

Il progetto SIT REM per la pianificazione faunistico-botanica del territorio: un caso di cartografia interoperante e partecipativa

Emanuele Frontoni (*), Adriano Mancini (*),
Primo Zingaretti (*), Eva Savina Malinverni (**)

(*) DII, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona
e-mail: {mancini, frontoni, zinga}@diiga.univpm.it

(**) DICEA, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona
e-mail: e.s.malinverni@univpm.it

Gli autori afferiscono anche allo Spin-off SI²G, Sistemi Informativi Intelligenti per la Geografia s.r.l.
Via Totti 3, 60131 Ancona, e-mail: info@si2g.it, sito web: <http://www.si2g.it>

Riassunto

Il progetto SIT-REM ha come principale finalità la progettazione e realizzazione di un ambiente WEB GIS, interoperante e partecipativo per la consultazione, la modifica e la fruizione dei dati della Carta Faunistica e Botanica regionale delle Marche.

Suddividendo la regione in aree omogenee e indicando, per ognuna di esse, le specie tipiche presenti e la relativa copertura botanica, il progetto ha permesso la realizzazione di un vero e proprio sistema informativo regionale per tutti i dati faunistico-botanici.

La sua caratteristica fondamentale è la flessibilità e interoperabilità, ossia la possibilità di essere aggiornata nel tempo in relazione alla disponibilità di nuove fonti di dati ambientali, faunistici o socio-economici e la possibilità di calibrare le analisi a qualsiasi livello di dettaglio geografico e quantitativo desiderato, da quello regionale a quello provinciale. A tal fine sono diversi i livelli di analisi che vanno da query spaziali predefinite a un query builder ibrido (spaziale e quantitativo su campi dei database di appoggio), sino all'uso di WMS analizzabili attraverso GIS leggeri. Un ambiente di gestione dei dati permette sia la fruizione che la proposta di modifica di dati sia cartografici vettoriali, che alfanumerici.

Abstract

The main goal of the SIT-REM project is the design and the development of a interoperable, participative WEB GIS environment for the information retrieval and data editing/updating of the botanic and faunal map of Marche Region.

By splitting the territory into homogeneous areas and by specifying the typical species present in each of them, together with the relative botanic cover, the project allows the realization of a proper regional information system for faunal-botanic data.

The main characteristics of the SIT-REM is its interoperability, that is its ability to be updated with the insertion of new types of environmental, faunal or socio-economic data and to generate analyses at any level of detail, geographical (from regional to local) or quantitative. The latter is obtained by different query levels: spatial queries, hybrid query builder and WMS usable by means of light GIS.

Introduzione

La Carta faunistica e botanica regionale delle Marche, sviluppata nel corso del 2011 da SI²G, è lo strumento per la stesura e gli adeguamenti periodici della pianificazione faunistico-botanica, sulla base di uno studio interdisciplinare delle principali caratteristiche agro-forestali, biologiche e geologiche del territorio regionale. Suddividendo la regione in aree omogenee e indicando, per ognuna di esse, le specie tipiche presenti e la relativa copertura botanica, il progetto ha permesso la realizzazione di un vero e proprio sistema informativo regionale per tutti i dati faunistico-botanici.

La sua caratteristica fondamentale è la flessibilità e interoperabilità, ossia la possibilità di essere aggiornata nel tempo in relazione alla disponibilità di nuove fonti di dati ambientali, faunistici o socio-economici e la possibilità di calibrare le analisi a qualsiasi livello di dettaglio geografico e quantitativo desiderato, da quello regionale a quello provinciale. A tal fine sono diversi i livelli di analisi che vanno da query spaziali predefinite a un query builder ibrido (spaziale e quantitativo su campi dei database di appoggio), sino all'uso di Web Map Services (WMS) analizzabili attraverso GIS "leggeri" (con ridotto numero di funzionalità ma di facile reperimento e utilizzo).

Il raggiungimento di questi obiettivi richiede l'utilizzo di strumenti e metodologie atte a conseguire:

- l'acquisizione e l'analisi di dati ambientali, antropici e di uso del suolo misurabili quantitativamente su tutto il territorio regionale;
- l'acquisizione di dati di abbondanza e distribuzione faunistica per specie target riferibili a tutto il territorio regionale;
- l'elaborazione di modelli statistici di vocazione in grado di individuare in modo quantitativo ed oggettivo i legami tra l'abbondanza di ogni specie e le caratteristiche ambientali ed antropiche del territorio (es. legami specie-habitat);
- la realizzazione di cartografie in grado di rappresentare la vocazione di ogni comparto territoriale per ogni specie oggetto di ricerca;
- l'analisi della vocazione e della distribuzione effettiva delle specie per discuterne lo status e fornire proposte di gestione.

La P.F. Tutela degli animali e rete ecologica regionale della Regione Marche (dipartimento regionale per la protezione della fauna e della flora) provvede al periodico aggiornamento ed alla verifica dei dati della Carta ed il sistema mette a disposizione livelli autorizzativi che permettono l'inserimento dei dati anche a enti gestori dei parchi o ad altri enti preposti alla tutela faunistico-botanica del territorio.

Di seguito discuteremo sia gli aspetti informatici sia quelli metodologici nell'ambito del progetto, con particolare riferimento alle principali novità del progetto.

Aspetti informatici: WEB GIS, interoperabilità e partecipazione

Il progetto del database (modello logico), di seguito presentato (Fig. 1), risulta coerente e in continuità con il progetto SIT-REM (Sistema Informativo Territoriale – Rete Ecologica Marche) Natura 2000 della regione Marche (Pesaresi et al., 2007) e ne ottimizza la struttura e le funzionalità. Al fine di massimizzare e ottimizzare il processo di normalizzazione scientifica è stato preso in esame il processo metodologico di rilevamento per l'acquisizione dati (Fig. 2). L'analisi del processo metodologico (analisi dei requisiti) ha consentito di individuare e strutturare, in appropriate banche dati (Fig. 1), tutte le classi di analisi o entità (soggetto d'interesse per la base dati che raggruppa un set di informazioni omogenee tra loro; Braidì, 2004) evidenziando in modo logico (relazioni) le connessioni fra le entità o classi di analisi e descrivendo tutti i campi (attributi) associati alle relative tabelle o entità. L'attività di modellazione dei dati descritti tramite i diagrammi di relazione ER (Entità-Relazioni) ha permesso di rispettare i vari livelli di integrità dei dati (a livello di campo, di tabella, di relazione e *business rule*).

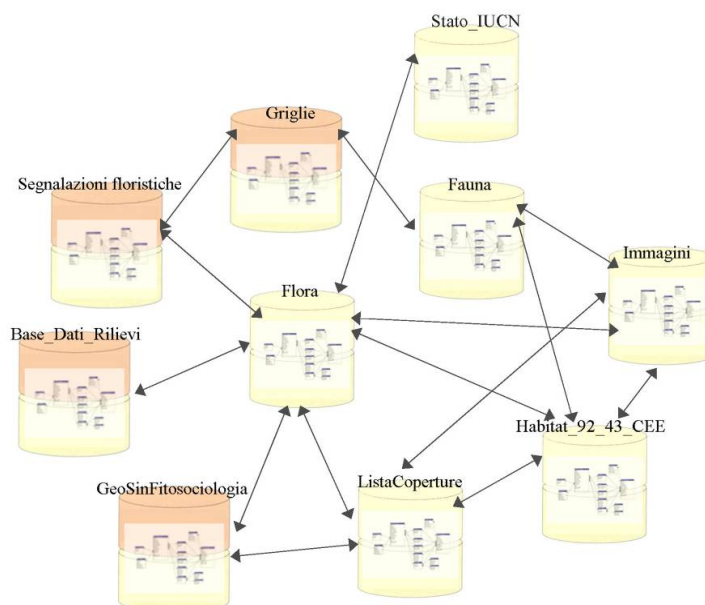


Figura 1 – In figura sono rappresentati i collegamenti tra i database geografici e alfanumerici. I database in doppio colore sono quelli che contengono informazioni sia geografiche sia alfanumeriche, gli altri gestiscono informazioni esclusivamente alfanumeriche.

Geodatabase

Il geodatabase progettato rappresenta un efficace strumento di monitoraggio capace di tenere traccia nel tempo e nello spazio dei dati analitici, che derivano dalle indagini floristiche, fitosociologiche, geosinfitosociologiche e faunistiche e di supporto alla gestione della biodiversità. Esso consente di eseguire analisi multi-dimensionali sia d'interesse scientifico sia prevalentemente finalizzate alla gestione territoriale.

Inoltre, la struttura dell'archivio, poiché fondata su metodologie di progettazione collaudate e standardizzate, risulta facilmente modificabile o espandibile mano a mano che i requisiti cambiano o aumentano e pertanto dinamica e sensibile per gli sviluppi futuri ed integrabile con altre banche dati geografiche e/o alfanumeriche.

Il progetto SIT REM prevede, tra le più importanti novità, la pubblicazione di tutti i dati cartografici prodotti in formato WMS, al fine di garantire un semplice utilizzo degli stessi attraverso i moderni servizi web. È possibile utilizzare ogni forma di GIS capace di connettersi a servizi WMS. Ad esempio, con ArcExplorer, un semplice strumento GIS che viene distribuito gratuitamente da Esri Inc (CA), è possibile visualizzare dati geografici e utilizzare sia dati locali (shapefile e altri) o accedere a servizi GIS offerti da ArcIMS.

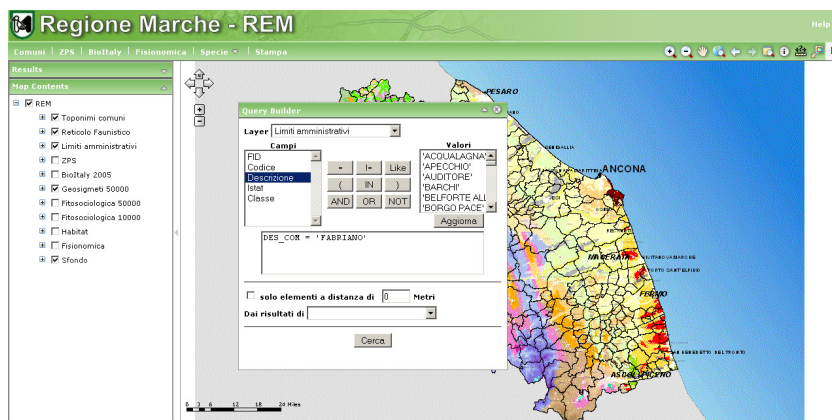


Figura 2 – Un esempio di interfaccia del geodatabase con i dati faunistici e botanici ricercabili da un query builder semplificato.

Area dati

Lo scopo di quest'area dell'applicazione è di gestire i dati alla base del SIT REM ed in particolare i rilievi faunistici e botanici.

L'accesso a quest'area è riservato alle due categorie di utenti più avanzate: enti e regione.

L'autenticazione avviene tramite utente e password o attraverso le credenziali del sistema Cohesion (sistema regionale di single sign-on e identità federata).

L'area dati è relativa in particolare alla possibilità di raccogliere i rilievi provenienti da utenti esterni e catalogare tutto in un archivio strutturato sotto il diretto controllo della regione. Proprio in tale ambito si esplicita il concetto di partecipazione descritto nella introduzione.

Lo scopo di questa sezione è anche quello di condivisione dati, soprattutto tra enti preposti alla tutela del territorio, fornendo dati e shape per elaborazioni in locale o chiedendo l'inserimento di dati da parti degli enti stessi secondo modalità tecnicamente e scientificamente riconosciute.

La sezione contiene l'accesso alla tabella delle specie, la possibilità di inserire rilievi e la fenologia. All'interno di questa sezione sono presenti anche tabelle di archivio (vecchi rilievi con dati parziali) e una tabella di sola lettura ad uso degli enti che riporta le corrispondenze specie/habitat.

Come pure per la fauna, seppur in maniera più strutturata sulla base della maggiore complessità delle classificazioni botaniche, sono presenti le tabelle specie, le sue classificazioni secondo le tabelle habitat e gessigmeti ed i rilievi.

In tutti i casi è possibile filtrare e accedere ai dati in modalità di consultazione o scaricandoli massivamente in formati standard (CSV o Excel).

All'interno vi sono delle form per lo scambio di file e la pubblicazione degli stessi, le richieste tecniche di assistenza e le tabelle utili alle compilazioni dei formulari.

In questa sezione sono contenuti gli indirizzi per l'accesso ai servizi WMS. Tali servizi, appositamente documentati con un manuale a parte, consentono l'accesso ai dati in piena autonomia ed utilizzando GIS leggeri.

Metodologie nella rilevazione dei dati fitosociologici

Il progetto propone un sistema di analisi integrate che porta alla conoscenza approfondita degli ecosistemi e del paesaggio, dei fattori che li caratterizzano e dei processi dinamici che sono alla base della loro origine e ne determinano la diffusione nello spazio e la trasformazione nel tempo.

Tale conoscenza rappresenta la base per una gestione consapevole della biodiversità di un territorio e ne consente il monitoraggio nel tempo. Infatti, la direttiva 92/43/CEE ha di fatto segnato una decisiva svolta nelle prospettive di gestione della biodiversità dei territori dell'unione Europea, per cui si è stabilita una corretta metodologia di indagine che permette di riconoscerla, evidenziarla e caratterizzarla per gli aspetti quali/quantitativi oltre che di monitorarla nella sua evoluzione nel tempo. La conservazione degli habitat proposta nella direttiva assume un elevato significato in quanto viene riconosciuto per la prima volta, in un documento comunitario, il valore del livello di organizzazione fitocenotico della biodiversità. In tal modo viene resa realmente operativa la salvaguardia delle specie vegetali ed animali in quanto realizzata, oltre che direttamente, anche mediante l'individuazione e la protezione degli ecosistemi in cui tali specie vivono. L'uso della terminologia fitosociologica per definire gli habitat (allegato I, Dir. 92/43/CEE) in una direttiva dell'U.E. assume un importante significato in quanto viene così riconosciuto il ruolo della fitosociologia quale scienza di base per la gestione della biodiversità.

Metodologie Scientifiche Utilizzate

Il sistema di analisi integrate proposto, si fonda sul concetto che la vegetazione, in quanto componente fondamentale del paesaggio, entra a far parte degli ecosistemi dei quali costituisce un importante aspetto strutturale e funzionale. E' quindi un bioindicatore che permette di ottenere valide indicazioni sulla qualità degli ecosistemi e sul valore dei principali fattori ecologici che li caratterizzano. Per tale motivo è stato coniato, attraverso una visione organicistica delle comunità vegetali (associazioni), il termine di valenza ecologica di associazione la cui validità è stata statisticamente dimostrata mediante l'integrazione di dati sperimentali derivanti da analisi quantitative (Biondi & Calandra, 1998; Zuccarello *et al.*, 1999; Baldoni *et al.*, 2004). Le analisi fitosociologiche e geosinfitosociologiche, attraverso lo studio delle successioni seriali e delle unità di paesaggio vegetale, qualora opportunamente integrate con altre metodologie, come quelle GIS, permettono inoltre di proporre soluzioni gestionali per la conservazione della biodiversità di specie e di ambienti e di progettare la connessione tra siti a diverso grado di naturalità per migliorare la qualità diffusa nel territorio (Biondi, 1996; Biondi & Colosi, 2005).

Lo schema riportato in Fig. 3 illustra il processo metodologico organizzato e adottato specificatamente per massimizzare l'integrazione dei dati di natura biologica (flora, vegetazione, fauna) e fisica (geomorfologia, clima) per la realizzazione di un programma di conservazione della biodiversità vegetale, specifica e cenotica, e del paesaggio vegetale. Tre dei quattro blocchi principali corrispondono ad altrettanti approcci di analisi delle componenti biologiche del paesaggio: la vegetazione, la flora e la fauna (Biondi *et al.*, 2007). Per quanto riguarda la componente floristico-vegetazionale sono riportati, per ogni approccio, i relativi stadi di lavoro. Esternamente ai blocchi principali compaiono i prodotti derivanti dalle varie fasi di analisi, alcuni dei quali entreranno nella banca dati della biodiversità predisposta *ad hoc* (tabelle fitosociologiche, carta floristica, carta della vegetazione, carta degli habitat), altri saranno funzionali per definire le indicazioni di monitoraggio e gestione degli habitat comunitari e prioritari (carta sinfitosociologica, carta geosinfitosociologica).

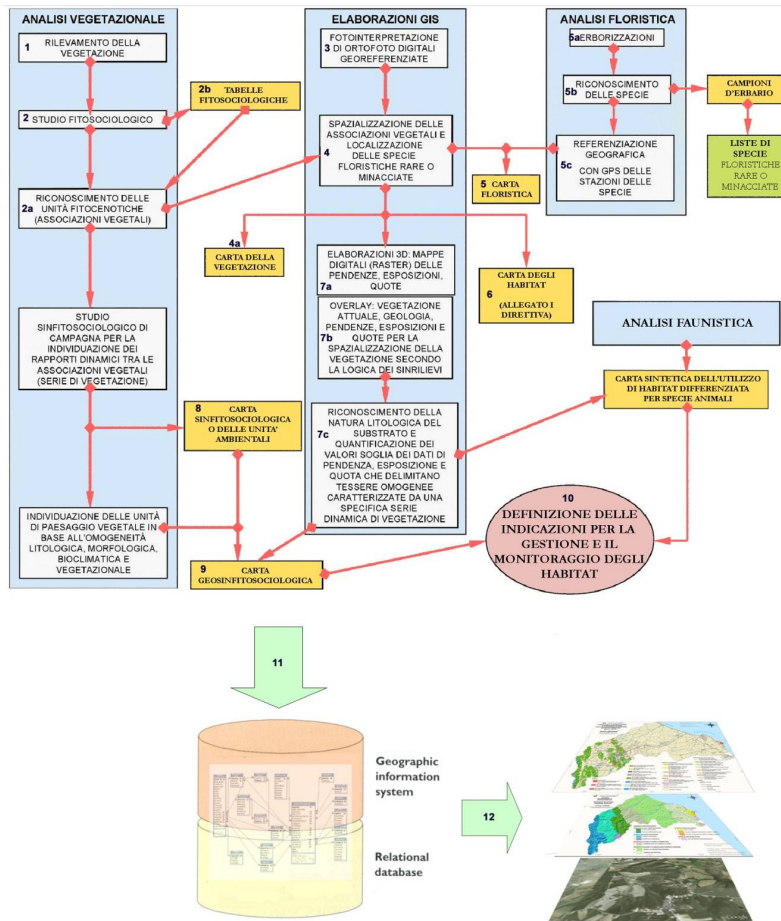


Figura 3 – Schema metodologico per l'analisi integrata del paesaggio vegetale.

Il rilievo fitosociologico

Il rilevamento della vegetazione viene condotto secondo il metodo fitosociologico della Scuola Sigmatista di Zurigo-Montpellier e successivi sviluppi che hanno promosso l'evoluzione della scienza fitosociologica verso l'analisi integrata del paesaggio vegetale.

L'oggetto di studio della Fitosociologia è l'associazione vegetale: un aggruppamento stabile con il mezzo ambiente caratterizzato da una composizione floristica determinata statisticamente validata. Lo studio della vegetazione sul terreno avviene tramite l'esecuzione di rilievi fitosociologici (1 in Fig. 3).

Il rilievo fitosociologico viene effettuato scegliendo una superficie omogenea sulla quale vengono fatte osservazioni quali-quantitative sulle caratteristiche che descrivono la stazione:

- Località e data del rilevamento
- Altitudine, esposizione e inclinazione della stazione
- Tipo di vegetazione (bosco, prato, mantello ecc.)
- Caratteristiche generali del substrato (geologia, litologia, suolo, ecc.)
- Grado di ricoprimento generale della vegetazione
- Struttura della vegetazione (stratificazione verticale)
- Coordinate geografiche della stazione.

Dopo l'annotazione delle caratteristiche generali sulla stazione si passa alla fase centrale del rilievo che si compone delle seguenti attività:

- Compilazione della lista di tutte le specie presenti all'interno dell'area prescelta
- Attribuzione alle varie specie del valore di copertura secondo la scala di abbondanza-dominanza e di socialità secondo le scale proposte da Braun-Blanquet.

Il rilievo fitosociologico, con il suo bagaglio di informazioni qualitative e quantitative (rappresenta il sistema di rilevamento di maggior dettaglio in ambito ecologico) rappresenta il punto di partenza per qualsiasi elaborazione successiva.

Elaborazione dei rilievi fitosociologici

Dopo l'esecuzione di numerosi rilievi si compila una matrice (tabella bruta) dove le colonne corrispondono ai rilievi effettuati e sulle righe le specie floristiche rinvenute.

Su tale matrice vengono eseguite elaborazioni che evidenziano le caratteristiche statistico-floristiche che stanno alla base della definizione dell'associazione vegetale.

In particolare viene effettuata sulla tabella bruta la *cluster analysis* o analisi dei gruppi utilizzando indici di similarità che crea una matrice di somiglianza o dissomiglianza tra i rilievi secondo la composizione floristica. Quest'ultima matrice viene rappresentata graficamente, tramite l'applicazione di algoritmi agglomerativi gerarchici, in un dendrogramma che evidenzia le somiglianze tra i gruppi di vegetazione individuati.

Tale metodologia porta al riconoscimento delle fitocenosi o associazioni vegetali (2.a in Fig. 3), espresse nelle tabelle fitosociologiche (2.b in Fig. 3) e alla classificazione sintassonomica dell'associazione stessa e di fatto ad un appropriato riconoscimento dell'habitat corrispondente indicato dalla direttiva 92/43/CEE.

Spazializzazione e territorializzazione delle associazioni vegetali

I dati delle analisi portano alla produzione di rilievi e tabelle fitosociologiche che consentono l'attribuzione delle diverse tipologie fisionomiche alle associazioni vegetali. Tali dati sono stati archiviati e associati al rilevamento cartografico effettuato per superfici (elemento geometrico poligono del modello vettoriale per la rappresentazione di dati nello spazio) rispettando le relazioni topologiche di adiacenza e non sovrapposizione. Il disegno dei poligoni (*features*) viene realizzato direttamente a video (3 in Fig. 3), tramite interpretazione di ortofoto digitali a colori del portale cartografico nazionale (pcn.minambiente.it) scala nominale 1:10000, con continua e contemporanea verifica tramite rilevamenti di campagna. La singola entità poligonale o campitura tracciata (*feature*) opportunamente inserita nel geodatabase (*feature class* "COPERTURE_10000"), rappresenta un'area concretamente definita di copertura vegetale omogenea dal punto di vista fisionomico, fisionomico strutturale ed ecotonale (con una composizione strutturale intermedia come praterie con arbusti o alberi e così via) fitosociologico e geosinfitosociologico.

La scala di dettaglio per la presentazione cartografica (scala nominale) è 1:10000.

La risoluzione al suolo minima standard è di 5 m, la superficie minima standard è di 200 m².

Solo per particolari tipi fitosociologici (importanti dal punto di vista conservazionistico) e/o di habitat *sensu* direttiva è ammissibile realizzare "micro" poligoni, cioè al di sotto della superficie minima standard.

Per i rilievi fitosociologici effettuati, localizzati tramite GPS l'elemento geometrico utilizzato è il punto.

Il sistema di riferimento cartografico adottato è Roma 1940 Gauss-Boaga fuso Est coerentemente con la Carta Tecnica Regionale delle Marche.

La spazializzazione delle associazioni vegetali (4 in Fig. 3) è l'attività fondamentale per un'accurata realizzazione della carta della vegetazione (fitosociologica).

La carta della vegetazione e tutte le informazioni a essa associate, opportunamente normalizzate, archiviate nel *geodatabase* permettono di elaborare e derivare tematismi fondamentali quali cartografie floristiche (5 in Fig. 3) tenendo conto della combinazione floristica tipica di ogni

associazione vegetale e di tutte le erborizzazioni (5.a Fig. 3) che si effettuano durante la fase di esecuzione dei rilievi fitosociologici e permettono inoltre di derivare tramite opportuna lettura scientifica, dell'ultimo manuale di interpretazione degli habitat dell'Unione Europea – EUR27 e del “Manuale italiano di interpretazione degli habitat della direttiva 92/43/CEE”, la cartografia degli habitat sensu direttiva 92/43/CEE (6 in Fig.3).

Successivamente, applicando le teorie della sinfitosociologia e geosinfittosociologia alla carta della vegetazione, con l'ausilio di tecniche statistiche quali *cluster analysis*, tecniche di statistica geografica e operazioni geografiche di *overlay*, è possibile effettuare una valutazione integrata delle caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali e quindi riconoscere e delimitare le unità di paesaggio vegetale alla scala di analisi prescelta. Tali unità sono potenzialmente interessate da formazioni vegetali collegate in termini seriali e/o catenali, la cui composizione floristica si ripete statisticamente in funzione dei fattori ecologici (7.a, 7.b, 7.c in Fig.3).

In tal modo l'osservazione conduce alla creazione di un modello teorico che si esplicita nella definizione dei sigmeti e dei geosigmeti (informazioni inserite opportunamente nel *geodatabase feature class* “Coperture_10000”), resi evidenti nella cartografia dinamica del paesaggio vegetale, carte sinfitosociologiche (8 in Fig. 3) e carte geosinfittociologiche (9 in Fig. 3). Pertanto, riconoscendo le relazioni biologiche e geomorfologiche e creando il modello del territorio è possibile, attraverso un processo induttivo, attribuire la potenzialità vegetazionale anche a quei territori profondamente trasformati dall'uomo soprattutto in seguito all'attività agricola.

Tali dati sono fondamentali per l'interpretazione e la quantificazione delle dinamiche paesaggistiche perché permettono di capire come una formazione evolverà o involverà floristicamente a seguito del sopraggiungere o del cessare di un input esterno al sistema vegetale o quali sono le cause che ne determinano l'origine e il mantenimento.

E' questo l'elemento centrale per rendere realmente attuabili gli obiettivi della Direttiva Habitat (10 in Fig. 3). Infatti, gli habitat si identificano con determinate associazioni vegetali che spesso rappresentano degli stadi transitori di una successione vegetale e sono pertanto soggetti ad una più o meno rapida trasformazione. Per mantenerli e salvaguardare le specie animali e vegetali che sono strettamente ad essi legate occorre identificare i fattori che ne determinano la stabilità nel tempo. La gestione degli habitat si baserà quindi essenzialmente sul mantenimento di tali fattori.

Metodologie nella correlazione diretta vegetazione/specie animali per habitat di utilizzo/zona

Oltre a quanto già riportato nel paragrafo precedente, relativamente agli aspetti naturalistici, in questo paragrafo verranno affrontate le problematiche informatiche relative alla correlazione diretta vegetazione/specie animali per habitat e per zona.

In realtà questo aspetto non presenta difficoltà dal punto di vista informatico, in quanto sono possibili diverse soluzioni, tra cui localizzare e/o associare l'habitat di una specie animale sia a un'intera zona vegetazionale che soltanto a una sua parte. Il problema, se tale si può considerare, è solo di tipo scientifico naturalistico, nel senso che sarà solo responsabilità degli esperti faunisti se un'ampia zona con unico codice botanico si possa tutta o solo parzialmente associare all'habitat di una specie animale.

Poiché tale questione, almeno in passato è stata considerata molto importante, si prevede nella proposta attuale di includere strumenti informatici che facilitano al massimo la sua gestione, ad esempio, avvertendo l'utente quando l'associazione di una specie animale a un codice botanico implica un'area molto grande, cioè maggiore di soglie prefissate sia per quanto riguarda l'area sia per la lunghezza della regione associata.

In pratica il sistema proposto prevede la possibilità di individuare classi omogenee di correlazione flora/fauna che permetterà di visualizzare tali aree al fine di individuare analoghe condizioni ambientali. Tale punto ha un grado di approfondimento simile a quello già indicato per flora e fauna in quanto si tratta esclusivamente di un'ulteriore analisi e riclassificazione dei dati precedentemente elaborati.

Metodologie di produzione di report e indicatori

Il *database* geografico progettato sulla base del processo metodologico e del processo di normalizzazione scientifica consente di diffondere le informazioni di carattere geosinfitosociologico e faunistico tramite presentazioni geografiche o cartografie, report ed elaborazione di indicatori.

Le mappe o cartografie risultano estremamente importanti in quanto integrano dati di diversa fonte e provenienza in un sistema di riferimento geografico o cartografico comune, ciò permette di combinare, sovrapporre ed analizzare i dati per comprendere fenomeni di tipo spaziale e modellare eventi futuri.

Le mappe e i report realizzabili tramite il *geodatabase* presentato sono innumerevoli.

Le cartografie che saranno realizzate sono le carte della vegetazione (fitosociologiche), le carte del paesaggio vegetale (geosinfitosociologiche), le carte degli habitat (direttiva 92/43/CEE) ecc.

Nella realizzazione di report, mappe e nell'elaborazione di indicatori gli esperti giocano ruoli di primaria importanza, a partire da:

- l'utente finale (*map user*) il quale osserva ed utilizza le mappe per generali o specifici obiettivi e che comunque deve essere qualificato in rapporto al tipo di tematismo presentato;
- il realizzatore di mappe (*map builder* e *map publisher*) il quale a partire dalla banca dati realizza mappe per specifici obiettivi e si dedica alla qualità estetica delle stesse per renderne facile la sintesi e più efficace la comprensione e la diffusione. Tale esperto deve conoscere la struttura della banca dati ed il valore semantico delle informazioni presenti e quindi essere capace di tradurre gli scopi finali da tematizzare, in stringhe SQL e procedure programmatiche (codici di programmazione e *ArcObjects ESRI*, Zeiler, 1999). Infatti, le cartografie (fitosociologiche, geosinfitosociologiche, habitat, faunistiche etc.) presentano un elevato dettaglio e complesso contenuto semantico e le informazioni derivano dall'interrogazione di molteplici classi di analisi;
- gli specialisti di tematiche ecologico-ambientali, in questo caso il fitosociologo, il geosinfitosociologo ed il faunista, che decidono gli obiettivi e i temi da presentare in sinergia al *mapbuilder* e massimizzano la funzionalità, la capacità di sintesi e rappresentazione dello specifico tema nella cartografia.

Le cartografie realizzate saranno di elevata qualità globale, secondo i parametri che definiscono la qualità oggettiva di una cartografia numerica (Galletto et al., 1993), in quanto esaustive, attuali, metricamente precise e tollerabili, di elevata risoluzione (coerente con la scala nominale 1:10.000), con elevata precisione semantica e coerenza o congruenza logica tra quanto rappresentato in cartografia e la realtà.

La banca dati permette sempre utilizzando tecniche di consultazione legata alla conoscenza del linguaggio SQL di soddisfare la reportistica necessaria e la parte SQL nativa del *geodatabase*.

Conclusioni

In questo articolo è stato presentato un ambiente di consultazione e gestione dei dati faunistici e botanici della Regione Marche che permette sia la fruizione che la proposta di modifica di dati sia cartografici vettoriali, che alfanumerici.

La sua caratteristica fondamentale è la flessibilità e interoperabilità, ossia la possibilità di essere aggiornata nel tempo in relazione alla disponibilità di nuove fonti di dati ambientali, faunistici o socio-economici e la possibilità di calibrare le analisi a qualsiasi livello di dettaglio geografico e quantitativo desiderato, da quello regionale a quello provinciale. A tal fine sono diversi i livelli di analisi che vanno da query spaziali predefinite a un query builder ibrido (spaziale e quantitativo su campi dei database di appoggio), sino all'uso di WMS analizzabili attraverso GIS leggeri.

Il progetto sarà pubblicato on line a fine 2012 e sarà consultabile del sito web della Regione Marche accedendo alla sezione "PF Tutela degli animali e rete ecologica regionale".

Ringraziamenti

Si ringrazia la PF Tutela degli animali e rete ecologica regionale della Regione Marche per la collaborazione nell'ambito del progetto SIT-REM.

Bibliografia

Baldoni, M., Biondi, E., Ferrante, L., 2004. Demographic and spatial analysis of a population of *Juniperus oxycedrus* L. in an abandoned grassland. *Plant Biosystems*, 138 (2), 89-100.

Biondi E. & Colosi L., 2005. Environmental quality: An assessment based on the characters of plant landscape. *Plant Biosystems* 139(2): 145-154.

Biondi, E. & Calandra, R. (1998) La cartographie phytoécologique du paysage. *Écologie*, 29 (1-2), 145-148.

Biondi, E. (1996) La geobotanica nello studio ecologico del paesaggio. *Ann. Acc. Ital. Sc. Forest.* 45, 3-39.

Galetto et al., 1993 La cartografia numerica: il problema degli standard. *Bollettino dell'AIC* 87-88: 175-184.

Morelli F., Pandolfi M., Pesaresi S. & Biondi E., 2007. Uso di dati di monitoraggio e variabili degli habitat per la costruzione di modelli di distribuzione delle specie di uccelli nella regione Marche, Italia. *Fitosociologia* 44(2) Suppl. 1: 127-132.

Pandolfi M., Biondi E., Catorci A., Morelli F. & Zabaglia C., 2007. Modello per l'integrazione tra le esigenze dell'habitat di specie animali minacciate e la struttura fisionomicovegetazionale del territorio: l'applicazione nella costruzione della Rete Ecologica delle Marche. *Fitosociologia* 44 (2) Suppl. 1: 119-125.

Pesaresi S., Biondi E., Casavecchia S., Catorci A. & Foglia M., 2007. Il Geodatabase del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche. *Fitosociologia* 44 (2) Suppl.1: 95-101.

Zeiler, 1999. *Modeling our World. The ESRI guide to Geodatabase Design*. ESRI Press, Redlands, California: 2-195

Zuccarello, V., Allegranza, M., Biondi, E. & Calandra, R. (1999) Valenza ecologica di specie e di associazioni prative e modelli di distribuzione lungo gradienti sulla base della teoria degli insiemi sfocati (Fuzzy Set Theory). *Braun-Blanquetia*, 16, 121-225.