

## **Realizzazione di un geodatabase di parametri pedologici a copertura nazionale**

Flavio Lupia, Nicola Laruccia

INEA – Istituto Nazionale di Economia Agraria, Via Nomentana n. 41, 00161 Roma, lupia@inea.it

### **Riassunto**

Le informazioni pedologiche costituiscono il punto nodale per l'applicazione di modelli di calcolo per la simulazione e l'analisi, in termini spaziali, di processi e fenomeni ambientali.

Ad esempio, conoscere le caratteristiche dei suoli diventa determinante per i modelli applicati in ambito agricolo come la simulazione dello sviluppo delle colture, la previsione della produzione potenziale, il bilancio idrico o, più in generale, per l'analisi dell'impatto ambientale di determinati usi del suolo o per la definizione di vincoli/opportunità di determinate attività agricole.

Il contributo riporta i risultati dell'attività di realizzazione di un *geodatabase* contenente i principali parametri pedologici utili all'applicazione di modelli di calcolo e di simulazione con particolare riguardo al settore agro-ambientale con una copertura completa delle aree agricole italiane. Il prodotto realizzato è frutto di un lungo processo di ricerca, inventariazione, collezione e mosaica di informazioni e cartografie pedologiche con diverse caratteristiche in termini di risoluzione (scala locale, regionale e nazionale), qualità, metodi di produzione, formati e proprietà del dato.

L'integrazione dei dati e l'estrazione dei parametri pedologici è stata effettuata definendo una specifica metodologia basata sull'utilizzo di informazioni di supporto (morfologia, altimetria, uso del suolo, caratteristiche colturali) volta sia a semplificare la complessità delle informazioni che a favorirne l'omogeneizzazione a scala nazionale.

L'obiettivo è la creazione di un database cartografico che contenga oltre alle informazioni di base dei diversi suoli presenti nelle aree cartografate anche i principali parametri idrologici: capacità idrica di campo e punto di appassimento estratti con una specifica procedura che tiene conto della distribuzione delle unità cartografiche, dell'uso del suolo e dei diversi profili di suolo presenti.

Il *geodatabase* è organizzato riportando le informazioni a livello comunale suddivise in funzione della pendenza e sulla tipologia di uso del suolo.

### **Abstract**

Soil data play a pivotal role during the spatial modeling of the environmental phenomena. For instance, soil characteristics are determinant in agricultural modelling such as crop development, yield forecast, water balance or, broadly speaking, in the analysis of land use impacts or in the evaluation of constraints/opportunity of some agricultural activities. The work reports the activity carried out to build a geodatabase, covering the whole Italian agricultural territory, containing the main soil parameters to be used in the agro-environmental modelling.

Several soil information and data were collected at national level and integrated, each one with different characteristics in terms of quality, resolution, formats, methodology and property. A proper methodology was defined for the integration of the information by using additional data about morphology, altimetry, land use and crop characteristics.

The objective was to produce an homogeneous cartographic dataset containing the basic soil parameters as well as the hydrological data: field capacity and wilting point.

The geodatabase reports the soil data at municipality level differentiated in terms of slope and land use.

## Introduzione

Le informazioni pedologiche costituiscono il punto nodale per l'applicazione di modelli di calcolo per la simulazione e l'analisi, in termini spaziali, di processi e fenomeni ambientali. Conoscere le caratteristiche dei suoli è determinante ad esempio per i modelli applicati in ambito agricolo come quelli per la simulazione dello sviluppo delle colture, la previsione della produzione potenziale, il bilancio idrico, o più in generale per l'analisi dell'impatto ambientale di determinate gestioni del suolo o la definizione di vincoli/opportunità per determinate attività agricole.

Diverse esperienze nel settore della modellistica del bilancio idrico delle colture, hanno dimostrato come la maggior parte dei modelli di calcolo abbiano una sensibilità elevata nei confronti dei parametri pedologici che può arrivare a comportare variazioni dei risultati dell'ordine del 100-300%. E' evidente pertanto come qualsiasi attività di valutazione e pianificazione sia fortemente condizionata dall'accuratezza dei suddetti parametri.

