

# Analisi dello stato dell'arte delle fonti informative di uso e copertura del suolo prodotte in Italia

di Giuseppe Pulighe, Flavio Lupia, Silvia Vanino, Filiberto Altobelli, Michele Munafò, Sandro Cruciani

**Il progetto ITALI (*Integration of Territorial And Land Information*) nasce per rispondere alle esigenze dell'Ufficio Statistico dell'Unione Europea (Eurostat), con lo scopo di supportare, integrare e migliorare l'informazione statistica sulla copertura del suolo a livello nazionale correntemente prodotta dall'indagine europea LUCAS (*Land Use/Cover Area frame Statistical survey*).**

Il progetto è stato avviato nel 2013, avrà una durata complessiva di 18 mesi, ed è coordinato dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA), dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), del Sistema Informativo Nazionale per lo sviluppo dell'agricoltura (SIN S.p.A.) e del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf). L'obiettivo principale del progetto ITALI consiste nella comparazione e integrazione del patrimonio informativo sulla copertura/uso del suolo presente in Italia a livello nazionale, al fine di produrre statistiche ufficiali, omogenee e periodicamente aggiornate sull'utilizzo del territorio e con dettaglio territoriale almeno regionale.

La produzione di informazioni sulla copertura/uso del suolo aggiornate e di buona qualità è fondamentale per lo sviluppo di analisi di varia natura a livello territoriale. La possibilità di integrazione di banche dati differenti e la loro omogeneizzazione basata su una nomenclatura comune risponde poi alle esigenze di ricerca scientifica dei partner coinvolti che sono interessati all'utilizzo delle informazioni sulla copertura/uso del suolo per finalità di analisi statistica.

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- Analizzare e descrivere le fonti di dati a copertura nazionale su copertura/uso del suolo;
- Integrare le fonti di dati per produrre stime sulle superfici coerenti con la classificazione Eurostat;
- Condurre uno studio pilota per verificare e validare le stime sulle superfici;
- Proporre una metodologia per integrare le fonti di dati con l'indagine LUCAS e valutare i costi di sostenibilità di una integrazione futura.

Il presente contributo riporta una disamina dettagliata delle principali caratteristiche delle banche dati di copertura e uso del suolo attualmente disponibili a livello italiano.

## **Analisi e confronto tra le banche dati di copertura/uso del suolo**

La ricognizione delle informazioni a livello nazionale sulle banche dati di copertura/uso del suolo disponibili è stata avviata nell'ambito del primo task di progetto ed ha consentito di individuare nove strati informativi (Tab. 1). Per cia-

scuna fonte di dati è stata compilata una scheda standard di rilevazione, in accordo con la Direttiva INSPIRE, contenente i principali metadati quali: sistema di classificazione, modalità di realizzazione, scala, accuratezza, copertura temporale, formato dei dati.

L'analisi ha evidenziato che questi strati informativi hanno caratteristiche e finalità completamente differenti. Le varie tipologie di dati possono essere raggruppate in due grandi categorie:

- banche dati prodotte mediante campionamento di punti o aree;
- banche dati prodotte dall'analisi di immagini te-lerilevate.

### *Banca dati AGRIT*

La rilevazione AGRIT appartiene alla prima tipologia di dati ed è prodotta dalla società SIN S.p.A. su commissione del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf). Il campionamento delle informazioni avviene su una griglia regolare di punti, mentre la legenda ha una struttura gerarchica su due livelli per un totale di 86 classi, di cui 59 particolarmente dettagliate per le superfici agricole.

### *Banca dati POPOLUS*

La rilevazione POPOLUS (*Permanent Observerd POints for Land Use Statistics*) è la base di campionamento del *frame* di rilevazione AGRIT e dispone di 22 classi. La superficie agricola comprende la superficie coltivata (seminativi e colture permanenti) e foraggere permanenti (prati permanenti, pascoli).

