

# Herbarium Universitatis Senensis: uno strumento per la conoscenza e la conservazione della biodiversità

Ilaria Bonini

Valerio Amici

Lorenzo Lastrucci

Francesco Geri

Herbarium, BIOCONNET, Biodiversity and Conservation Network, Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena,  
 Via P. A. Mattioli, 4. I-53100 Siena. E-mail: [ilaria.bonini@unisi.it](mailto:ilaria.bonini@unisi.it)

## RIASSUNTO

Gli erbari rappresentano un'importante fonte di informazione (passata e presente) e un efficace strumento di studio, per comprendere la distribuzione spaziale e temporale delle specie in un territorio. Nell'erbario di Siena dal 2002 è stato avviato il processo di informatizzazione degli essiccata. Ogni campione è stato localizzato geograficamente utilizzando un software GIS open source (Quantum GIS). Il geodatabase relazionale permette di estrarre ed aggregare i dati per la definizione di modelli di distribuzione spazio-temporale relativi a singole specie sensibili o a set di specie, che possono costituire un importante supporto nell'elaborazione di strategie di pianificazione territoriale.

Parole chiave:

herbarium, database, campioni vegetali, conservazione.

## ABSTRACT

*Herbarium Universitatis Senensis: an instruments for biodiversity knowledge and conservation.*

*Herbarium specimens are an important botanical source of informations (ancient and present) and they are an instrument for study the spatial and temporal distribution of species in a habitat. In 2002 the Siena Herbarium started a work of inventoried the specimens. All the specimens are localised by a software GPS open source (Quantum GIS). The use of this database produce a definition of spatial and temporal distribution model for a species or set of species. These informations can made a important tool to land planning strategies.*

Key words:

herbarium, database, plant specimens, conservation.

## INTRODUZIONE

Un erbario è una raccolta di campioni vegetali e funghi, preparati per essere conservati allo stato secco. Le piante dopo essere state pressate e fermate con spilli su fogli di carta bianca di misura standard, conservano le loro caratteristiche basilari di forma e struttura. Una raccolta di campioni vegetali secchi (essiccata) presenta diversi tipi di interesse:

- a) Storico. I campioni più antichi costituiscono la testimonianza delle caratteristiche floristiche di una località e permettono di valutare eventuali variazioni avvenute nella composizione floristica e nella distribuzione geografica delle diverse specie;
- b) Scientifico. L'erbario è un mezzo fondamentale di studio per la ricerca botanica, specialmente per discipline quali la sistematica, la fitogeografia, ecc. Inoltre i campioni conservati in erbario, di cui si conosce l'identità, sono fondamentali per il confronto con altri

di cui non siamo a conoscenza.

c) Applicativo. I dati segnati dai raccoglitori sulle etichette d'erbario possono servire per ricavare notizie sugli usi pratici delle piante: queste infatti possono essere usate per scopi alimentari, terapeutici, ecc. Inoltre le informazioni geografiche sono un valido strumento per la pianificazione di progetti sulla conservazione della biodiversità.

L'Herbarium di Siena deve la sua istituzione a Campani nel 1856, che preparò un Erbario di "Piante Senesi", poi arricchito da Tassi, di campioni provenienti da tutta la Toscana e chiamato "Erbario Toscano". Nel 1916-17 Nannizzi e Preda allestirono un "Erbario generale", comprendente campioni provenienti da varie parti dell'Italia e del Mondo (Preda, 1917). Un successivo riordino fu effettuato da Pichi-Sermolli negli anni '60 e fu completato da De Dominicis negli anni 1968-78. Dal 2002 è presente il Responsabile dell'Erbario che provvede a svolgere le

attività di gestione e di ricerca. I locali che ospitano l'Erbario sono stati ristrutturati nel 2004, localizzati nel piano seminterrato del Dipartimento di Scienze della Vita, in due stanze con impianto di aerazione e condizionamento, accessibili per la consultazione del materiale su prenotazione. Oggi l'Erbario è costituito da: Raccolte, oltre 85.000 essiccate di Pteridofite, Gimnosperme, Angiosperme, Macromiceti, Briofite e Licheni e Collezione Storica, chiusa a nuove accessioni, che comprende gli Erbari del XVIII sec. (Bonini 1993, 2006).

## ARCHIVIAZIONE DEI DATI: ANARCHIVE DATABASES SYSTEM

L'Erbario di Siena dal 2002 partecipa al progetto interuniversitario anArchive: un database predisposto per la catalogazione informatica dei campioni di erbario. Il database anArchive permette l'inserimento dei campioni da parte dell'istituzione e la ricerca direttamente online, a qualsiasi utente esterno (Venanzoni et al., 2010). Il database è basato su tecnologia PostgreSQL/Postgis e prevede una tabella principale (cartellino) e una serie di tabelle di appoggio (nomenclatura, forma biologica, ecc.). All'interno della tabella "cartellino" sono memorizzate tutte le informazioni desumibili dai cartellini di erbario, oltre alle informazioni relativi all'informazione geografica. Sono inoltre presenti tabelle funzionali al web-gis per la restituzione cartografica del database (tabelle relative ad aree protette, confini amministrativi, a griglie per la realizzazione di mappe dinamiche ecc.).

L'inserimento delle informazioni contenute nei cartellini degli essiccate all'interno del database è stata accompagnata dalla georeferenziazione di ciascun campione d'erbario. Tale attività ha previsto l'utilizzo di un sistema informativo basato sull'utilizzo di un software GIS (Quantum GIS) e una serie di layer vettoriali e raster di supporto alla localizzazione dei luoghi di raccolta. In particolare sono stati utilizzati una base di dati puntuali dei toponimi della Regione Toscana e basi cartografiche a 10:000 e 25:000, oltre a confini amministrativi relativi a comuni, province ed aree protette.

## LA BIODIVERSITÀ TOSCANA

Dal 2010 l'Erbario di Siena ha aderito al progetto GIFT (Geographical Information on the Flora of Tuscany, [www.atlantefloratoscana.it](http://www.atlantefloratoscana.it)) per la realizzazione di un database geografico della flora toscana, che prevede la georeferenziazione dei campioni conservati negli erbari toscani e la realizzazione di un sistema web di restituzione cartografica. Il progetto GIFT coinvolge al momento altri erbari istituzionali: l'Erbario Centrale di Firenze (FI); l'Erbario di Agraria di Firenze (FIAF); oltre a erbari privati e erbari conservati in Musei/scuole (il Museo Carlo Siemoni di Badia

Prataglia, l'Istituto Tecnico Agrario di Pescia).

L'analisi della geo-localizzazione dei campioni d'erbario di Siena ha messo in evidenza una forte eterogeneità, infatti sono presenti dati recenti acquisiti da sistemi GPS, dati con indicazioni estremamente generiche o, nel caso di campioni antichi, dati con informazioni geografiche costituite da toponimi non più esistenti. Si è reso necessario quindi stabilire un'indicazione relativa alla diversa accuratezza nella localizzazione del campione attraverso l'indicazione di una serie di soglie di incertezza crescente. La filosofia orientata alla condivisione ed alla partecipazione territoriale dei dati del progetto GIFT ha reso necessario lo sviluppo di pacchetti applicativi, che permettessero la visualizzazione e l'interrogazione del database, senza che sia indispensabile dotarsi di sofisticati strumenti GIS, ma attraverso il semplice utilizzo di comuni browser. Per tale motivo uno degli obiettivi principali del progetto è stata la costruzione di un sistema web-gis, che permettesse a tutti gli utenti, secondo modalità di approfondimento differenziati e dipendenti dai diritti di accesso ai dati, di visualizzare, interrogare e estrarre i dati floristici.

Il web-gis GIFT è strutturato attraverso l'overlay di vari strati informativi di tipo raster e vettoriale. In particolare i dati puntuali corrispondenti ai record di erbario e i dati poligonali relativi ai confini amministrativi delle aree protette vengono estratti direttamente dal database, mentre i layer corrispondenti ai modelli digitali del terreno alle cartografie a scala 1:10000 e 1:25000 e all'immagine Landsat in falso colore provengono da file di tipo geoTIFF oppure da servizi WMS (Web Map Service) messi a disposizione dal Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente. Il sistema web-gis è configurato con moduli di ricerca automatica di tipo suggest attivabili per i layer flora, specie, SIC e area protetta.

## ANALISI DEI DATI DELL'ERBARIO DI SIENA

Per testare le potenzialità del sistema web-gis realizzato, sono state effettuate una serie di indagini statistiche ecologiche utilizzando un subset di dati relativi alle Pteridofite conservate nell'Erbario di Siena. In particolare è stata plottata la distribuzione di alcune specie di particolare interesse, utilizzando il layout di Quantum GIS, tramite il collegamento diretto con il database PostgreSQL/PostGIS. Inoltre è stato valutato il grado di clusterizzazione attraverso l'analisi di "Nearest Neighbour". In particolare è stata confrontata la distribuzione dei punti di raccolta sul territorio con un egual numero di punti random, attraverso la valutazione della distanza media osservata ed attesa (NNI) (Clark & Evans, 1954) e la distribuzione di frequenza dei dieci punti più vicini per ciascun punto analizzato. L'"Indice di Nearest Neighbor" (NNI) valuta il diverso grado di clusterizzazione. In generale  $NNI=1$  indica

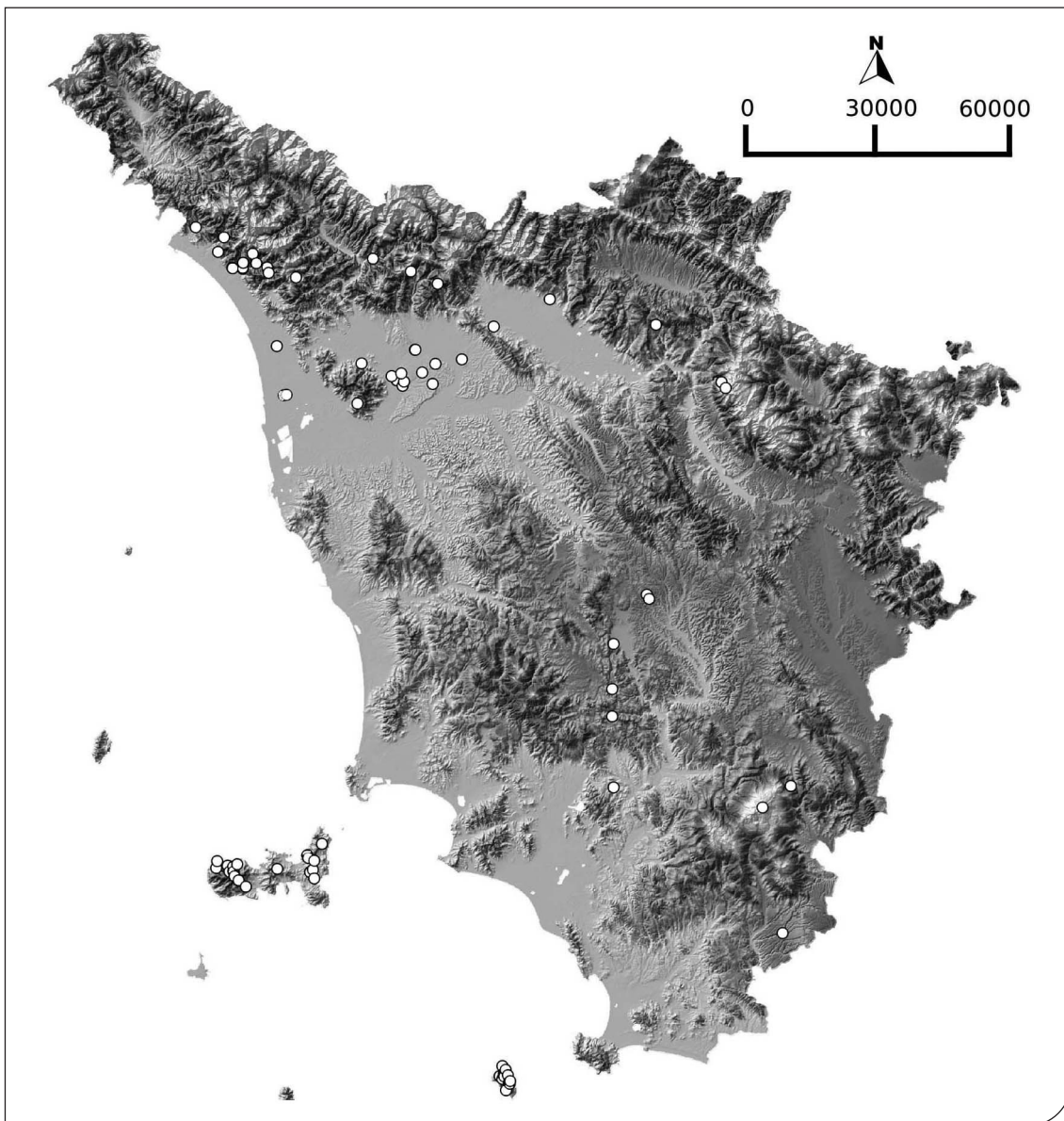


Fig. 1. Punti di presenza corrispondenti a *Osmunda regalis* sovrapposti ad un modello digitale del terreno.

una distribuzione teorica random,  $NNI < 1$  indica una distribuzione clusterizzata, mentre  $NNI > 1$  indica una distribuzione dispersa (Cliff & Ord, 1973). L'indice è stato calcolato utilizzando il plugin ftools di Quantum GIS. Nell'analisi è riportato anche lo Z-score, che rappresenta un test per il rifiuto o l'accettazione dell'ipotesi nulla, che in questo caso è rappresentata dall'assenza di pattern spaziale nella distribuzione dei punti. Essendo Z la distribuzione delle deviazioni standard, il range di valori in cui non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla è compreso tra  $-1.96$  e  $+1.96$  (Ebdon, 1985). Al fine di confermare i risultati sopra esposti, è stata effettuata una analisi di distribuzione di frequenza dei punti più vicini, per ciascun punto proiettato, attraverso il calcolo di una matrice di distanza, utilizzando

esclusivamente i 10 punti più vicini e confrontando il set di dati con un egual numero di punti distribuiti in modo casuale. La significatività dell'analisi è stata valutata utilizzando il test non parametrico di Wilcoxon (Gibbons & Chakraborti, 1992).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Ad oggi sono stati inseriti all'interno di anArchive dell'Erbario di Siena 7640 essiccata, corrispondenti a 2646 di Pteridofite, 4653 di Angiosperme e 341 di Gimnosperme. Tale numeri sono ancora molto bassi, rispetto all'effettiva presenza dei campioni in Erbario, ma ci consentano di fare delle stime e avere dei dati di riferimento per future erborizzazioni.

|                                   | Dati di erbario | Punti Random |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| Distanza media osservata          | 529,89          | 2167,41      |
| Distanza media attesa             | 3020,74         | 3073,46      |
| Indice di <i>Nearest Neighbor</i> | 0,175           | 0,705        |
| N                                 | 1295            | 1295         |
| Z-Score                           | -56,78          | -20,29       |

Tab. 1. Risultati dell'analisi di prossimità.

Nella figura 1 è riportato un esempio di proiezione dei punti di presenza di Pteridofite: *Osmunda regalis*, sovrapposto ad un modello digitale del terreno. I risultati dell'analisi di prossimità, riportati in Tabella 1, mostrano come l'indice di Nearest Neighbour, relativo alla proiezione dei campioni di erbario, assuma un valore pari a 0.705, a indicare una pronunciata clusterizzazione dei punti. Anche lo Z-score e il confronto della distanza media attesa e osservata confermano tale risultato. Un'ulteriore conferma è data dal confronto della distribuzione di frequenza della distanza dei 10 punti più vicini per ciascun punto proiettato (fig. 2): le curve di distribuzione e le corrispondenti mediane risultano statisticamente differenti in base al test di Wilcoxon ( $v = 1034.5$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ).

Questi risultati testimoniano la distorsione dei raccoglitori e dei campionamenti, cioè dimostrano come dobbiamo incrementare le nostre collezioni andando ad erborizzare in ambienti diversi, per avere dei dati di erbario rappresentativi della nostra regione.

All'interno di uno scenario caratterizzato da un crescente impatto antropico sugli ecosistemi, accompagnato da un decremento generalizzato di "naturalità" ed una riduzione a scala globale e locale di biodiversità (Antrop, 2004), la realizzazione di un database che riesca ad unificare i dati floristici regionali o

nazionali, provenienti da fonti o istituzioni diverse e li metta a disposizione di varie tipologie di utenza, attraverso un web-gis consultabile on-line, costituisce un potente strumento di lavoro. La tipologia di indagine può essere molto varia: da quelle inerenti a fini puramente scientifici (tassonomiche, distributive ecc..) a quelle tecniche, legate alla pianificazione territoriale, alla conservazione o a studi di impatto ambientale. Già da tempo la comunità scientifica concorda sul frequente problema della mancanza di informazioni e soprattutto, sull'enorme difficoltà nel reperimento di tali informazioni, spesso disperse in archivi locali e non informatizzati (cfr. Morin & Gomon, 1993). In tale contesto progetti come anArchive e GIFT, permettendo la messa in rete di dati floristici e consentendo di identificare le aree a maggior conoscenza floristica, si pongono in linea con i principali obiettivi della Global Strategy for Plant Conservation, inoltre si accordano con quanto espresso dalla Direttiva Europea INSPIRE, il cui scopo è supportare la stesura di politiche che possono avere un impatto diretto o indiretto sull'ambiente e di creare un'infrastruttura a livello europeo, per la condivisione dei dati geografici.

I dati evidenziati nel presente studio mostrano solo alcune delle potenzialità applicative che possono emergere dall'analisi dei dati d'erbario, associati ad uno

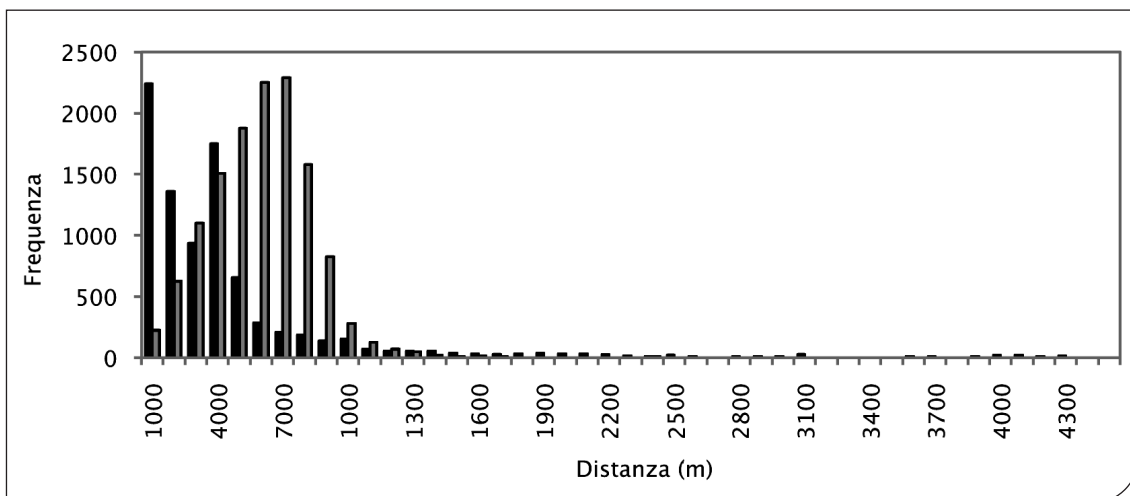


Fig. 2. Distribuzione di frequenza della distanza dei 10 punti più vicini per ciascun punto proiettato (barre nere) confrontato con un uguale numero di punti random (barre grigie).

strumento come il web-gis. La logica del data-sharing, che sta alla base di progetti come anArchive o GIFT, rendono tali potenzialità accessibili ad una vasta tipologia di utenza, che può fruire di tali strumenti con accessi differenziali on-line.

## BIBLIOGRAFIA

ANTROP, M., 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 67: 9-26.

BONINI I., 1993. Le collezioni briologiche dell'Herbarium Universitatis Senensis (Siena). *Informatore Botanico Italiano*, 25: 268-271.

BONINI I., 2006. L'Herbarium Universitatis Senensis: Storia, Personaggi, Erbari. *Annali di Storia delle Università*, 10: 255-275.

CLARK, P.J., EVANS F.C., 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35: 445-453.

CLIFF, A. D., ORD J. K., 1973. *Spatial autocorrelation*. Pion Limited, London, 178p.

EBDON, D., 1985. *Statistics in Geography*. Blackwell Publisher Oxford, 250 p.

GETIS, A., FRANKLIN J., 1987. Second-order neighbourhood analysis of mapped point patterns. *Ecology*, 68: 473-477.

GIBBONS, J. D., CHAKRABORTI S., 1992. *Nonparametric Statistical Inference*. Marcel Dekker, New York, 275 p.

GREENWOOD, R.W., 2002. *Using Mapserver to Integrate Local Government Spatial Data*. Proceedings of the Open Source GIS-GRASS users Conference, Trento, Italy, 11-13 September 2002, pp.11-13.

MORIN, M.N., GOMON J., 1993. Data Banking and the Role of the Natural History Collections. *Annals Miss. Bot. Gard.*, 80(2): 317-322.

PREDA A., 1917. *L'Istituto e l'Orto botanico della Regia Università di Siena durante il biennio 1916-1917*. Stab. Tip. Bernardino, Relazione, Siena 22p.

VENANZONI R., PANFILI M., PESCIAIOLI P., ALEFFI M., BONINI I., CARIMINI L., CHIARUCCI A., LASTRUCCI L., GERI F., LUCARINI D., TACCHI R., 2010. *Proposte per una banca dati nazionale di dati botanici*. 105° Congresso Società Botanica Italiana, Milano, 25-28 Agosto 2010, Abstract, p. 80.

## SITI WEB (accessed 05.12.2012)

Cartografia: DM Solutions Group Inc. PHP MapScript  
<http://www.maptools.org>

MapServer Università of Minnesota (2003)  
<http://mapserver.org>

Progetto G.F.T.: <http://www.atlantefloratoscana.it>