A livello nazionale la disponibilità di cartografie dei suoli è estremamente variopinta con la conseguenza di una elevata difficoltà nell'utilizzo delle cartografie a fini applicativi su ambiti territoriali sovragionali per la mancanza di integrazione e armonizzazione.

Con riferimento ai "momenti storici" di produzione, si possono distinguere le seguenti tipologie:

- Monografie e studi specifici, generalmente prodotti in ambito accademico, di Istituti ricerca o di progetti regionali pilota; sono le prime esperienze di cartografia pedologica condotte in Italia e, seppure non armonizzate e realizzate in assenza di un coordinamento metodologico, hanno costituito il substrato conoscitivo per la realizzazione di cartografie di più recente realizzazione.
- Cartografie regionali di riconoscimento (scala 1:250.000), realizzate dapprima, per iniziativa autonoma, in alcune Regioni (Sicilia, Sardegna ed Emilia-Romagna) e successivamente i finanziamenti nazionali (Programma interregionale "Agricoltura e qualità" - Misura n.5) hanno portato alla copertura del territorio nazionale. Tuttavia, nonostante i tentativi di impostazione metodologica comune, ogni Regione ha adottato propri standard metodologici (sistema di proiezione, metodiche di rilevamento e descrizione delle osservazioni, tecniche di generalizzazione e reportistica finale); il risultato è che le cartografie regionali non sono coerenti ed armonizzate né geometricamente (ad esempio limiti cartografici non combacianti ai bordi tra regioni) né semanticamente (allo stesso "etichetta" possono corrispondere significati differenti).
- Cartografie regionali di semidettaglio (scala 1:25.000-1:50.000), realizzate da alcune Regioni, in genere queste cartografie interessano aree con agricoltura intensiva (es. pianura padano-veneta) o con specifiche problematiche (ad es. zonazioni a fini vocazionali). Tali cartografie hanno analoghe problematiche in termini di mancata armonizzazione come accade per le cartografie di riconoscimento.

Per quanto riguarda le cartografie pedologiche a copertura nazionale si annoverano:

- la Carta dei Suoli d'Italia (Mancini, 1966) in scala 1:1.000.000 che è il primo importante studio sui suoli d'Italia condotto prevalentemente in base alla distribuzione dei fattori della pedogenesi piuttosto che su un rilevamento sistematico;
- la Carta Ecopedologica d'Italia (2003), realizzata dall' Ufficio Europeo dei Suoli, struttura dell'Unione Europea presso il JRC (Ispra) in scala 1:250.000;
- la Cartografia realizzata nell'ambito del Progetto "BADASUOLI - Carta dei suoli d'Italia scala 1:1.000.000 -" ad opera del Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali, C.R.A. Istituto Sperimentale per lo Studio Difesa del Suolo e dei Servizi Suoli Regionali.

Il contributo riporta la metodologia adottata per la creazione di un *geodatabase* con copertura completa delle aree agricole italiane contenute i principali parametri pedologici con particolare riguardo alle proprietà idrauliche dei suoli. Il prodotto può trovare spazi di utilizzo sia nelle valutazioni territoriali sulle caratteristiche dei suoli sia come fonte dati di input per i modelli di

calcolo *stand-alone* o integrati in ambiente GIS, come quelli destinati alla valutazione del bilancio idrico delle colture.

La realizzazione del *geodatabase* e della relativa metodologia è stata sviluppata nell'ambito del progetto di ricerca MARSALa (Lupia *et. al.*, 2010) finanziato da Eurostat.

### **Materiali e Metodi**

La metodologia sviluppata ha l'obiettivo di realizzare un database geografico che contenga le unità cartografiche dei suoli delle aree agricole italiane insieme ad un set minimale di informazioni relative alle proprietà generali dei suoli ed un insieme di variabili derivate relative alle proprietà idrologiche. Le informazioni alfanumeriche contenute sono: profondità, tessitura, pietrosità, sostanza organica, capacità idrica di campo e punto di appassimento.

