

## **Classificazione CORINE al 2008 per la provincia di Avellino e confronto con la previsione del Land Change Modeler (Clarks Lab.)**

F. Saveriano, M. Zicarelli

Dipartimento di Scienze Applicate, Sezione Geodesia, Topografia e Idrografia  
Università degli Studi di Napoli "Parthenope", Via A. De Gasperi, 5 - 80133 Napoli,  
tel. 081-5476608, fax 081-5512330, e-mail francesco.saveriano@uniparthenope.it, maria.zicarelli@uniparthenope.it

### **Riassunto**

L'obiettivo di quest'articolo è stato quello di generare, per la provincia di Avellino (settore Est dell'alta Irpinia), la classificazione 2008 tipo CORINE Land Cover (CLC), CLC2008, utilizzando una scena del 2008 acquisita dal satellite IKONOS, come aggiornamento delle precedenti del 1990 e del 2000, realizzate con i sensori di immagine Landsat TM ed ETM+.

La digitalizzazione della *false colour composite RGB* dell'immagine multispettrale IKONOS 2008, effettuata anche grazie alle tecniche di fotointerpretazione e a collegamenti sia a *Google Earth* che a *Visual Earth*, ha permesso di produrre la CLC2008 per confrontarla con le precedenti (1990, 2000) classificazioni tipo CORINE, disponibili in *file* vettoriali nel sito dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), convertite in formato *raster* alla risoluzione spaziale delle immagini Landsat. La serie temporale delle due CLC iniziali ha consentito, inoltre, di vagliare la potenzialità del Land Change Modeler (LCM), presente in IDRISI 15.0 [Eastman J.R., 2006] del Clarks Laboratory, di predire la copertura territoriale per un anno prescelto, il 2008, per confrontare quest'ultima con la CLC2008, realmente effettuata, nonché determinare, visualizzandoli, i cambiamenti della copertura territoriale dal 1990 al 2000 e al 2008. È emerso così un vasto scenario di opportunità per specialisti ambientali per l'intera gamma delle variazioni delle coperture presenti sul territorio.

### **Abstract**

The aim of this paper has been to determine, for the East sector of the Avellino province, in the High Irpinia, the CORINE type Land Cover classification for the year 2008, CLC2008, using IKONOS data of a scene of the 2008 to be compared with CLC of 1990 and 2000 realized through the Landsat TM and ETM+ image sensors.

The CLC2008 has been generated by digitalizing the *false colour composite* of the IKONOS image of 2008, by using photo interpretation techniques and links both to Google Earth and Visual Earth, to be compared to the CLC90 and CLC2000, available as vector files at the website of APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), afterwards converted to raster files at the spatial resolution of the LANDSAT images.

Then, the CLC90 and CLC2000 have been used to produce a CORINE like classification prediction for the year 2008 using the potentials of the recent new module of the Andes Edition of IDRISI Software, the Land Change Modeler (LCM). It has emerged a big frame of opportunities for environmental analysts related to all the land cover classes present in the scene.

### **Introduzione**

Il progetto CORINE [APAT, 2005], previsto per generare la classificazione delle coperture del territorio italiano, attualmente riconosce due date fondamentali, il 1990 e il 2000. Ogni elaborazione successiva alla seconda di queste date, è un perfezionamento dello stesso progetto per aggiornare la classificazione alla realtà più recente.

L'idea di questo lavoro è stata dunque quella di creare un aggiornamento della classificazione CORINE, utilizzando un'immagine IKONOS multispettrale del 2008, fig. 1, relativa alla zona dell'Alta Irpinia, al confine con la Puglia, con coordinate UTM WGS84: min x = 525740; max x = 537732; min y = 4526232; max y = 4547324.

Si è anche cercato di predisporre il necessario canovaccio per generare, in un prossimo lavoro, il livello 4 del Progetto CORINE [European Commission, 1993], sfruttando come in questo caso, scene satellitari con risoluzioni geometriche migliori delle risoluzioni relative alle immagini Landsat (30 e 15 m), utilizzate all'inizio del progetto stesso.

Inoltre, è sembrato opportuno sottoporre al vaglio il modulo sperimentale del *software* IDRISI 15.0, il *Land Change Modeler* (LCM), per la predizione della copertura del suolo per un anno scelto dall'utente, disponendo di immagini classificate relative a due anni precedenti. Questa idea era già stata usata [Saveriano F., 2008] per una zona della Toscana del Nord, per la quale furono utilizzate immagini ASTER. Anche nel caso dell'Alta Irpinia si è proceduto a verificare la bontà della predizione LCM rispetto alla classificazione realizzata per vettorializzazione manuale dell'immagine a disposizione.

