLC2006) e del CLC2000rev sono state utilizzate le specifiche dell'AEA denominate EEA- MSGI 'European Environment Agency Metadata Standard for Geographic Information', che sono una implementazione dello standard ISO19115 per le informazioni spaziali in accordo con le regole di INSPIRE.

In Allegato al documento (Tab. A1) sono mostrati i metadati relativi al database Italiano dei cambiamenti dell'uso/copertura del suolo tra il 2000 ed il 2006 (CLC2006 changes). I metadati sono redatti in lingua inglese per ottemperare alle richieste dell'EEA.

## **RISULTATI DEL PROGETTO CLC2006**

L'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite piattaforme GIS e facendo riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, 2008).

Per quanto riguarda i dati di input, si è fatto riferimento alla copertura nazionale relativa al 2006 (CLC 2006), alla copertura del 2000 corretta (CLC2000rev) e a quella dei cambiamenti CLC 2006 *changes*.

In aggiunta ai dati propri del progetto CLC2006, le elaborazioni a livello regionale hanno richiesto l'utilizzo dei limiti amministrativi italiani. Per uniformità al precedente progetto, il livello informativo utilizzato è stato quello fornito dall'ISTAT relativo all'anno 1998.

Per quanto riguarda il sistema di riferimento geografico, i dati originali sono forniti nella proiezione UTM con datum WGS84. Per le elaborazioni si è reso necessario l'uso di una proiezione di tipo equivalente.

### **Metodologia di trattamento del dato**

I dati ufficiali del progetto CLC2006 sono stati organizzati nel formato ESRI Geodatabase e contenente le 3 coperture nazionali relative al 2000 (clc00\_it), al 2006 (clc06\_it) ed ai cambiamenti (cha06\_it).

I dati originali sono stati forniti nella proiezione nazionale UTM fuso 32 N, sistema di riferimento WGS84, che rappresenta una proiezione di tipo conforme. Poiché il progetto necessita di analisi di tipo spaziale, è stata utilizzata una proiezione di tipo equivalente in quanto conserva inalterate le aree. Per tale approccio è stata quindi scelta la proiezione Lambert Azimutal Equivalent Area su datum Europeo ETRS89, utilizzata anche per il trattamento del dato del precedente progetto CLC.

Una volta definito l'opportuno riferimento geografico, il passo successivo è stato quello di tagliare le coperture nazionali con i limiti regionali ISTAT, eliminando così il buffer di 1 km insistente sulle aree marine, mantenendo solamente quei poligoni di mare che hanno subito dei cambiamenti tra il 2000 ed il 2006.

Per quanto riguarda invece la copertura dei cambiamenti, poiché il dato originale fornito contiene le due tipologie di cambiamento previste dalle "CLC2006 Technical Guidelines" (*technical change* e *real change*), è stata derivata una copertura che presenta solo cambiamenti reali e con area uguale o maggiore a 5 ha.

I dati così ottenuti sono stati importati in una base dati ed elaborati in base ai tre livelli gerarchici della Legenda CLC, al fine di essere restituiti in forma tabellare e grafica, mostrati e discussi sinteticamente negli allegati.

### **Variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (1°livello corine)**

Poiché i dati di copertura/uso del suolo CLC sono organizzati su tre livelli gerarchici, è possibile fornire un'analisi del dato che, in funzione del dettaglio tematico, permette di trarre considerazioni sulle politiche di sviluppo territoriale anche a differenti livelli di scala.

L'analisi al primo livello mostra un incremento generalizzato delle superfici artificiali (classe 1), principalmente a discapito delle superfici agricole utilizzate (classe 2) e, in minor misura, degli ambienti naturali e seminaturali (classe 3).

In particolare (tab. 7), la classe 1 vede un incremento complessivo di 466 km<sup>2</sup>, di cui circa 450 km<sup>2</sup> provenienti dalla classe 2 e 50 km<sup>2</sup> provenienti dalla classe 3, mentre la classe 5 ha visto un leggero incremento, di circa 34 km<sup>2</sup>.

A livello regionale, la Lombardia manifesta il maggior decremento degli ambienti naturali e seminaturali con valori areali di poco superiori ai 26 km<sup>2</sup> e, a seguire, l'Emilia-Romagna con 18 km<sup>2</sup>.

I valori più elevati di incremento delle superfici artificiali vedono coinvolte il Veneto (78,72 km<sup>2</sup>), la Lombardia (62,52 km<sup>2</sup>) e l'Emilia-Romagna (53,37 km<sup>2</sup>).

Nella maggior parte dei casi, gli incrementi delle superfici artificiali sono a discapito delle zone agricole utilizzate, i cui maggiori valori di decremento sono visibili in Veneto (78 km<sup>2</sup>) Toscana (38,68 km<sup>2</sup>), Emilia Romagna (38,58km<sup>2</sup>), Lombardia (35,66 km<sup>2</sup>), Lazio (33,54 km<sup>2</sup>) e Puglia (30,02 km<sup>2</sup>).

Incrementi, seppur limitati nell'ordine dei 10 km<sup>2</sup>, sono visibili per i corpi idrici (classe 5) nelle regioni Basilicata e Sardegna, in particolar modo nei bacini interni.

La classe 4 (aree umide) ha subito variazioni, seppur limitate, solo nelle regioni Puglia(-2 km<sup>2</sup>) e Basilicata (-1,27 km<sup>2</sup>).

Nelle tabelle seguenti sono rappresentati i cambiamenti di uso/copertura del suolo, al primo livello CORINE, a livello nazionale e a livello regionale.

**Tabella 6 - Analisi dell'uso del suolo tramite comparazione di database CLC2000rev ed il CLC2006 (1° livello CORINE).**

Classe CLC	Uso del suolo CLC 1° Livello	2000 (km <sup>2</sup> )	2000 (%)	2000rev (km <sup>2</sup> )	2000rev (%)	2000rev - 2000 (km <sup>2</sup> )	2000rev - 2000/2000 (%)	2006 (km <sup>2</sup> )	2006 (%)	2006 - 2000rev (km <sup>2</sup> ) (*)
1	Superfici artificiali	14316,1	4,7	14392,1	4,8	76,0	0,5	14874,4	4,9	482,2
2	Superfici agricole utilizzate	156452,9	51,9	157676,6	52,3	1223,7	0,8	157274,4	52,2	-402,2
3	Territori boscati e ambienti semi-naturali	126823,7	42,1	125403,4	41,6	-1420,3	-1,1	125298,2	41,6	-105,2
4	Zone umide	690,8	0,2	674,4	0,2	-16,4	-2,4	668,5	0,2	-5,9
5	Corpi idrici	3131,7	1,0	3139,9	1,0	8,2	0,3	3171,0	1,1	31,1
TOTALE		301415,2	100,0	301286,5	100,0	-128,7	-1,9	301286,5	100,0	0,0

**Tabella 7 – Matrice di transizione al 1° livello CORINE per gli anni 2006 e 2000 effettuata tramite il database CLCchange. Si ricorda che nella matrice non sono contemplate le variazioni all'interno della stessa classe<sup>1</sup>.**

CLCchange		2006 (km <sup>2</sup> )					
	Classe	1	2	3	4	5	totale
2000 (km <sup>2</sup> )	1		6,2	3,8		1,5	11,6
	2	458,3			0,5		499,2
	3	28,7	37,7				84,6
	4	0,2	1,2				7,0
	5	0,3	2,6	7,3	0,4		10,6
	totale	487,5	47,7	32,9	0,9	43,9	

<sup>(1)</sup> Come conseguenza della differente unità minima cartografabile tra i database CLCchange (5ha), CLC2000rev, CLC2000 e CLC2006 (25ha), non è possibile eseguire relazioni matematiche esatte tra di essi.

**Tabella 8 - Variazioni regionali, in km<sup>2</sup>, di uso del suolo dal 2000 al 2006 (1° livello CORINE).**

	1	2	3	4	5
Abruzzo	9,21	-8,31	-1,06	0	0,16
Basilicata	7,58	-6,77	-10,46	-1,27	10,91
Calabria	22,85	-12,73	-12,73	-0,41	3,03
Campania	19,65	-17,99	-1,65	-0,96	0,96
Emilia Romagna	53,37	-38,58	-18	-0,1	3,31
Friuli Venezia Giulia	11,85	-14,63	2,98	0	-0,2
Lazio	35,77	-33,54	-2,29	0	0,07
Liguria	1,67	-1,52	0	0	-0,14
Lombardia	62,52	-35,66	-26,04	-0,2	-0,62
Marche	19,78	-18,94	-0,85	0	0
Molise	3,87	-3,96	-0,03	-0,84	0,96
Piemonte	38,26	-27,37	-7,86	0	-3,03
Puglia	33,94	-30,02	-3,5	-1,99	1,56
Sardegna	16,38	-16,55	-10,44	0,18	10,42
Sicilia	17,46	-12,01	-7,36	-0,41	2,32
Toscana	40,61	-38,68	-3,26	0,11	1,22
Trentino Alto Adige	1,85	-1,02	-0,83	0	0
Umbria	6,81	-5,85	-0,96	0	0
Valle d'Aosta	0	0	0	0	0
Veneto	78,72	-78	-0,9	0	0,18

## Variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (2° livello CORINE)

In Tabella 9 sono mostrati i dati relativi all'uso del suolo negli anni 2000-2006 al secondo livello di classificazione CORINE.

**Tabella 9 - Analisi dell'uso del suolo tramite comparazione di database CLC2000rev ed il CLC2006 (2° livello CORINE).**

Classe CLC	Usso del suolo CLC 2° Livello	2000 (km <sup>2</sup> )	2000 (%)	2000rev (km <sup>2</sup> )	2000rev (%)	2000rev - 2000 (km <sup>2</sup> )	2000rev - 2000 (%)	2006 (km <sup>2</sup> )	2006 (%)	2006-2000rev (km <sup>2</sup> ) (*)
1.1	Zone urbanizzate di tipo residenziale	10819,6	3,6	10817,5	3,6	-2,1	0,0	10992,3	3,6	174,9
1.2	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	2631,9	0,9	2680,7	0,9	48,8	1,9	2938,8	1,0	258,1
1.3	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	565,1	0,2	558,5	0,2	-6,6	-1,2	591,5	0,2	33,0
1.4	Zone verdi artificiali non agricole	299,6	0,1	335,5	0,1	35,9	12,0	351,8	0,1	16,3
2.1	Seminativi	83121,9	27,6	84307,6	28,0	1185,7	1,4	84014,0	27,9	-293,5
2.2	Colture permanenti	21780	7,2	21376,9	7,1	-403,1	-1,9	21377,0	7,1	0,1
2.3	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4475,3	1,5	4271,4	1,4	-203,9	-4,6	4257,6	1,4	-13,7
2.4	Zone agricole eterogenee	47075,6	15,6	47720,8	15,8	645,2	1,4	47625,8	15,8	-95,0
3.1	Zone boscate	79025,6	26,2	78613,3	26,1	-412,3	-0,5	78432,2	26,0	-181,1
3.2	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	36685,9	12,2	36903,9	12,2	218,0	0,6	37006,0	12,3	102,1
3.3	Zone aperte con vegetazione rada o assente	11112,3	3,7	9886,2	3,3	-1226,1	-11,0	9860,0	3,3	-26,2
4.1	Zone umide interne	159	0,1	169,6	0,1	10,6	6,7	163,1	0,1	-6,5
4.2	Zone umide marittime	531,8	0,2	504,8	0,2	-27,0	-5,1	505,5	0,2	0,7
5.1	Acque continentali	2186,2	0,7	2179,6	0,7	-6,6	-0,3	2211,1	0,7	31,5
5.2	Acque marittime	945,5	0,3	960,3	0,3	14,8	1,6	959,9	0,3	-0,4
TOTALE		301415,3	100,0	301286,5	100,0	-128,8	0,9	301286,5	100,0	0,0

**Tabella 10 – Matrice di transizione al 2° livello CORINE per gli anni 2006 e 2000 effettuata tramite il database CLCchange. Si ricorda che nella matrice non sono contemplate le variazioni all'interno della stessa classe.**

CLCchange		2006 (km <sup>2</sup> )																
	Classe	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	41	42	51	52	totale	
2000rev (km <sup>2</sup> )	11		0,36	0,19													0,55	
	12			0,86													0,86	
	13	18,53	47,95		1,94	2,05	0,33	1,67	2,18		3,84					1,51	80,00	
	14	0,57	0,72	0,58													1,88	
	21	70,78	165,25	74,26	9,11		45,62		13,18	1,21	7,46	0,06	0,07	0,48	11,57		399,05	
	22	15,29	13,56	5,01	0,97	17,45			8,22			0,13				0,40	61,03	
	23	1,45	1,06	3,92	1,00	0,78	0,29		0,72		2,81	0,25				0,13	12,42	
	24	42,37	34,76	15,78	3,73	6,16	16,33	0,06		3,87	5,36	0,53				6,40	0,12	135,48
	31	0,60	1,75	7,50	2,46	2,71	1,02	0,05	8,72		496,41	24,86				1,29	547,37	
	32	2,56	3,33	9,52	0,14	14,29	2,94		7,35	248,96		33,77				10,88		333,74
	33	0,09	0,14	0,35	0,28		0,18	0,08	0,32	6,64	73,21					5,85	0,16	87,31
	41	0,14	0,08			1,22											5,50	6,94
	42																	0,10
	51					2,35					1,56	5,78	0,20					9,89
52		0,28			0,20									0,18			0,67	
	totale	152,38	269,24	117,97	19,64	47,22	66,71	1,87	40,69	260,68	590,65	65,39	0,27	0,66	43,54	0,39		

Nell'analisi al secondo livello tematico (Tabella 10), i cambiamenti maggiori si verificano nella zone industriali, commerciali ed infrastrutturali (classe 1.2) e nei seminativi (classe 2.1), mostrando per i primi un incremento e per i secondi un decremento. Variazioni apprezzabili si verificano anche nelle zone boscate (classe 3.1), le quali presentano un leggero decremento e nelle zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea (classe 3.2) che al contrario riportano un lieve incremento. Dal momento che altre fonti informative quali l'Inventario Forestale Nazionale (INFC, 2007) evidenziano una crescita delle superfici forestali, per lo meno nel periodo 1985 – 2005, questi risultati sono stati interpretati con maggiore attenzione. Si ricorda che la classe bosco (3.1) include nel sistema di nomenclatura CLC anche le aree utilizzate con impianti di arboricoltura. Queste aree, sebbene siano coperte da alberi (in prevalenza si tratta di pioppeti) sono inseriti in un contesto agrario e i sistemi di monitoraggio e inventariazione forestale classificano queste aree come appartenenti al dominio agricolo. Il sistema CLC esclude dalla classe 3.1 le aree temporaneamente prive di copertura arborea (tipicamente le utilizzazioni forestali), sebbene non siano frequenti nel nostro paese utilizzazioni con superficie pari ad almeno 5 ha. Dall'analisi dei dati delle coperture CLC di IV livello si evince come le superfici forestali siano sostanzialmente stabili nel periodo 2000-2006; il decremento della classe 3.1 è quindi in prevalenza dovuto al taglio di aree destinate alla pioppicoltura. Maggiori informazioni verranno rese disponibili in apposite pubblicazioni scientifiche.

Dalla matrice di transizione si nota che i flussi principali sono dalla classe 2.1 alla classe 1.2 ed in minor misura verso le classi 1.1 e 1.3. Flussi significativi sono presenti anche all'interno della classe 3, dove le maggiori variazioni avvengono nel passaggio dalla classe 3.1 alla 3.2.<sup>2</sup>

(\*) Come conseguenza della differente unità minima cartografabile tra i database CLCchange (5ha), CLC2000rev, CLC2000 e CLC2006 (25ha), non è possibile eseguire relazioni matematiche esatte tra di essi.

## Variazioni di uso del suolo dal 2000 al 2006 (3° livello CORINE)

**Tabella 11 - Analisi dell'uso del suolo tramite comparazione di database CLC2000rev ed il CLC2006 (3° livello CORINE).**

Classe CLC	Uso del suolo CLC 3° Livello	2000 (km <sup>2</sup> )	2000 (%)	2000rev (km <sup>2</sup> )	2000rev (%)	2000rev - 2000 (km <sup>2</sup> )	2000rev - 2000 (%)	2006 (km <sup>2</sup> )	2006 (%)	2006 - 2000rev (km <sup>2</sup> ) (*)
1.1.1	Zone residenziali a tessuto continuo	1467,3	0,5	1428,8	0,5	-38,5	-2,6	1432,9	0,5	4,1
1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	9352,3	3,1	9388,7	3,1	36,4	0,4	9559,4	3,2	170,8
1.2.1	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	2177,2	0,7	2268,6	0,8	91,4	4,2	2502,0	0,8	233,4
1.2.2	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	134	0,0	113,1	0,0	-20,9	-15,6	132,1	0,0	19,0
1.2.3	Aree portuali	113,4	0,0	85,9	0,0	-27,5	-24,3	88,0	0,0	2,1
1.2.4	Aeroporti	207,2	0,1	213,2	0,1	6,0	2,9	216,6	0,1	3,5
1.3.1	Aree estrattive	471,1	0,2	484,8	0,2	13,7	2,9	522,8	0,2	38,0
1.3.2	Discariche	20,0	0,0	18,0	0,0	-2,0	-10,2	20,8	0,0	2,8
1.3.3	Cantieri	74,0	0,0	55,7	0,0	-18,3	-24,7	47,9	0,0	-7,8
1.4.1	Aree verdi urbane	103,7	0,0	100,5	0,0	-3,2	-3,1	101,6	0,0	1,1
1.4.2	Aree ricreative e sportive	195,8	0,1	235,0	0,1	39,2	20,0	250,2	0,1	15,2
2.1.1	Seminativi in aree non irrigue	79915,2	26,5	81028,4	26,9	1113,2	1,4	80742,5	26,8	-285,9
2.1.2	Seminativi in aree irrigue	406,4	0,1	407,7	0,1	1,3	0,3	407,8	0,1	0,1
2.1.3	Risaie	2800,3	0,9	2871,4	1,0	71,1	2,5	2863,7	1,0	-7,7
2.2.1	Vigneti	5358,8	1,8	5267,0	1,7	-91,8	-1,7	5281,1	1,8	14,1
2.2.2	Frutteti e frutti minori	3961,6	1,3	4003,0	1,3	41,4	1,0	4001,8	1,3	-1,2
2.2.3	Oliveti	12459,6	4,1	12107,0	4,0	-352,6	-2,8	12094,2	4,0	-12,8
2.3.1	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4475,3	1,5	4271,4	1,4	-203,9	-4,6	4257,6	1,4	-13,7
2.4.1	Colture temporanee associate a colture permanenti	3884,9	1,3	3798,7	1,3	-86,2	-2,2	3787,1	1,3	-11,7
2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi	21904,1	7,3	21658,8	7,2	-245,3	-1,1	21587,2	7,2	-71,7
2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19487,6	6,5	20509,1	6,8	1021,5	5,2	20500,2	6,8	-8,9
2.4.4	Aree agroforestali	1799	0,6	1754,1	0,6	-44,9	-2,5	1751,3	0,6	-2,8
3.1.1	Boschi di latifoglie	55275,9	18,3	54804,9	18,2	-471,0	-0,9	54685,2	18,2	-119,7
3.1.2	Boschi di conifere	13363,6	4,4	12879,6	4,3	-484,0	-3,6	12848,8	4,3	-30,9
3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie	10386,1	3,4	10928,8	3,6	542,7	5,2	10898,2	3,6	-30,6
3.2.1	Aree a pascolo naturale e praterie	14197,3	4,7	14687,5	4,9	490,2	3,5	14642,0	4,9	-45,5
3.2.2	Brughiere e cespuglieti	2749,7	0,9	1444,7	0,5	-1305,0	-47,5	1443,1	0,5	-1,6
3.2.3	Aree a vegetazione sclerofilla	10085,7	3,3	10062,3	3,3	-23,4	-0,2	10060,1	3,3	-2,3
3.2.4	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9653,1	3,2	10709,4	3,6	1056,3	10,9	10860,9	3,6	151,5
3.3.1	Spiagge, dune e sabbie	825,8	0,3	759,6	0,3	-66,2	-8,0	759,3	0,3	-0,3
3.3.2	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4833,9	1,6	4473,5	1,5	-360,4	-7,5	4478,8	1,5	5,4
3.3.3	Aree con vegetazione rada	4852,9	1,6	4161,6	1,4	-691,3	-14,2	4179,6	1,4	18,0
3.3.4	Aree percorse da incendi	84,1	0,0	77,0	0,0	-7,1	-8,4	28,3	0,0	-48,7
3.3.5	Ghiacciai e nevi perenni	515,6	0,2	414,5	0,1	-101,1	-19,6	414,0	0,1	-0,5
4.1.1	Paludi interne	158,6	0,1	166,0	0,1	7,4	4,7	159,5	0,1	-6,5
4.1.2	Torbiera	0,4	0,0	3,6	0,0	3,2	801,7	3,6	0,0	0,0
4.2.1	Paludi salmastre	431,5	0,1	410,1	0,1	-21,4	-5,0	410,2	0,1	0,1
4.2.2	Saline	100,3	0,0	94,7	0,0	-5,6	-5,6	95,2	0,0	0,5
5.1.1	Corsi d'acqua, canali e idrovie	493,4	0,2	484,0	0,2	-9,4	-1,9	479,5	0,2	-4,4
5.1.2	Bacini d'acqua	1692,9	0,6	1695,6	0,6	2,7	0,2	1731,5	0,6	35,9
5.2.1	Lagune	943	0,3	958,1	0,3	15,1	1,6	957,5	0,3	-0,5
5.2.2	Estuari	2,5	0,0	2,1	0,0	-0,4	-16,9	2,1	0,0	0,0
5.2.3	Mari e oceani			0,2	0,0	0,2		0,3	0,0	0,1
TOTALE		301415,1	100,0	301286,5	100,0	-128,6	634,0	301286,5	100,0	0,0

Dall'analisi al III livello tematico della Legenda CLC emerge che le aree maggiormente soggette ad un incremento ricadono nelle classi 1.1.2 (Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado) e 1.2.1 (Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati). Si riscontra un lieve incremento della classe 1.2.2 (Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche) e della classe 1.4.2 (Aree ricreative e sportive).

La classe 2 presenta le maggiori variazioni nei seminativi in aree non irrigue (classe 2.1.1), la maggior parte dei quali migra verso le classi 1.1.2 (Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado) e 1.2.1 (Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati).

La classe 3 vede un maggior decremento per la classe 3.1.1 (Boschi di latifoglie) ed in minor misura per la classe 3.1.2 (Boschi di conifere) , ed un incremento della classe 3.2.4 (Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione. Come già evidenziato per il II livello tematico le maggiori dinamiche sono relative agli impianti artificiali, in particolare al taglio di aree destinate alla pioppicoltura. L'aumento della classe 3.2.4 è invece un fenomeno evolutivo naturale del bosco che tende a colonizzare le aree agricole e pascolive abbandonate, prevalentemente nelle aree di montagna.

La classe 4 non presenta variazioni significative, mentre la 5 presenta un incremento soprattutto nella classe 5.1.2 (Bacini d'acqua) a discapito principalmente della classe 3.2.1 (Aree a pascolo naturale e praterie) e della 2.1.1 (Seminativi in aree non irrigue)\* .

---

<sup>(\*)</sup> Come conseguenza della differente unità minima cartografabile tra i database CLCchange (5ha), CLC2000rev, CLC2000 e CLC2006 (25ha), non è possibile eseguire relazioni matematiche esatte tra di essi.

**Tabella 12 – Matrice di transizione al 3° livello CORINE per gli anni 2006 e 2000 effettuata tramite il database *CLCchange*. Si ricorda che nella matrice non sono contemplate le variazioni all'interno della stessa classe.**

CLCchange		2006 (km <sup>2</sup> )																																																			
Classe	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	212	213	221	222	223	231	241	242	243	244	311	312	313	321	323	323	324	331	332	333	334	335	411	412	421	422	423	511	512	521	522	523	Totale								
111																																																		0,0			
112			0,3561								0,19																																							0,5			
121										0,859																																								0,9			
122																																																		0,0			
123																																																		0,0			
124			0,5046																																															0,0			
131		0,0518	1,5954									1,202							0,144	0,073			1,225	0,065	0,292	1,006					0,629												0,554					9,7					
132			0,0895																																														0,1				
133	0,86	17,62	42,258	2,92	0,575	0,512				0,667	1,27	0,787						0,065	0,109			0,442		0,733	0,081																						0,96			70,2			
141		0,5068	0,721							0,585		0,186																																						20,0			
142		0,0634																																																	0,1		
211	0,141	70,155	146,8	30,69	0,068	2,01	25,58	0,975	45,06	1,155	7,954																																							408,5			
212																																																				0,0	
213		0,4834	2,214	3,668			0,068		2,583			21,37																																							30,4		
221		2,0887	1,3451	0,277		0,12	0,631	0,516	0,482	7,273	0,119												0,109	0,369																									13,3				
222		5,6029	4,6681	0,208		0,271	0,595	0,795	0,487	8,583													0,452	1,245																									0,396	23,9			
223	0,372	7,2253	5,7247		0,944	1,246	0,125	1,107		1,155												0,109	0,46																										0,135	24,7			
231		1,4481	1,0625				2,365	1,557	0,659	0,344	0,779											0,131	0,159		0,723																								12,4				
241		2,4572	1,1944	0,146		0,71	2,238	0,353	2,702													1,177	4,632	4,95	0,063	1,774	2,303	0,3258	0,12	0,092	0,05																		0,131	25,6			
242	0,141	34,927	28,279	0,893		0,398	3,261	0,227	4,305													1,123	1,58		0,052																								1,415	81,3			
243	0,146	4,6339	3,0663	0,694		2,539	0,181	2,153		0,509	1,755										0,195	1,232	1,436		0,199	0,439		0,064	2,0574	1,003	0,368	0,104	3,4															0,124	81,3				
244		0,0679	0,0877				0,108	0,054		0,138																																									29,9		
311		0,2751	0,8004	0,131	0,064	4,141	1,898	0,563	1,271	2,228											0,101	0,155	0,46	0,054	0,51	0,251	6,273	0,163																					3,5				
312		0,1749	0,2268		0,061	0,146	0,951	0,546	0,052													0,053						0,297	0,558	7,689																				0,489	7,47		
313		0,1502	0,4651			0,276	0,084	0,083	0,434													0,436				2,1817		0,446	7,689																						58,3		
321		0,1965	1,2818	0,145		2,649	0,249	1,097		2,451												1,845	0,505																										69,7				
322																																																			2,0		
323		1,9354	0,2137	0,109	0,574	1,609	0,862	0,144	4,852												0,133	0,078		0,202	1,643		0,0735	0,771	22,83																				1,424	66,5			
324		0,427	0,7351	0,27		2,148	0,901		6,583												0,408	0,07	0,257	0,056	0,21	0,229	3,095	220,32	17,36	8,29	1,548																			0,147	0,072	267,3	
331					0,085					0,086																																										10,3	
332																																																				0,0	
333		0,0914	0,0559			0,061	0,288		0,198																																											3,5	
334																																																				74,7	
335																																																				0,4	
411		0,1379	0,0812									1,218																																							6,9		
412																																																				0,0	
421																																																				0,1	
422																																																				0,0	
423																																																				0,0	
511													0,23															0,718																							7,4		
512													2,118																																						2,7		
521					0,141								0,204																																						0,5		
522																																																				0,0	
523					0,139																																																0,1
Totale	1,661	150,72	243,62	20,16	1,621	4,341	48,13	2,045	67,79	3,044	16,78	67,51	0,119	19,46	30,31	25,93	11,29	1,867	7,647	17,72	19,93	0,227	231,53	20,44	11,19	28,53	60,48	0	573,411	9,849	5,35	22,29	29,57	0	0,272	0	0,662	0	0	2,71	41,09	0	0	0,39									

  > 50 Km<sup>2</sup>     
   > 20 Km<sup>2</sup> e <= 50 Km<sup>2</sup>

## Analisi degli incrementi e delle diminuzioni per classe (3° livello CORINE)

Nella tabella seguente sono riportati al terzo livello, i contributi di ogni classe verso altre classi (OUT) e le transizioni avvenute da altre classi verso questa (IN). Tali contributi si riferiscono al periodo 2000 - 2006 e sono espressi in chilometri quadrati. Il grafico a barre mostra le differenze tra i contributi. L'analisi è stata condotta per l'intero territorio nazionale.

**Tabella 13 - Aree guadagnate e perse e relative differenze, a livello nazionale, dal 200 al 2006 al 3° livello CORINE.**

CLC class	IN (km <sup>2</sup> )	OUT (km <sup>2</sup> )	difference (km <sup>2</sup> )
111	1,66	0,00	1,66
112	150,73	0,55	150,19
121	243,67	0,86	242,81
122	20,16	0,00	20,16
123	3,40	0,00	3,40
124	4,34	0,50	3,84
131	48,21	9,67	38,54
132	2,04	0,09	1,96
133	67,79	70,29	-2,50
141	3,04	2,00	1,05
142	16,92	0,06	16,85
211	67,53	408,56	-341,03
212	0,12	0,00	0,12
213	19,46	30,44	-10,98
221	30,31	13,33	16,98
222	25,93	23,87	2,06
223	11,29	24,65	-13,37
231	1,87	12,43	-10,56
241	7,65	25,63	-17,99
242	17,72	81,28	-63,57
243	19,93	29,96	-10,03
244	0,23	3,50	-3,27
311	231,57	444,41	-212,84
312	20,45	58,33	-37,87
313	11,19	47,41	-36,23
321	28,53	69,69	-41,16
322	0,00	2,00	-2,00
323	60,48	66,56	-6,08
324	573,68	267,36	306,32
331	9,97	10,55	-0,58
332	5,35	0,00	5,35
333	22,29	3,53	18,76
334	29,60	74,73	-45,13
335	0,00	0,38	-0,38
411	0,27	6,94	-6,66
412	0,00	0,00	0,00
421	0,66	0,10	0,56
422	0,00	0,00	0,00
511	2,71	7,49	-4,78
512	41,09	2,72	38,37
521	0,00	0,53	-0,53
522	0,00	0,00	0,00
523	0,50	1,92	-1,42

Osservando i seminativi in aree non irrigue (classe 2.1.1.) si nota come queste aree abbiano subito una diminuzione di circa 408 km<sup>2</sup> e un guadagno di circa 67 km<sup>2</sup> di aree provenienti da altre classi. Lo stesso dicasi per i boschi di latifoglie (classe 3.1.1.) che mostrano un valore di *change out* di 444 km<sup>2</sup> a fronte di un valore di *change in* di 231 km<sup>2</sup>. Un'ultima classe da prendere in considerazione sono le aree a vegetazione boschiva ed arbustiva (classe 3.2.4.) che hanno avuto una perdita di 267 km<sup>2</sup> ed un guadagno di 573 km<sup>2</sup>.

## Principali cambiamenti tra il 2000 ed il 2006

In Tabella 14 sono riportati i maggiori cambiamenti, al terzo livello CORINE, di uso/copertura del suolo avvenuti in ambito nazionale.

Tabella 14 - Maggiori cambiamenti di uso del suolo dal 2000 al 2006.

Change		Area (Km <sup>2</sup> )
311	324	409,15
324	311	220,32
211	121	146,6
211	112	70,15
334	324	58,46
211	133	45,06
133	121	42,26
313	324	39,65
321	323	38,06
312	324	37,94

I cambiamenti all'interno della classe 3, da 3.1.1, 3.1.2 o 3.1.3 a 3.2.4 e vice-versa, i più rappresentativi in termine di area, rappresentano diverse tipologie di dinamiche delle aree forestali. Il passaggio da 3.1 a 3.2.4 rappresenta un fenomeno potenzialmente di degrado se a discapito di aree forestali, ma deve essere depurato dalle dinamiche dovute agli impianti di arboricoltura. Questa analisi è possibile solo considerando lo strato informativo di IV livello. Le dinamiche opposte da 3.2.4 a 3.1 sono invece prevalentemente il risultato dell'evoluzione naturale del bosco in seguito all'abbandono delle attività agricole e pascolive nei terreni marginali.

Si notano inoltre i cambiamenti occorsi alla classe 2.11 verso 1.2.1, 1.1.2 e 1.3.3, che rappresentano un aumento delle superfici artificiali a scapito di quelle seminative.

Il passaggio dalla classe 1.3.3 a 1.2.1 mostra invece il termine dei lavori di costruzione e la chiusura dei cantieri nell'intervallo dal 2000 al 2006.

## **LA DISTRIBUZIONE DEI PRODOTTI CORINE LAND COVER**

In Italia, la distribuzione dei prodotti relativi al progetto CLC2006 avviene esclusivamente per via informatica tramite il sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/coperturasuolo>.

L'accesso al dato è reso possibile tramite download, visualizzazione nel portale cartografico e accesso remoto tramite servizio WMS (<http://www.mais.sinanet.isprambiente.it/ost>).

I dati accessibili sono relativi ai seguenti prodotti:

- cambiamenti 2000-2006;
- copertura CLC all'anno 2006;
- stato dell'impermeabilizzazione del suolo (2000-2006).

come imposto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, non sarà reso disponibile lo stato informativo relativo al CLC2000 revisionato.

In merito ai prodotti della componente IMAGE2006, L'EEA e la ESA hanno reso disponibili, per applicazioni di ricerca e sviluppo, il set di immagini multi temporali IRS III LISS e Spot 4 utilizzate per la realizzazione del progetto. (<http://eopi.esa.int/esa/esa?cmd=aodetail&aoname=IMAGE2006>).

## IL PROGETTO SOILSEALING

L'impermeabilizzazione, o *sealing*, è un processo di modifica del suolo che perde le caratteristiche di permeabilità indispensabili a garantire lo svolgimento delle sue funzioni naturali. Può essere dovuto a diverse cause, non solo antropiche, ma, in ambito urbano, è di particolare interesse lo studio del fenomeno dell'impermeabilizzazione del suolo legato alla progressiva urbanizzazione del territorio e, nello specifico, alla copertura permanente della superficie del suolo con materiali impermeabili.

Negli ultimi 40 anni, la popolazione europea è cresciuta del 20%, mentre la popolazione urbana è cresciuta praticamente del doppio (40%); inoltre, negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata del 20%, contro un aumento della popolazione del 6%. Attualmente, benché la crescita di popolazione in molte aree urbane si sia stabilizzata, continua lo sviluppo attorno alle periferie dei maggiori centri urbani, portando ad una centralizzazione dell'uso del territorio urbano. L'aumento del trasporto su strada ha stimolato lo sviluppo di nuove infrastrutture di trasporto e, in particolare, ha incrementato la richiesta di territorio da utilizzare per queste nuove infrastrutture (Barberis, 2005; EEA, 2002, 2003).

### Metodologia

Sulle basi di una richiesta della Commissione Europea, nel marzo del 2006 l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) propose una collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) per l'implementazione di una "Fast Track Service" nell'ambito del progetto comunitario GMES (Global Monitoring for Environment and Security), al fine di creare uno strato ad alta risoluzione relativo all'impermeabilizzazione del suolo (Figura 7).

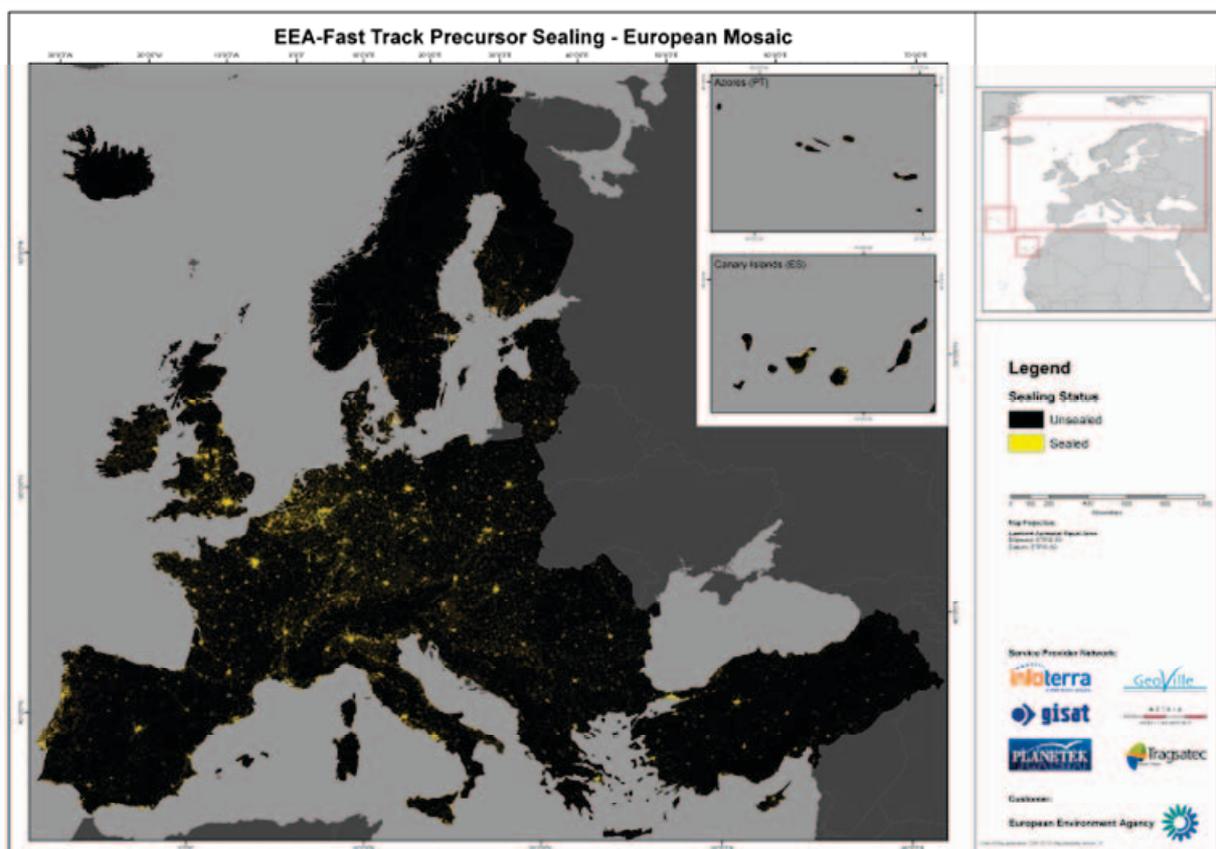


Figura 7 – Visualizzazione delle aree sealed dell'Europa: le aree in giallo indicano un sealing level del 20% o più (rappresentando un consumo significativo di suolo) per i 38 Stati Membri.

Questo strato nasce dalla necessità di fornire elementi discriminatori più dettagliati nell'ambito dell'ambiente urbano che fossero di complemento alla classificazione dell'uso/copertura del suolo del progetto europeo Corine Land Cover 2006 (CLC2006). Nell'ambito del progetto, ESA ha provveduto a fornire l'algoritmo per la classificazione e le immagini ad alta risoluzione (SPOT 4 e IRS LISS III), georiferite ed ortorettificate, riferite al 2006 (IMAGE2006). I produttori dello strato (Service Provider) hanno effettuato una classificazione pixel-based (20x20 m) considerando il grado percentuale (0-100%) di copertura impermeabile del suolo sulle basi di una legenda che prevede due classi (built-up e non built-up) fondate sul concetto di impenetrabilità. Nel contesto progettuale (Steenmans & Sousa, 2007; Maucha & Büttner, 2008), le aree definite *built-up* sono rappresentate da un grado di impermeabilizzazione compreso tra 1 e 100%, e comprendono pixel che sono totalmente o parzialmente appartenenti ad edifici, strade, cave ed installazioni, inclusi gli spazi ausiliari, deliberatamente installati in relazione ad attività umane.

## Processamento delle immagini satellitari

Il metodo utilizzato per il processamento del dato satellitare (Figura 8) ha coinvolto una classificazione ibrida (supervised - unsupervised): supervised perché l'utente definisce inizialmente le training areas per le aree built-up, ed è unsupervised perché successivamente le firme spettrali sono create mediante un algoritmo ISODATA (La Mantia et Al., 2009).

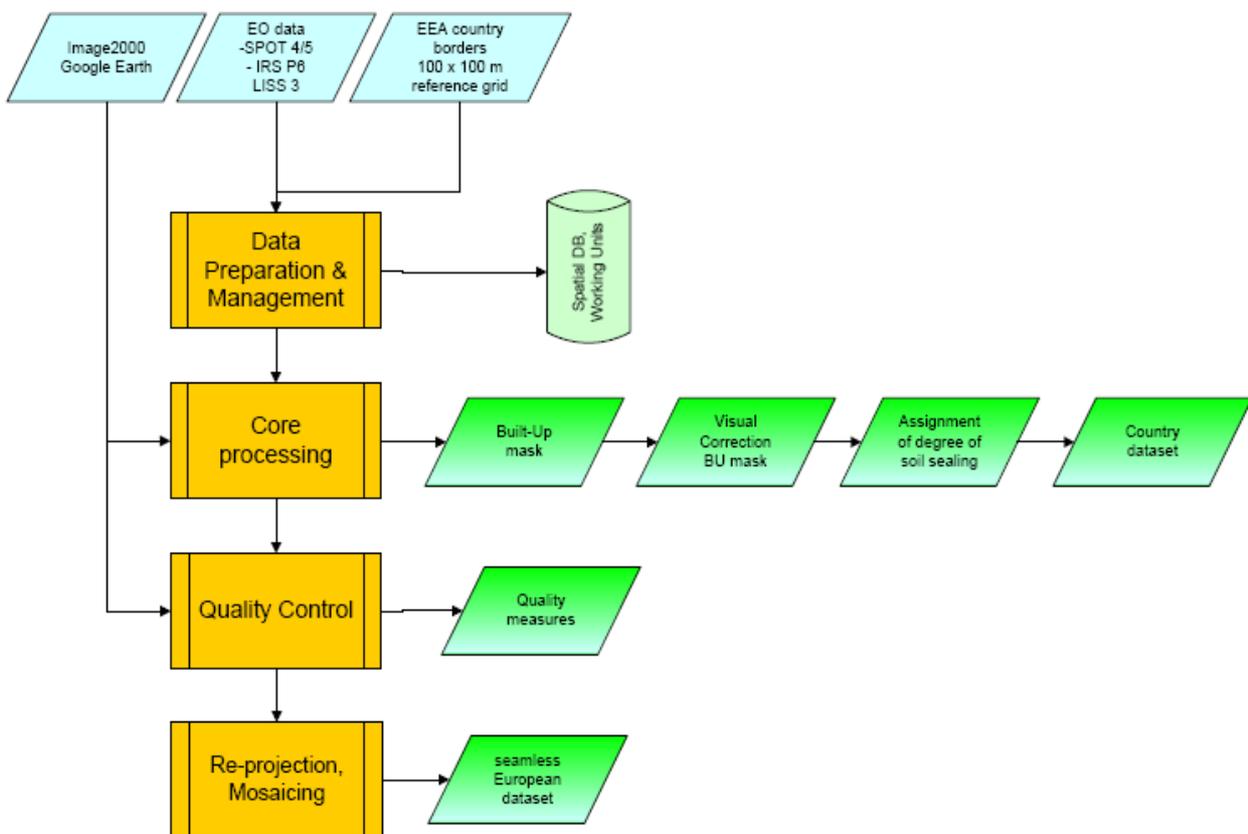


Figura 8 – Diagramma di flusso dell'approccio metodologico applicato

Seguendo il rationale della migliore combinazione delle 2 tipologie di classificazione, la metodologia implementata si è basata da un lato sulla capacità dell'interprete di definire le training areas e sulla corretta allocazione delle classi di copertura, dall'altro sulla capacità del processore di rendere spettralmente separabili le classi individuate. L'occhio umano rimane sempre il migliore mezzo disponibile per identificare le classi di copertura del suolo attraverso la definizione di aree

campione definite in funzione di un mix di informazioni spettrali-spaziali-tessiturali e di contesto. Nonostante ciò, il processore è migliore nel definire le firme spettrali di riferimento a partire dalle le training areas originali eliminando le ridondanze e raggruppandole in firme spettrali maggiormente separabili.

Il core processing dell'approccio metodologico applicato ad ogni WU si può riassumere nell'applicazione dei seguenti steps:

1. Definizione delle training areas per le classi built-up e relative firme spettrali
2. Implementazione di supervised classification e produzione di maschera built-up preliminare
3. Produzione delle firme spettrali non-built-up
4. Implementazione di supervised classification basata su entrambe le firme spettrali
5. Identificazione delle classi miste e relative firme spettrali
6. Produzione dell'output finale mediante supervised classification con firme spettrali finali
7. Post-processing manuale
8. Calcolo dell'NDVI per le aree built-up
9. Determinazione delle soglie di NDVI per le aree sealed e non-sealed
10. Riscaldamento dell'NDVI tra 1 (poco sealed) e 100 (totalmente sealed)

Gli ultimi 3 steps dell'approccio sopra descritto sono stati utilizzati per la determinazione del livello di impermeabilità, in una scala da 0 a 100%, da associare ad ogni pixel della mappa. Per tutti i pixel classificati come non built-up il livello di impermeabilità è stato posto uguale a 0 mentre per tutti gli altri pixel classificati come built-up il livello di impermeabilità è stato derivato sulla base dell'indice NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) calcolato sull'immagine satellitare che presentava il maggiore vigore vegetativo tra le 2 acquisizioni bi-temporali di ogni WU. Poiché l'NDVI non poteva essere direttamente traslato in "sealing level" è stato necessario ricorrere nuovamente alla fotointerpretazione dell'operatore per determinare le soglie per i valori di NDVI che dovevano limitare il range (minimo = 1% e massimo = 100%) della scala. Al fine di rendere robusto su scala europea l'approccio basato sull'NDVI è stato previsto, per ogni WU, di ri-scalare sempre i valori calcolati di NDVI in un range di valori con uguale media e deviazione standard in modo da poter uniformare la successiva suddivisione lineare tra 1 e 100% assumendo che in questo range esista una relazione lineare tra vigore vegetativo e sealing level.

## **Validazione**

Allo scopo di validare lo strato italiano relativo all'impermeabilizzazione del suolo è stato adottato un metodo quantitativo che segue le specifiche fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, 2008). Tale approccio verifica l'accuratezza della classificazione, per ettaro, relativamente alle aree impermeabilizzate/non impermeabilizzate (built up/ non built up). Per essere accettato da parte dei paesi membri, lo strato ha dovuto raggiungere un'accuratezza del 85%.

Per conseguire la validazione dello strato tematico, sono stati costruiti due strati vettoriali: il primo, relativo alle aree impermeabilizzate, contenente 500 celle di verifica, il secondo, relativo alla restante porzione della penisola, di 2000 celle. Le celle sono state costruite sulla base di poligoni regolari, di 100m di lato, e randomizzate via software.

Considerando che lo strato ad alta risoluzione è stato costruito sulla base di immagini satellitare di risoluzione geometrica pari a 20m, ci si è avvalsi della copertura di ortofotografie, riferite all'anno 2006 con risoluzione 50cm, fornite dal Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare tramite il Portale Cartografico Nazionale.

La metodologia prevede che le celle, contenenti ognuna 25 pixel relativi alle immagini satellitari utilizzate per la classificazione, siano denominate impermeabilizzate se al loro interno la copertura impermeabilizzata è maggiore del 80% (almeno 20 pixel su 25).

Nel computo generale, considerando sia gli errori di omissione che di commissione, è risultato che 88 celle su 500, relativamente alla componente impermeabilizzata del territorio, e 24 su 2000, relativamente alla componente non impermeabilizzata, sono state classificate erroneamente. L'analisi quantitativa condotta è riassunta nella tabella 15, che mostra un accuratezza dell'82,4% per le aree impermeabilizzate e del 98,8 per le aree non impermeabilizzate (95,54% overall).

**Tabella 15 - Accuratezza tematica dello strato validato.**

		Reference data			User's accuracy
		B	O	Sum	
Classified data	Built-up (B)	412	88	500	82,40%
	Other (O)	24	1976	2000	98,80%
	Sum	436	2064	2511	
	Producer's accuracy	94,50%	95,74%		
Overall accuracy:					95,54%

Sebbene il dato relativo alla componente non impermeabilizzata fornisca un valore di accuratezza tematica eccessivamente confortante, considerato il limitato numero di celle utilizzate in questa porzione di territorio (molto vasta rispetto alla componente impermeabilizzata che occupa al massimo il 6% dell'intero territorio nazionale) rispetto quelli utilizzati per la componente impermeabilizzata, si è proceduto con un'ulteriore verifica per valutare la probabilità di incorrere in un errore maggiore del 15%.

I risultati di quest'ulteriore analisi statistica si sono rivelati piuttosto insoddisfacenti, in quanto tale probabilità, per le due componenti dello strato, sono entrambe di molto superiori al 90% (tab 16).

**Tabella 16 – Analisi statistica relativa alla qualità del dato.**

Statistical validation results of the Italian HR built-up database (n1, n2) = (500,2000), Pclass = 4%, Pexlc = 0%, $\alpha_0 = \alpha_1 = 5\%$							
Error type	Number of all samples	numbers of wrong samples	Statistical results of the validation				
			P0 (Pmin)	P1 (Pmax)	mean error	confidence interval	Probability of having more than 15% error real in the database
Commission	500	88	15,03%	20,65	17,84%	2,81%	95,22%
Omission	2000	24	20,88%	40,56	30,72%	9,84%	99,89%

## Considerazioni finali

Il presente elaborato, destinato ad essere una componente di una rappresentazione generalizzata a livello europeo (generalizzazione del pixel da 20 a 100m), propone una rappresentazione cartografica del grado di impermeabilizzazione del suolo. Mancando in letteratura una definizione accettata e condivisa sul grado di impermeabilizzazione, i valori di soglia definiti in questo lavoro sono stati scelti mediando tra la moltitudine di specifiche provenienti dalle più autorevoli Istituzioni con competenza ambientale (FAO, 2005; EEA, 2004; EC, JRC and IES, 2008).

Il progetto che sta alla base degli elaborati proposti, derivando da un processo di classificazione semiautomatica di immagini telerilevate, comporta un livello di accuratezza che, pur consentendo di derivare una cartografia di dettaglio geometrico elevato, non permette la discriminazione di coperture del suolo che per loro natura presentano caratteristiche analoghe. Ad esempio, le aree adibite ad attività estrattive, che nello specifico hanno una risposta spettrale vicina ad una superficie artificiale, sono state, per esigenze progettuali, considerate impermeabilizzate, seppur soggette a modificazioni tali da aumentare la permeabilità del suolo. Per le stesse ragioni, sono presenti errori di classificazione dove insistono suoli ad elevata permeabilità, come letti di piena fluviale o depositi sedimentari costieri. Tali errori potrebbero essere anche attribuiti alla limitata risoluzione spettrale dei sensori utilizzati (due bande nel visibile e due nell'infrarosso vicino) o al generalizzato algoritmo di calcolo sviluppato da ESA ed utilizzato indistintamente per l'intera Europa. La validazione dello strato cartografico in questione, condotta da ISPRA, ha fornito un accuratezza tematica dell'85%, e l'analisi statistica associata ha evidenziato una probabilità del 95% di incorrere in un errore maggiore del 15%.

Considerato quanto sopra enunciato, questo lavoro si propone, non tanto come strumento di valutazione del livello di impermeabilizzazione del territorio, ma come strumento di supporto per l'analisi a livello urbano e, specificatamente, per l'identificazione e spazializzazione di fenomeni legati alle aree impermeabilizzate.



## BIBLIOGRAFIA

- Banko, G. 1998 A Review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data and methods including remote sensing data in forest inventory. Interim Report. IIASA,
- Banko, G., 2008 AUSTRIA: verification of high resolution soil sealing layer. A quantitative assesment.
- Barberis, R. (2005) – Consumo di suolo e qualità dei suoli urbani. Rapporto Arpa Piemonte.CLC2006
- Bologna, S., Chirici, G., Corona, P., Marchetti, M., Pugliese, A., Munafò, M., 2004. Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia. In, Conferenza Nazionale, Asita, pp. 467-472.
- Technical Guidelines: General project description 31 January 2007 and Annex 1 to 6, and CLC 2006 Nomenclature.
- CLC2006 Technical Guidelines: II. Interpreting land cover changes and producing CLC2006 20 December 2006.
- Terms of reference and template for CLC2006 national project plans;
- Directive of the European Parliament and of the Council establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
- EEA (2002) - “Environmental Signals 2002 – Benchmarking the millennium” - Environmental Assessment Report n. 9
- EEA (2003) - “Europe’s environment: the third assessment” - Environmental Assessment Report n. 10
- EEA (2004), Soil Sealing Workshop. Summary Report, European Topic Centre Terrestrial
- FAO Land Cover Classification System, 2005.
- GMES Fast Track Service on Land Monitoring, EEA Project Implementation Plan GMES Land FTS 2006-2008, 16.11.06;Maucha, G., Büttner, G., (2008) Reccomandations - Quantitative assessment high resolution soil sealing layer. EEA Tecnical Report.
- INFC, 2007 – Le stime di superficie 2005 – Prima parte. Autori G. Tabacchi, F. De Natale, L. Di Cosmo, A. Floris, C. Gagliano, P. Gasparini, L. Genchi, G. Scrinzi, V. Tosi. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA - ISAFSA, Trento. [on line] URL: <http://www.infce.it>.
- La Mantia, C., Iasillo, D., Sambucini, V., Bonora, N., 2009 - Mappa dei suoli impermeabilizzati in Europa. Atti della 13° Conferenza Nazionale ASITA.
- Maricchiolo, C., Sambucini, V., Pugliese, A., Munafò, M., Cecchi, G., Rusco, E., Blasi, C., Marchetti, M., Chirici, G., Corona, P., 2005. La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000. Rapporto 36, APAT.
- Steenmans, C., Sousa, A., (2007) Guidelines for verification of high resolution soil sealing layer – Qualitative assessment. EEA Technical Report.
- Van-Camp. L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S-K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/6, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Rif EC, JRC, IES, 2008 - Soil sealing in Europe.

## **ALLEGATI**

EEA Field name			ISO Number	EEA Description	Please fill in	Max	
Level 1	Level 2	Level 3					
Metadata on metadata				Defines the metadata on the dataset		1	
	Point of contact			Responsible organisation and individual for the metadata		1	
			Organisation name	8.376	Responsible organisation name		1
			Individual name	8.375	Responsible individual name		1
			Position name	8.377	The responsible individual role or position in the organisation		1
			Role	8.379	Function performed by the responsible organisation		1
			Address: Delivery point	8.378.381	Address line for the location		1
			Address: City	8.378.382	City of the location		1
			Address: State, Province	8.378.383	State, province of the location		1
			Address: Postal code	8.378.384	Postal code of the location		1
			Address: Country	8.378.385	Country of the location	Italy	1
			Address: E-mail	8.378.386	The electronic mail address of the responsible organisation or individual		1
	Last modified			9	Date of the last modification of the metadata		1
Name of standard			10	Name of metadata standard	EEA-MSGI/ISO19115 (First Edition)	1	
Version of standard			11	Version of the metadata standard	EEA-MSGI 1.1	1	
Dataset identification				Basic information required to identify the dataset		1	
	Title		15.24.360	Title of the dataset	CLC06 ITALY	1	
	Alternative title		15.24.361	Alternative titles of the dataset	CORINE Land Cover 2006 map of ITALY	N	
	Brief Abstract		15.EEA Brief Abstract	Brief abstract explaining in short the content of the dataset	CORINE Land Cover change 2000-2006 database of ITALY	1	

	Abstract	15.25	An abstract explaining the content of the dataset	The European Environment Agency (EEA) and the Joint Research Centre (JRC) launched the IMAGE&CLC2000 project with 26 participating countries in Europe in order to provide timely and relevant information on land cover to policy makers. Presently the number of participating countries is 30. In Italy the project is co-financed by: <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA);</li> <li>• The European Environment Agency (EEA): Grant Agreement 3601/RO/CLC/B2007.EEA.53035 and First emendament to Grant Agreement for an action:3601/RO/CLC/B2007.EEA.53035</li> </ul>	1	
	Keywords	15.33.53	Keywords helping to classify the dataset	CLC change, CLC2000, Corine, geographic, landcover change, environment, vector data, Italy	N	
	Topic category	15.41	A predefined ISO category, see <b>code list 2</b> underneath	010 (imageryBaseMapsEarthCover)	1	
	Dataset version	15.24.363	Version of the dataset	Version 1	1	
	Reference date	15.24.362.394	Date of last modification to the dataset	20091222	1	
Reference system			Definition of the reference system used for the dataset		1	
	Name	13.196.207	Name of reference system	WGS_1984_UTM_Zone_32N	1	
	Datum		Identity of the datum		1	
	Ellipsoid	Name	13.192.207	Name of datum	D_WGS_1984	1
				Identity of the ellipsoid		1
		Name	13.191.207	Name of ellipsoid	WGS_1984	1
		Semi-major axis	13.193.202	Radius of the equatorial axis of the ellipsoid	378137,00000000000000000000	1
		Axis units	13.193.203	Units of the semi-major axis	m	1
	Flattening ratio	13.193.204	Ratio of the difference between the equatorial and polar radii of the ellipsoid to the equatorial radius when the numerator is set to 1	298,257223563000030000	1	
	Projection			Identity of the projection		1
		Name	13.190.207	Name of projection	Transverse_Mercator	1
		Zone	13.194.216	Unique identifier for grid zone	32	1
		Standard parallel	13.194.217	Line of constant latitude at which the surface of Earth and the plane or developable surface intersect		1
Longitude Of Central Meridian		13.194.218	Line of longitude at the centre of a map projection generally used as the basis for constructing the projection	9	1	

		Latitude of projection origin	13.194.219	Latitude chosen as the origin of rectangular coordinates for a map projection	0	1
		False easting	13.194.220	Value added to all “x” values in the rectangular coordinates for a map projection. This value frequently is assigned to eliminate negative numbers. Expressed in the unit of measure identified in planar coordinate units	500000	1
		False northing	13.194.221	Value added to all “y” values in the rectangular coordinates for a map projection. This value frequently is assigned to eliminate negative numbers. Expressed in the unit of measure identified in planar coordinate units	0	1
		False easting northing units	13.194.222	Units of false northing and false easting	m	1
		Scale factor at equator	13.194.223	Ratio between physical distance and corresponding map distance, along the equator	0,999600	1
		Longitude of projection centre	13.194.224	Longitude of the point of projection for azimuthal projections		1
		Latitude of projection centre	13.194.225	Latitude of the point of projection for azimuthal projections		1
Distribution information				Information about the distributors of the dataset		1
	Owner			Information about the owner organisation		N
		Organisation name	15.29.376	Name of the owner organisation	European Environment Agency	1
		Individual name	15.29.375	Name contact person in the owner organisation	Chris Steenmans	1
		Position name	15.29.377	Position of the contact person in the owner organisation	Head of programme SES – SEIS Support, EEA	1
		Role	15.29.379	Always “Owner” role	Owner	1
		Address: Delivery point	15.29.378.38 9.381	Address line for the location	Kongens Nytorv 6	1
		Address: City	15.29.378.38 9.382	City of the location	Copenhagen	1
		Address: State, Province	15.29.378.38 9.383	State, province of the location	K	1
		Address: Postal code	15.29.378.38 9.384	Postal code of the location	1050	1
Address: Country	15.29.378.38 9.385	Country of the location	Denmark	1		

		Address: E-mail	15.29.378.38 9.386	The electronic mail address of the owner organisation or individual	<a href="mailto:eea@eea.europa.eu">eea@eea.europa.eu</a>	1	
	Originator			Information about intellectual creator (person and/or organisation with intellectual rights) of the dataset		N	
		Organisation name	15.29.376	Name of the creating organisation	ISPRA	1	
		Individual name	15.29.375	Name contact person in the creating organisation	Valter Sambucini	1	
		Position name	15.29.377	Position of the contact person in the creating organisation	Project manager - Responsible of the Territorial Network Sector of the Italian Institute for Environmental Protection and Research in Rome (ISPRA)	1	
		Role	15.29.379	Always "Originator" role		1	
		Address: Delivery point	15.29.378.38 9.381	Address line for the location	Via Vitaliano Brancati, 48	1	
		Address: City	15.29.378.38 9.382	City of the location	Rome	1	
		Address: State, Province	15.29.378.38 9.383	State, province of the location	Rome	1	
		Address: Postal code	15.29.378.38 9.384	Postal code of the location	'00148	1	
		Address: Country	15.29.378.38 9.385	Country of the location	Italy	1	
	Address: E-mail	15.29.378.38 9.386	The electronic mail address of the originator/creator organisation or individual	Valter.sambucini@isprambiente.it	1		
	Processor				The technical producer or processor of the data		N
		Organisation name	15.29.376	Name of the processor organisation	University of Molise, Dip. STAT, Lab. ECOGEOFOR	1	
Individual name		15.29.375	Name contact person in the processor organisation	Gherardo Chirici	1		
Position name		15.29.377	Position of the contact person in the processor organisation	Scientific supervisor	1		
Role		15.29.379	Always "Processor" role	Processor	1		
Address: Delivery point		15.29.378.38 9.381	Address line for the location	Contrada F.te Lappone snc	1		
Address: City	15.29.378.38 9.382	City of the location	Pesche	1			

		Address: State, Province	15.29.378.38 9.383	State, province of the location	Isernia	1	
		Address: Postal code	15.29.378.38 9.384	Postal code of the location	86090	1	
		Address: Country	15.29.378.38 5	Country of the location	Italy	1	
		Address: E-mail	15.29.378.38 9.386	The electronic mail address of the processor organisation or individual	gherardo.chirici@animol.it	1	
	Distributor				The organisation distributing the data		N
		Organisation name	15.29.376	Name of the distributor organisation	ISPRA	1	
		Individual name	15.29.375	Name contact person in the distribution organisation	Valter Sambucini	1	
		Position name	15.29.377	Position of the contact person in the distributor organisation	Responsible of the Territorial Network Sector of the Italian Institute for Environmental Protection and Research in Rome (ISPRA)	1	
		Role	15.29.379	Always "Distributor" role	Distributor" role	1	
		Address: Delivery point	15.29.378.38 9.382	Address line for the location	Via Vitaliano Brancati, 48	1	
		Address: City	15.29.378.38 9.383	City of the location	Rome	1	
		Address: State, Province	15.29.378.38 9.384	State, province of the location	Rome	1	
		Address: Postal code	15.29.378.38 5	Postal code of the location	'00148	1	
		Address: Country	15.29.378.38 9.386	Country of the location	Italy	1	
	Address: E-mail	15.29.378.38 9.382	The electronic mail address of the distributor organisation or individual	Valter.sambucini@isprambiente.it	1		
	Access rights				Defines access rights for the dataset		N
Type of constraint		20.70	The type of access right applied to assure the protection of privacy or intellectual property, and any special restriction or limitations on obtaining the resource. See <b>code list 1</b> .	No restriction	1		
Restriction		20.72	Description of the restriction of the access right.	free	1		
Other dataset information				Other aspects explaining the dataset		1	
	Language	15.39	Language used within the dataset	EN	1		
	Format name	15.32.285	Name of the used exchange format for the dataset	ArcInfo coverage	1		

Format version	15.32.286	Version of the used exchange format for the dataset	9.2	1	
Methodology description	18.81.83	General explanation of the data producer's knowledge about how the geometry was constructed/derived and how the attribute information being part of the dataset was generated.	CLC-Changes (CLC06_Italy) database has been derived from CLC2006 by visually comparing IMAGE2006 and IMAGE2000. All changes fulfilling the mapping criteria (> 5 ha, > 100 m boundary displacement) have been delineated, not only those that form a valid (>25 ha) polygon in CLC90	1	
Changes	18.EEACHanges	Description of the changes since last version of the dataset		1	
Process steps		Information about the event in the creation process of the dataset		N	
	Description	18.81.84.87	Description of the process step including related parameters or tolerance	Step1: Visual comparison of IMAGE2000 and CLC2006 database displayed on IMAGE2006, direct delineation of changes. Software used: ArcView 3.2	1
	Source data reference title	18.81.84.91.360	Name of the resource used in process step	IMAGE2006 data: Ortho-corrected Spot-4 HVIR and IRS P6 LISS III imagery. Pixelsize: 20 m	N
	Source data reference date	18.81.84.91.362	Date of the resource used in process step	March 2005 — Nov 2006	N
	Source data reference title	18.81.84.91.360	Name of the resource used in process step	IMAGE2000 data: Ortho-corrected Landsat ETM imagery,. Pixelsize: 25 m	
	Source data reference date	18.81.84.91.362	Date of the resource used in process step	Mar 1998 – Nov 2001	
	Source data reference title	18.81.84.91.360	Name of the resource used in process step	Step2: Internal verification (Technical&thematic)	
	Source data reference date	18.81.84.91.362	Date of the resource used in process step		
	Source data reference title	18.81.84.91.360	Name of the resource used in process step	Step3: External verification by the CLC2006 Technical Team	
	Source data reference date	18.81.84.91.362	Date of the resource used in process step		
	Source data reference title	18.81.84.91.360	Name of the resource used in process step	Step4: Merging of adjacent working units	
	Source data reference date	18.81.84.91.362	Date of the resource used in process step		
Scale	15.38.60.57	Gives a rough value of accuracy of the dataset; e.g. 2500000 means dataset has an accuracy suitable for use at scale 1:2.5 million at best	100.000	1	
Geographic accuracy	15.38.61	Geographic accuracy of location, ground distance as an value in meters	100	1	
Geographic box		Geographic position bounding box of the dataset		1	

		West bound longitude	15.42.336.34 4	Western-most coordinate of the limit of the dataset extent, expressed in longitude in decimal degrees (positive east)	6,511719005	1
		East bound longitude	15.42.336.34 5	Eastern-most coordinate of the limit of the dataset extent, expressed in longitude in decimal degrees (positive east)	19,630355262	1
		South bound latitude	15.42.336.34 6	Southern-most coordinate of the limit of the dataset extent, expressed in latitude in decimal degrees (positive north)	35,20611425	1
		North bound latitude	15.42.336.34 7	Northern-most coordinate of the limit of the dataset extent, expressed in latitude in decimal degrees (positive north)	47,154264841	1