L'analisi delle informazioni pedologiche disponibili in Italia evidenzia l'esistenza di cartografie regionali realizzate con metodologie differenti e senza uno standard comune che richiedono uno sforzo elevato per l'armonizzazione su scala nazionale. Le cartografie nazionali d'altro canto spesso non contengono informazioni sufficienti per la determinazione dei parametri richiesti o richiedono una enorme mole di elaborazioni aggiuntive.

Il quadro descritto è complicato dal fatto che non tutte le cartografie sono generalmente disponibili. Nell'ambito del progetto MARSALa è stato possibile acquisire una buona parte delle informazioni disponibili sul territorio nazionale che hanno assicurato una buona copertura delle aree agricole ed un sufficiente set di informazioni utili alla determinazione dei principali parametri dei suoli.

In ordine di priorità, sono stati acquisiti ed utilizzati i seguenti documenti cartografici:

1. Cartografie in scala 1:25.000-1:50.000 prodotte dalle Regioni o dai loro Enti strumentali;
2. Cartografie in scala 1:250.000 prodotte dalle Regioni o dai loro Enti strumentali;
3. Cartografie a scala sovra regionale realizzate in precedenti progetti di ricerca (nello specifico la carta pedologica armonizzata delle Regioni meridionali e insulari realizzata nell'ambito del Progetto REL da INEA e dal Centro di ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia (C.R.A.-ABP) in scala 1:250.000).
4. Carta Ecopedologica d'Italia in scala 1:250.000.

Le cartografie utilizzate a più alta risoluzione e con maggior dettaglio sono:

- Carta dei suoli della Regione Emilia-Romagna (in scala 1:250.000 per il rilievo appenninico, in scala 1:50.000 per il territorio di pianura);
- Carta dei suoli della Regione Lombardia (in scala 1:250.000 per il rilievo alpino e appenninico, in scala 1:50.000 per il territorio di pianura);
- Carta dei suoli della Regione Piemonte (in scala 1:250.000 per il rilievo alpino e appenninico, in scala 1:50.000 per parte del territorio di pianura);
- Carta dei suoli di parte della pianura del Friuli Venezia Giulia (in scala 1:50.000);
- Carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Marche.

L'intero *dataset* cartografico è stato analizzato e mosaicato in modo da assicurare la copertura completa delle aree agricole d'Italia con il maggior numero di informazioni sui suoli disponibili, la cartografia finale è stata prodotta con proiezione UTM, datum WGS 84, fuso 32.

Il database associato contiene le seguenti informazioni di base:

- UC: Elenco di tutte le unità cartografiche rappresentate nella cartografia d'insieme; per ogni unità cartografica viene indicata la fonte e la scala di rappresentazione;
- SUOLI: Elenco di tutti suoli presenti nelle unità cartografiche rappresentate nella cartografia d'insieme;
- UC\_SUOLI: tabella di relazione tra UC e SUOLI: indicazione dei suoli presenti in ogni unità cartografiche e loro diffusione in percentuale rispetto alle superficie dell'unità cartografica;
- ORIZZONTI: in questa tabella, per ogni orizzonte del profilo rappresentativo (reale o idealizzato) di ogni suolo, vengono riportate le informazioni che consentono di stimare i

parametri idrologici richiesti (profondità fino a strati non radicabili, contenuto idrico volumetrico alla capacità di campo e contenuto idrico volumetrico al punto d'appassimento).

Tali informazioni costituiscono la base informativa per l'estrazione dei parametri idrologici dei suoli da associare alle aree agricole descritti dalla procedura seguente. I parametri sono stati estratti su base comunale articolandoli in funzione dei seguenti elementi:

- tipologia colturale (colture erbacee e colture arboree);
- morfologia (al di sopra e al di sotto del 5% di pendenza).