### Classificazione CORINE al 2008 dell'alta Irpinia (AV)

Per l'aggiornamento al 2008 della classificazione CORINE sono stati prelevati i *file* delle classificazioni CLC (CORINE Land Cover) del 1990 e del 2000 dal sito [www.clc2000.sinanet.apat.it/cartanetms/] dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, già georiferiti in UTM WGS84. Il sito di ISPRA, sezione APAT, mette a disposizione, in formato vettoriale, le classificazioni CORINE per le intere regioni Italiane nella serie storica 1990 e 2000, mentre l'immagine IKONOS disponibile comprendeva parte della regione Campania, con una zona dell'Alta Irpinia, più una parte della regione Puglia. Dopo il riconoscimento di quattro punti a terra nella zona dell'Alta Irpinia sulle IKONOS, si è proceduto al taglio dei *file* vettoriali, in ambiente ARCGIS, per lavorare sulla sola zona scelta della Campania.

La realizzazione della classificazione della copertura del suolo relativa all'anno 2008 si è ottenuta grazie alla vettorializzazione per poligoni, in ambiente IDRISI, servendosi molte volte anche di mappe di *Google Earth*, di *Visual Earth* e di ortofoto a colori del 2000 dal sito di Atlante Italiano [http://www.pcn.minambiente.it/PCN/].

Il risultato della vettorializzazione, convertito in immagine *raster*, opportunamente filtrata, è tale che i bordi delle classi non presentano zone non classificate, come richiesto nel progetto CORINE. Nelle figure 2, 3 sono mostrati i prodotti finali delle classificazioni CLC90 e CLC2000 e, nella figura 4, la CLC2008, ossia l'aggiornamento della CLC2000.



Fig. 1 – Zona di interesse

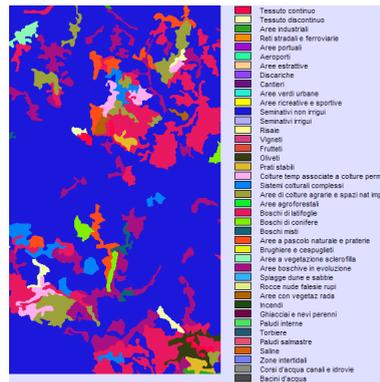


Fig. 2 – CORINE Land Cover 1990

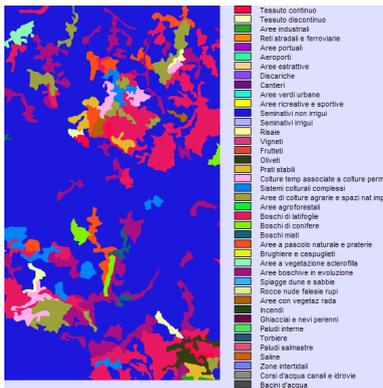


Fig. 3 – CORINE Land Cover 2000

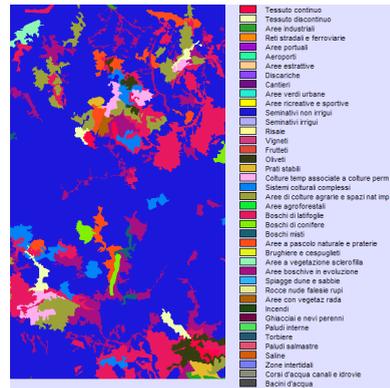


Fig. 4 – CORINE Land Cover 2008

Il confronto tra la CLC2008 e le CLC del 1990 e del 2000 ha mostrato, in queste ultime due, errori di denominazione delle classi. Il caso più evidente per le dimensioni e la tipologia delle classi è mostrato in figura 5 dove sono delimitati in rosso i *sistemi colturali e particellari complessi* (classe 2.4.2.), erroneamente indicati *prati stabili*, (classe 2.3.1.), in CLC90 e CLC2000; in verde, le *aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione*, (classe 3.2.4.), erroneamente indicate *boschi di latifoglie*, (classe 3.1.3.), in CLC90 e CLC2000.

Senza voler ricercare le cause di queste evidenti sviste, verificabili anche consultando le ortofoto del 2000 dal sito di “Atlante Italiano”, non si può tacere il fatto che questi errori, certamente non imputabili alla diversa risoluzione dei sensori Landsat rispetto all’IKONOS, hanno creato problematiche consistenti quando si è passati al confronto tra il CLC2008 e l’LCM2008.

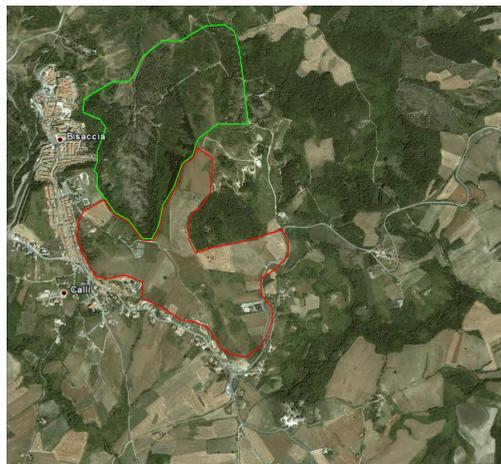


Fig. 5 – Esempi di poligoni erroneamente classificati. In rosso, la 2.4.2. in CLC2008, 2.3.1. in CLC90 e CLC2000.

In verde la 3.2.4. in CLC2008, 3.1.3. in CLC90 e CLC2000.

### Land Change Modeler

Il Land Change Modeler, LCM, ambiente di *software* integrato per l’analisi delle variazioni della copertura territoriale, per la proiezione del loro andamento nel futuro e per la valutazione delle eventuali implicazioni nelle variazioni concernenti *habitat* e biodiversità, rappresenta la prima applicazione estensiva verticale, ossia diretta verso una specifica applicazione, sviluppata dai Laboratori Clark [Eastman J. R., 2006] e inserito in IDRISI 15.0.

Il *Land Change Modeler*, LCM, che letteralmente significa simulatore di variazione della copertura del territorio, a tutt'oggi fornito in versione sperimentale e non largamente testato, lo si è voluto utilizzare proprio per valutarne e commentarne le prestazioni, pur riconoscendo di non aver potuto individuare un buon numero di variabili o *forcing* per le desiderate applicazioni. La procedura innescata dall'LCM passa per l'organizzazione, e una serie di presentazioni grafiche a pannelli, del complesso delle analisi incrociate provenienti dalle immagini classificate relative agli anni utilizzati. Nel primo, fig. 6, col titolo *Change Analysis*, si evidenzia il risultato dell'analisi dei cambiamenti delle coperture territoriali relativi all'intervallo di tempo coperto dai dati a disposizione (CLC90 e CLC2000) e, pertanto, si visualizza un prospetto delle variazioni che consta di due descrittori, il verde per mostrare gli aumenti, il viola per le perdite relative alle classi indicate. Successivamente, subentra la fase predittiva dei cambiamenti, nel *Change Prediction*, che modella gli stessi attraverso l'ipotesi di variabili statiche, ossia indipendenti dal tempo, i *Transition Potentials*, consistenti in una singola transizione o in un gruppo di transizioni, che esprimano gli aspetti delle opportunità essenziali per il cambiamento di utilizzo del territorio [Eastman J. R., 2006].

## Risultati

Per analizzare i cambiamenti, e le relative predizioni future, sono stati effettuati gli opportuni tagli per ricavare il solo territorio relativo all'Alta Irpinia delle due mappe CLC90 e CLC2000 messe a disposizione dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Queste due mappe rappresentano i dati di partenza per produrre il grafico in fig. 6, pannello del *Change Analysis*, in cui le aree sono espresse in ettari per accertare che fosse soddisfatto il vincolo areale, (25 ha), imposto da CORINE. Dalla fig. 6 si evince che un gruppo di classi non ha subito alcuna variazione, mentre, leggendo il grafico classe per classe, si può notare che nei dieci anni dal 1990 al 2000:

- le aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione (classe 3.2.4.) hanno guadagnato 7ha, perdendone 10;
- la classe prati stabili (classe 2.3.1.) ha guadagnato 107ha;
- la classe seminativi in aree non irrigue ha guadagnato 15ha e ne ha persi 114;
- la classe aree industriali, commerciali e servizi pubblico - privati (1.2.1.) ha perso 5ha.

Per quanto riguarda la causa della perdita dei 5ha della classe, relativa alle aree industriali, è forse ipotizzabile una consistente diminuzione degli investimenti da parte di imprenditori privati che, come in [Scafoglio D., 2005], preferiscono la realizzazione di siti industriali nelle aree dell'Est Europeo non lontani dall'Italia e vantaggiosi per l'utilizzo di manodopera a costi dimezzati.

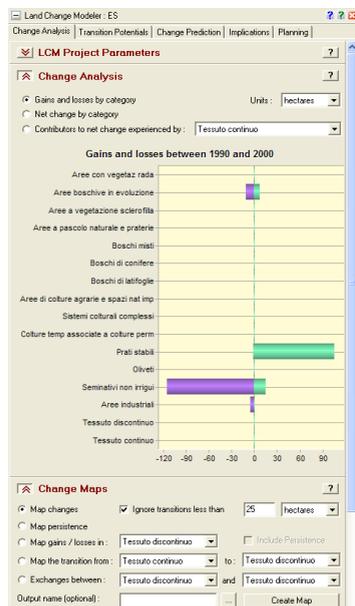


Fig. 6 – Change Analysis dell'LCM

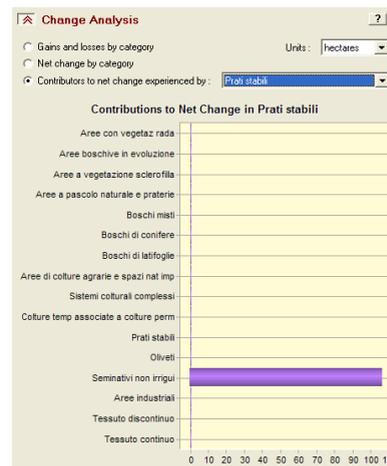


Fig. 7 – Contributions to Net Change per la classe prati stabili

Il gruppo di classi, che non varia, viene raggruppato in un'unica classe in quanto non interviene nella successiva procedura dell'LCM.

Delle classi, che hanno invece contribuito alla variazione del territorio in esame, si nota l'importante aumento netto della classe dei prati stabili, 2.3.1., come si evidenzia nel pannello di fig. 6, mentre nella fig. 7 è possibile notare che i contributi, conferiti a quest'ultima, provenivano principalmente dai seminativi in aree non irrigue, (2.1.1.), per un totale di 107 ha.

Ottenuto il prospetto delle variazioni, l'LCM offre la possibilità di generare proiezioni dei possibili cambiamenti nel futuro se si riescono ad ipotizzare ed a costruire *file raster* che, in una logica di tipo neurale, come è il *Modeler* dell'LCM, rappresentino i vincoli, *forcing*, per generare tutte le transizioni, o variazioni potenziali, consentite dalla soglia areale imposta dal progetto CORINE. L'LCM può allora procedere a organizzare un numero di sottomodelli, tanti quante sono le transizioni, con l'ipotesi che le forze innescanti i cambiamenti siano le stesse per tutte le classi.

È questo un problema con transizioni multiple, più cause con lo stesso effetto, gestito dall'opzione *Multi-Layer Perceptron*, MLP, appartenente a una fase piuttosto delicata che risente molto dell'esperienza dell'analista, fondamentale per la valutazione delle cause di innesco dei cambiamenti futuri.

Tra le cause più probabili è sembrato opportuno annoverare i seguenti punti:

- 1) distanza dal tessuto urbano preesistente;
- 2) distanza dalla rete stradale e infrastrutture industriali;
- 3) asperità e conformazione del territorio, (*Digital Terrain Model*, pendenze);
- 4) probabilità condizionata che aree di cambiamento sperimentino il disturbo in esame.

Delineate le cause che hanno probabilmente contribuito a modificare il territorio, occorre che esse stesse diventino variabili in senso operativo e, quindi, si è passati a generare, dall'immagine *booleana* del tessuto urbano discontinuo e dalla rete stradale, *file raster* delle distanze dei *pixel* dai *forcing* per i primi due punti. Il terzo punto, comprendente due *forcing*, è decisamente di competenza del *Digital Terrain Model*, DTM, disponibile sulla zona, da cui viene generato anche il secondo *forcing*, il *file* delle pendenze, che mette in risalto le inclinazioni delle superfici. Il quarto punto è una mappa di verosimiglianza che viene generata da CLC90 e CLC2000 [Saveriano F., 2008].

La simulazione della predizione si avvale dei *file di forcing* una volta scelto l'anno, a cui la stessa si vuole produrre. L'ultimo passo consiste nel confrontare il risultato della simulazione in fig. 8a, *Projected Land Cover*, o LCM 08, con la CLC2008, fig. 8b.

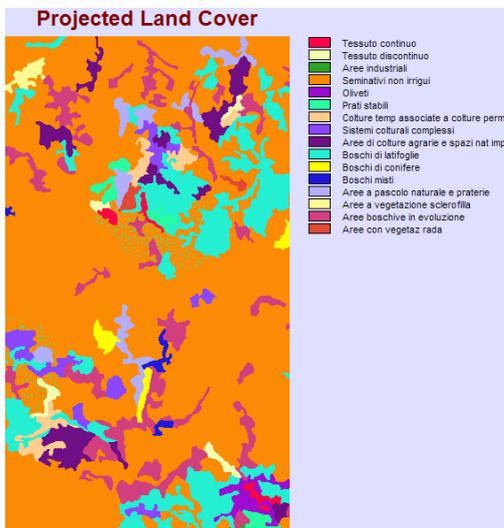


Fig. 8a – LCM2008.

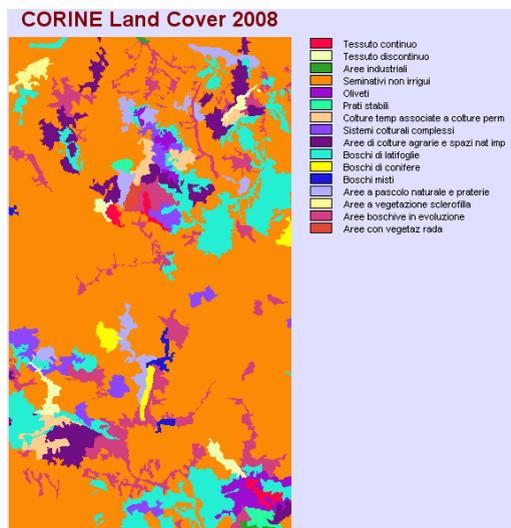


Fig. 8b – CLC2008.

Nella figura 8a, proiezione al 2008 dell'LCM, si nota la classe 2.3.1., (prati stabili), che compare in piccole e numerose chiazze, spesso a ridosso della 2.1.1., (seminativi in aree non irrigue), e della 3.2.1., (aree a pascolo naturale e praterie), che non compaiono nella fig. 8b, probabilmente perché,

quando si tratta di analizzare zone per la produzione di foraggio, spesso tutte queste si possono confondere in quanto non hanno una ben chiara definizione se non la differenza che la 2.1.1. include foraggiere con rotazione stagionale, che possono, dopo 5 anni dall'aratura, diventare prati stabili, 2.3.1., classe, essa stessa, stabile per definizione. Infatti, poiché gli anni che intercorrono tra CLC90, CLC2000 e CLC2008, sono più di 5, è plausibile pensare che nell'immagine di previsione sia stata identificata una zona di aumento dei prati stabili, che derivano dalla classe 2.1.1., con la specifica di foraggiere a rotazione stagionale.

### **Conclusioni**

In conclusione, si può affermare che l'idea di utilizzare il *Land Change Modeler* per misurare e descrivere i cambiamenti nel tempo subiti dalla zona d'interesse, come in [Saveriano F., 2008], ripropone risultati chiari e facilmente illustrabili, che possono costituire una miniera di stimoli per gli specialisti di impatto ambientale e pianificazione territoriale.

### **Bibliografia**

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

([www.apat.gov.it/site/\\_contentfiles/00140800/140870\\_R61\\_2005.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00140800/140870_R61_2005.pdf)).

**APAT**, La realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000*, Rapporti 36/2005 ([www.sinanet.apat.it](http://www.sinanet.apat.it)).

**Eastman J.R.**, IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing, Clark Labs, 2006.

**European Commission**, 1993, CORINE land Cover Technical Guide, DG Environment, EUR 12585 EN, Luxembourg, 137 pp.

**Saveriano F.**, Metodologie di Analisi dei Dati Telerilevati per la Classificazione delle Immagini, Tesi di Laurea, 2008

(<http://dsa.uniparthenope.it/dsa/Sezioni/SezionediGeodesiaTopografiaeIdrografia/FotogrammetriaeTelerilevamento/TesidiLaurea/tabid/862/Default.aspx>).

**Scafoglio D.**, Introduzione alla ricerca etnoantropologica, Fisciano, Cues, 2005.