### *Banca dati IUTI*

La rilevazione IUTI (Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia), realizzata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) nell'ambito del registro nazionale dei serbatoi di carbonio, è un sistema di classificazione dell'uso del suolo di tipo campionario su griglia regolare di punti, uniformemente distribuiti su tutto il territorio nazionale secondo uno schema statistico sistematico non allineato. I punti vengono classificati a video mediante fotointerpretazione diacronica di ortofoto in bianco e nero ed a colori. Dispone di un sistema gerarchico a tre livelli per un totale di dieci classi.

### Banca dati INFC

La rilevazione INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio) è coordinata e realizzata dal Corpo Forestale dello Stato con il sostegno scientifico e tecnico del CRA-MPF (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale). È basata su un campionamento su griglia regolare di punti, con un sistema di classificazione campionario gerarchico a quattro livelli, e comprende due macrocategorie inventariali, otto categorie inventariali, 23 categorie forestali e 91 sottocategorie forestali. La classificazione in macrocategorie e categorie inventariali è il risultato di una prima fotointerpretazione a video e successiva verifica in campo. Al primo livello segue il sistema di nomenclatura Corine Land Cover.

### Banca dati Corine Land Cover

Lo strato informativo Corine Land Cover (COOrdination of INformation on the Environment) è nato a livello europeo per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale. Il sistema di classificazione è di tipo misto di copertura e uso del suolo. La legenda ha una struttura gerarchica con cinque classi al primo livello, quindici classi al secondo livello e 44 classi al terzo livello. Per la realizzazione del progetto sono state utilizzate e classificate immagini satellitari (SPOT-4, SPOT-5, IRS) con l'ausilio di dati ancillari quali ortofoto, mappe topografiche e modelli digitali del terreno.

### Banca dati GMES – Copernicus Urban Atlas

Lo strato informativo GMES (Global Monitoring for Environment and Security) Urban Atlas, realizzato nell'ambito del programma europeo GMES - Copernicus e coordinato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, fornisce una visione paneuropea sulla copertura e uso del suolo per le grandi aree urbane con più di 100.000 abitanti. È basato su un sistema gerarchico di classificazione a quattro livelli creato mediante classificazione di immagini satellitari ad altissima risoluzione. Distingue diciassette classi di copertura e uso del suolo, particolarmente dettagliate per le superfici artificiali, e tre classi per le aree naturali e semi-naturali.

### Banca dati GMES – Copernicus High Resolution Layer

Lo strato informativo HRL (High resolution layer) fa parte del programma europeo GMES - Copernicus e fornisce specifiche informazioni sulla copertura del suolo di tipo complementare a quelle fornite dal progetto CORINE. È uno strato di tipo raster, è basato sulla classificazione di immagini satellitari e presenta cinque classi di copertura del suolo per i seguenti strati: grado di impermeabilità (impermeabilizzazione del suolo quali edifici, strade ecc.); aree forestali; prati; zone umide; corpi idrici.

### Banca dati Rete nazionale di monitoraggio dell'impermeabilizzazione e del consumo di suolo

La rete nazionale di monitoraggio dell'impermeabilizzazione e del consumo di suolo è gestita dall'ISPRA, in collaborazione con il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPA) e ricostruisce l'andamento del consumo di suolo in Italia dal secondo dopoguerra ad oggi. È di tipo puntuale ed è basata su un sistema di classificazione a due livelli per un totale di 27 classi di copertura del suolo. Lo scopo principale di questi dati è quello di valutare nel tempo il consumo di suolo, mediante una metodologia di campionamento stratificato, che unisce la fotointerpretazione di ortofoto e carte topografiche storiche con dati telerilevati ad alta risoluzione.

### L'indagine LUCAS

La rilevazione LUCAS - Land Use and Cover Area frame Survey (Decisione n. 1445/2000/EC del Parlamento Europeo del 22/05/2000) è un progetto paneuropeo condotto da Eurostat che consiste in una indagine statistica campionaria con il fine di raccogliere dati da utilizzare per produrre statistiche su scala europea sulla copertura e uso del suolo, nonché informazioni riguardo il paesaggio e la biodiversità. Questa esigenza di rilevazione nasce dalla necessità di analizzare le interazioni tra agricoltura, ambiente e paesaggio rurale, al fine di supportare la formulazione di politiche di gestione nel più ampio quadro delle politiche agricole e ambientali promosse dall'Unione Europea.

Sulla base dell'esperienza acquisita durante la fase pilota (dal 2000 al 2007), che coinvolse inizialmente 15 Stati membri dell'Unione europea (la prima indagine si è svolta nel 2001), la nuova rilevazione LUCAS per il 2012 ha coinvolto tutti i 27 Stati Membri, per un numero totale di punti campione pari a 270.389, mentre per l'Italia sono stati campionati 20.013 punti. I punti oggetto di indagine, individuati con una precisa metodologia statistica, ricadono su tutte le tipologie di copertura del suolo quali seminativi, prati, aree boscate, aree edificate, infrastrutture di trasporto (Fig. 2). Il rilevatore si reca sui punti selezionati, li fotografa e identifica il tipo di copertura/uso del suolo, il tipo di irrigazione utilizzata ed alcuni elementi del paesaggio. I dati di copertura del suolo vengono quindi classificati secondo una nomenclatura armonizzata che prevede 95 classi fino al terzo livello gerarchico per i dati di copertura, e 49 classi fino al secondo livello gerarchico per i dati di uso del suolo. I dati campionari per i singoli paesi sono disponibili per il download al sito: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/lucas/>



Visualizzazione dell'uso del suolo in corrispondenza dei punti di rilevazione AGRIT e LUCAS (Fonte immagini Google Maps Street View)

### Banca dati ISTAT Enumeration areas

Lo strato informativo Enumeration areas, realizzato da ISTAT, è organizzato secondo un sistema gerarchico a 21 classi. I dati sono di tipo vettoriale poligonale e si basano sulla delimitazione di aree mediante fotointerpretazione di foto aeree.

Il confronto tra le principali caratteristiche delle fonti di dati è stato realizzato analizzando le schede dei metadati mediante la compilazione di una tabella inventario (Tab. 1), che inquadra le principali caratteristiche di ciascuno strato informativo quali: sistema di classificazione, risoluzione e unità minima cartografabile, formato dei dati, copertura spaziale e temporale, sistema di coordinate.

Dalla tabella si può notare che le fonti di dati raccolti differiscono notevolmente nelle loro caratteristiche principali. Infatti ognuno di questi è stato creato per diversi obiettivi e finalità, utilizzando differenti metodologie e dati di base. Ne risulta pertanto una disuniformità tra gli strati informativi relativamente ai sistemi di classificazione, nomenclature, risoluzione spaziale e temporali, qualità, accuratezza e sistemi di riferimento di coordinate.

Tale situazione è determinata principalmente per l'assenza di una chiara distinzione tra uso e copertura del suolo, concetti che risultano, all'atto pratico, fortemente interconnessi.

| Strato informativo<br>(gestore dei dati)                                                | Sistema di classificazione              | Unità minima cartografabile                          | Scala/risoluzione         | Copertura temporale                   | Formato geometrico | Sistema di coordinate   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| AGRIT<br>(Mipaaf)                                                                       | 2° livello<br>86 classi                 | 1 punto<br>3 m radius                                | 55.000<br>punti           | 2012                                  | punto<br>vector    | EPSG 3003,<br>EPSG 3004 |
| POPULUS<br>(Mipaaf)                                                                     | 2° livello<br>22 classi                 | 1 punto<br>3 m radius                                | 1.206.536 punti           | 2009                                  | punto<br>vector    | EPSG 3003,<br>EPSG 3004 |
| IUTI<br>(ISPRA)                                                                         | 3° livello<br>10 classi                 | 0.5 ha                                               | 1.206.000 punti           | 2008                                  | punto<br>vector    | EPSG 4326               |
| INFC<br>(CFS)                                                                           | 4° livello<br>90 sottotipi forestali    | 1 punto<br>1 km grid                                 | 301.306<br>punti          | 2005                                  | punto<br>vector    | EPSG 4326               |
| Corine Land Cover<br>(ISPRA)                                                            | 3° livello<br>44 classi                 | 25 ha (cover)<br>5 ha (changes)                      | 1:100.000                 | 2006                                  | poligono<br>vector | EPSG 4326               |
| GMES – Copernicus<br>Urban Atlas<br>(ISPRA)                                             | 4° livello per urbanizzato<br>17 classi | da 0.25 ha a 1 ha                                    | 1:10.000                  | 2006                                  | poligono<br>vector | EPSG 3035               |
| GMES – Copernicus<br>High Resolution Layer<br>(ISPRA)                                   | 1° livello<br>5 classi                  | 400 m <sup>2</sup>                                   | 20x20 m                   | 2009                                  | raster             | EPSG 4326               |
| Rete nazionale<br>monitoraggio<br>impermeabilizzazione<br>e consumo di suolo<br>(ISPRA) | 2° livello<br>27 classi                 | 1 m <sup>2</sup>                                     | 1:2.000;<br>120.000 punti | dal 1954 al<br>2010                   | punto<br>vector    | EPSG 4326               |
| ISTAT<br>Enumeration areas<br>(ISTAT)                                                   | 21 classi<br>(anno 2011)                | 0.5 ha in aree urbane<br>1 ha - 25 ha in aree rurali | da 1:5.000<br>a 1:25.000  | 2011 (2005-<br>2010 ortofoto<br>AGEA) | poligono<br>vector | EPSG 23032              |

Tab. 1 – Caratteristiche principali delle fonti di dati

La copertura del suolo può essere definita come un’astrazione della copertura fisica e biofisica della superficie terrestre che comprende varie combinazioni e tipi di vegetazione naturale, suoli, rocce e corpi idrici nonché elementi di origine antropica come l’agricoltura e le aree edificate.

L’uso del suolo invece si riferisce alla descrizione delle stesse aree in termini di funzione socio-economica, con collegamenti tra la copertura del suolo e le azioni/uside-terminati dall’attività antropica. Quindi ogni sistema di classificazione sottolinea ed enfatizza diversi aspetti di copertura e uso del suolo, e fornisce informazioni fortemente legate alle esigenze e aspettative dei produttori e degli utilizzatori finali.

La comparazione delle legende e dei sistemi di classificazione delle fonti di dati raccolte ha portato alla realizzazione di una matrice di contingenza, che descrive ed evidenzia come le fonti di dati raccolte si relazionano alla legenda LUCAS in termini di corrispondenze di classi di copertura e uso del suolo. Tale matrice verrà utilizzata nel prosieguo del progetto al fine di standardizzare e omogeneizzare le classi stesse, agevolando la trasformazione semantica e l’integrazione tra i diversi sistemi di classificazione.

La matrice di contingenza è strutturata come una tabella dove le linee rappresentano le classi di copertura del suolo LUCAS e le colonne sono le classi dalle fonti di dati. Date  $k$  fonti di dati,  $x$ ,  $y$  e  $z$  indicano le categorie di classe di copertura del suolo LUCAS mentre  $n$  indica il numero di classi in ogni classificazione.

**Dati copertura del suolo**

|     | 1        | 2        | ... | k        |
|-----|----------|----------|-----|----------|
| x   | $n_{1x}$ | $n_{2x}$ | ... | $n_{kx}$ |
| y   | $n_{1y}$ | $n_{2y}$ | ... | $n_{ky}$ |
| ... | ...      | ...      | ... | ...      |
| z   | $n_{1z}$ | $n_{2z}$ | ... | $n_{kz}$ |

**LUCAS**

$n$ = numero totale delle classi

Le classi di copertura del suolo delle fonti dati vengono inserite nella cella della matrice quando c’è una corrispondenza con la corrispondente classe LUCAS.

La procedura seguita per trovare questa corrispondenza consiste in una scomposizione analitica delle definizioni di classe ed un confronto semantico e di traduzione tra i diversi sistemi di classificazione/ nomenclature, che evidenzia la copertura e la conformità con la classificazione proposta da LUCAS. La relazione tra classi e nomenclatura LUCAS è stata fatta al più alto livello di dettaglio disponibile per ogni strato informativo.

Una prima analisi dei sistemi di classificazione delle fonti di dati utilizzate mostra una non completa corrispondenza semantica di diverse classi di copertura del suolo con il sistema di classificazione LUCAS.

Questo dipende dal fatto che, come evidenziato in precedenza, non esiste una chiara distinzione tra la copertura e uso del suolo, anche a causa delle diverse nomenclature e dei livelli di scala, il che porta necessariamente ad unire più classi e come conseguenza ad un certo grado di disformità e disallineamento tra le classi.

## Conclusioni e sviluppi futuri

Le analisi effettuate, e in particolare modo il confronto semantico delle nomenclature, hanno evidenziato la possibilità di integrazione delle diverse fonti per la produzione di informazioni secondo la nomenclatura della rilevazione Eurostat LUCAS. Permangono tuttavia una serie di criticità legate alla diversa natura delle informazioni da integrare quali risoluzione spaziale e temporale, tipologia di rilevazione, corrispondenza non perfetta tra le voci delle legende. Nel prosieguo del progetto verranno pertanto studiate delle metodologie e delle procedure di integrazione tra le varie fonti di dati, per produrre delle stime precise ed accurate di copertura del suolo a livello nazionale, coerenti con la classificazione LUCAS.

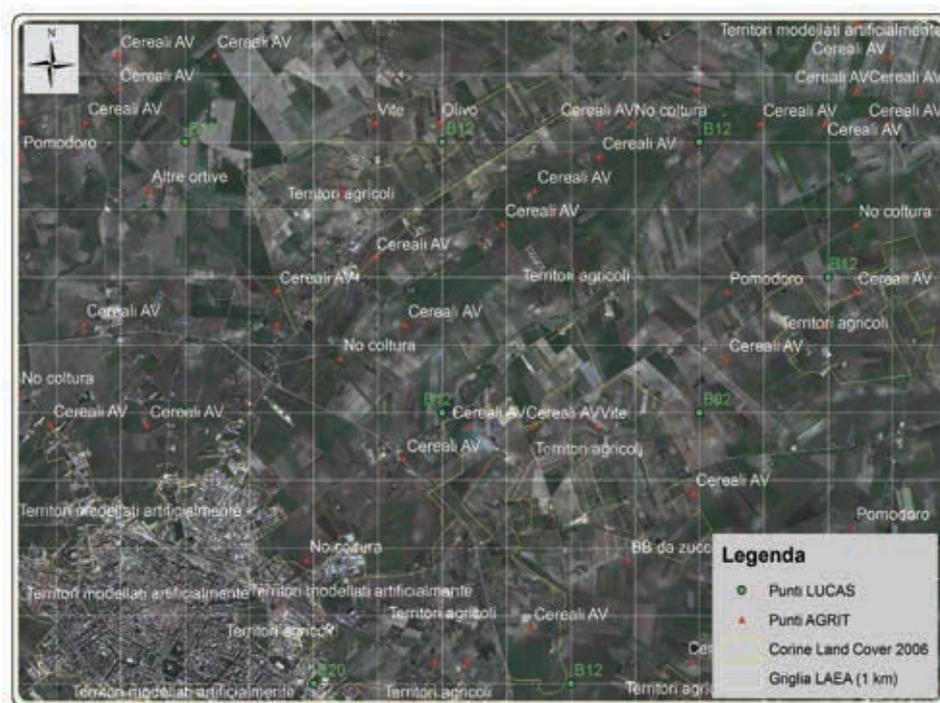


Fig. 1 – Esempio di sovrapposizione di alcuni strati informativi (Fonte ortofoto WMS Regione Puglia: [http://iws.sit.puglia.it/ecwp/ecw\\_wms.dll?](http://iws.sit.puglia.it/ecwp/ecw_wms.dll?))

### Bibliografia

- EC, (2011) - *Mapping Guide for a European Urban Atlas*. European Commission, European Union. [http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas/mapping-guide/urban\\_atlas\\_2006\\_mapping\\_guide\\_v2\\_final.pdf](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas/mapping-guide/urban_atlas_2006_mapping_guide_v2_final.pdf)
- EEA, (2011) - *Guidelines For Verification Of High-Resolution Layers Produced Under Gmes/Copernicus Initial Operations (GIO) Land Monitoring 2011–2013*. EEA, Copenhagen.
- Gallego J., Bamps C., (2008) - *Using CORINE land cover and the point survey LUCAS for area estimation*. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation, Volume 10, issue 4 (December, 2008), p. 467-475. ISSN: 0303-2434.
- ISPRA, (2012a) - *Annuario dei dati ambientali*. ISPRA, Roma.
- ISPRA, (2012b) - *Qualità dell'ambiente urbano – VIII Rapporto*. ISPRA, Roma.
- Jaap Slootweg, Jean-Paul Hettelingh, Wil Tamis, Maarten van 't Zelfde, (2005) - *Harmonizing European land cover maps*. In: *European Critical Loads and Dynamic Modelling*, CCE Status Report 2005. Editors: M. Posch, J. Slootweg and J.-P. Hettelingh. Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven 2005.
- Marchetti M., Bertani R., Corona P., Valentini R., (2012). *Cambiamenti di copertura forestale e dell'uso del suolo nell'inventario dell'uso delle terre in Italia*. Forest@ 9: 170-184 <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0696-009>.
- Munafò M., (2013) - *Il monitoraggio del consumo di suolo in Italia*. Ideambiente 62: 20-31, [http://www.isprambiente.gov.it/files/ideambiente/ideambiente\\_62.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/ideambiente/ideambiente_62.pdf).

### Abstract

The aim of ITALI (Integration of Territorial And Land Information) project is the support, integration and improvement of information about land cover data currently produced by LUCAS survey, in order to produce official statistics consistent and regularly updated.

The contribution reports the results of the first phase focussed on collection of all the available land use/cover datasets for Italy. After collection the datasets were compared by compiling a summary form, in accordance to the INSPIRE Directive, in order to highlight the specific features of each layer.

Finally, an analysis of the classification systems was performed.

### Parole chiave

COPERTURA/USO DEL SUOLO, LUCAS, INFORMAZIONE STATISTICA, BANCHE DATI

### Autori

GIUSEPPE PULIGHE  
PULIGHE@INEA.IT

FLAVIO LUPIA  
LUPIA@INEA.IT

SILVIA VANINO  
VANINO@INEA.IT

FILIBERTO ALTABELLI  
ALTABELLI@INEA.IT

INEA - ISTITUTO NAZIONALE DI ECONOMIA AGRARIA, VIA NOMENTANA 41, 00161 ROMA

MICHELE MUNAFÒ  
MICHELE.MUNAFÒ@ISPRAMBIENTE.IT

ISPRA - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE, VIA V.BRANCATI 48, 00144 ROMA

SANDRO CRUCIANI  
SACRUCIA@ISTAT.IT

ISTAT - ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA, VIALE OCEANO PACIFICO 171, 00141 ROMA  
SIN S.P.A. - SISTEMA INFORMATIVO NAZIONALE PER LO SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA, VIA A.SALANDRA 13, 00187 ROMA