La procedura per la definizione dei parametri è stata articolata nelle seguenti fasi:

1. Realizzazione, a partire dal *grid* delle pendenze con risoluzione 20m, di un file vettoriale riportante la ripartizione dell'intero territorio nazionale nelle due classi di pendenza definite; il file vettoriale è stato prodotto previa generalizzazione del *grid* delle pendenze in celle di 500m ed è stato manualmente "ripulito" dai poligoni di piccole dimensioni o attribuiti alla classe pianeggiante ma ricadenti a quote elevate (pianori, praterie di vetta, ecc);
2. Realizzazione di un file vettoriale riportante la ripartizione dell'intero territorio nazionale in due classi di utilizzo del territorio: agricolo e non agricolo; questa fase ha comportato:
  - a. l'acquisizione delle cartografie di uso del suolo più aggiornate e dettagliate disponibili (Carte regionali dell'uso del suolo in scala 1:25.000 per Lombardia ed Emilia-Romagna; CASI3 2005 per le Regioni meridionali ed insulari realizzato da INEA, Corine Land Cover del 2000 per il resto d'Italia);
  - b. l'unione dei vari *shapefile* e la dissoluzione dei poligoni in base al tipo di utilizzo;
3. Individuazione mediante intersezione geometrica, per ogni comune e per le due classi di pendenza, dei suoli ad uso agricolo e della loro diffusione percentuale rispetto alla superficie agricola complessiva per comune e classe di pendenza;
4. Calcolo, per ogni suolo ad utilizzo agricolo, della profondità fino a strati impenetrabili dalle radici (orizzonti designati come R o Cr);
5. Calcolo, per ogni orizzonte dei suoli ad utilizzo agricolo, dei parametri della curva di ritenzione secondo la forma funzionale di Van Genuchten, mediante la pedofunzione HYPRES ("Development and use of a database of hydraulic properties of European soils", J.H.M. Wösten et al., 1999) e del contenuto idrico volumetrico alla capacità di campo e al punto d'appassimento;
6. Calcolo, per ogni suolo ad utilizzo agricolo, della media ponderata per tutto lo spessore radicabile del contenuto idrico volumetrico alla capacità di campo e al punto d'appassimento;
7. Calcolo dei parametri, per ogni Comune e per le due classi di pendenza, mediante ponderazione in base alla percentuale di diffusione dei singoli suoli nei singoli comuni e nelle due classi di pendenza; per tener conto del preferenziale impianto di colture arboree sui suoli più profondi, nella ponderazione si è distinto tra tipologia colturale:
  - a. per le colture erbacee sono stati considerati tutti i suoli presenti nelle diverse combinazioni comune - classe di pendenza;
  - b. per le colture arboree sono stati considerati solo i suoli con profondità maggiore di 70 cm.

La procedura ha prodotto una matrice contenuta nel *geodatabase* in cui, per ogni combinazione di comune, tipologia di utilizzo agricolo e classe di pendenza sono riportati i parametri idraulici calcolati.

Può naturalmente verificarsi che alcune combinazioni della matrice non siano popolate da dati; ciò può capitare, ad esempio, se per un comune, nella classe di pendenza superiore al 5%, non risultano suoli con profondità maggiore di 70 cm. In tal caso i parametri per le colture arboree non vengono calcolati, in quanto la selezione di suoli con la profondità richiesta fornisce esito nullo. In queste situazioni si è concordato di attribuire alla combinazione mancante i valori della combinazione più affine.

Per alcuni Comuni, le cartografie di uso del suolo consultate indicano assenza totale di uso agricolo. In tali casi, le combinazioni della matrice sono state colmate con i valori che derivano considerando i suoli ad utilizzo non agricolo (generalmente forestale), presenti su pendenze minori del 35%.

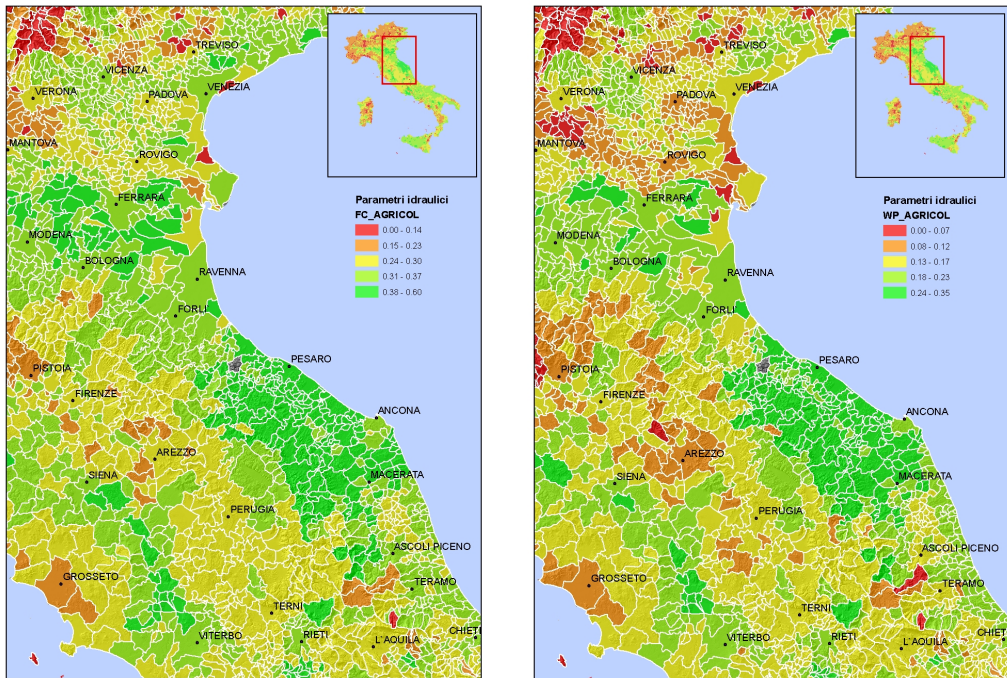


Figura 1 – Rappresentazione dei valori della capacità idrica di campo e del punto di appassimento delle aree agricole in cinque classi.

### Considerazioni e conclusioni

Il prodotto realizzato è da considerarsi un buon riferimento con caratteristiche qualitative accettabili per la realizzazione di analisi e simulazioni modellistiche in campo agricolo con particolare riferimento all'applicazione di modelli di bilancio idrologico delle colture.

Il punto di forza è sicuramente l'integrazione delle cartografie rese disponibili che assicura la copertura completa delle aree agricole italiane fornendo i principali parametri idrologici per ogni combinazione comune-classe di pendenza.

Il *geodatabase* è un prodotto nato per soddisfare le esigenze di un progetto di ricerca (MARSALA) ed è migliorabile progressivamente qualora sia possibile acquisire tutte le cartografie pedologiche attualmente disponibili in Italia e mediante l'applicazione di procedure più raffinate per l'armonizzazione delle stesse.

## **Bibliografia**

- Lupia F., Mateos L., Altobelli F., De Santis F., Namdarian I., Nino P., Vanino S., (2010), "Use of agricultural census data for the estimation of irrigation water", *Proceedings of 17th World Congress of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR), June 12-17 Quebec City Convention Center, Quebec, Canada*.
- Scholes, R. J., Skole. D. and Ingram. J. S., (1995), "A Global Database of Soil Properties: Proposal for Implementation", *IGBP-DIS Working Paper No 10*.
- Wösten, J.H.M., Lilly, A., Nemes, A. & Le Bas, C., (1999), "Development and use of a database of hydraulic properties of european soils", *Geoderma*, 90:169-185, 1999.
- Righini G., Costantini E.A.C., Sulli L., (2000), "La banca dati delle regioni pedologiche ("soil region") italiane", *Atti del convegno SISS di Venezia - Giugno 2000*.
- Montanarella L., Jones R.J.A., Dusart J., (2005), "The European Soil Bureau Network", pp 3-14 In: *Soil Resources of Europe*, second edition. R.J.A. Jones, B. Houšková, P. Bullock and L. Montanarella (eds). European Soil Bureau Research Report No.9. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Lagacherie, P., McBratney, A.B., (2007), "Chapter 1. Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for Digital Soil Mapping", In: P. Lagacherie, A.B. McBratney and M. Voltz (Eds.), *Digital Soil Mapping, an introductory perspective. Developments in soil science*, vol. 31. Elsevier, Amsterdam, pp. 3-24.
- Mancini F. (1966), "Breve commento alla carta dei suoli d'Italia in scala 1:1.000.000", Ed. Coppini, Firenze, pp. 80.
- <http://www.macauley.ac.uk/hypres/>
- <http://www.eusoils.jrc.it/data.html>
- <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex>