



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



CATAP

Coordinamento delle Associazioni
Tecnico-scientifiche
per l'Ambiente e il Paesaggio

Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari



MANUALI E LINEE GUIDA

65.3/2010

**Analisi e progettazione botanica per gli interventi
di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari**

Manuali e linee guida

65.3/2010

INFORMAZIONI LEGALI

L'ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA) E LE PERSONE CHE AGISCONO PER CONTO DELL' ISTITUTO NON SONO RESPONSABILI PER L'USO CHE PUÒ ESSERE FATTO DELLE INFORMAZIONI CONTENUTE IN QUESTO MANUALE.

ISPRA – ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE
Dipartimento Difesa della Natura - Servizio Aree Protette e Pianificazione Territoriale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.it

ISBN 978-88-448-0471-8

RIPRODUZIONE AUTORIZZATA CITANDO LA FONTE

ELABORAZIONE GRAFICA

ISPRA – Servizio Comunicazione
GRAFICA: Alessia Marinelli, Elena Porrazzo
FOTO DI COPERTINA: Riccardo Copiz

COORDINAMENTO TIPOGRAFICO

Daria Mazzella
ISPRA – Settore Editoria

AMMINISTRAZIONE:

Olimpia Di Girolamo
ISPRA – Settore Editoria

DISTRIBUZIONE:

Michelina Porcarelli
ISPRA – Settore Editoria

FINITO DI STAMPARE NOVEMBRE 2010

AUTORI

Stefania Ercole - ISPRA, Dipartimento Difesa della Natura

Pietro Massimiliano Bianco - ISPRA, Dipartimento Difesa della Natura

Carlo Blasi - Università di Roma La Sapienza, Dipartimento di Biologia Ambientale

Riccardo Copiz - Università di Roma La Sapienza, Dipartimento di Biologia Ambientale

Paolo Cornelini - AIPIN (Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica)

Laura Zattero - Università di Roma La Sapienza, Dipartimento di Biologia Ambientale

INDICE

PREMESSA	5
Impatti dell'opera e mitigazioni	5
Progetti integrati di inserimento ambientale	6
1. ANALISI BOTANICA	7
1.1 ANALISI FLORISTICA.....	7
1.1.1 Conoscenze disponibili e fonti bibliografiche.....	8
1.1.2 Censimento delle specie vegetali	8
1.1.3 Informazioni derivanti dalla flora	10
1.1.4 Specie esotiche	14
1.2 ANALISI VEGETAZIONALE.....	16
1.2.1 Analisi fisionomica	16
1.2.2 Analisi fitosociologica.....	16
1.2.3 Approccio sindinamico	18
1.3 ANALISI CARTOGRAFICA.....	23
1.3.1 Principali tipologie di carte vegetazionali.....	23
1.4 APPROFONDIMENTI ECOLOGICO-TERRITORIALI	26
2. PROGETTO BOTANICO	29
2.1 INTRODUZIONE.....	29
2.2. CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE.....	30
2.2.1 Le proprietà biotecniche.....	31
2.2.2 Specie autoctone.....	34
2.2.3 Specie appartenenti a determinati stadi della serie di vegetazione	35
2.2.3.1 L'uso delle specie arboree, arbustive ed erbacee	36
2.2.4 Specie rare ed endemiche	46
2.2.5 Esempi di liste di specie da utilizzare in diversi contesti biogeografici italiani	47
GLOSSARIO	48
BIBLIOGRAFIA.....	53

PREMESSA

Questo documento presenta un approfondimento relativo alle metodologie di analisi e di progettazione botanica necessarie per la realizzazione degli interventi di inserimento ambientale e di mitigazione degli impatti. Ci si riferisce in particolare alle opere infrastrutturali lineari, ma, più in generale, le metodologie proposte possono essere utilizzate anche nei casi di altre tipologie di opere.

Gli interventi di inserimento ambientale e di mitigazione assumono un ruolo di primo piano in tutti i casi di realizzazione di nuove opere e ogniquale volta si operino trasformazioni territoriali, soprattutto in presenza di una perdita di ambienti naturali e seminaturali e, tanto più, qualora l'opera vada a impattare habitat di interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (meglio nota come Direttiva Habitat). Sarebbe auspicabile, inoltre, che questi interventi venissero realizzati non solo per le nuove opere, ma anche per riqualificare le infrastrutture esistenti.

La riduzione e mitigazione delle alterazioni apportate all'ambiente dalla costruzione delle opere deve essere parte integrante della progettazione dell'opera stessa. In tale contesto gli studi naturalistici di base assumono grande importanza e, di conseguenza, diventano necessari l'ampliamento della base conoscitiva, la multidisciplinarietà dell'approccio e quindi l'allargamento del gruppo di lavoro. Il contributo che gli studi botanici possono fornire nel corso della progettazione diventa quindi molto importante sia nelle fasi di analisi e di valutazione, che nell'individuazione degli interventi (Blasi e Paoletta, 1992; Blasi *et al.*, 1995).

Questo documento intende fornire, quindi, un quadro di riferimento delle principali metodologie di analisi botanica finalizzate alla progettazione degli interventi che prevedono l'utilizzo di specie vegetali. Solo un'approfondita conoscenza funzionale, strutturale e dinamica della flora e della vegetazione del sito interessato dall'opera, permetterà di mitigare gli impatti da un punto di vista ecologico e di giungere a un inserimento il più possibile compatibile con l'unità ambientale e di paesaggio di riferimento. Si deve intervenire attraverso soluzioni che favoriscano le dinamiche evolutive naturali e portino di conseguenza, nel tempo, a sistemi stabili e duraturi perché in equilibrio con l'ambiente circostante.

Impatti dell'opera e mitigazioni

Gli effetti indotti dalla costruzione di opere infrastrutturali si esplicano sia in fase di costruzione (occupazione e impermeabilizzazione del suolo, riduzione e frammentazione degli habitat, perdita di ecosistemi residui, disturbo alla fauna, ecc.), sia in fase di esercizio (emissione di sostanze nocive, inquinamento acustico, atmosferico, luminoso, delle acque e del suolo, aumento della mortalità della fauna, diffusione di specie esotiche, ecc.).

La costruzione dell'opera può innescare processi di degradazione a carico della struttura e delle funzioni degli ecosistemi, i quali possono subire una perdita di funzioni essenziali per l'esistenza di molte specie animali e vegetali. A ciò contribuiscono fortemente i processi di frammentazione, che generano la progressiva riduzione areale degli ambienti naturali e seminaturali e la crescente insularizzazione dei lembi residui (APAT, 2003; Battisti, 2004). Sempre più spesso, infatti, pochi lembi naturali residui si vengono a trovare spazialmente segregati all'interno di una matrice territoriale di origine prevalentemente antropica.

Le aree marginali ai lati di strade e ferrovie, in tale contesto, possono acquisire notevole importanza come aree di rifugio per alcune specie di flora e fauna e come potenziali aree di collegamento ecologico, soprattutto in ambiti molto antropizzati e prevalentemente agricoli. Queste aree hanno un ruolo all'interno delle reti ecologiche poiché possono rappresentare delle linee di permeabilità (corridoi lineari) per gli spostamenti della fauna, degli *stepping stones* in ambiti antropizzati o dei neo-ecosistemi con capacità tampone nei confronti delle pressioni antropiche presenti nel territorio (APAT, 2003).

Interventi razionali di mitigazione dell'impatto delle infrastrutture possono quindi rappresentare occasioni, in un territorio altamente antropizzato come quello italiano, per la creazione di ambienti di rifugio per le specie e per il miglioramento della rete ecologica. Le aree verdi ai margini di strade e ferrovie (banchine, scarpate, rilevati, ecc.) occupano, infatti, superfici tutt'altro che trascurabili e rappresentano ambiti molto importanti soprattutto nelle pianure antropizzate ove sono presenti le

maggiori opere infrastrutturali (Cornelini e Sauli, 1991). L'importanza ambientale dei rilevati ferroviari, unitamente al loro ruolo come corridoi ecologici, è emerso, ad esempio, da alcuni studi effettuati sulla flora e sulla vegetazione delle scarpate ferroviarie di Lazio, Toscana, Emilia-Romagna, Veneto e Trentino-Alto Adige, che hanno evidenziato la presenza di un dinamismo evolutivo spontaneo da comunità erbacee iniziali sinantropiche verso formazioni arbustive dinamicamente collegate ai querceti caducifogli (Cornelini, 1994; Cornelini e Petrella, 1997). In alcuni settori dell'Europa centrale queste aree costituiscono le uniche porzioni di territorio con aspetti di vegetazione naturale e semi-naturale che, seppur non *matura*, risulta comunque di elevato interesse conservazionistico e sindinamico.

Progetti integrati di inserimento ambientale

Gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale e di recupero a seguito della costruzione di infrastrutture lineari devono rappresentare l'ultima fase di una progettazione che, nella sua realizzazione ottimale, parte dallo studio della compatibilità ambientale (per individuare il corretto posizionamento del tracciato) e giunge, tramite lo studio di impatto (che valuta le interazioni opera-ambiente), alla scelta delle tipologie costruttive più idonee (rilevato, trincea, viadotto, ponte, galleria) e di minimo impatto ambientale.

In assenza di tali studi preliminari, la realizzazione degli interventi di mitigazione ambientale corre il rischio di essere un'operazione di semplice *maquillage*, di carattere puramente estetico, che potrebbe comportare o giustificare errate operazioni sul territorio. Le opere di mitigazione e compensazione fanno parte integrante e funzionale del progetto e vanno definite contestualmente ad esso, con grado di approfondimento proporzionale alle varie fasi del progetto stesso.

Vale il principio operativo di elaborare, sin dalle prime fasi di progettazione, il cosiddetto "progetto integrato", cioè un progetto che tenga conto delle esigenze di "ambientazione", che diventano in certi casi pregiudiziali alle scelte infrastrutturali, integrandosi con esse.

Il progetto di inserimento ambientale nel settore delle opere infrastrutturali si propone come un progetto multidisciplinare, in cui le competenze naturalistiche si fondono con quelle ingegneristiche e geologiche per individuare gli adeguati interventi di mitigazione e di ingegneria naturalistica.

L'obiettivo progettuale deve tendere a mitigare gli impatti dell'opera, favorendo il recupero ambientale, migliorando l'inserimento paesaggistico e conservando la connettività della rete ecologica. Le analisi degli elementi naturalistici, di supporto alla progettazione, devono essere dettagliate già nelle fasi preliminari di progetto, per poter consentire l'individuazione delle emergenze da tutelare e prevedere adeguati interventi di recupero per gli habitat interferiti. Ovviamente la sola conoscenza delle emergenze non basta a garantire la piena riuscita ambientale del progetto di mitigazione e inserimento ambientale. Dagli studi di base deve derivare in primo luogo il riconoscimento del *progetto della natura* e l'identificazione del valore ecologico e dinamico delle diverse comunità vegetali presenti nell'area di studio.

Diviene pertanto necessaria la collaborazione tra diverse figure professionali che attraverso l'integrazione di basi tecnico-scientifiche e l'uso degli adeguati strumenti operativi, riescano a rispondere agli obiettivi di inserimento e mitigazione, rispettando le potenzialità ambientali del territorio.

1. ANALISI BOTANICA

S. Ercole, R. Copiz, L. Zavattono, C. Blasi

Lo studio della copertura vegetale avviene generalmente su tre livelli: floristico, vegetazionale e paesaggistico.

L'analisi floristica permette di conoscere le specie presenti in un determinato territorio nella loro complessa articolazione biogeografica, strutturale (forme biologiche e forme di crescita) e tassonomica. Ciò consente di valutare quel territorio sia in termini di ricchezza che di diversità di specie.

L'analisi vegetazionale indaga gli aspetti associativi propri degli organismi vegetali e si pone l'obiettivo di riconoscere le diverse fisionomie e fitocenosi. Queste ultime sono oggetto di studio della fitosociologia, una disciplina ecologica ormai ben affermata in Italia e in Europa (Biondi e Blasi, 2004a). Da essa si sono sviluppate, più di recente, altre due discipline: la sinfitosociologia, che studia le relazioni dinamiche esistenti tra comunità diverse presenti in uno stesso ambiente, e la geosinfitosociologia, che studia, invece, i complessi di comunità presenti in un dato territorio. Utilizzando le metodologie proprie di queste due discipline si analizza il paesaggio vegetale (Biondi e Blasi, 2004a).

Nella fase di progettazione bisognerebbe porsi domande del tipo: «quali specie?», «in quale rapporto quantitativo e distribuzionale?», «quale stadio del dinamismo naturale prendere come riferimento?», «come raccordarsi con gli ecosistemi circostanti?». Un'attenta analisi della vegetazione attuale e di quella potenziale è quindi il primo passo da compiere per operare scelte consapevoli (Giacanelli, 2005). Bisogna cioè tener conto non solo di quali specie vivono naturalmente nell'area, ma anche di come esse si organizzano in comunità, di come si evolvono e quali sono i rapporti dinamici tra le differenti fitocenosi presenti nel territorio in questione. La conoscenza dei processi successionali che interessano la vegetazione di un determinato territorio è, infatti, una condizione necessaria per la corretta progettazione degli interventi.

L'approccio sindinamico permette di ricostruire le serie di vegetazione ossia l'insieme degli stadi che all'interno di un determinato territorio omogeneo, riconosciuto mediante un processo deduttivo di classificazione gerarchica territoriale, conducono ad una determinata tappa matura (Blasi *et al.*, 2000, 2005). Si tratta di una fase particolarmente importante in quanto negli interventi di mitigazione o di inserimento ambientale si utilizzano impianti affini per composizione floristica e struttura, agli stadi pionieri successionali. Tali stadi pionieri garantiscono, nel tempo, un processo dinamico di recupero verso la vegetazione naturale potenziale propria del luogo oggetto dell'intervento infrastrutturale. Inoltre la coerenza floristica, vegetazionale e sindinamica ha anche una straordinaria azione positiva in termini di coerenza paesaggistica.

Nel presente capitolo verranno esaminate alcune delle principali metodologie relative ai tre citati livelli di analisi, ovvero, in ordine: floristica, vegetazionale e paesaggistica. Nel capitolo 2 saranno invece affrontate tematiche proprie del progetto botanico.

1.1 ANALISI FLORISTICA

L'indagine floristica è finalizzata ad individuare la flora presente nell'area interessata dall'opera. Per flora si intende l'insieme delle specie vegetali spontanee che vive in un determinato territorio.

Negli studi oggetto di questo documento si analizza solitamente la sola flora vascolare (Pteridofite, Gimnosperme e Angiosperme), tralasciando Epatiche, Muschi e Licheni, nulla togliendo alla loro importanza in termini ecologici e non dimenticando che anche in questi gruppi tassonomici sono presenti specie di elevato valore conservazionistico (specie endemiche, minacciate, ecc.) e importanti ai fini del monitoraggio della qualità ambientale in quanto bioindicatrici.

L'analisi floristica è di fondamentale importanza per la progettazione di qualsiasi intervento e, in particolare, risulta indispensabile per una corretta scelta delle specie da utilizzare per il progetto botanico. Tale scelta deve tenere conto dei caratteri del sito e della sua flora affinché l'intervento sia coerente con il contesto floristico del territorio e sia capace di "auto sostenersi" nel tempo.

Solo utilizzando specie proprie delle comunità vegetali potenzialmente presenti nell'area (vegetazione potenziale e stadi dinamici collegati) si riuscirà a migliorare la relazione dell'opera con l'intorno e si realizzerà un intervento paesaggisticamente corretto e che inoltre, in futuro, necessiterà di una ridotta manutenzione.

1.1.1 Conoscenze disponibili e fonti bibliografiche

La prima fase del lavoro consiste nel reperimento dei dati disponibili riguardanti la flora dell'area (pubblicazioni, monografie, libri, articoli scientifici, cartografia floristica, ecc.).

Per la flora vascolare italiana i principali testi di riferimento sono la *Flora d'Italia* (Pignatti, 1982), indispensabile per la determinazione, tramite chiavi dicotomiche, di gran parte delle specie, e la *Checklist* della flora vascolare (Conti *et al.*, 2005). Per gli scopi oggetto del presente documento sono di grande utilità anche le Flore locali, relative a settori più o meno ristretti del territorio e le Flore regionali, che forniscono le liste floristiche regionali complete e, spesso, dettagli sulla distribuzione delle singole entità e sugli ambienti in cui è possibile rinvenirle. Le Flore locali possono riguardare grandi settori del nostro Paese, come la *Flora Alpina* (Aeschmann *et al.* 2004), o aree più ristrette.

In alcuni settori del territorio italiano esistono, inoltre, lavori di cartografia floristica su reticolato geografico, che forniscono l'esatta distribuzione delle specie della flora locale. Progetti di cartografia floristica, realizzati per mezzo di censimenti floristici mirati e creazione di specifiche banche dati, risultano di estrema utilità come fonti di dati.

Nei casi in cui si riescano a reperire queste pubblicazioni di riferimento è doveroso attingere a tali autorevoli fonti di informazione, privilegiando le più aggiornate, per la redazione dell'inquadramento floristico e per la successiva individuazione delle specie di interesse per il progetto.

Questi studi possono quindi facilitare notevolmente il lavoro ed è quindi estremamente importante accertarsi della loro esistenza nell'area in esame prima di procedere alle fasi successive.

Questa fase di ricerca bibliografica risulta impegnativa e richiede competenza specifica in quanto la produzione scientifica in campo floristico è elevata e di non facile reperimento poiché spesso pubblicata su riviste specialistiche e talvolta a diffusione locale. Si può agevolare il lavoro attraverso ricerche mirate e liste bibliografiche di riferimento, come quelle pubblicate nel CD *The Italian vascular flora: references and sources*, che riporta una sintesi della bibliografia floristica italiana prodotta dopo il 1950 (Scoppola e Magrini, 2005), o attraverso la consultazione *on-line* di specifiche banche dati create da Regioni, ARPA, Sistemi Informativi Territoriali, ecc.

Parallelamente alla ricerca bibliografica è fondamentale verificare la presenza nell'area di studio o nelle sue vicinanze di Aree Naturali Protette (Legge quadro sulle aree protette, n. 394/91), SIC (Siti di Importanza Comunitaria, Direttiva "Habitat" 92/43/CEE), ZPS (Zone di Protezione Speciale, Direttiva "Uccelli" 79/409/CEE), zone umide Ramsar (Convenzione di Ramsar, 1971) o altri ambiti tutelati in diverso modo. In questi casi bisognerà tenere conto delle specifiche regolamentazioni in materia di gestione e uso del territorio a cui sono sottoposte tali aree. Inoltre, per questi contesti sono spesso disponibili molti dati inerenti le tematiche naturalistiche, che devono rappresentare un riferimento ai fini delle analisi. Sui siti www.minambiente.it e www.parks.it, ad esempio, è possibile visionare e scaricare i perimetri dei suddetti ambiti e molte informazioni ad essi associate.

1.1.2 Censimento delle specie vegetali

Il censimento delle specie vegetali presenti nell'area interessata dalla costruzione delle opere è fondamentale, come detto, per poter procedere successivamente alla scelta delle specie di progetto. Il censimento si svolge attraverso campagne di rilevamento concentrate nella primavera-estate e ripetute nelle altre stagioni dell'anno.

Una competenza adeguata è richiesta per poter svolgere al meglio tale compito. Un naturalista o un biologo con buone competenze floristiche è in grado di riconoscere direttamente sul campo molte specie e di identificare (determinare) le altre in un secondo tempo, presso strutture quali i laboratori di floristica e tassonomia.

Già nelle prime indagini speditive è possibile riconoscere ed elencare la gran parte delle specie legnose (alberi e arbusti), notoriamente più semplici da determinare.

Per molte specie erbacee e per tutte le entità sconosciute è invece indispensabile la raccolta di campioni, ovvero parti della pianta quanto più possibile complete dei caratteri utili al riconoscimento (foglie, fusti, fiori, frutti, radici, ecc.). Analizzando questi campioni è possibile determinare genere e specie di riferimento tramite l'utilizzo delle chiavi dicotomiche e, se necessario, con l'ausilio di microscopio binoculare e di iconografie dettagliate (figura 1.1.1).

Alla fine dovrà quindi essere prodotta una lista floristica di riferimento per l'area in esame. In questo elenco le entità vegetali devono essere definite attraverso il loro nome latino, secondo le regole della nomenclatura tassonomica (vedi Box 1.1).

E' sempre sconsigliato l'uso esclusivo dei nomi volgari poiché non sono univoci e possono generare confusione.



Figura 1.1.1 - Strumenti per la determinazione floristica: Flora d'Italia e, in secondo piano, microscopio binoculare.

BOX 1.1 - DENOMINAZIONE DELLE SPECIE

Secondo i codici di nomenclatura tassonomica ciascuna entità vegetale è contraddistinta da un binomio in latino in cui il primo termine (scritto con la lettera iniziale maiuscola) indica il genere di appartenenza, il secondo termine (con la lettera iniziale minuscola) indica la specie.

Per correttezza formale, di seguito al binomio andrebbe riportato il nome abbreviato dell'Autore che per primo ha descritto validamente la specie.

Il binomio così composto indica inequivocabilmente una determinata entità vegetale.

Es: *Quercus suber* L. (in cui L. sta per Linneo), nome volgare: sughera

Le categorie inferiori alla specie, corrispondenti a sottospecie o varietà, vengono indicate con un ulteriore nome latino che segue il binomio, preceduto dalle abbreviazioni subsp. o var.

Es: *Salix purpurea* L. subsp. *purpurea* (= sottospecie nominale, diffusa in tutta Italia)

Salix purpurea L. subsp. *angustior* Lautenschl. (presente in Lombardia e Friuli Venezia Giulia)

Salix purpurea L. subsp. *eburnea* (Borzì) Cif. & Giacom. (presente in Sardegna)

Es: *Salix eleagnos* Scop. subsp. *eleagnos* (= sottospecie nominale, diffusa in tutta Italia)

Salix eleagnos Scop. subsp. *angustifolia* (Cariot) Rech. fil. (presente in Liguria, Toscana e Lazio)

Esistono poi anche le *cultivar*, ovvero quelle varietà di specie vegetali selezionate artificialmente e coltivate a fini produttivi o per altri impieghi (giardinaggio, collezionismo, ecc.).

Es: *Populus nigra* L. cv. *italica*

1.1.3 Informazioni derivanti dalla flora

La flora di un certo territorio fornisce molte informazioni ecologiche e biogeografiche. Dalle liste floristiche si possono trarre indicazioni utili attraverso l'elaborazione dei dati corologici e di quelli relativi alle forme biologiche, ma anche attraverso l'uso di altre informazioni associate alle singole entità, come ad esempio gli indici di Ellenberg.

Per forma biologica si intende un modello morfologico-funzionale, che può essere riconosciuto, con limitate variazioni, in molteplici specie vegetali, indipendentemente dalla loro appartenenza tassonomica (Pignatti, 1995a). Il sistema formulato all'inizio del secolo scorso da Raunkiaer distingue le forme biologiche sulla base della posizione delle gemme sulla pianta, adattamento acquisito dagli organismi vegetali per il superamento della stagione avversa, che per le piante che vivono in un clima temperato corrisponde con il periodo invernale, mentre per quelle dei climi aridi e caldi con la stagione secca.

Sulla base della diversa posizione delle gemme dormienti è possibile suddividere le piante in vari gruppi ecologici, o classi di forme biologiche (fanerofite, nanofanerofite, camefite, emicriptofite, geofite, terofite, elofite, idrofite) (figura 1.1.2) ripartite a loro volta in sottoclassi (es: fanerofite arboree, cespugliose, lianose, striscianti, succulente, epifite, ecc.) (Pignatti, 1995a).

Gli Indici di Ellenberg sono rappresentativi di sette fattori ecologici fondamentali per la vita delle piante, ovvero: radiazione luminosa, temperatura, continentalità del clima, umidità o disponibilità di acqua, pH del suolo, nutrienti e salinità. I valori di questi indici costituiscono la valutazione numerica dell'indicazione che ciascuna specie fornisce sull'incidenza dei fattori ecologici nel determinare le caratteristiche del sito (Pignatti *et al.*, 1996, 2005). Le valutazioni attraverso tali indici forniscono informazioni di tipo ecologico che possono rivelarsi utili per la scelta delle specie da utilizzare nel progetto, in funzione delle caratteristiche ambientali della stazione di intervento.

Ogni specie possiede un proprio areale, che rappresenta il territorio entro il quale la specie può essere rilevata allo stato spontaneo (figura 1.1.3). Confrontando tra loro gli areali di più specie sono stati individuati determinati modelli distribuzionali che tendono a ripetersi, detti tipi corologici o corotipi.



Figura 1.1.2 - Rappresentazione delle principali forme biologiche: fanerofite (Ph), camefite (C), emicriptofite (H), geofite (G), terofite (T), idrofite (I). Le frecce indicano la posizione delle gemme ibernanti (da Pirola, 1970).

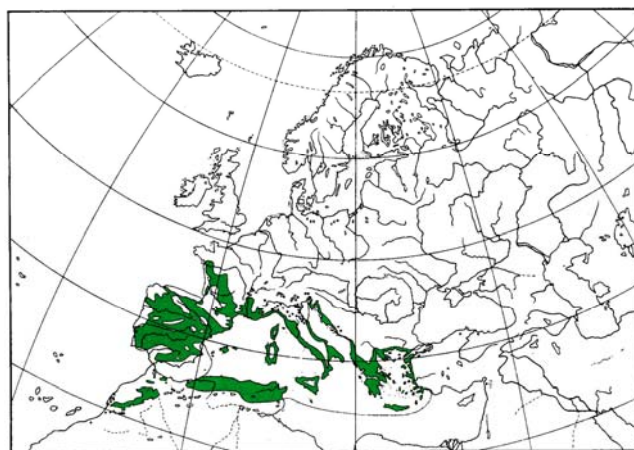


Figura 1.1.3 - Schematizzazione dell'areale di *Quercus ilex* (leccio) (da Meusel *et al.*, 1964 modificata).

Per quanto riguarda la flora italiana vengono riconosciuti alcuni corotipi principali (che a loro volta si declinano in corotipi più specifici): specie endemiche, stenomediterranee, eurimediterranee, mediterraneo-montane, eurasiatiche, atlantiche, europee, boreali e specie ad ampia distribuzione (tra cui le cosiddette cosmopolite) (Pignatti, 1982).

Le specie endemiche, ovvero quelle esclusive di un certo territorio, sono specie a cui prestare particolare attenzione nella progettazione botanica. Questi *taxa* sono caratterizzati da un areale di

distribuzione ben circoscritto e limitato, che può essere estremamente ridotto (es. *Primula palinuri* Petagna, *Pinguicula poldinii* Steiger & Casper) oppure avere estensione maggiore (es. *Linaria purpurea* (L.) Mill.; *Pulmonaria apennina* Cristof. & Puppi; *Ranunculus apenninus* (Chiov.) Pignatti).

Grazie alla bibliografia reperita si potranno eseguire verifiche e controlli della presenza di contingenti floristici di pregio nel territorio, comprendenti ad esempio specie endemiche e specie sensibili o a rischio. Per le specie di interesse conservazionistico, che comprendono tutte le entità protette ai sensi di accordi e norme internazionali e nazionali e le specie a rischio di estinzione, si veda il Box 1.2.

Nel caso in cui la bibliografia indichi che alcune specie sensibili sono presenti in prossimità dell'area di interesse per il progetto, l'attenzione da prestare sarà massima.

E' consigliata una attenta valutazione dello *status* delle diverse entità rilevate per privilegiare, quando possibile, l'uso nel progetto di elementi di pregio della nostra flora. Ovviamente questo non può essere l'obiettivo prioritario in quanto l'impianto artificiale deve prevedere un certo numero di specie facilmente reperibili nel mercato vivaistico locale. L'obiettivo principale è quello di ricreare fisionomie affini a quelle naturali che con il tempo, e grazie all'ingresso di specie spontanee locali, assumano sempre più chiaramente una fisionomia seminaturale coerente con l'habitat potenziale.

L'utilizzazione di specie di particolare valore conservazionistico richiede una stretta collaborazione sia con le banche del germoplasma coordinate da strutture universitarie, sia con strutture vivaistiche particolarmente attente a queste particolari produzioni.

BOX 1.2 - SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO

I principali contingenti di specie di interesse conservazionistico a cui prestare attenzione nel corso dell'analisi, rientrano nei gruppi di seguito riportati:

1. specie di interesse comunitario ai sensi della Direttiva Habitat;
2. specie incluse nella Lista Rossa Nazionale (Conti *et al.*, 1992, 1997; Scoppola e Spampinato, 2005) e nelle Liste Rosse Regionali (Conti *et al.*, 1997) in quanto minacciate di estinzione a livello nazionale e/o regionale;
3. specie incluse nelle liste di entità protette ai sensi delle Leggi Regionali di protezione della flora selvatica (Alonzi *et al.*, 2006; siti web delle Regioni).

Per quanto riguarda i primi due gruppi molte informazioni possono essere desunte dall'Atlante delle specie a rischio di estinzione (Scoppola e Spampinato, 2005). Nell'Atlante sono comprese tutte le specie della Lista Rossa Nazionale e tutte quelle dell'Allegato II della Direttiva Habitat. Per ciascuna delle 1.020 specie a rischio vengono riportati: famiglia ed eventuali sinonimi, grado di minaccia in Italia (*status*), espresso secondo le seguenti categorie di rischio IUCN versione 2.3 (IUCN, 1994):

- LR (Lower Risk), A minor rischio
- VU (Vulnerable), Vulnerabile
- EN (Endangered), Minacciato
- CR (Critically endangered) Gravemente minacciato
- EW (Extinct in the wild) Estinto in natura
- E (Extinct) Estinto
- DD (Data Deficient) Entità per le quali si hanno scarse conoscenze

Nella scheda vengono anche segnalate l'eventuale endemicità e protezione ai sensi della Direttiva Habitat, l'ambiente in cui è possibile rinvenire la specie e la bibliografia di riferimento (figura 1.1.4 A). Viene inoltre riportata la distribuzione regionale e la localizzazione di dettaglio su reticolato chilometrico di maglia quadrata di 10 Km di lato (figura 1.1.4 B).

1.1.4 A

Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia
Atlante delle specie a rischio di estinzione

479
Malvaceae

Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb.

Status in Italia: CR
Endemicità: /
Direttiva Habitat: specie dell'All. II
Habitat: paludi subsalse del litorale

Bibliografia: *Ca21 Ca27 Ca43 *Em31 Em32 *IT8 *IT14 La7 La74
*Pu96 Pu103 *To43 *To100 To133 *Ve1 Ve43

Erbari: PAD RO VER
Citazioni inedite: Piccoli

Note:
CAM - La specie attualmente è ritenuta estinta in Campania (Pignatti *et al.*, 2001) (IT14).
EMR - In Emilia-Romagna la specie è ormai estinta ma è coltivata *ex-situ* presso l'Orto Botanico di Ferrara (Alessandrini, 2002).
TOS - Ormai scomparsa dal lago di Bientina dove era certamente presente fino al 1980 (To133) (Raffaelli, 2001).
VEN - Nel Polesine (Scanno Boa, Bocca di Po, Rovigo) e a Brussa, Venezia, sponda destra del canale Nicessolo, la specie è stata raccolta rispettivamente da G. Benetti nel 1998 e da G. Caniglia nel 1996. In precedenza, Benetti e Marchiori, 1985 (Ve1) non l'avevano ritrovata nel Polesine (Tornadore, 2001).

Aggiornamento: 24/11/2003

1.1.4 B

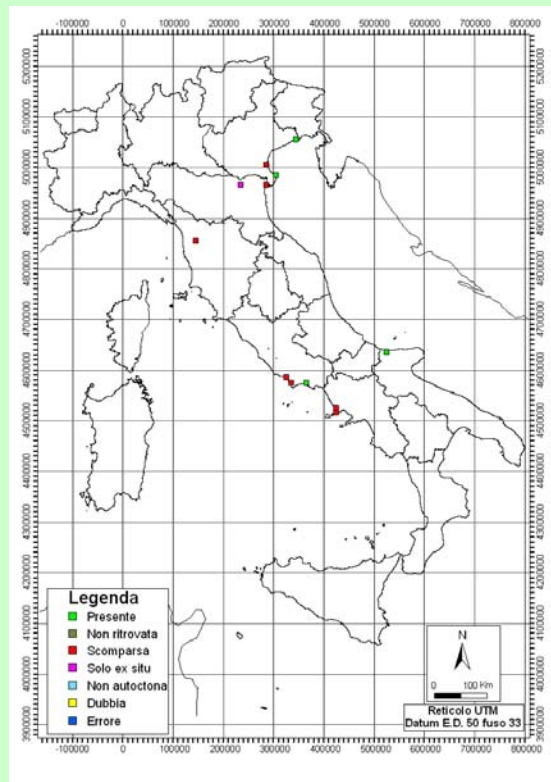


Figura 1.1.4 (A e B) - Esempio di scheda dell'Atlante delle specie a rischio di estinzione, con visualizzazione delle informazioni presenti per ciascuna specie, carta di distribuzione regionale (A) e carta di localizzazione di dettaglio su reticolato chilometrico (B) (da Scoppola e Spampinato, 2005).

Informazioni riguardanti i contingenti di specie protette e a rischio possono essere desunti anche dal Repertorio della Flora italiana protetta (MATTM, 2001), pubblicato *on-line* sul sito del Ministero dell'Ambiente. Tale repertorio riguarda lo *status* in Italia di numerosi gruppi tassonomici, tra cui le piante vascolari, inseriti negli allegati delle Convenzioni di Berna e di Washington (CITES) della Direttiva Habitat e nelle Liste Rosse Nazionali.

Recentemente, sempre per conto del Ministero dell'Ambiente, è stato sviluppato un progetto volto al censimento a scala nazionale delle aree più importanti per la diversità floristico-vegetazionale (*Important Plant Areas* - IPAs) (vedi immagine seguente). Nell'ambito di questo progetto, grazie alla collaborazione di una estesa rete di botanici, per ogni regione italiana sono state raccolte le conoscenze più aggiornate, sia pubblicate che inedite e sono state quindi riviste le relative liste di specie di interesse conservazionistico (Blasi *et al.*, 2010a).



Map of the Important Plant Areas (IPAs) in Italy - Blasi C., Marignani M., Copiz R., Fipaldini E., Bonacquisti S., Del Vico E., Rosati L., Zavattero L. (eds.), 2009. MATTM, DPN; SBI, Interuniversity Research Center "Biodiversity, Phytosociology and Landscape" (brochure consultabile on-line sul sito: <http://sweb01.dbv.uniroma1.it/cirbfe/>).

1.1.4 Specie esotiche

Uno dei principi di base da adottare per selezionare le specie da inserire nel progetto botanico è quello di utilizzare specie autoctone, escludendo tutte le entità vegetali esotiche. Sono chiamate specie esotiche, o alloctone, tutte le specie introdotte intenzionalmente o accidentalmente dall'uomo in un certo territorio, esterno al loro areale naturale.

L'introduzione di specie esotiche è considerata a scala globale una delle principali minacce alla conservazione della biodiversità (IUCN, 2000). Nel corso del lungo processo di insediamento, naturalizzazione e invasione, il numero delle specie alloctone si riduce molto nel passaggio da una fase all'altra. Infatti meno del 10% delle specie alloctone riesce a colonizzare un nuovo ambiente e di queste meno del 10% diviene invasiva cioè capace di naturalizzarsi e diffondersi al punto da provocare danni a scapito delle specie autoctone. Quest'ultima frazione di specie è quella delle specie esotiche invasive, specie esotiche naturalizzate che divengono agenti di cambiamenti e di minaccia per la salute umana, l'economia e la diversità biologica (Hulme, 2007).

Gli ambienti maggiormente esposti alle invasioni di queste specie sono proprio quelli più influenzati dalla presenza dell'uomo, come le aree urbane e peri-urbane e gli ambiti agricoli. Basti pensare alla diffusione sotto gli occhi di tutti di specie come *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*. Tra gli ambienti naturali i più vulnerabili all'introduzione delle esotiche sono gli habitat ripariali, acquatici, costieri, planiziali e insulari.

Per contrastare questo fenomeno è stata adottata a livello europeo la Strategia Europea sulle specie aliene invasive, con lo scopo di promuovere lo sviluppo e l'attuazione di misure coordinate per prevenire le introduzioni e mitigare gli effetti delle specie alloctone invasive sulla biodiversità, l'economia e la salute umana (Genovesi e Shine, 2004, Miller *et al.*, 2006). In Italia sono state intraprese alcune azioni al fine di fronteggiare la problematica delle specie invasive (Alonzi *et al.*, 2009). Alcune regioni italiane si stanno muovendo in tal senso, ad esempio la Regione Lombardia nella nuova legge sulla flora spontanea protetta (L.R. n.10/2008) riporta una "lista nera" delle peggiori specie vegetali esotiche da contrastare nella loro espansione.

Anche nel settore della ricerca c'è un forte impegno nell'approfondimento della materia. Attualmente, infatti, le conoscenze sulla flora esotica in Italia sono molto approfondite ed aggiornate grazie a contributi quali la banca dati nazionale *Non-native flora of Italy* che include 1023 specie di piante esotiche presenti sul nostro territorio (comprese le due grandi isole). Tale banca dati è stata diffusa tramite CD (Celesti-Grappow *et al.*, 2009) (figura 1.1.5) e mediante pubblicazione (Celesti-Grappow *et al.*, 2010). A queste fonti si può fare riferimento per avere utili indicazioni quali: il tempo di introduzione (archeofite, neofite), la presenza a livello regionale e il livello di invasività della specie esotica in ciascuna regione in cui è presente, indicata con scala decrescente come: invasiva, localmente invasiva, naturalizzata, casuale o non più osservata dopo il 1950 (per la terminologia vedi Box 1.3).

Queste informazioni permettono di poter conoscere con precisione gli eventuali rischi di inquinamento floristico che possono derivare dall'uso di una determinata specie.

In generale, quindi, l'uso di specie esotiche deve essere evitato in qualsiasi intervento, soprattutto se presentano un comportamento invasivo, mentre va favorito sempre l'utilizzo di specie autoctone, scelte compatibilmente con il contesto floro-vegetazionale, le attitudini biotecniche delle specie e la possibilità di reperimento del materiale.

BOX 1.3 - TERMINOLOGIA SPECIE ESOTICHE

(da Celesti-Grappow *et al.*, 2010)

Specie vegetali alloctone: specie vegetali introdotte dall'uomo deliberatamente o accidentalmente, al di fuori dei loro ambiti di dispersione naturale (sinonimi: esotiche, introdotte, non-indigene, xenofite) (contrapposto a **Specie autoctone:** specie indigene, originarie del territorio biogeografico considerato).

Specie casuali: specie alloctone che si sviluppano e riproducono spontaneamente ma non formano popolamenti stabili e per il loro mantenimento dipendono dal continuo apporto di nuovi propaguli da parte dell'uomo (sinonimi: effimere, occasionali).

Specie naturalizzate: specie alloctone che formano popolamenti stabili, indipendenti dall'apporto di nuovi propaguli da parte dell'uomo (sinonimo: stabilizzate).

Specie invasive: sottogruppo delle specie naturalizzate in grado di diffondersi velocemente a considerevoli distanze dalle fonti di propaguli originarie e quindi con la potenzialità di diffondersi su vaste aree.

Specie localmente invasive: specie alloctone che sono state rilevate allo stato invasivo solo in poche stazioni.

Archeofite: specie vegetali alloctone introdotte prima del 1942, ossia prima dell'era di colonialismo europeo seguita alla scoperta dell'America. Convenzionalmente questa data è approssimata al 1500.

Neofite: specie vegetali alloctone introdotte dopo il 1942. Convenzionalmente questa data è approssimata al 1500.

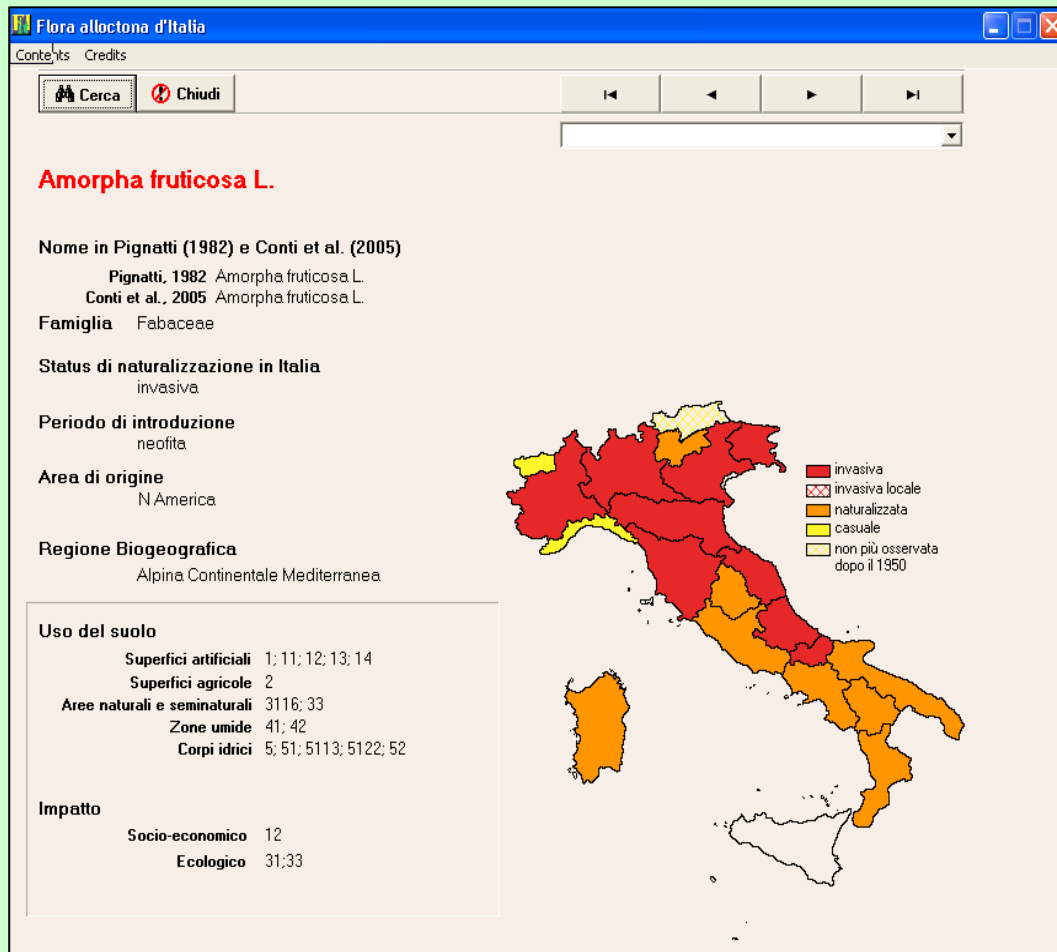


Figura 1.1.5 - Esempio di scheda tratta dalla banca dati nazionale Non-native flora of Italy. CD allegato a: Celesti-Gradow L., Pretto F., Brundu G., Carli E., Blasi C. (eds). *Plant invasion in Italy an overview* (2009). (brochure consultabile on-line sul sito: <http://sweb01.dbv.uniroma1.it/cirbfep/>).

1.2 ANALISI VEGETAZIONALE

I metodi di analisi della vegetazione possono essere raggruppati in due grandi tipologie, quelli fisionomico-strutturali, che rilevano la morfologia, la stratificazione e la forma di crescita delle specie, e quelli floristico-statistici, basati sulla tipologia e l'abbondanza relativa delle specie presenti in una comunità (Giacanelli, 2005). A questo secondo gruppo appartiene il metodo fitosociologico.

Prima di procedere si riporta la definizione di vegetazione data da Westhoff nel 1970: “*vegetation is defined as a system of plant individuals growing in coherence with their sites and with the spatial pattern they spontaneously assume*”. Questo è il motivo per cui negli impianti artificiali si deve prestare grande attenzione alla composizione floristica, al *pattern* d'impianto e alla struttura disetanea. Non è quindi sufficiente la coerenza floristica per avere impianti artificiali capaci di riproporre in tempi relativamente brevi comunità vegetali rispondenti alla menzionata definizione.

Ovviamente, quanto indicato per le analisi floristiche in merito all'importanza delle ricerche bibliografiche e territoriali propedeutiche alle indagini di campo (par. 1.1.1) è valido anche per le analisi vegetazionali. Come per la flora, sono ormai numerosi, infatti, gli studi realizzati in Italia negli ultimi anni sulla copertura vegetale, sia a scala regionale che locale. Essi rappresentano un utile riferimento per inquadrare il territorio in esame, estrapolare informazioni su eventuali elementi di particolare interesse e programmare efficacemente le indagini di campo.

1.2.1 Analisi fisionomica

Questa analisi rappresenta, in generale, il primo passo di ogni indagine floristico-vegetazionale. Consiste in pratica nel riconoscimento tipologico e cartografico delle diverse formazioni vegetazionali presenti in un territorio.

La distinzione tipologica può avvenire con diversi gradi di approfondimento: possono essere distinte semplicemente le formazioni arboree da quelle arbustive e da quelle erbacee; oppure si può entrare nel merito di ognuna delle tre macrotipologie e separare, ad esempio le formazioni arboree sempreverdi da quelle a dominanza di caducifoglie, o le formazioni erbacee continue da quelle discontinue, ecc.

A seconda dell'obiettivo dello studio, della dimensione del territorio indagato, della scala cartografica utilizzata, ecc., la distinzione tipologica può raggiungere livelli di grande dettaglio. Questo emerge chiaramente consultando le tante carte della copertura e uso del suolo recentemente prodotte a scala regionale, provinciale o comunale. Elemento essenziale della cartografia fisionomica consiste nell'indicazione precisa della/delle specie che risultano dominanti nelle diverse fisionomie (vedi anche par. 1.3.1).

La maggior parte di queste carte, o almeno quelle redatte più o meno nell'ultimo decennio, segue un sistema standard di classificazione gerarchica delle tipologie, adottato in seno al progetto europeo CORINE Land Cover (APAT, 2005). Tale sistema consente di confrontare agevolmente carte realizzate per diversi territori o in diversi momenti e, inoltre, permette di semplificare o dettagliare ulteriormente una carta accorpando le voci del medesimo livello gerarchico o separandole in altre più circoscritte. Queste caratteristiche rendono tali strumenti molto flessibili e più che sufficienti per analisi ambientali, monitoraggi, valutazioni, ecc., che non necessino di particolari approfondimenti ecologici.

L'analisi fisionomica può essere considerata, quindi, la base di tutte le indagini botaniche, come si evince anche dai paragrafi seguenti.

1.2.2 Analisi fitosociologica

Il metodo fitosociologico consente di mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante tendono ad occupare lo spazio, geografico ed ecologico, di un determinato territorio, in equilibrio dinamico con tutti i fattori ambientali, abiotici e biotici, che lo caratterizzano.

L'unità fondamentale della fitosociologia è l'associazione. Secondo Braun-Blanquet (1932), fondatore della fitosociologia, “l'associazione è un aggruppamento vegetale, più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, nel quale alcuni elementi esclusivi o quasi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare

e autonoma”. L’associazione definisce, dunque, una combinazione statisticamente ripetitiva di piante, alla quale si giunge attraverso la comparazione di molteplici rilievi fitosociologici effettuati all’interno di una medesima fisionomia vegetazionale (Biondi e Blasi, 2004a).

Le fasi principali del metodo fitosociologico possono essere così riassunte:

1. realizzazione dei rilievi fitosociologici;
2. comparazione dei rilievi;
3. tipizzazione delle unità vegetazionali e classificazione.

Per un approfondimento di queste tre fasi si veda quanto riportato in Giacanelli (2005).

Il rilievo fitosociologico è, quindi, il metodo di campionamento basilare per questa analisi. Tale metodo prevede, innanzitutto, l’individuazione, all’interno della fisionomia vegetazionale oggetto di studio, di un ambito omogeneo dal punto di vista abiotico e biotico. All’interno di questo ambito, posizionandosi in un punto il più possibile centrale e lontano dai suoi margini (figura 1.2.1), si annotano tutte le specie presenti muovendosi, mediamente, lungo un percorso a spirale centrifuga. Quando l’incremento specifico diventa nullo o molto scarso si dichiara di aver raggiunto il “popolamento elementare”. La superficie sottesa da questo popolamento è indicata come “minimo areale”, cioè la minima superficie che rappresenta in modo significativo la composizione floristica della comunità vegetale indagata.

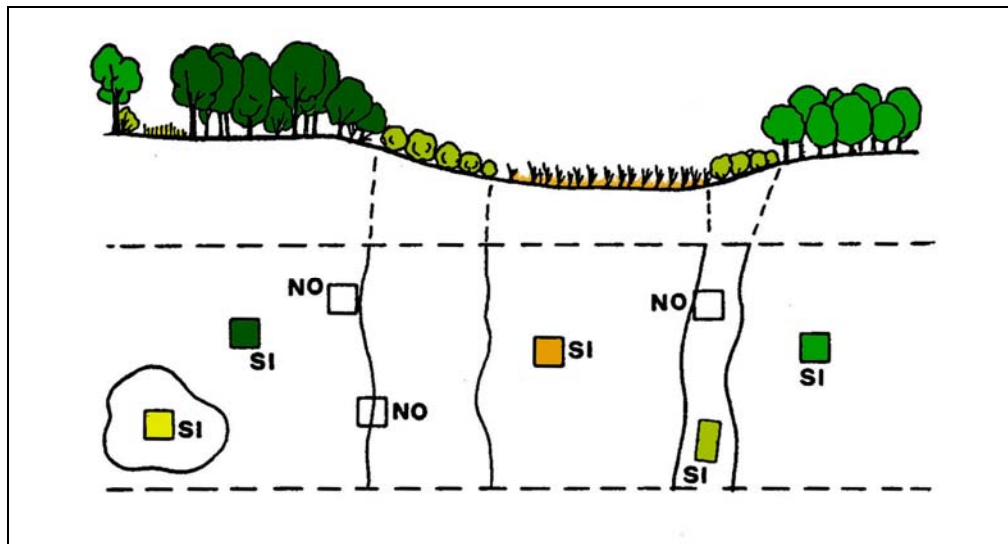


Figura 1.2.1 - Scelta dell’area da rilevare mediante il metodo fitosociologico. Seguendo il criterio di omogeneità della fitocenosi da rilevare, vengono mostrate (in pianta) le aree in cui effettuare correttamente il rilievo delle diverse tipologie di comunità (indicate con “SI” in figura) e le aree in cui risulta invece errato effettuare il rilievo perché prossime ai margini (indicate con “NO” in figura) (da Pirola, 1970, modificata).

E’ comunque opportuno ripetere i rilievi in punti diversi della stessa fisionomia al fine di registrare tutta la variabilità cenologica e strutturale che la caratterizza. La ripetizione del rilievo è assolutamente necessaria in quanto si tratta di un campionamento statistico che trova la sua base di significatività proprio nella reiterazione dei rilevamenti

Materialmente, il rilievo consiste nel riportare, su una specifica scheda di rilevamento, le informazioni relative al luogo in cui ci si trova, la cosiddetta stazione, tra cui la quota, l’esposizione e l’inclinazione del piano di campagna, e ad alcune caratteristiche strutturali della comunità, in particolare l’altezza media e il grado di copertura di ognuno degli strati (arboreo, arbustivo e/o erbaceo) presenti.

A questa fase introduttiva, molto utile per poter interpretare le differenze presenti tra rilievi effettuati in contesti ambientali simili ma in luoghi diversi, segue quella centrale del rilievo fitosociologico: l’annotazione delle specie osservate muovendosi all’interno della comunità; dopodiché ad ogni specie

viene assegnato un valore indicizzato di abbondanza-dominanza (alcuni autori assegnano due valori, copertura e sociabilità, seguendo l'insegnamento originale di Braun-Blanquet).

Questo tipo di campionamento, apparentemente molto semplice, necessita invece di una notevole conoscenza della flora e di un'elevata attenzione nella fase di definizione dei valori. Inoltre richiede un grande rigore nella scelta della stazione (figura 1.2.1), per non rischiare di rilevare elementi appartenenti in realtà a due comunità differenti contigue, apparentemente simili.

E' richiesta sempre massima attenzione nella individuazione del popolamento elementare, soprattutto nei casi di cenosi molto limitate arealmente. Tali comunità non devono essere inserite in uno stesso popolamento quando sono chiaramente caratterizzate da forme biologiche diverse e da un proprio valore ecologico e dinamico. Ad esempio, nei mosaici di vegetazione erbacea in ambiente mediterraneo si ha spesso una commistione tra aspetti caratterizzati da specie perenni e aspetti a dominanza di specie annuali. Questi mosaici in passato venivano considerati appartenenti a uno stesso popolamento elementare, mentre attualmente vengono rilevati come due popolamenti diversi. Essi sono indipendenti per molteplici aspetti per cui afferiscono ad associazioni differenti.

Per svolgere, quindi, al meglio l'analisi fitosociologica sono necessarie competenze adeguate ed esperienza specifica. In questo documento vengono inquadrare le principali metodiche di indagine nel settore, senza avere la pretesa di essere esaustivi. Chiunque fosse interessato ad approfondire i temi trattati può riferirsi alla bibliografia di settore (Pirola, 1970; Géhu e Rivas-Martinez, 1981; Pignatti, 1995b; Blasi e Mazzoleni, 1995; Weber *et al.*, 2002; Poldini e Sburlino, 2005; Géhu, 2006).

La fitosociologia contempla, come detto, la possibilità di classificare le comunità vegetali secondo un sistema gerarchico di categorie, la sintassonomia (cioè tassonomia delle comunità vegetali), la cui unità di base è l'associazione vegetale. Quest'ultima rappresenta l'entità astratta utilizzata per classificare le fitocenosi, che sono invece gli "oggetti" reali delle indagini fitosociologiche.

Diverse comunità vegetali sono state riconosciute dall'Unione Europea quali habitat di interesse comunitario, tutelati dalla Direttiva Habitat, e non è un caso che la nomenclatura adottata dall'UE per identificare questi habitat faccia riferimento alla sintassonomia fitosociologica.

Grazie a tale direttiva è stata inoltre istituita la Rete Natura 2000, cioè la rete ecologica europea formata dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS), che, insieme alle Aree Protette istituite a livello nazionale o regionale, ai sensi della Legge 394/91, rappresentano gli ambiti in cui massima deve essere l'attenzione posta dai progettisti per minimizzare gli impatti delle opere.

Recentemente, la Società Botanica Italiana, per conto del Ministero dell'Ambiente, ha redatto il primo Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva, nel quale si forniscono dettagliate informazioni utili alla distinzione e gestione dei singoli habitat (Biondi *et al.*, 2009, <http://vnr.unipg.it/habitat>). Tale manuale raccoglie e, se necessario, aggiorna, quanto indicato in altri manuali redatti a cura delle Regioni per gli habitat rilevati nei propri territori.

Un altro strumento di elevata utilità per chiunque si trovi ad analizzare la vegetazione seguendo il metodo fitosociologico è la banca dati LiSy (Lista dei Syntaxa), la quale raccoglie e illustra sinteticamente tutti gli studi fitosociologici realizzati in Italia e pubblicati sulle riviste scientifiche. Tale banca dati è gestita dalla Società Italiana di Scienza della Vegetazione (SISV) ed è consultabile sul suo sito (www.scienzadellavegetazione.it).

1.2.3 Approccio sindinamico

Tra le comunità vegetali presenti in un ambito territoriale omogeneo per condizioni ecologiche, (clima, litologia e morfologia) si hanno rapporti seriali, o successionali (processi evolutivi o regressivi). Ad esempio un pascolo abbandonato si trasforma in una comunità arbustiva, che a sua volta evolve in una cenosi forestale (figura 1.2.2). Si parla, viceversa, di successione regressiva quando interviene un fattore di disturbo che induce degrado progressivo della vegetazione (Biondi e Blasi, 2004a).

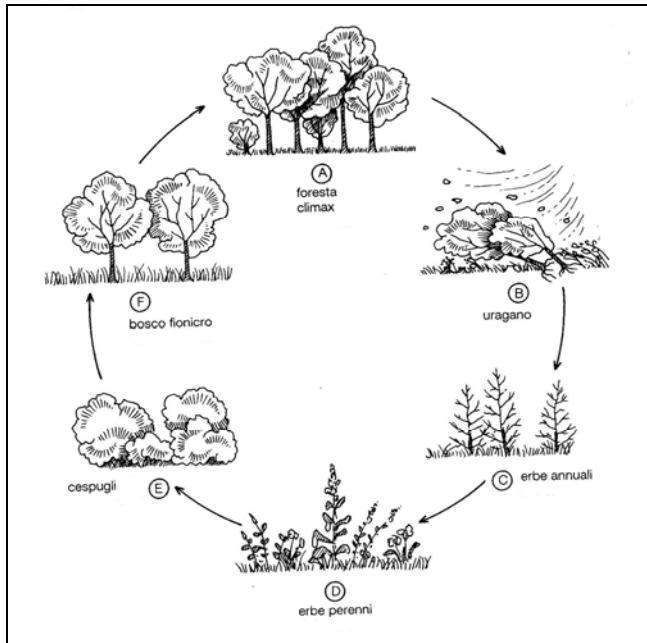


Figura 1.2.2 - Esempificazione di un processo di successione. Quando un bosco (A) viene distrutto a causa di un evento catastrofico (B), si innesca una successione che porta da principio alla formazione di comunità pioniere ad erbe annuali (C), poi all'evoluzione di comunità ad erbe perenni (D), quindi a cenosi arbustive (E) e successivamente alla formazione di un bosco pioniero (F); questo evolvendosi darà origine ad un bosco pluristratificato e plurispecifico (A) che rappresenta la tappa di massima evoluzione della successione (da Pignatti, 1995, modificata).

L'insieme delle singole tappe collegate dinamicamente, o stadi, costituiscono una serie di vegetazione o *sigmetum*. In termini tipologici la serie è costituita dall'insieme di tutte le associazioni che descrivono comunità legate da rapporti dinamici (figura 1.2.3). Tali comunità si rinvergono all'interno di uno spazio omogeneo avente le stesse potenzialità vegetazionali (unità ambientale o tessera), che rappresenta l'unità di base del mosaico del paesaggio vegetale.

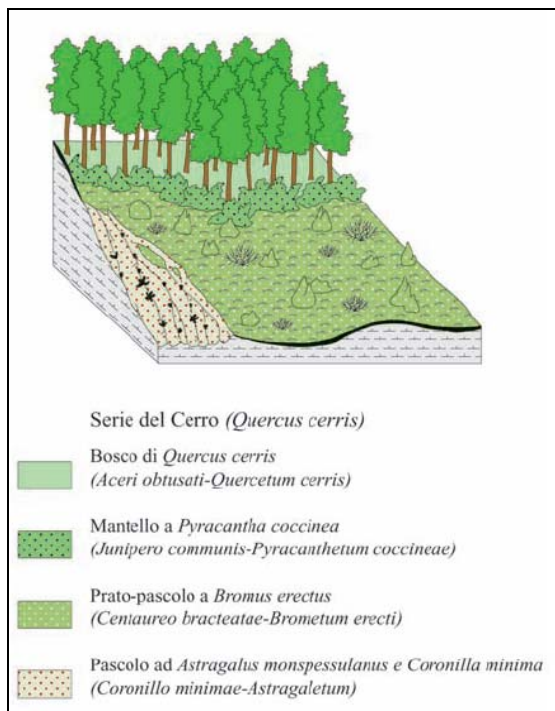


Figura 1.2.3 - Esempio di serie di vegetazione: tappe seriali della serie del cerro sui terreni marnoso-arenacei dell'Umbria e delle Marche (da Biondi et al., 1990).

Il numero di associazioni che costituiscono la serie di vegetazione può variare notevolmente, sia per condizioni naturali che per effetto della gestione antropica. Si possono riconoscere infatti comunità naturali stabili, comunità seminaturali stabili e comunità seminaturali instabili o di breve durata e rapida evoluzione (Biondi e Blasi, 2004b).

Negli ultimi decenni la ridotta utilizzazione del territorio agrario e pastorale ha innescato rapidi processi naturali di recupero. Poco evidenti all'occhio inesperto sono le trasformazioni che avvengono inizialmente a carico degli stadi erbacei, mentre facilmente distinguibili sono quelle che successivamente determinano una espansione delle comunità arbustive (foto 1.2.1 e 1.2.4). Queste assumono una struttura con caratteristiche morfologiche e floristiche proprie a seconda delle condizioni climatiche ed edafiche.

Sulle colline del versante adriatico della penisola, ad esempio, queste comunità arbustive sono dominate per lo più da *Spartium junceum* (ginestra comune) o da *Juniperus oxycedrus* (ginepro rosso), ma talvolta anche da *Emerus majus* (cornetta dondolina) o da *Cytisophyllum sessilifolium* (citiso a foglie sessili). Sul versante tirrenico svolgono una medesima azione di recupero, oltre a *Spartium junceum*, *Prunus spinosa* (pruno selvatico), *Crataegus monogyna* (biancospino) e varie specie di rose selvatiche e rovi.



Foto 1.2.1 - *Cespuglieti a Spartium junceum sui versanti di Monte Pruno nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (Foto R. Copiz).*



Foto 1.2.2 - *Mantello a dominanza di Spartium junceum, in contatto con querceto caducifoglio e con ex-coltivo (Monti Sabini, Lazio) (Foto S. Ercole).*

Tali arbusti spesso si diffondono partendo da uno spazio ecotonale posto tra la foresta e il pascolo, costituito da un'intricata vegetazione di arbusti e liane: il cosiddetto mantello di vegetazione (foto 1.2.2), che si espande in vari modi nella prateria quando le attività antropiche vengono a cessare (figura 1.2.4).

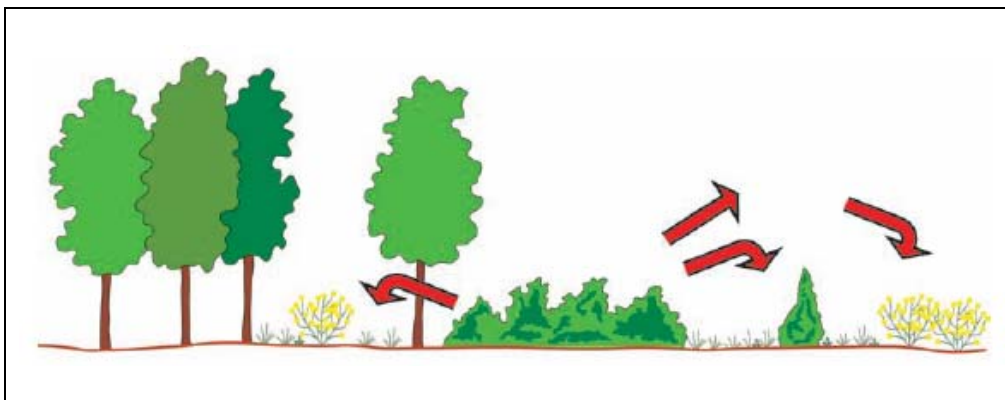


Figura 1.2.4 - *Schema di funzionamento del mantello di vegetazione nei processi di occupazione delle praterie non utilizzate (da Biondi et al., 1988).*

Sono le specie più eliofile e anche le meno esigenti in umidità che per prime si spingono a colonizzare il terreno nuovamente disponibile. L'arbusteto, man mano che si struttura, favorisce a sua volta le condizioni per l'impianto delle specie forestali meno esigenti, con caratteristiche pioniere, quali, soprattutto, *Ulmus minor* (olmo), *Acer campestre* (acero campestre), *Fraxinus ornus* (orniello) (foto 1.2.3), *Ostrya carpinifolia* (carpino nero) e *Quercus pubescens* (roverella).



Foto 1.2.3 - Particolare di *Fraxinus ornus* (Foto S. Ercole).



Foto 1.2.4 - Processi di ricolonizzazione sul versante occidentale dei Monti Sabini (Lazio) (Foto S. Ercole).

Da quanto detto emerge chiaramente che, così come l'unità di base della fitosociologia è l'associazione, la serie di vegetazione è l'oggetto di studio della sinfitosociologia. In un dato luogo bisogna tener presente che accanto alla serie di vegetazione climacica o climatofila, correlata prevalentemente con le precipitazioni medie, possono svilupparsi una o più serie edafile (Biondi e Blasi, 2004b). Queste vengono distinte in serie edafoigrofile, presenti nei contesti morfologici e/o pedologici che beneficiano di un maggiore apporto d'acqua (una depressione, la base del versante, ecc.), e serie edafoxerofile, che si rinvergono in contesti di maggiore aridità rispetto alle condizioni medie del luogo (versanti più inclinati, presenza di affioramenti rocciosi, ecc.) (figura 1.2.5).

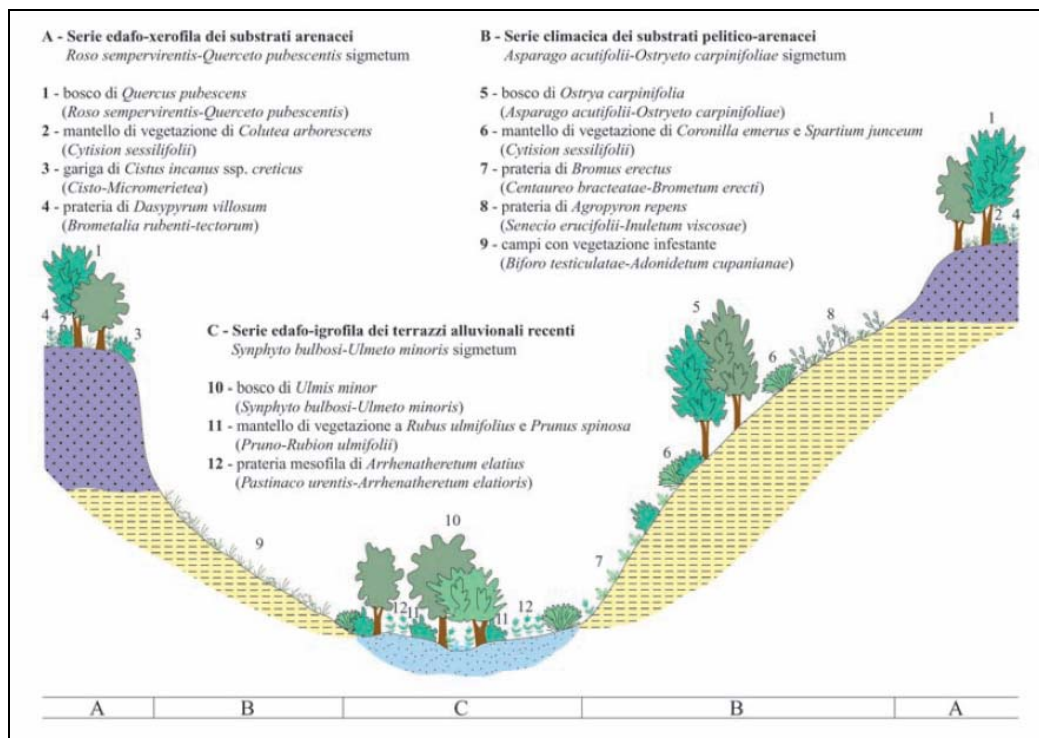


Figura 1.2.5 - Esempio di geosigmeto del settore collinare anconetano, costituito da tre serie di vegetazione: una serie edafo-xerofila (A) sui substrati arenacei, una serie climacica (B) sui versanti pelitico-arenacei, una serie edafo-igrofila (C) sui terrazzi alluvionali recenti (da Biondi e Allegrezza, 1996).

Questo tipo di analisi porta alla definizione di unità di paesaggio (geosigmeti, *geosigmetum* al singolare) costituite da insiemi di serie di vegetazione che, in settori di territorio con le stesse caratteristiche morfologiche e climatiche, si distribuiscono spazialmente secondo *pattern* simili. Queste unità sono l'oggetto di indagine della fitosociologia del paesaggio o geosinfitosociologia (figura 1.2.6).

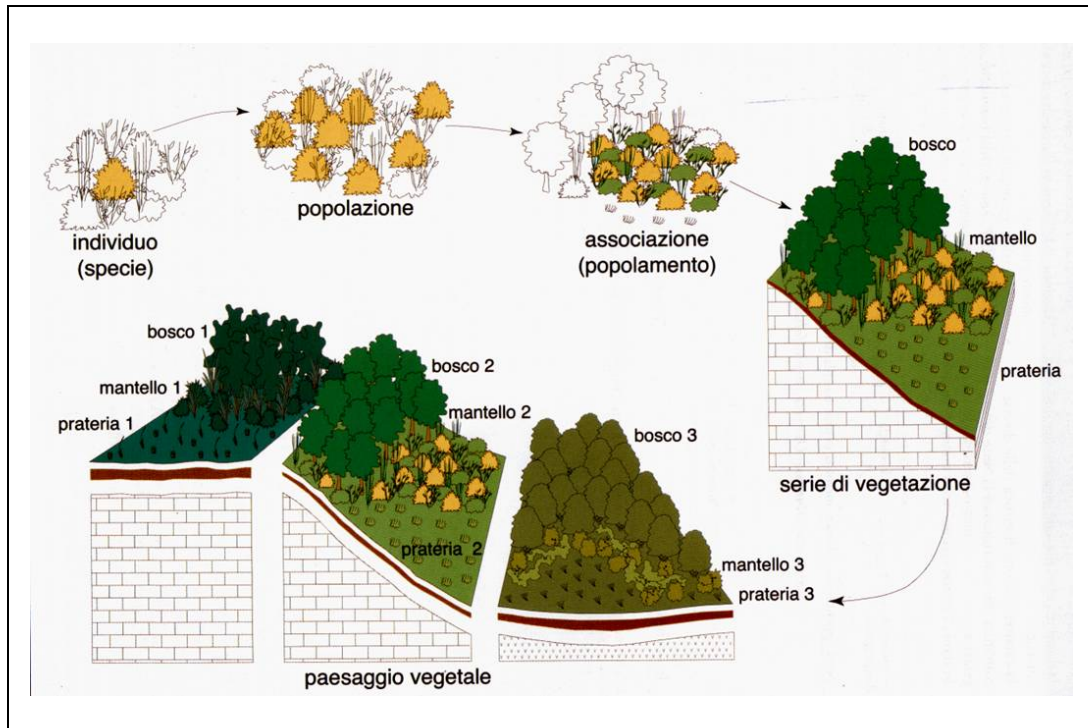


Figura 1.2.6 – Rappresentazione dei diversi livelli di indagine nello studio del paesaggio vegetale: floristico (*specie*), fitosociologico (*associazione*), sinfitosociologico (*serie di vegetazione*) e geosinfitosociologico (*paesaggio vegetale*) (da Biondi et al., 2002).

Come specificato meglio nel paragrafo 1.4, attraverso l'uso dei GIS è possibile integrare le carte climatiche, litologiche e geomorfologiche al fine di individuare e delimitare ambiti omogenei per caratteri fisici (unità ambientali e unità di paesaggio) che successivamente vengono qualificati, mediante il percorso induttivo fitosociologico, in termini di sigmeti e geosigmeti.

La moderna fitosociologia si basa infatti sull'integrazione di un approccio deduttivo, con il quale individuare l'ambito di pertinenza (unità ambientale) di una serie di vegetazione, la cui tappa matura individua anche la vegetazione naturale potenziale. Parallelamente, per mezzo del tradizionale approccio induttivo la vegetazione reale può essere classificata in associazioni, alleanze e ordini superiori. Questa prassi tende ad integrare la fitosociologia con l'ecologia del paesaggio ed è ormai un punto di riferimento chiave della pianificazione e progettazione ambientale (Blasi *et al.* 2000, 2005).

È impensabile che si possa realizzare un intervento in un'area senza conoscere i rapporti dinamici che caratterizzano le comunità che nel loro insieme fanno riferimento ad una stessa serie di vegetazione (Biondi e Blasi, 2004b).

È inoltre importante considerare anche che, sebbene la potenzialità di gran parte del territorio italiano sia per uno sviluppo di comunità forestali, in alcuni particolari contesti geomorfologici, altitudinali e pedologici la serie di vegetazione è costituita unicamente da stadi erbacei ed arbustivi o esclusivamente erbacei.

1.3 ANALISI CARTOGRAFICA

La cartografia della vegetazione ha costituito per anni il mezzo di rappresentazione e trasmissione delle conoscenze geobotaniche di un territorio, ed è, inoltre, uno strumento indispensabile per la comunicazione a livello interdisciplinare. Tale strumento, però, non deve intendersi come qualcosa di statico essendo in continua trasformazione in rapporto all'evoluzione culturale e metodologica di approccio all'analisi e alla rappresentazione della vegetazione.

La realizzazione di una carta della vegetazione costituisce quindi l'ultima tappa di un processo conoscitivo che inizia con il rilevamento della vegetazione sul terreno e che continua con la definizione delle tipologie vegetazionali, il riconoscimento delle comunità vegetali e la loro classificazione (Blasi, 2001; Biondi e Blasi, 2004c; Pedrotti, 2004).

1.3.1 Principali tipologie di carte vegetazionali

La carta fisionomica è la restituzione cartografica delle analisi di tipo fisionomico della copertura vegetale naturale e semi-naturale (vedi anche par.1.2.1), a cui si aggiungono informazioni riguardanti anche le aree artificiali e agricole; tale carta è prodotta mediante l'interpretazione di foto aeree o di immagini telerilevate con il supporto di controlli a terra. E' solitamente accompagnata da una legenda coerente con quella sviluppata dal programma europeo CORINE Land Cover (APAT, 2005), dettagliando in particolare le tipologie afferenti alle superfici naturali e seminaturali. Un esempio di carta fisionomica è riportato in figura 1.2.7.

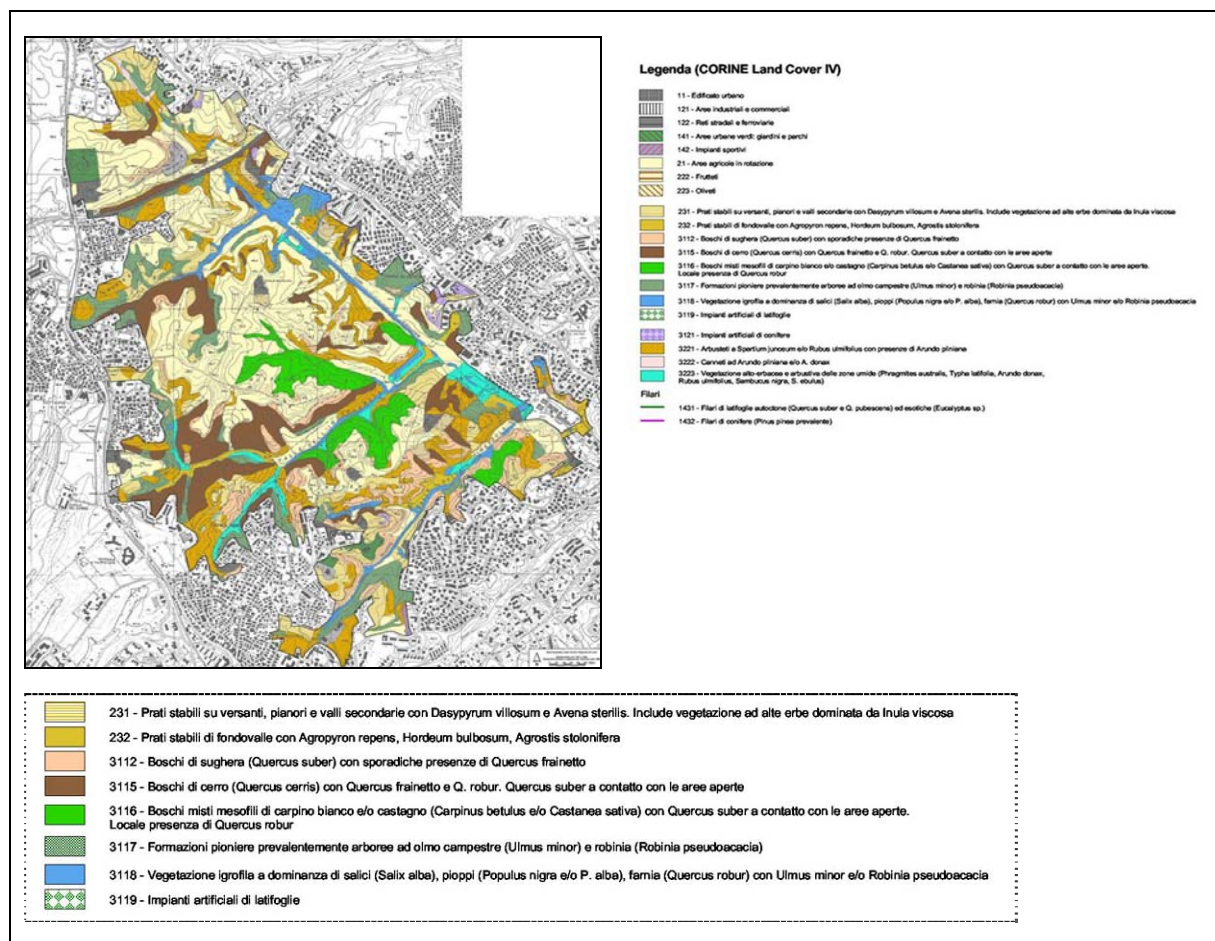


Figura 1.2.7 - Carta fisionomica della vegetazione della Riserva Naturale dell'Insugherata (da Blasi, 2001). La legenda viene riportata per esteso (in alto), mentre in basso, per motivi di spazio, se ne riporta uno stralcio esemplificativo.

E' importante tener conto che le moderne tecniche d'analisi spaziale e di telerilevamento costituiscono uno strumento molto potente a supporto delle indagini ambientali e della redazione, sempre più accurata, delle carte digitali della copertura vegetale e uso del suolo.

La carta fisionomica rappresenta la base sulla quale è possibile effettuare gli approfondimenti fitosociologici sulle comunità vegetali, così come indicato nel paragrafo 1.2.2. Attribuendo alle fisionomie vegetazionali gli opportuni riferimenti sintassonomici si ottiene la carta fitosociologica.

Quest'ultima carta è la rappresentazione della distribuzione spaziale delle unità vegetazionali rilevate nell'area di studio, attribuite ai diversi livelli sintassonomici del sistema gerarchico fitosociologico (associazioni, alleanze, ordini e classi, a cui possono aggiungersi eventuali livelli intermedi).

La carta delle serie di vegetazione evidenzia invece i collegamenti dinamici presenti tra comunità vegetali differenti ricadenti nella stessa unità ambientale. Le fitocenosi legate da rapporti dinamici rappresentano stadi diversi della stessa serie di vegetazione (vedi par 1.2.3). Le unità ambientali possono essere cartografate mediante un processo di classificazione gerarchica del territorio (Blasi *et al.*, 2000, 2005), secondo la metodologia descritta nel paragrafo 1.4. Un esempio di carta delle serie è riportato in figura 1.2.8.

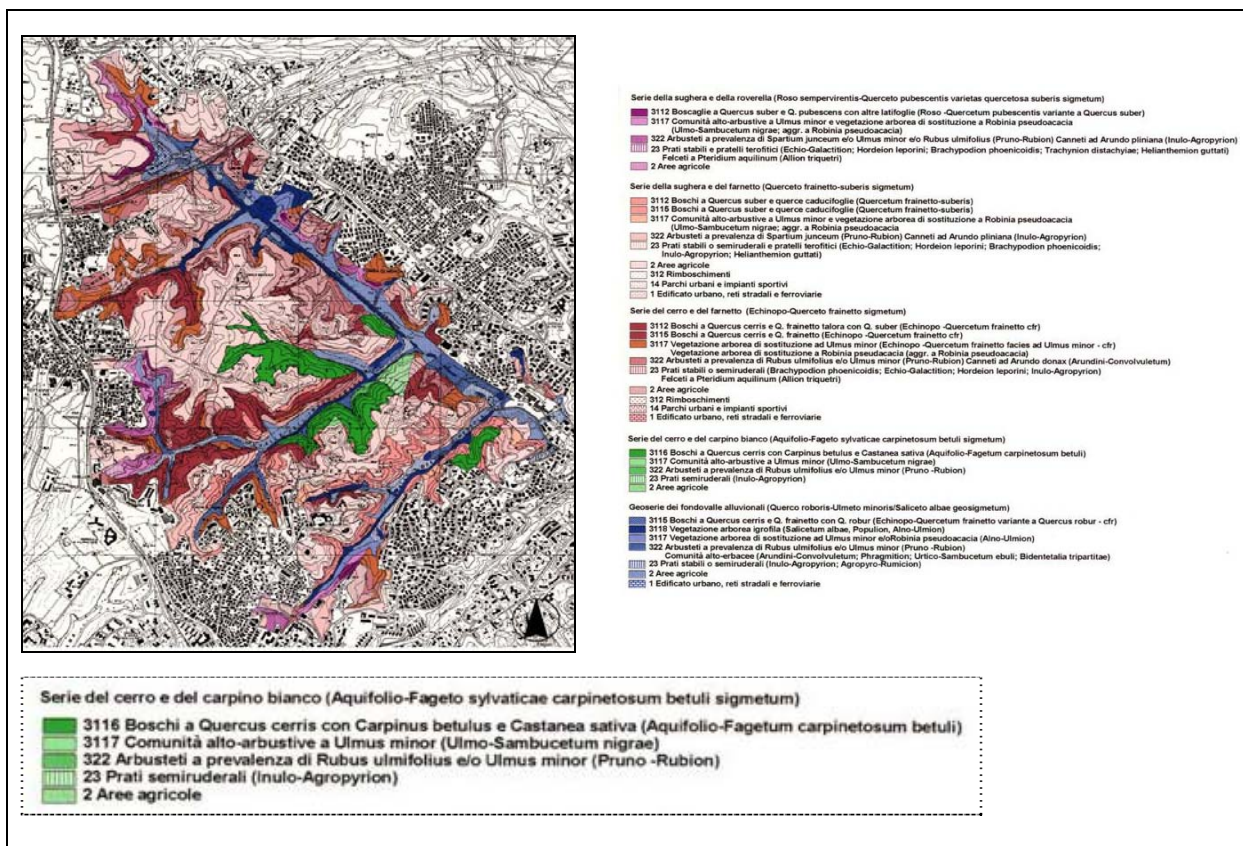


Figura 1.2.8 - Carta delle serie di vegetazione della Riserva Naturale dell'Insugherata. (da Blasi, 2001). La legenda viene riportata per esteso (in alto), mentre in basso, per motivi di spazio, se ne riporta uno stralcio esemplificativo.

La carta della vegetazione potenziale fa riferimento al concetto di vegetazione naturale potenziale (Tuxen, 1956; Westhoff e van der Maarel, 1973), cioè la vegetazione matura che si avrebbe in un determinato sito in assenza del disturbo antropico. Permette di valutare il grado di lontananza della vegetazione attuale dalla tappa matura potenziale rappresentando un riferimento utile per la valutazione dello stato di conservazione del territorio e la sua gestione.

Per avere un riferimento generale, a scala regionale, circa la straordinaria articolazione del paesaggio vegetale potenziale del territorio italiano si può utilizzare la cartografia recentemente prodotta per conto del Ministero dell'Ambiente (Blasi, 2010). Si tratta di una carta (figura 1.2.9), realizzata con il coinvolgimento di numerosi fitosociologi italiani, di altrettanti dipartimenti universitari, che evidenzia gli ambiti territoriali di pertinenza di ogni singola serie di vegetazione (o mosaici di serie, quando non

separabili alla scala adottata). La carta è accompagnata da un dettagliato testo contenente le descrizioni delle serie rappresentate, suddivise per regioni in modo da facilitarne la lettura. Ogni descrizione contiene tutte le indicazioni geografiche, climatiche, litologiche, morfologiche e floristiche utili per poter distinguere le tipologie cartografate, evidenziando anche quelle che non è stato possibile cartografare in quanto molto ridotte in estensione, ma che possono essere rilevate all'interno delle tipologie perimetrate. Ciò al fine di evitare il più possibile confusioni e errate interpretazioni della carta quando ci si trova a consultarla in campo o operando ad una scala molto diversa da quelle adottate per la redazione (1:250.000) e per la stampa (1:500.000).

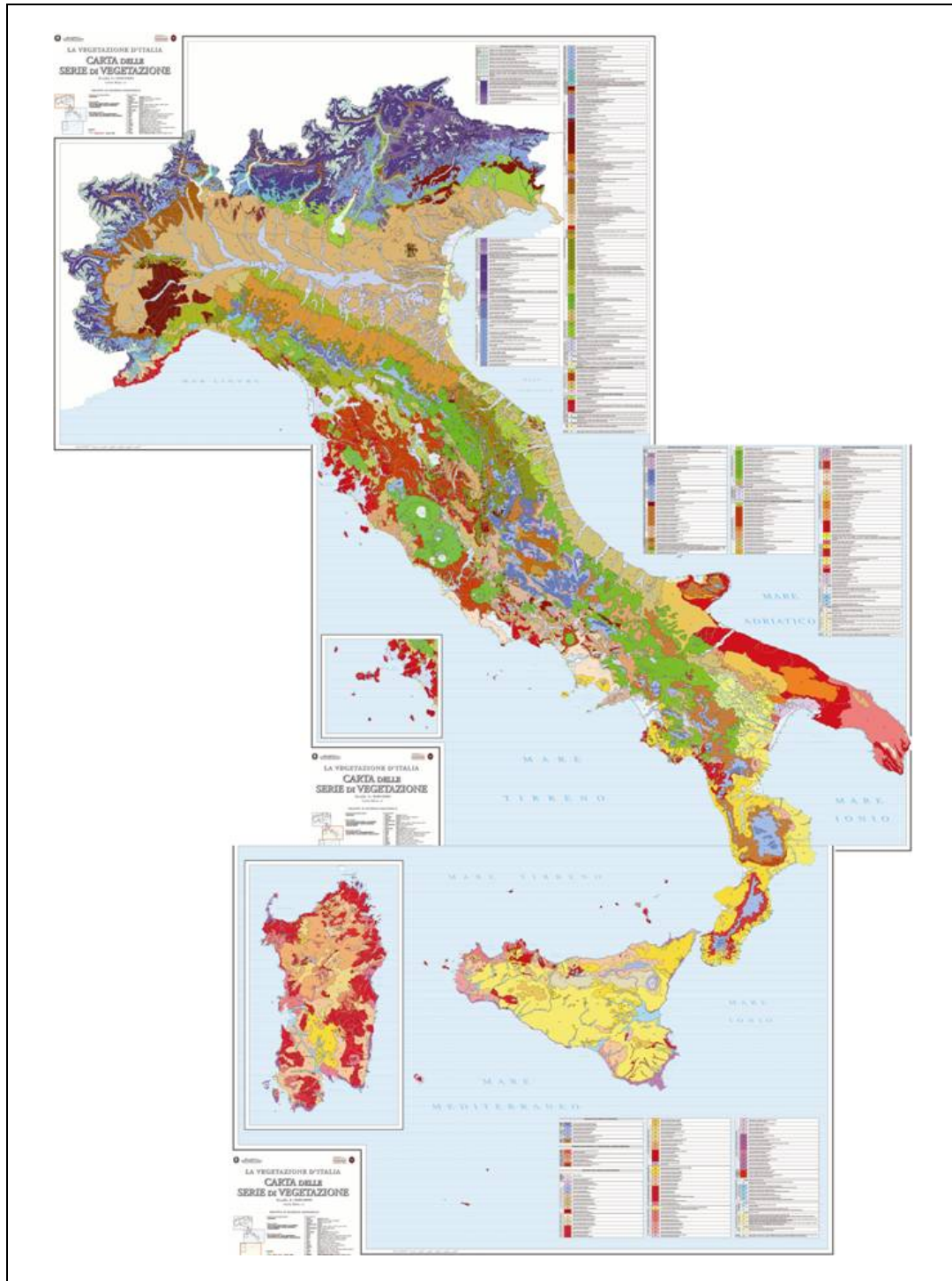


Figura 1.2.9 - Carta delle Serie di vegetazione d'Italia (Blasi, 2010).

1.4 APPROFONDIMENTI ECOLOGICO-TERRITORIALI

Per avere un quadro di riferimento appropriato circa la comprensione della struttura del territorio e dei processi ecologici e per indirizzare la pianificazione coerentemente con le potenzialità ambientali del territorio, si può far riferimento alla classificazione gerarchica del territorio (Cleland *et al.*, 1997; Blasi *et al.*, 2000; Blasi *et al.*, 2005). Tale metodologia permette infatti di delimitare e caratterizzare unità di territorio omogenee per potenzialità naturali e di organizzare gerarchicamente tali unità in base alla scala e all'importanza relativa dei principali fattori ambientali. Le unità definite rappresentano ambiti per una pianificazione e gestione del territorio coerente con le specifiche potenzialità fisiche, ecologiche e paesaggistiche (Blasi *et al.*, 2010b; 2010c).

L'applicazione della classificazione gerarchica del territorio è particolarmente importante in aree antropizzate, in quanto permette di riconoscere un'eterogeneità potenziale ormai non più percepibile attraverso la vegetazione, scomparsa a causa di un'intensa trasformazione del territorio.

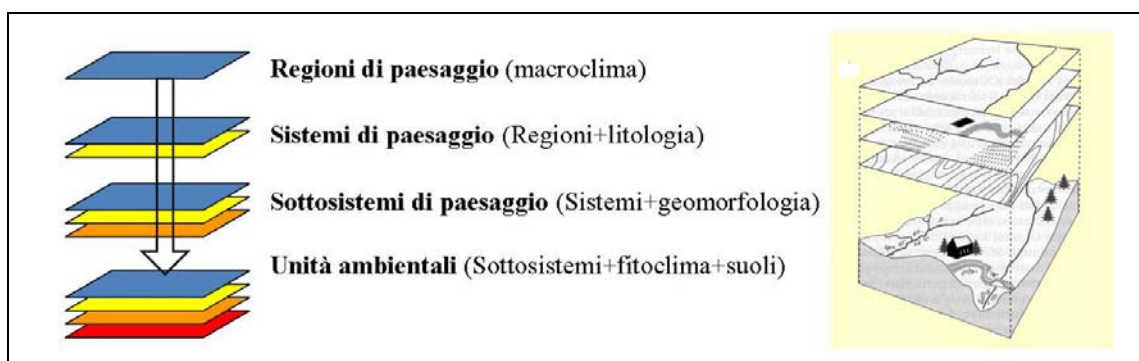
Il metodo è basato sull'integrazione delle informazioni di tipo bioclimatico, litologico, geomorfologico e vegetazionale, secondo un approccio deduttivo. La vegetazione è considerata da un punto di vista fitosociologico (associazioni vegetali) e sinfitosociologico (serie di vegetazione) (vedi anche par. 1.2).

I fattori ecologici utilizzati per l'analisi devono essere facilmente riconoscibili e devono descrivere in modo compiuto il mosaico territoriale (Zonneveld, 1994). Ci si riferisce in particolare ai caratteri climatici, litologici e morfologici, che possono essere studiati sia con metodi tradizionali, sia attraverso metodologie di classificazione ecologica.

Il metodo si basa sul presupposto che le diverse unità siano riconoscibili in funzione della loro omogeneità e che tale omogeneità sia condizionata dalla scala di osservazione.

La metodologia (Blasi *et al.*, 2000) prevede la definizione di:

- Regioni di paesaggio, su base macroclimatica;
- Sistemi di paesaggio, su base litologica;
- Sottosistemi di paesaggio, su base geomorfologica;
- Unità ambientali, su base fitoclimatica e pedologica.



Applicando il metodo gerarchico si arriva quindi a riconoscere l'unità ambientale, ambito che, in termini sinfitosociologici, prevede un solo tipo di vegetazione naturale potenziale, quindi una sola serie di vegetazione. All'interno dell'unità ambientale, per effetto delle trasformazioni antropiche, si possono ritrovare molteplici tipologie di uso del suolo sia artificiali, che agricole, e superfici naturali interessate da fitocenosi secondarie (praterie, cespuglieti, mantelli, ecc.), dinamicamente legate alla tappa matura potenziale di riferimento (figura 1.2.10).

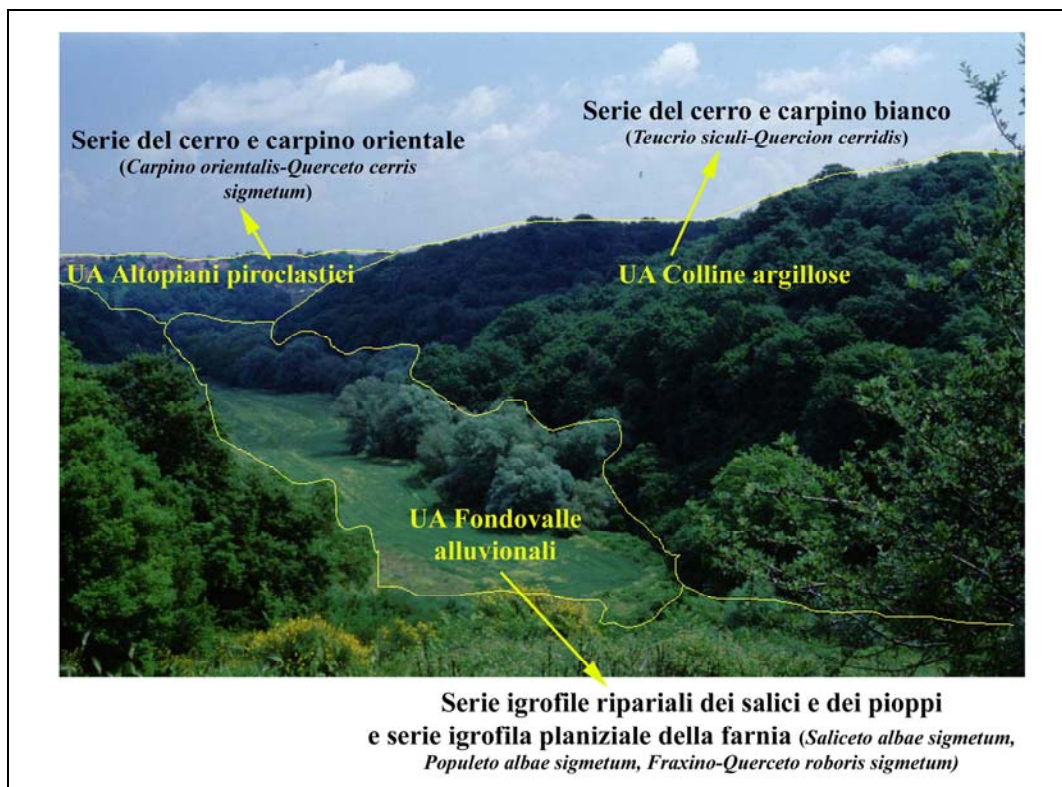


Figura 1.2.10 - Esempio di eterogeneità reale in tre unità ambientali (UA) della Campagna Romana. Viene riportata la serie di vegetazione di riferimento per ciascuna UA.

In questo contesto gli ecologi vegetali e del paesaggio possono contribuire in modo determinante alla formulazione e all'applicazione di modelli strutturali e funzionali per la progettazione delle linee di assetto e di gestione del territorio (Blasi *et al.*, 2009) e di mitigazione degli impatti.

Inserire l'area interessata da un progetto all'interno di un contesto di classificazione gerarchica territoriale significa individuare ed integrare una serie di dati e cartografie riguardanti i caratteri climatici, geologici, morfologici e vegetazionali maggiormente rappresentativi per la scala dell'intervento. Possono essere successivamente inseriti anche i caratteri antropici quali l'utilizzazione del suolo, le infrastrutture, le residenze e tutto ciò che è collegabile in termini storici e culturali alla presenza dell'uomo. Tale approccio permette quindi di indirizzare con più efficacia l'intervento di mitigazione degli eventuali impatti.

Naturalmente tutte le cartografie dovranno essere gestite mediante l'utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) che rappresentano degli strumenti in grado di accogliere, memorizzare, richiamare, elaborare, trasformare e rappresentare dati spazialmente riferiti (Gomasca, 2004). In tal modo risulterà agevole la sovrapposizione e l'integrazione tra diverse tipologie di dati oltre che la loro gestione e analisi a diverse scale.

La classificazione gerarchica del territorio, ormai ampiamente consolidata, è stata testata a diverse scale, da quelle di dettaglio di piccoli e medi ambiti territoriali (es. Piani Strutturali dei Comuni di Chiusi, Pienza, San Quirico d'Orcia e del Copparese, Schema Metropolitano dell'Area Senese, Piano Regolatore Generale di Roma), a quelle relative ad unità amministrative estese (es. Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia di Roma) (figura 1.2.11) fino a quelle dei Parchi Nazionali (es. Circeo, Vesuvio, Cilento e Vallo di Diano) e dell'intero territorio italiano (Blasi *et al.*, 2010b; 2010c).

Per quanto riguarda il reperimento dei dati di base indispensabili, ci si può riferire alle molte cartografie oggi disponibili, considerando sempre la scala scelta di volta in volta, in relazione all'area in studio. Vale quanto già detto a proposito della ricerca bibliografica e del reperimento di conoscenze disponibili, propedeutica a tutte le analisi descritte.

Ad esempio, esistono attualmente conoscenze climatiche a scala nazionale (Blasi e Michetti, 2005) ma anche numerosi studi di dettaglio a livello regionale (ad es. per il Lazio: Blasi, 1994). Qualora non

siano disponibili studi di dettaglio aggiornati è sempre consigliabile procedere tramite l'uso dei dati grezzi (serie temporali) delle stazioni termo-pluviometriche reperibili presso le Agenzie locali (es. ARPA Emilia Romagna, www.arpa.emr.it) e successivamente elaborabili con specifici programmi. Per gli approfondimenti relativi all'elaborazione dei dati climatici e la produzione di diagrammi bioclimatici e indici, si rimanda alla bibliografia specifica e ai siti dedicati (come ad es. www.globalbioclimatics.org).

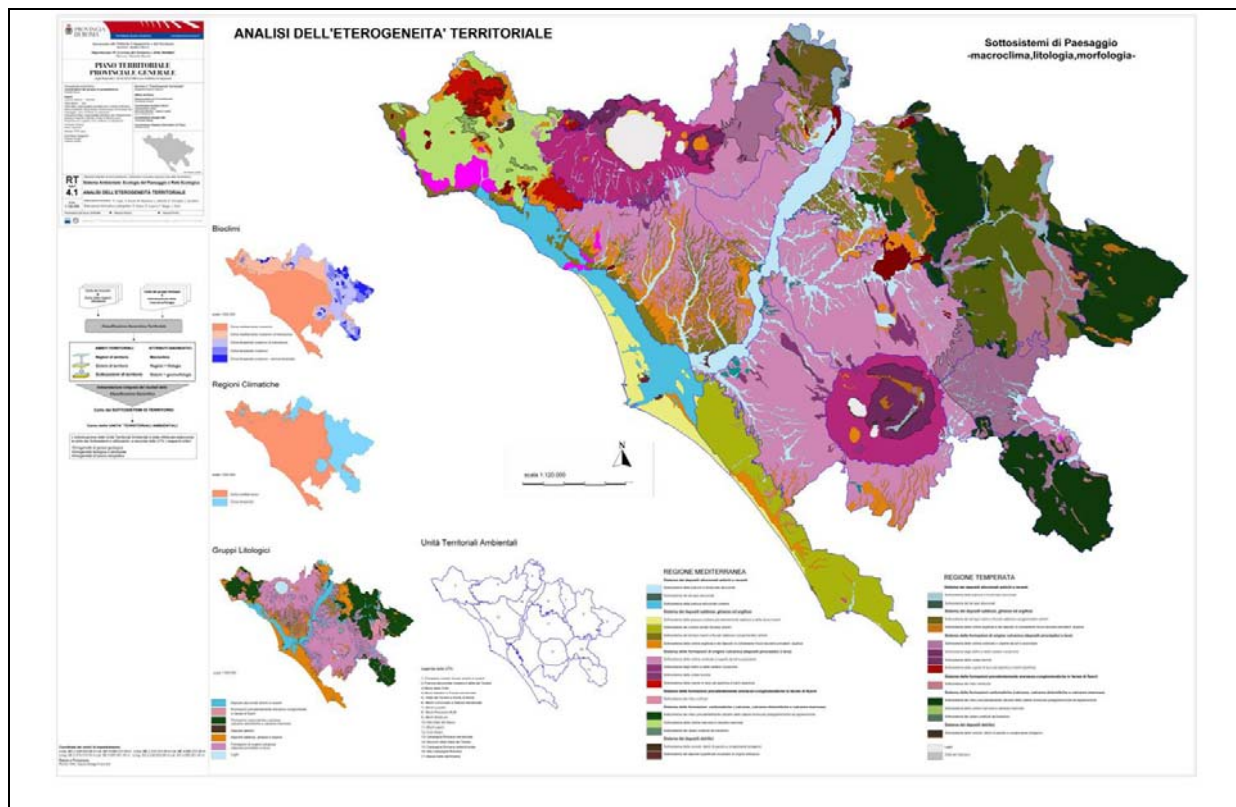


Figura 1.2.11 – Tavola dell'analisi dell'eterogeneità territoriale della provincia di Roma (RTsat4.1). Sono riportati la carta dei Sottosistemi di paesaggio e alcuni tematismi utilizzati per la sua definizione (da: elaborati grafici integrativi del Piano Territoriale Provinciale Generale, consultabile on-line sul sito: http://ptpg.provincia.roma.it:8080/?nPagina=elaborati_integrativi).

Un utile strumento di informazione cartografica è il Portale Cartografico Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/>) grazie al quale è possibile visualizzare e utilizzare i principali tematismi ambientali e territoriali, disponibili per l'intero territorio italiano, selezionando l'area di interesse (regione, provincia, comune). Anche nel sito del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (<http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet>) si possono visualizzare e scaricare diversi prodotti cartografici relativi ad indagini ambientali.

Inoltre, sul sito ISPRA è possibile accedere alla cartografia geologica e geotematica a varie scale (<http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Cartografia/>) anche grazie al Portale del Servizio Geologico d'Italia (<http://sgi.isprambiente.it/geoportal>) che rappresenta uno strumento di accesso a tutti i dati presenti nel Dipartimento Difesa del Suolo di ISPRA.

Sempre all'interno del sito ISPRA, si può accedere alla sezione dedicata al Progetto Carta della Natura, che si occupa di cartografia a varie scale, tra cui il 50.000 (manuale metodologico scaricabile on-line su http://www.isprambiente.it/site/_files/carta_della_natura/CDN_manuale.pdf) e di applicazione di modelli di valutazione ecologica (http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Servizi_per_1%27Ambiente/Sistema_Carta_della_Natura/).

2. PROGETTO BOTANICO

P. Cornelini, P. M. Bianco

2.1 INTRODUZIONE

La progettazione delle opere di recupero ambientale per mezzo delle piante, a fronte del ruolo di primaria importanza rivestito dalla componente vegetale nel processo di riqualificazione paesaggistica, ha come obiettivo prevalente quello di inserire o mitigare l'opera in modo compatibile ed integrato al sistema naturale e di ripristinare quelle porzioni territoriali modificate dall'opera o dalle operazioni necessarie per la sua realizzazione.

Tale progettazione, pertanto, deve tenere conto oltre che dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche dell'opera che si va a mitigare, anche dell'ambiente in cui l'infrastruttura si va a collocare, riconoscendone i caratteri naturali e le capacità di trasformazione.

Il progetto botanico deve quindi individuare, a seguito delle analisi topografiche, geomorfologiche, geotecniche, idrauliche, floristiche e vegetazionali, con riferimento ai parametri ecologici stazionali dell'area di intervento, la lista con le specie, le tipologie vegetazionali di progetto e le serie di vegetazione di riferimento, strumento essenziale per riconoscere la vegetazione reale e potenziale. Il progetto botanico deve basarsi quindi su un'approfondita conoscenza delle caratteristiche ambientali dell'area d'intervento per riproporre tipologie vegetazionali coerenti con il territorio ed affini a stadi della serie della vegetazione autoctona.

Gli interventi devono essere scevri da qualsiasi interpretazione di tipo meramente estetico ed essere finalizzati a:

- inserire l'opera in modo compatibile con il sistema naturale circostante;
- contenere i livelli di intrusione visiva nei principali bacini visuali;
- ricomporre le aree su cui insiste l'infrastruttura, mantenendo le configurazioni paesaggistiche preesistenti;
- realizzare la sistemazione e il consolidamento delle scarpate;
- svolgere la funzione di arredo stradale.

L'obiettivo è di proporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona, in funzione dell'estensione delle aree disponibili e di realizzare, ove necessario, la stabilizzazione delle aree interessate dall'infrastruttura. In genere vengono realizzati impianti utilizzando specie e cenosi pioniere, capaci di favorire il recupero naturale della vegetazione locale. Si tratta di obiettivi che possono richiedere modellamenti morfologici su superfici estese e che non risultano particolarmente idonei per risultati estetici di pronto effetto. In compenso i benefici sono notevoli:

- contenimento dei costi per l'acquisto delle piante;
- riduzione degli interventi per la manutenzione;
- coerenza con i caratteri paesaggistici dell'area;
- miglioramento nella produzione dei servizi ecosistemici;
- impegno di competenze locali con basi conoscitive di tipo naturalistico.

Queste sono le ragioni per cui devono essere fatti prevalere interventi coerenti con le caratteristiche floristiche dell'area di intervento o interventi di ingegneria naturalistica capaci di rispondere ad esigenze biotecnologiche su spazi anche contenuti. E' infatti noto che, attualmente, non sempre si tiene sufficientemente conto delle dinamiche in atto e della coerenza sindinamica e paesaggistica.

Data tale premessa in questo capitolo si evidenziano interventi e risultati ottenuti con interventi di ingegneria naturalistica

2.2. CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE

Avvalendosi dei risultati ottenuti tramite l'applicazione delle metodologie di analisi floristica e vegetazionale (vedi capitolo 1), si può effettuare una opportuna selezione delle specie da utilizzare negli interventi. E' infatti possibile individuare, in base alle precise caratteristiche fisiche ed ecologiche del sito di intervento (ad es. un versante acclive esposto a sud, su substrato calcareo ad una quota di 120 m s.l.m., ecc.) le specie, le tipologie vegetazionali e la serie di vegetazione di riferimento per le aree interessate dall'infrastruttura lineare.

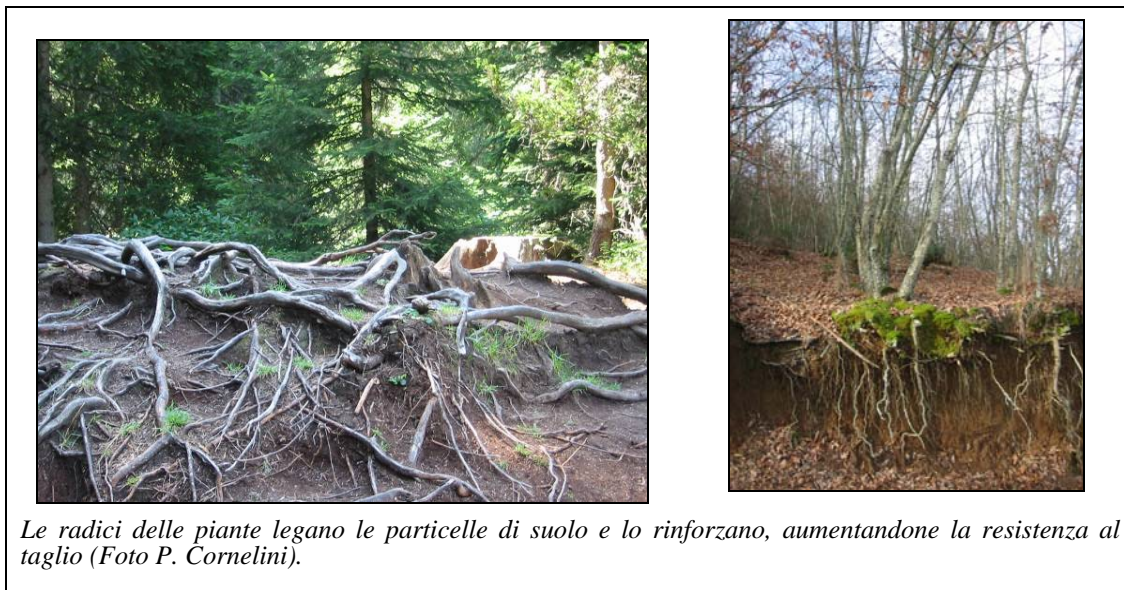
In ambiti territoriali nei quali permangono aree vegetate o lembi residuali di vegetazione, attraverso l'analisi floristica è possibile individuare le specie vegetali coerenti con i caratteri stazionali del sito di intervento, mentre in aree fortemente antropizzate, per avere riferimenti utili, si dovrà fare riferimento alle indagini floristiche e biogeografiche di area vasta e alla vegetazione naturale potenziale individuata mediante la classificazione gerarchica del territorio.

In sintesi le specie vanno scelte in base ai seguenti criteri:

- coerenza con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area;
- compatibilità ecologica con i caratteri stazionali (clima, substrato, morfologia, ecc.) dell'area di intervento; molto utile in proposito può risultare l'uso degli indicatori ecologici di Ellenberg (Pignatti *et al.*, 2005);
- appartenenza ad uno stadio della serie della vegetazione autoctona, scelto anche in funzione delle condizioni ecologiche artificialmente realizzate dall'intervento (ad esempio con rimodellamenti morfologici, riportando suolo, realizzando un impianto di irrigazione, ecc.);
- caratteristiche biotecniche;
- facilità di approvvigionamento nei vivai locali;
- facilità di attecchimento e ridotta manutenzione;
- valore estetico e paesaggistico.

Se gli impianti artificiali vengono realizzati con criteri di alta affinità alle cenosi naturali autoctone (tipo e numero di specie, *pattern* naturale, ecc.), si determinano habitat di particolare valore anche per la componente faunistica, di norma strettamente collegata alle caratteristiche cenologiche delle comunità vegetali.

Tra le altre funzioni, la copertura vegetale svolge, un'importante funzione nella difesa del suolo contrastando l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici, tramite azioni di tipo meccanico ed idrologico. Le azioni di tipo meccanico indotte dalle piante sui versanti consistono nella protezione antierosiva dalle acque dilavanti unitamente alla stabilizzazione dello strato superiore del suolo ad opera degli apparati radicali (vedi foto seguenti), con la riduzione dell'erosione e del trasporto solido a valle.



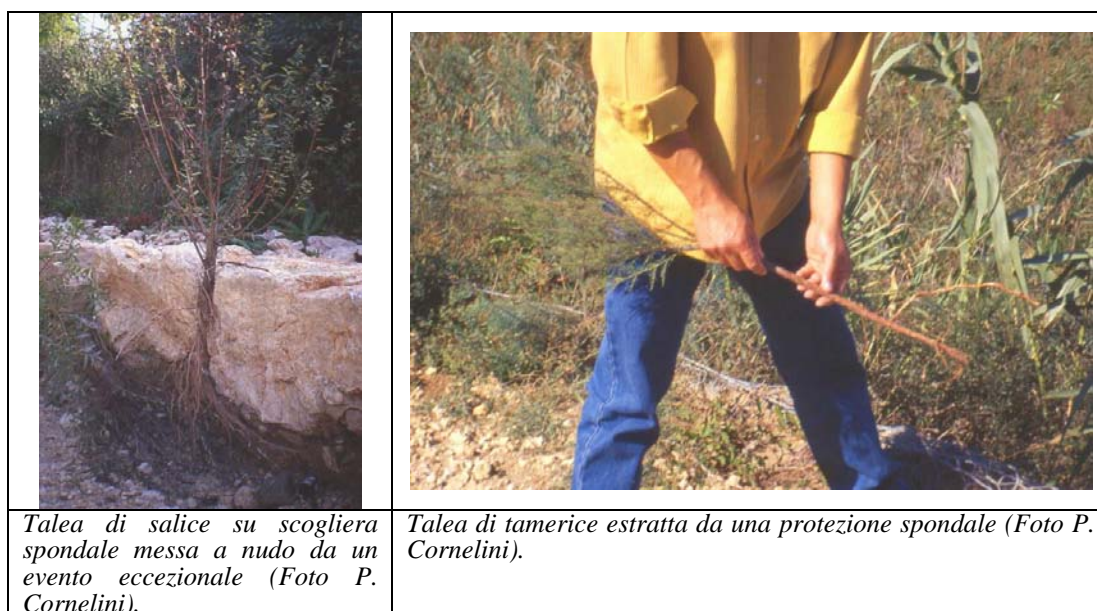
Negli interventi di recupero ambientale in ambito infrastrutturale la vegetazione messa a dimora può assumere anche il ruolo di compensazione delle emissioni di CO₂ dovute al traffico veicolare delle fasi di costruzione e di esercizio.

Nei paragrafi successivi verranno approfonditi aspetti specifici legati ai criteri di scelta delle specie.

2.2.1 Le proprietà biotecniche

Oltre alle proprietà tecniche di stabilizzazione del suolo a cui si è accennato nel paragrafo 2.1, molte piante possiedono proprietà biologiche, ed, in particolare:

1) capacità di riproduzione per via vegetativa, ovvero per talea. A partire da pezzi della pianta tagliati vivi si sfrutta la capacità di alcune specie di conservare entro i tessuti specializzati alcune cellule meristematiche, con il messaggio genetico in grado di attivare i processi biologici di ricostruzione dell'intero individuo: tamerici, salici, pioppi, *Nerium oleander* (oleandro), *Laurus nobilis* (alloro), *Atriplex halimus* (atriplice), *Artemisia arborescens* (assenzio arbustivo), *Laburnum anagyroides* (maggiociondolo), *Ligustrum vulgare* (ligustro), *Sambucus nigra* (sambuco), *Phragmites australis* (rizomi), *Arundo pliniana* (rizomi), *Corylus avellana* (nocciolo, talea radicale), ecc.



Nell'eseguire opere d'ingegneria naturalistica, si possono impiegare convenientemente solo quelle specie che hanno facoltà di propagazione vegetativa almeno nella misura del 60-70% (tabella 2.1). *Salix caprea*, ad esempio, non è adatto per l'impiego di talee (attecchimento del 5%).

Tabella 2.1 - Capacità d'attecchimento di specie con riproduzione vegetativa (AIPIN Bolzano adattata alla Regione Lazio, in Sauli et al., 2006)		
Tipologia	Specie	% attecchimento
Salici	<i>Salix purpurea</i>	100%
	<i>Salix cinerea</i>	75%
	<i>Salix alba</i>	75%
	<i>Salix eleagnos</i>	70%
Altre specie	<i>Populus nigra</i>	65%
	<i>Ligustrum vulgare</i>	65%

L'utilizzo massiccio dei salici, specie in genere meso-igrofile, pur compatibile dal punto di vista ecologico nelle stazioni umide mediterranee, quali quelle dei corsi d'acqua o di montagna, va ben

valutato nelle altre situazioni ambientali, ove spesso non è proponibile per limiti ecologici e climatici, per assenza di coerenza floristico-vegetazionale e per le difficoltà di reperimento.

Il taglio delle talee va, comunque, effettuato nel periodo che coincide generalmente con quello del riposo vegetativo (piante prive di foglie). Dall'esperienza in ambito mediterraneo si è visto che l'impiego delle talee è possibile, a seconda dell'ecologia della stazione (umidità, altitudine, esposizione, ecc.) anche in alcuni mesi primaverili e autunnali, ad eccezione, comunque, del periodo fra la fioritura e la fruttificazione e quello dell'alterazione cromatica autunnale delle foglie, che presenta capacità di attecchimento bassissima.

Il numero delle possibili specie utilizzabili non è molto grande e, comunque, già all'interno degli stessi salici vi sono esigenze ecologiche diverse.



Salix eleagnos da talea (Foto P. Cornelini).

Talee di salici a 7 anni dall'impianto (Foto P. Cornelini).



2) capacità di emettere radici avventizie dai fusti interrati: ontani, salici, pioppi, frassini, *Euonymus europaeus* (berretta da prete), *Viburnum tinus* (lentaggine), *Cornus sanguinea* (sanguinello), *Acer pseudoplatanus* (acero montano), *Corylus avellana* (nocciolo), ecc.

Sulle scarpate in ambito mediterraneo, ove sono reali le difficoltà di uso delle talee dei salici nelle opere di ingegneria naturalistica, in quanto poco coerenti dal punto di vista ecologico, va privilegiato l'impiego di specie termo-xerofile con capacità di emissione di radici avventizie dal fusto interrato, da usare come piante radicate, ma con la stessa funzione delle talee. Tale caratteristica biotecnica trova riscontro in natura nella resistenza all'inghiaamento, mentre il ricoprimento per sovralluvionamento provoca il deperimento progressivo per asfissia della maggior parte delle specie, alcune piante legnose lo sopportano senza perdere la vitalità.



Tabella 2.2 - Piante sperimentate in Alto Adige, Austria e nel Lazio sulla capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato (Sauli et al., 2006).

Austria e Alto Adige (Florineth)	AIPIN Lazio (Dallari e Laranci)
Idonee	
<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , <i>A. viridis</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Fraxinus ornus</i> , <i>F. excelsior</i>	<i>Euonymus europaeus</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	
<i>Prunus padus</i>	
<i>Sorbus aucuparia</i>	
<i>Corylus avellana</i>	
<i>Lonicera xylosteum</i>	

<i>Euonymus europaeus</i> <i>Viburnum opulus</i> , <i>V. lantana</i> <i>Salix caprea</i> <i>Populus alba</i>	
Poco idonee	
<i>Acer campestre</i> , <i>A. platanoides</i> <i>Betula pendula</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Frangula alnus</i>	<i>Phillyrea latifolia</i> <i>Emerus majus</i> (syn. <i>Coronilla emerus</i>) <i>Rhamnus alaternus</i>

	
<i>Myrtus communis</i> , specie in sperimentazione per verificare l'emissione di radici avventizie (Foto P. Cornellini).	<i>Cornus sanguinea</i> , specie in sperimentazione per verificare l'emissione di radici avventizie (Foto F. Cassetti).

3) resistenza alla sommersione anche per periodi prolungati: salici, *Populus alba* (pioppo bianco), *Alnus glutinosa* (ontano nero), frassini. Le sommersioni della durata da varie ore, fino a vari giorni, possono essere sopportate senza danni dalle specie delle associazioni riparali, anche più volte all'anno, ma la sommersione totale della pianta oltre tale periodo, in genere provoca la morte delle piante per asfissia. Di tale proprietà va tenuto conto nella progettazione degli interventi in ambito idraulico.

	
Pioppi sommersi nel lago di Canterno (FR) (Foto P. Cornellini).	Radici avventizie di <i>Salix</i> sp. a seguito della sommersione. Lago di Piana Albanesi (PA) (Foto P. Cornellini).

Le proprietà *tecniche* e quelle *biologiche* costituiscono le *caratteristiche biotecniche* tipiche di alcune specie vegetali ed essenziali per il successo degli interventi di ingegneria naturalistica. Le piante con elevata valenza biotecnica devono possedere apparati radicali resistenti ed estesi con capacità di consolidare il terreno.

Il consolidamento più efficace del terreno si ottiene quando la compenetrazione radicale avviene in diversi strati a varie profondità, per cui è necessario impiegare specie diverse. Un semplice indicatore della capacità di consolidare il terreno è il rapporto fra il volume delle radici ed il volume dei getti, come indicato nella tabella seguente (da Schiechl, 1973 in: Sauli *et al.*, 2006)

<i>Arbusti e alberi</i>	
<i>Viburnum lantana</i>	2,3
<i>Salix eleagnos</i>	1,8
<i>Salix purpurea</i>	1,5
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,5
<i>Ligustrum vulgare</i>	1,2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,1
<i>Salix alba</i>	0,5

Dalla lettura della tabella risulta, ad esempio, molto più utile inserire in una palificata viva spondale, talee di *Salix eleagnos* piuttosto che di *Salix alba*.

2.2.2 Specie autoctone

La necessità di utilizzare specie autoctone per gli interventi di recupero ambientale e di ingegneria naturalistica è un criterio fondamentale da adottare per riproporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona e per scongiurare il pericolo di introduzione di specie esotiche, con le possibili conseguenze (inquinamento floristico, inquinamento genetico dovuto a varietà o *cultivar* di regioni o nazioni diverse, ecc.), come spiegato anche nel paragrafo 1.1.4.

Uno dei problemi fondamentali nella realizzazione degli interventi di mitigazione e compensazione delle infrastrutture è quello della reperibilità sul mercato delle specie vegetali autoctone.

Un sistema per disporre dei necessari quantitativi di piante, può essere quello di richiedere al mercato vivaistico le specie autoctone non al momento dell'impiego, ma in una fase precedente, dando il tempo necessario per la riproduzione delle specie richieste.

Una ricerca per individuare le specie arboree ed arbustive autoctone comuni della flora italiana di potenziale impiego negli interventi di rinaturalizzazione e di ingegneria naturalistica (Cornellini *et al.*, 2002) ha dimostrato che, per quanto riguarda le specie arboree, la maggioranza è disponibile sul mercato, mentre per gli arbusti l'offerta vivaistica è più ridotta, con le carenze più vistose per alcune specie dei generi *Salix*, *Calicotome*, *Cytisus* e *Lonicera*.

A livello metodologico per l'impiego di specie e materiali negli interventi di inserimento ambientale e di mitigazione degli impatti, può risultare utile la tabella seguente (tab. 2.3), estratta dal Manuale della Regione Lazio (Sauli *et al.*, 2002) e proposta dalla Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica per schematizzare la graduatoria di preferibilità e liceità di impiego di specie e materiali nei vari possibili ambiti territoriali di impiego.

Va escluso in maniera assoluta in tutte le aree naturali e protette l'impiego di specie esotiche non appartenenti alla flora italiana. Nel caso di opere in zone urbane o periurbane va valutata, in funzione della coerenza paesaggistica e degli usi locali, l'opportunità di impiegare anche specie non autoctone, ma comunque assolutamente non problematiche in termini di invasività territoriale o di danni alla salute.

Problemi di natura deontologica sono sorti recentemente con il proporsi sul mercato di specie esotiche con ottime caratteristiche biotecniche quali, ad esempio, il vetiver (*Vetiveria zizanioides*). Prima di proporre l'uso in Italia nelle aree naturali e seminaturali si è in attesa di maggiori conoscenze sul comportamento ecologico e dinamico della specie, che potranno derivare da una sperimentazione pluriennale sull'esempio dell'esperienza australiana. In linea generale sarebbe più opportuno che la sperimentazione si concentrasse sulla ricchissima varietà di alberi, arbusti e specie erbacee della flora autoctona. In Pianura Padana tutti conoscono i danni dell'inserimento di *Prunus serotina*, piccolo

albero che ha invaso tutto il sottobosco dei boschi di pianura e che attualmente sta compromettendo i pochi lembi di vegetazione naturale esistente.

Tabella 2.3 - Preferibilità / liceità* d'impiego dei materiali vivi e morti per le tecniche di ingegneria naturalistica (da Sauli et al., 2002).

AMBITI D'IMPIEGO		PREFERIBILITA' / LICEITA'* D'IMPIEGO DEI MATERIALI VIVI E MORTI PER LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA					
		PIANTE			MATERIALI UTILIZZABILI		
		NATURALITA' CRESCENTE			NATURALITA' CRESCENTE		
		PIANTE AUTOCTONE	PIANTE ESOTICHE NATURALIZZATE	PIANTE ESOTICHE DI RECENTE INTRODUZIONE	MATERIALI NATURALI	MATERIALI BIODEGRADABILI	MATERIALI ARTIFICIALI
1	AREE PROTETTE	X X X	-	-	X X	X X	-(1)
2	AREE NATURALI	X X X	-	-	X X	X X	X
3	AREE AGRICOLE	X X	X	-	X X	X X	X
4	PARCHI E GIARDINI	XX	X	X	X	X	X
5	AREE URBANE	XX	X	X	X	X	X
6	AREE INDUSTRIALI	XX	X	X	X	X	X

* X X X Impiego esclusivo
 X X Impiego preferenziale
 X Impiego in funzione delle scelte progettuali
 - Incompatibilità assoluta
 (1) Utilizzo solo per la soluzione di problemi geotecnici ed idraulici per la protezione diretta di edifici o infrastrutture esistenti

N.B.: nelle categorie "materiali: naturali, biodegradabili, artificiali" si fa riferimento a quelli strutturali e non ai componenti (es. chiodo in ferro acciaio) nella palificata viva in legno)

2.2.3 Specie appartenenti a determinati stadi della serie di vegetazione

La conoscenza dei contatti seriali e catenali tra le varie tipologie vegetazionali presenti nel territorio, ovvero delle serie di vegetazione e dei singoli stadi che le compongono (vedi anche par. 1.2.3), consente l'individuazione dello stadio della serie a cui riferirsi per il progetto. Ciò consente inoltre di poter prevedere la sua evoluzione nel tempo, anche tramite i necessari interventi di manutenzione.

Ci si pone così nell'ottica di interventi che valorizzino la potenzialità specifica del sito e che siano in grado di innescare processi evolutivi che nel tempo possano dare luogo a comunità vegetali stabili.

A seconda degli obiettivi di progetto si deve, di volta in volta, privilegiare le comunità che rappresentano gli stadi iniziali della serie (generalmente cenosi erbacee), quelli intermedi (generalmente cenosi arbustive), o gli stadi maturi (generalmente cenosi forestali).



Processi dinamici di colonizzazione di una falda di detrito da parte della vegetazione nella maremma grossetana (Foto P. Cornelini).

Per raggiungere l'obiettivo progettuale, nella maggior parte delle situazioni è necessario utilizzare specie caratteristiche degli stadi pionieri o intermedi, compatibili con le caratteristiche ecologiche stazionali, con le necessarie caratteristiche biotecniche e capaci di innescare il processo di colonizzazione e portare al progressivo insediamento di formazioni più complesse (par. 1.2.3).

Attualmente sono ancora troppo rari gli interventi che, oltre alla coerenza floristica, tengano presente anche la coerenza sindinamica. Esistono comunque esempi rappresentativi, come nel caso dell'inserimento ambientale della "variante di valico", nel quale il Prof. Blasi e l'Arch. Ponis realizzarono un progetto di inserimento coerente con i principi della sinfitosociologia. Ogni impianto artificiale era collegato alle serie di vegetazione caratteristiche del sito di intervento e riproponeva cenosi tipiche della tappa matura, del mantello ed anche delle praterie naturali e seminaturali. Il progetto offriva anche indicazioni sull'evoluzione e la crescita delle diverse comunità vegetali.

2.2.3.1 L'uso delle specie arboree, arbustive ed erbacee

Le piante, i materiali da costruzione degli interventi oggetto del presente documento, possono essere impiegate in varie forme quali semi, piante radicate, zolle, rizomi, talee, sfruttando, nell'ultimo caso, la capacità di alcune specie, quali, ad esempio i salici o le tamerici, di conservare entro i tessuti specializzati alcune cellule meristematiche in grado di attivare processi biologici di ricostruzione dell'intera pianta.

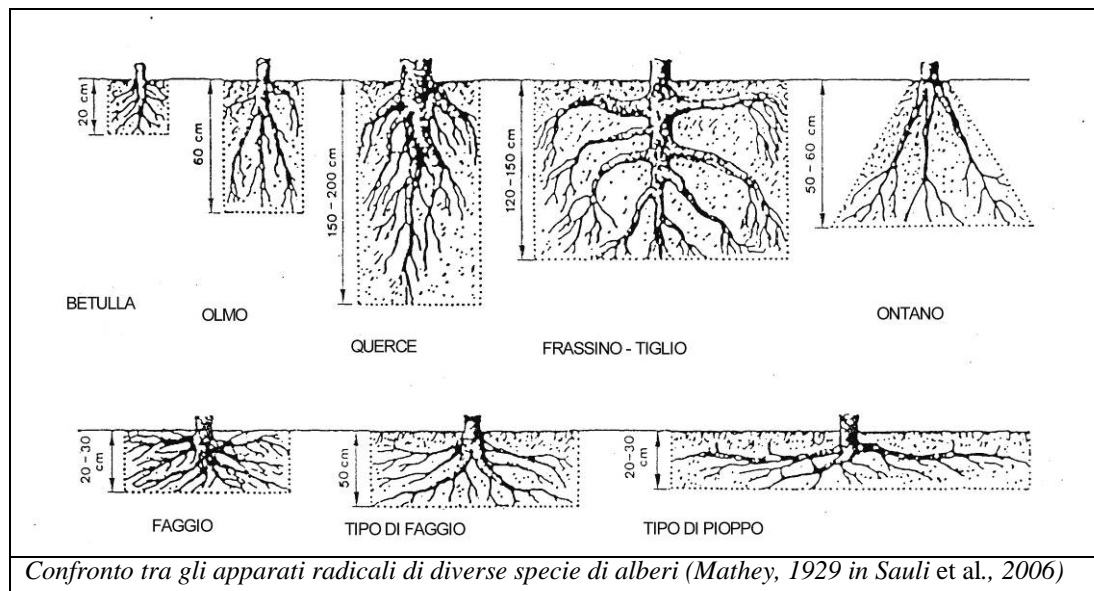
Vengono di seguito esaminate le possibilità di impiego delle specie arboree, arbustive ed erbacee negli interventi in oggetto.

Specie arboree

Le comunità arboree rappresentano lo stadio strutturale più complesso delle tipologie vegetazionali negli interventi di recupero delle aree stabili. Gli alberi vengono piantati ove la morfologia e i vincoli connessi alla distanza di sicurezza lo consentono.

Le stazioni con caratteristiche morfologiche ed ecologiche difficili, quali ad esempio le scarpate instabili con suoli poco evoluti o assenti sono, in genere, poco idonee all'impianto degli alberi, che richiedono condizioni più favorevoli e, comunque, con il loro peso possono creare problemi di instabilità.

Come risulta dalla figura seguente ove vengono confrontati gli apparati radicali di diverse specie di alberi, questi non sempre possiedono apparati radicali profondi e per questo motivo non vengono usati nella progettazione degli interventi di stabilizzazione dei versanti, ove si privilegiano le specie arbustive.



La maggior parte delle specie arboree possono essere, quindi, utilizzate solo qualora l'intervento interessi ambiti forestali preesistenti in cui le attività di cantiere prevedano la conservazione in condizioni adeguate del suolo asportato.

Alcune specie arboree come *Quercus pubescens*, *Q. virgiliana*, *Q. cerris*, *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia* mostrano una buona capacità di attecchimento anche su suoli post-agrari. Tali specie,

nelle opportune condizioni, possono facilmente concorrere alla creazione di fasce arborate molto importanti nella mitigazione delle infrastrutture lineari e nella creazione di corridoi ecologici.

Nella tabella seguente (tab. 2.4) è riportato un elenco indicativo degli alberi della flora italiana di potenziale impiego negli interventi oggetto del presente documento.

Tabella 2.4 - Elenco indicativo delle specie arboree autoctone comuni della flora italiana di potenziale impiego negli interventi di rinaturalizzazione e di ingegneria naturalistica (da Cornolini et al., 2002).

SPECIE	FORMA	TIPO
	BIOLOGICA	COROLOGICO
<i>Abies alba</i> Miller	P Scap	Orof. S-Europ.
<i>Acer campestre</i> L.	P Scap	Europ.-Caucas.
<i>Acer obtusatum</i> W. et K.	P Scap	Se-Europ.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	P Scap	Europ.-Caucas.
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Desf.	P Scap	Endem.
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	P Scap	Paleotemp.
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	P Scap	Circumbor.
<i>Betula aetnensis</i> Rafin.	P Scap	Endem.
<i>Betula pendula</i> Roth	P Scap	Eurosib.
<i>Carpinus betulus</i> L.	P Scap	Europ.-Caucas.
<i>Castanea sativa</i> Miller	P Scap	Se-Europ.
<i>Celtis australis</i> L.	P Scap	Eurimedit.
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	P Scap	S-Europ.-Sudsib.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	P Scap	Centro-Europ.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	P Scap	Europ.-Caucas.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	P Scap	S-Europ.-Sudsib.
<i>Larix decidua</i> Miller	P Scap	Orof. Centro-Europ.
<i>Malus sylvestris</i> Miller	P Scap	Centro-Europ.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	P Scap	Circumbor.
<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link	P Scap	Eurosib.
<i>Pinus cembra</i> L.	P Scap	Eurosib.
<i>Pinus halepensis</i> Miller	P Scap	Stenomedit.
<i>Pinus laricio</i> Poirlet	P Scap	Endem.
<i>Pinus nigra</i> Arnold	P Scap	Ne-Eurimedit
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	P Scap	W-Stenomedit.
<i>Pinus sylvestris</i> L.	P Scap	Eurasiat.
<i>Pinus uncinata</i> Miller	P Scap	Nw-Medit.-Mont.
<i>Pirus pyraeaster</i> Burgsd.	P Scap	Eurasiat.
<i>Populus alba</i> L.	P Scap	Paleotemp.
<i>Populus nigra</i> L.	P Scap	Paleotemp.
<i>Populus tremula</i> L.	P Scap	Eurosib.
<i>Prunus avium</i> L.	P Scap	Pontica
<i>Prunus cocomilia</i> Ten.	P Scap	Ne-Medit.-Mont.
<i>Quercus cerris</i> L.	P Scap	N-Eurimedit.
<i>Quercus frainetto</i> Ten.	P Scap	Se-Europ.
<i>Quercus ilex</i> L.	P Scap	Stenomedit.
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.	P Scap	Europ.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	P Scap	Se-Europ.
<i>Quercus robur</i> L.	P Scap	Europ.-Caucas.

<i>Quercus suber</i> L.	P Scap	W-Eurimedit.
<i>Quercus trojana</i> Webb	P Scap	Ne-Stenomedit.
<i>Salix alba</i> L.	P Scap	Paleotemp
<i>Sorbus domestica</i> L.	P Scap	Eurimedit.
<i>Tilia cordata</i> Miller	P Scap	Europ.-Caucas.

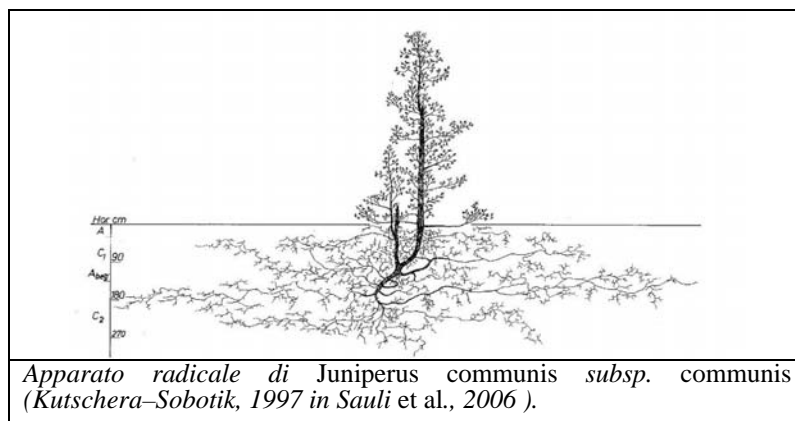
Specie arbustive

I cespuglieti rappresentano, nel processo di successione, uno stadio dinamico più evoluto rispetto alle comunità erbacee, e con il tempo, se lasciati indisturbati, possono in molti casi evolvere nella formazioni arboree di riferimento (vedi anche par. 1.2.3).

I cespuglieti e le siepi assumono inoltre un ruolo importante nella funzionalità delle reti ecologiche, soprattutto in ambienti agricoli. Possono attirare animali insettivori che controllano le specie dannose all'agricoltura e rappresentare zone di rifugio per gli animali che frequentano i campi coltivati.

Le specie arbustive oltre ad un uso diffuso negli interventi di recupero effettuati su morfologie stabili, sono le specie più adatte per gli interventi di stabilizzazione del suolo sulle scarpate.

Gli arbusti pionieri autoctoni possiedono apparati radicali in grado di stabilizzare, in media, fino ad uno spessore di circa 0,3-0,6 metri di substrato; a tale azione puntuale o lineare stabilizzante va, comunque, unita un'azione di protezione antierosiva areale tramite inerbimento con le specie erbacee che agiscono tipicamente nei primi decimetri di suolo. Particolare attenzione va quindi alle camefite, nanofanerofite e fanerofite cespitose (piccoli arbusti e arbusti) (vedi anche par. 1.1.3).



I criteri di progettazione e di sistemazione dei versanti tramite specie arbustive non possono prescindere, nella loro applicazione, da una conoscenza approfondita dei meccanismi di natura biotecnica con i quali le piante esercitano il loro contributo nella stabilizzazione della parte più superficiale del suolo (vedi anche par. 2.2.1).

In ambito mediterraneo vanno inoltre tenuti in considerazione i fattori limitanti dovuti a:

- presenza di un periodo estivo xerico con stress idrico, che determina una serie di adattamenti biologici (sclerofillia, tomentosità, spinosità, ecc.);
- presenza di un periodo di riposo vegetativo più breve di quello delle regioni montane, con conseguente periodo più breve per l'utilizzo delle specie con capacità di riproduzione vegetativa, quali i salici o le tamerici, il cui utilizzo ottimale è legato a tale periodo;
- difficile reperibilità delle talee e del materiale vivaistico autoctono, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

Ne deriva la necessità di utilizzare maggiori accorgimenti nella scelta delle specie, realizzando idonee analisi floristiche e vegetazionali, in quanto le specie autoctone di comune impiego e maggiormente reperibili nei vivai non sempre sono coerenti con le serie di vegetazione della biocora mediterranea.

Emerge, quindi, l'esigenza di porre molta attenzione nell'individuazione e nel reperimento delle specie mediterranee che vale ancor più per gli interventi da effettuare nelle aree naturali e protette. Va sempre

garantita la provenienza del materiale vivaistico per evitare il rischio di inquinamento genetico dovuto a varietà o *cultivar* proprie di regioni o addirittura nazioni diverse.

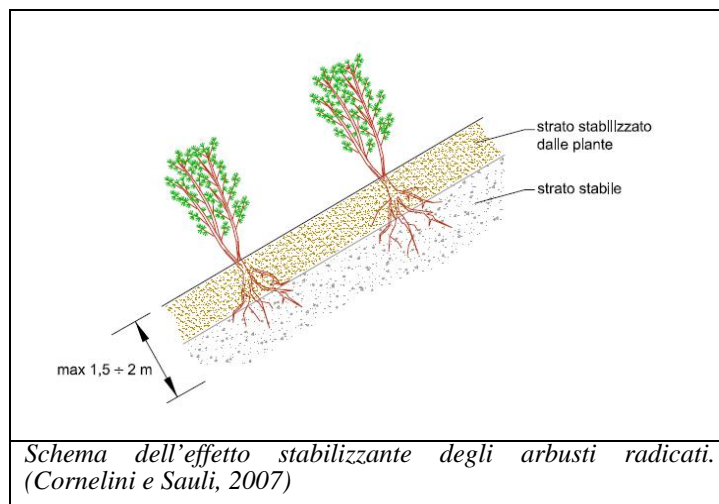
Negli interventi di recupero ambientale e di ingegneria naturalistica gli arbusti autoctoni rappresentano i principali materiali vivi per il raggiungimento degli obiettivi progettuali, impiegati sia da soli, sia in abbinamento con i materiali morti negli interventi stabilizzanti (vimate vive, fascinate vive, ecc.) e consolidanti (palificate vive, grate vive, ecc.).



Inserimento di arbusti autoctoni in palificata latina. Cà i Fabbri (PU) 2007 (Foto P. Cornelini).


Sviluppo degli arbusti della foto accanto dopo 3 anni (Foto P. Cornelini).

Risulta quindi molto importante la conoscenza della morfologia degli apparati radicali degli arbusti per valutare l'incremento di stabilità di un versante nel tempo. Se, ad esempio, la profondità di radicazione è di 1 metro, non vuol dire che viene migliorata la stabilità dello spessore di 1 metro di substrato, in quanto l'effetto di ancoraggio delle radici agisce su uno spessore inferiore, al massimo all'incirca a mezzo metro di profondità, come evidenziato nello schema seguente, puramente indicativo.




Schema dell'effetto stabilizzante degli arbusti radicati. (Cornelini e Sauli, 2007)

Un primo contributo alla conoscenza della morfometria degli apparati radicali degli arbusti mediterranei autoctoni per l'ingegneria naturalistica (Cornelini *et al.*, 2009) ha mostrato su 100 esemplari di arbusti estratti dal suolo in Sicilia, che la profondità media di sviluppo delle radici è di circa 0,6 metri, con valori massimi di 1,30-1,60 metri (foto e scheda sotto).



Pistacia lentiscus L. - Lentisco, Stinco

Famiglia: Anacardiaceae	Forma biologica: Fanerofita scaposa o caespitosa	Dimensioni: 1-3 / 6-8 m	Floritura: marzo-maggio
Habitat: macchia mediterranea sempreverde	Aree di distribuzione: Sud-Mediterranea		La resina coprono i rami e quando viene masticata rinforza le gengive e disinfecta il cavo orale.
Descrizione: pianta arbustiva sempreverde o alquanto prostrata, con foglie pennate, sempreverdi portanti da 3 a 10 foglioline cucciate di 10-25 mm circa. I fiori in pannocchia, insignificanti, privi di una vera e propria corolla, danno dolci frutti oleosi.			
APPARATO RADICALE			
Prodotto dai dati colturali, la grossa, resinosa radice emette un vero e proprio filare. La struttura presenta, infatti, un corpo unico fino a 8-10 cm di profondità che poi si ramifica in una struttura intricata. Pm = 27 cm per esemplari di Pm = 40,67 cm			
Parametri sintetici ipogei			
Indice di stabilità relativa Sp = P/H (profondità radicale/altezza epigea)		Indice di stabilità potenziale Sp = L/H (lunghezza della radice principale/altezza epigea)	
Indice di solidità relativa c = Alp/Aep (complessar radice/ampiezza epigea)			
Media	Range	Media	Range
0,98	0,52 - 0,92	1,07	0,55 - 1,10
		0,74	0,21 - 1,45
Varianti di simbolizzazione			
L	P	C	U
1	10	5	2



Scheda di Pistacia lentiscus e misure prese utilizzando il pannello metrico.

Dallo studio è emerso che tutte le specie esaminate sono risultate idonee per l'impiego negli interventi di recupero ambientale, ma che ognuna ha una propria funzionalità ottimale o tecnica o naturalistica. Alcune specie risultano potenzialmente migliori per l'impiego in interventi di stabilizzazione e consolidamento e quindi con una spiccata "funzionalità tecnica". Altre, invece, hanno una spiccata "funzionalità naturalistica" e sono da preferire per gli interventi di recupero ambientale e negli interventi antierosivi, in abbinamento alle semine (Cornellini *et al.*, 2009). La tabella riportata di seguito (tabella 2.5) propone l'elenco delle specie idonee per l'impiego in interventi di ingegneria naturalistica, relative a quelle studiate della flora siciliana, e suddivise nelle due categorie sopra descritte.

Tabella 2.5 - Elenchi di specie con funzionalità tecnica e con funzionalità naturalistica, idonee per l'impiego in interventi di ingegneria naturalistica (da Cornellini et al., 2009).

SPECIE con buona funzionalità tecnica, consigliate per interventi di ingegneria naturalistica	SPECIE con buona funzionalità naturalistica, consigliate per interventi di recupero ambientale
<i>Anagyris foetida</i>	<i>Artemisia arborescens</i>
<i>Artemisia variabilis</i>	<i>Daphne gnidium</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Erica multiflora</i>
<i>Asparagus albus</i>	<i>Olea europaea. var. sylvestris</i>
<i>Atriplex halimifolia</i>	<i>Osyris alba</i>
<i>Calicotome spinosa</i>	<i>Phlomis fruticosa</i>
<i>Capparis spinosa</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Cistus salvifolius</i>	<i>Prunus webbii</i>
<i>Colutea arborescens</i>	<i>Pyrus amygdaliformis</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Quercus calliprinos</i>
<i>Ephedra fragilis</i>	<i>Rhus coriaria</i>
<i>Euphorbia characias</i>	<i>Rosa canina</i>
<i>Euphorbia dendroides</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Euphorbia rigida</i>	<i>Sarcopoterium spinosum</i>

<i>Rosa sempervirens</i> <i>Salsola verticillata</i> <i>Spartium junceum</i> <i>Thymus capitatus</i>	<i>Teucrium fruticans</i> <i>Ulmus minor</i>
---	---

Alcune specie arbustive a larga distribuzione sono presenti in tutte le regioni italiane e presentano caratteristiche tecniche notevoli che ne rendono l'uso frequente negli interventi di mitigazione e riqualificazione ambientale. Ad esempio *Spartium junceum* è diffusa in tutte le regioni fino ad una quota di circa 600-800 metri di quota. Questa specie favorendo l'accumulo di suolo e l'arricchimento di azoto, accelera lo sviluppo delle plantule di alberi come *Fraxinus ornus* e *Quercus pubescens*. Nella composizione delle specie di progetto ne va, tuttavia, limitata la percentuale, in quanto la sua vitalità tende, con il tempo, a renderla dominante nella copertura a scapito degli altri arbusti e quindi della diversità di specie.

Nella tabella seguente (tratta da Cornelini *et al.*, 2002) è riportato un elenco indicativo degli arbusti più comuni della flora italiana di potenziale impiego negli interventi di inserimento e mitigazione degli impatti. L'inserimento di ogni singola specie va comunque sempre verificato in termini di coerenza ambientale e seriale.

SPECIE	FORMA BIOLOGICA	TIPO COROLOGICO
<i>Acer monspessulanum</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) Dc.	P Caesp	(Circum.)Art.Alp.
<i>Amelanchier ovalis</i> Medicus	P Caesp	Medit.- Mont.
<i>Anagyris foetida</i> L.	P Caesp	S-Stenomedit.
<i>Arbutus unedo</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Artemisia arborescens</i> L.	NP	S-Stenomedit.
<i>Asparagus albus</i> L.	NP	W-Stenomedit.
<i>Atriplex halimus</i> L.	P Caesp	Stenomedit.-Atl.
<i>Berberis aetnensis</i> Presl	NP	Endem.
<i>Berberis vulgaris</i> L.	NP	Eurasiat.
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link	P Caesp	Stenomedit.
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link	P Caesp	Stenomedit.
<i>Carpinus orientalis</i> Miller	P Caesp	Pontica
<i>Cistus albidus</i> L.	NP	W-Stenomedit.
<i>Cistus corsicus</i> Loisel.	NP	Endem.
<i>Cistus creticus</i> L.	NP	W-Stenomedit.
<i>Cistus incanus</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	NP	Stenomedit
<i>Cistus salvifolius</i> L.	NP	Stenomedit
<i>Colutea arborescens</i> L.	P Caes	Eurimedit
<i>Coriaria myrtifolia</i> L.	NP	W-Eurimedit
<i>Cornus mas</i> L.	P Caesp	S-Europ. - Sudsib.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	P Caesp	Eurasiat.
<i>Coronilla emerus</i> L.	NP	Centro-Europ.
<i>Corylus avellana</i> L.	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	NP	S-Europ.-Sudsib.
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medicus	NP	Eurasiat
<i>Cotoneaster nebrodensis</i> (Guss.) Koch	NP	S-Europ.- Sudsib.
<i>Crataegus laciniata</i> Ucria	P Caesp	S-Stenomedit.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	P Caesp	Paleotemp
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	P Caesp	Centro-Europ
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	P Caesp	Europ
<i>Cytisus sessilifolius</i> L.	P Caesp	Orof. Sw-Europ.
<i>Cytisus villosus</i> Pourret	P Caesp	W-Stenomedit
<i>Erica arborea</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Erica multiflora</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Erica scoparia</i> L.	P Caesp	W-Stenomedit.
<i>Euonymus europaeus</i> L.	P Caesp	Eurasiat.

<i>Frangula alnus</i> Miller	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Genista aetnensis</i> (Biv.) Dc.	P Caesp	Endem.
<i>Genista corsica</i> (Loisel.) Dc.	NP	Endem.
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	P Caesp	Eurasiat.
<i>Hypericum androsaemum</i> L.	NP	W-Eurimedit.
<i>Hypericum hircinum</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Ilex aquifolium</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Juniperus communis</i> L.	P Caesp	Circumbor.
<i>Juniperus hemisphaerica</i> Presl	NP	Medit.- Mont.
<i>Juniperus nana</i> Willd.	NP	Eurasiat.
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Laburnum alpinum</i> (Miller) Berchtold et Pre	P Caesp	Orof. S-Europ.
<i>Laburnum anagyroides</i> Medicus	P Caesp	S-Europ.-Sudsib.
<i>Laurus nobilis</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Lavandula stoechas</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Lembotrops nigricans</i> (L.) Griseb.	NP	S-Europ.-Sudsib.
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	NP	Europ.-Caucas.
<i>Lonicera alpigena</i> L.	P Caesp	Orof. S-Europ.
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	P Lian	S-Europ.-Sudsib.
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	P Lian	Eurimedit.
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	P Lian	Stenomedit.
<i>Lonicera nigra</i> L.	P Caesp	Orof. S-Europ.
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Mespilus germanica</i> L.	P Caesp	S-Europ.-Sudsib.
<i>Myrtus communis</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Nerium oleander</i> L.	P Caesp	S-Stenomedit.
<i>Olea europaea</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Osyris alba</i> L.	NP	Eurimedit.
<i>Paliurus spina christi</i> Miller	P Caesp	Se-Europ.
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	P Caesp	W-Stenomedit.
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Pinus mugo</i> Turra	P Caesp	Orof- Eurasiat
<i>Pirus amygdaliformis</i> Vill.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P Caesp	S-Stenomedit.
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Prunus mahaleb</i> L.	P Caesp	S-Europ.-Sudsib.
<i>Prunus spinosa</i> L.	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Pyracantha coccinea</i> Roemer	P Caesp	Stenomedit.
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	P Caesp	S-Europ.-Sudsib.
<i>Rhododendron hirsutum</i> L.	NP	Endem. Alp.
<i>Ribes uva crispa</i> L.	NP	Eurasiat.
<i>Rosa arvensis</i> Hudson	NP	S-Stenomedit.
<i>Rosa canina</i> L.	NP	Paleotemp.
<i>Rosa dumalis</i> Bechst.	NP	Europ.-Caucas.
<i>Rosa pendulina</i> L.	NP	S-Europ.-Sudsib.
<i>Rosa rubiginosa</i> L.	NP	Eurasiat.
<i>Rosa rubrifolia</i> Vill.	NP	Orof. S-Europ.
<i>Rosa sempervirens</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Rosa sicula</i> Tratt.	NP	Medit.-Mont.
<i>Rosa tomentosa</i> Sm.	NP	S-Europ.-Sudsib.
<i>Rosa villosa</i> L.	NP	S-Europ.-Sudsib.
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	NP	Stenomedit.
<i>Rubus caesius</i> L.	NP	Eurasiat.
<i>Rubus canescens</i> Dc.	NP	N-Eurimedit.
<i>Rubus idaeus</i> L.	NP	Circumbor.
<i>Rubus incanescens</i> Bertol.	NP	W-Europ. (Atl.)
<i>Rumex lunaria</i> L.	NP	S-Stenomedit.
<i>Salix appendiculata</i> Vill.	P Caesp	Centro-Europ.

<i>Salix caprea</i> L.	P Caesp	Eurasiat.
<i>Salix cinerea</i> L.	P Caesp	Paleotemp.
<i>Salix glabra</i> Scop.	NP	Ne-Medit.-Mont.
<i>Salix eleagnos</i> Scop.	P Caesp	Orof. S-Europ.
<i>Salix foetida</i> Schleicher	NP	Endem. Alp.
<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb.	NP	Eurosib.
<i>Salix pedicellata</i> Desf.	P Caesp	Stenomedit.
<i>Salix purpurea</i> L.	P Caesp	Eurasiat.
<i>Salix triandra</i> L.	P Caesp	Eurosib.
<i>Salix viminalis</i> L.	P Caesp	Eurosib.
<i>Salix waldsteiniana</i> Willd.	NP	Orof E-Alp.-Carpat.
<i>Salsola verticillata</i> Schousboe	NP	S-Stenomedit.
<i>Sambucus nigra</i> L.	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Sambucus racemosa</i> L.	P Caesp	Orof. S-Europ.
<i>Santolina corsica</i> Jordan et Fourr.	NP	Endem.
<i>Santolina insularis</i> (Gennari) Arrigoni	NP	Endem.
<i>Solanum dulcamara</i> L.	NP	Paleotemp.
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	P Caesp	Paleotemp.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	P Caesp	Europ.
<i>Sorbus chamaemespilus</i> (L.) Crantz	NP	Orof. S-Europ.
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	P Caesp	Paleotemp.
<i>Spartium junceum</i> L.	P Caesp	Eurimedit.
<i>Styrax officinalis</i> L.	P Caesp	Ne-Stenomedit.
<i>Tamarix africana</i> Poiret	P Caesp	W-Stenomedit.
<i>Tamarix gallica</i> L.	P Caesp	W-Stenomedit.
<i>Teline monspessulana</i> (L.) Koch	P Caesp	Stenomedit.
<i>Ulex europaeus</i> L.	P Caesp	Subatlant.
<i>Ulmus minor</i> Miller	P Caesp	Europ.-Caucas.
<i>Viburnum lantana</i> L.	P Caesp	Centro-Europ.
<i>Viburnum tinus</i> L.	P Caesp	Stenomedit.

Specie erbacee

L'uso delle specie erbacee per il recupero ambientale è indicata per tutti quei casi in cui l'opera impatta su sistemi ambientali di prateria o in cui è impossibile per ragioni di substrato o pendenza intervenire direttamente con la piantumazione di specie arboree o arbustive. Anche in questo caso la norma principale deve essere l'uso di specie coerenti con la flora locale.

Particolarmente importante, nei casi in cui il suolo sia assente o molto primitivo, l'uso di miscele di inerbimento ricche in leguminose (limitatamente a quelle presenti nell'area di intervento) che favoriscono l'arricchimento e la colonizzazione da parte di specie degli stadi più evoluti della serie di vegetazione.



Interventi di idrosemina sulle scarpate della DD Roma-Firenze (AR), 1989. Dal monitoraggio (1988-2001) degli interventi di idrosemina è emerso che l'inerbimento iniziale a leguminose ha consentito la successione dinamica verso la vegetazione autoctona (Cornelini, 2001)(Foto P. Cornelini).

Nel caso di scarpate o pendii la composizione del miscuglio di sementi deve essere determinata in base ai valori di pendenza e in considerazione delle composizioni floristiche locali in ambiti analoghi.

Nel caso di prato-pascoli deve essere previsto l'accantonamento degli strati fertili di suolo per ridistribuirli lungo le aree di cantiere o lungo l'eventuale scarpata al termine dei lavori; se la conservazione del terreno è stata ben condotta in questo caso l'inerbimento avviene naturalmente per azione della banca del seme.

L'intervento d'inerbimento sulle scarpate, sui rilevati e sulle superfici messe a nudo dai lavori svolge le seguenti funzioni:

- biotecnica, proteggendo il terreno dall'erosione superficiale e stabilizzandolo con l'azione degli apparati radicali;
- vegetazionale ed ecosistemica, impedendo la crescita e lo sviluppo di specie invadenti sinantropiche e favorendo la formazione di habitat adatti allo sviluppo della microfauna;
- estetica e paesaggistica.

La miscela delle sementi dell'idrosemina viene definita, in base alla capacità di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno, in attesa che le specie spontanee dell'area colonizzino le superfici.



Intervento di idrosemina su terra rinforzata stradale. Atina (FR) 2001 (Foto P. Cornelini).



Intervento foto accanto dopo 1 anno (Foto P. Cornelini).

La composizione della miscela e la quantità sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione e dovranno essere certificate la provenienza delle sementi, la composizione della miscela, il grado di purezza ed il grado di germinabilità.

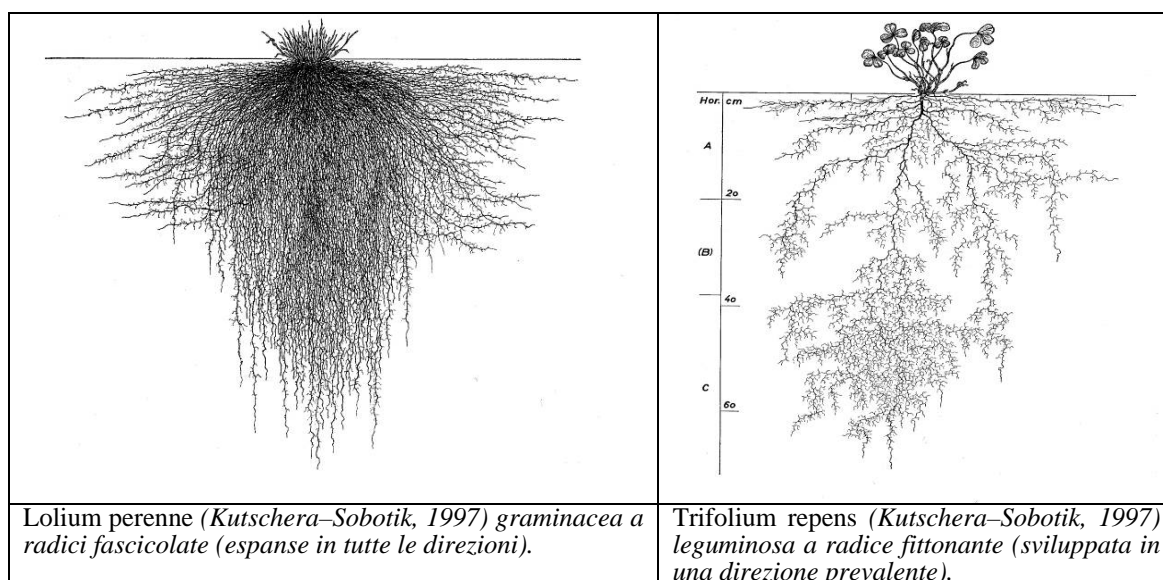
La tecnica migliore prevede l'uso del fiorume raccolto in loco, oppure, trattandosi di intervento costoso, si può ricorrere a semine di copertura con specie a rapida scomparsa, quali ad esempio, loglio e trifoglio, che lascino il campo alla colonizzazione spontanea delle specie autoctone.

Tabella 2.6 - Esempio di miscuglio delle sementi per l'inerbimento usato in ambito mediterraneo collinare nel Lazio.

	% in peso
Famiglia Gramineae	
<i>Lolium perenne</i>	8
<i>Lolium multiflorum</i>	6
<i>Dactylis glomerata</i>	8
<i>Cynodon dactylon</i>	10
<i>Agropyron repens</i>	4
<i>Poa trivialis</i>	3
<i>Brachypodium rupestre</i>	4
<i>Festuca arundinacea</i>	5
TOT Gramineae	48

Famiglia Leguminosae	
<i>Trifolium pratense</i>	8
<i>Trifolium repens</i>	8
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Medicago lupulina</i>	8
<i>Medicago sativa</i>	8
<i>Vicia sativa</i>	4
<i>Vicia villosa</i>	4
TOT Leguminosae	48
Altre	
<i>Plantago lanceolata</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
Totale	100
Quantità gr/m ²	40

L'intervento di inerbimento viene eseguito, nelle situazioni più comuni, con un miscuglio a dominanza di graminacee e leguminose che hanno caratteristiche biotecniche complementari le prime con radici fascicolate che formano un feltro vivo e le seconde con apparati fittonanti che lo fissano con "chiodi vivi", come mostrato nelle immagini seguenti (tratte da Sauli *et al.*, 2006).



Lolium perenne (Kutschera-Sobotik, 1997) graminacea a radici fascicolate (espansive in tutte le direzioni).

Trifolium repens (Kutschera-Sobotik, 1997) leguminosa a radice fittonante (sviluppata in una direzione prevalente).

Come detto di norma la vegetazione autoctona con il tempo riesce spontaneamente a recuperare, colonizzando le aree inerbite, ma per facilitare questo processo si dovrebbero mettere in campo sperimentazioni per rendere le miscele utilizzate sempre più coerenti con la vegetazione locale. In tal senso sarebbe auspicabile disporre in breve tempo di miscele idonee, grazie anche al coinvolgimento delle numerose banche del germoplasma italiane, delle università e degli orti botanici e soprattutto di una rete di vivai interessati a queste tematiche.

Per i miscugli erbacei si registra, infatti, una difficoltà di reperimento delle sementi delle specie locali. La maggior parte dei miscugli in commercio è, infatti, composta da specie foraggere a larga distribuzione, che nelle situazioni ecologiche più semplici (rilevati stradali o ferroviari) possono anche andar bene in quanto fermano l'erosione superficiale e preparano la colonizzazione delle specie autoctone, ma nelle situazioni ecologiche e morfologiche difficili (scarpate instabili, microclimi estremi, ecc.) sono destinate al fallimento. Va quindi, in questi ultimi casi, curata particolarmente la scelta delle specie, tramite accurate indagini botaniche, e verificata la loro provenienza geografica per evitare, oltre all'insuccesso dell'inerbimento, l'inquinamento genetico.

2.2.4 Specie rare ed endemiche

Gli interventi di mitigazione dell'impatto delle infrastrutture possono anche rappresentare occasioni per la diffusione, negli ambiti opportuni ed in seguito ad attenti studi preliminari, di essenze vegetali rare, minacciate e protette, aumentando il valore ecologico degli interventi anche da un punto di vista protezionistico.

Si tratta comunque di un obiettivo secondario, in quanto l'obiettivo principale è quello di cercare di ricostruire fisionomie vegetali affini a quelle naturali che con il tempo e con la progressiva ingressione di specie spontanee locali, possano assumere una fisionomia semi-naturale coerente con la vegetazione potenziale.

Esistono, inoltre, specifiche problematiche connesse alle procedure di reintroduzione di specie di elevato valore conservazionistico, oltre che enormi difficoltà di reperimento del materiale vegetale.

L'utilizzo di queste specie di alto valore conservazionistico, comprese le endemiche, richiede una stretta collaborazione con banche del germoplasma coordinate da strutture universitarie e con strutture vivaistiche particolarmente attente a queste particolari produzioni. Sarebbe infatti necessaria un'adeguata attività di riproduzione presso vivai locali di alcune specie di interesse protezionistico, quali quelle riportate, a titolo di esempio, in tabella 2.7.

Tabella 2.7 - Esempi di specie arbustive endemiche e minacciate utilizzabili localmente negli interventi di riqualificazione e ripristino.				
Specie	Categoria di rischio IUCN	Forma Biologica	Distribuzione	Habitat Natura 2000 di riferimento
<i>Celtis aetnensis</i> Strobl	LR	P caesp	Sicilia (Etna, Cesarò (Me), Valle dell'Ippari)	9340 Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>
<i>Genista cilentina</i> Vals.	CR	NP	Campania (Parco Naz. Cilento e Vallo di Diano: Pisciotta, Ascea, Palinuro-Saline)	9340 Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i> 2260 Dune con vegetazione di sclerofille dei <i>Cisto-Lavanduletalia</i>
<i>Genista demarcoi</i> Brullo, Scelsi & Siracusa	CR	NP	Sicilia (Madonie: Isnello contrada Santa Maria del Gesù, montagna Grotta Grande e pendici di Pizzo dell'Occhio)	5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici 5420 Phrygane di <i>Sarcopoterium spinosum</i>
<i>Genista morisii</i> Colla	LR	P caesp	Sardegna (Capo Teulada, Isola di Sant'Antioco, Uras, OR)	5430 Phrygane endemiche dell' <i>Euphorbio-Verbascion</i> 5410 Phrygane della cima delle scogliere del Mediterraneo occidentale (<i>Astragalo-Plantaginetum subulatae</i>)
<i>Lonicera stabiana</i> Pasquale	LR	P caesp	Campania	8210 Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica
<i>Quercus soluntina</i> Lojac.	EN	P scap	Sicilia (fascia costiera a NE di Palermo)	5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici
<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb subsp. <i>gussonei</i> (Webb) Greuter	CR	P caesp	Calabria (Dune di Marinella, presso Punta Alice), Sicilia (Biviere di Gela, Punta Secca, Scoglitti, Manfria, Punta Braccetto)	5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici 2210 Dune fisse del litorale del <i>Crucianellion maritimae</i>
<i>Rhamnus lojaconoi</i> Raimondo	CR	P scap	Sicilia (Madonie)	9340 Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>
<i>Zelkova sicula</i> di Pasq., Garfi & Quezel	CR	P caesp	Sicilia (Iblei, Bosco Pisano, M. Lauro presso Buccheri)	5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici

2.2.5 Esempi di liste di specie da utilizzare in diversi contesti biogeografici italiani

Per quanto siano importanti le caratteristiche stazionali e l'analisi in loco è tuttavia possibile individuare alcune specie autoctone a larga distribuzione nel territorio italiano facili da riprodurre, in equilibrio con le varie condizioni climatiche della penisola e di grande utilità nella definizione di impianti affini a stadi seriali autoctoni.

Esempi di arbusti adatti a interventi in aree montane e submontane (alleanza *Berberidion vulgaris*)

Amelanchier ovalis Medik subsp. *ovalis*

Berberis vulgaris L. subsp. *vulgaris*

Cotoneaster mathonnetii Gand.

Cotoneaster tomentosus Lindley

Juniperus communis L.

Pyracantha coccinea M. Roem.

Rhamnus alpinus L. subsp. *fallax* (Boiss) Maire & Petitm.

Ribes uva crispa L.

Rosa marginata Wallr.

Rosa pouzinii Tratt.

Rosa villosa L.

Rosa viscosa Jan ex Guss.

Viburnum opulus L.

Esempio di arbusti adatti ad interventi in aree collinari e submontane in ambiti subcontinentali (alleanza *Cytisium sessilifolium*)

Cytisophyllum sessilifolium (L.) O. Lang

Emerus major Mill. subsp. *emeroides* (Boiss & Spruner) Soldano & F. Conti

Juniperus oxycedrus L. subsp. *oxycedrus*

Lonicera etrusca Santi

Osyris alba L.

Spartium junceum L.

Esempi di arbusti adatti ad interventi in aree planiziali e collinari submediterranee (alleanza *Prunus-Rubion ulmifolii*)

Coriaria myrtifolia L.

Crataegus monogyna L.

Lonicera peryclymenum L.

Paliurus spina christi Miller

Prunus spinosa L.

Rosa micrantha Sm.

In generale l'analisi integrata del contesto ecologico e la conoscenza funzionale, strutturale e dinamica della flora e della vegetazione sono requisiti fondamentali per qualsiasi intervento di mitigazione. Tutto questo nell'ottica di intervenire attraverso soluzioni che portino a sistemi in equilibrio con l'ambiente circostante e, nel contempo, mitigino i danni che qualsiasi infrastruttura provoca.

GLOSSARIO

Alleanza: in Fitosociologia (vedi) è l'unità che raggruppa le associazioni vegetali floristicamente ed ecologicamente affini. Definita nella terminologia fitosociologica mediante l'apposizione del suffisso *-ion* al genere della specie nominale prescelta (es.: *Quercion ilicis*).

Alloctona: entità introdotta dall'uomo, deliberatamente o accidentalmente, al di fuori del suo ambito di dispersione naturale (sinonimi: aliena, esotica, introdotta, non-indigena, xenofita).

Arbusteto: formazione vegetale dominata da specie arbustive.

Areale: in biogeografia, porzione di territorio abitata in condizioni di spontaneità e in modo duraturo da un'unità sistematica vegetale o animale, normalmente una specie.

Associazione vegetale: unità di base della Fitosociologia (vedi). È una comunità vegetale caratterizzata da una particolare composizione floristica (specie caratteristiche o differenziali proprie, o una combinazione specifica caratteristica) e da tipici aspetti ecologici, biogeografici, successionali e storici.

Autoctona: specie che è indigena, originaria del territorio biogeografico considerato.

Bioclima: insieme di fattori climatici aventi un'incidenza sugli organismi viventi.

Biodiversità: varietà della vita in tutte le sue forme, livelli e processi (sinonimo: diversità biologica).

Biogeografia: disciplina che studia le cause della distribuzione e della localizzazione degli esseri viventi sulla Terra.

Biotecnica (proprietà): proprietà delle piante atte all'impiego come materiale da costruzione negli interventi di ingegneria naturalistica.

Biotope: spazio, area o luogo occupato da una biocenosi (fitocenosi e/o zoocenosi).

Caducifoglia: specie che perde le foglie entrando in fase di quiescenza nella stagione invernale (sinonimo: Decidua).

Camefita (Ch): piccolo arbusto perenne con gemme poste ad un'altezza dal suolo non superiore a 30 cm.

Cenosi: complesso delle specie animali e/o vegetali.

Classe fitosociologica: unità di più alto livello della classificazione fitosociologica definita mediante l'apposizione del suffisso *-etea* al genere della specie prescelta (es.: *Quercetea ilicis*).

Clima: sintesi statistica dei parametri atmosferici (temperatura, precipitazioni, umidità, pressione, venti) che interessano un territorio per un periodo di tempo sufficientemente lungo.

Climacico: Vedi Climax.

Climax: tappa finale di equilibrio stabile nel processo di successione vegetazionale, che permane sino a che non variano le condizioni ambientali. Rappresenta lo stadio di stabilità massima per la vegetazione di un determinato territorio. L'aggettivo corrispondente è climacico.

Comunità vegetale: insieme di individui vegetali di diverse specie che occupano contemporaneamente una certa area e interagiscono tra loro (sinonimo: Fitocenosi).

Conservazione: gestione della biosfera da parte dell'uomo in modo tale che essa possa fornire il maggiore beneficio alle presenti generazioni mantenendo la sua potenzialità di soddisfare le necessità e le aspirazioni delle generazioni future. Ai sensi della Direttiva Habitat è definita da un complesso di misure necessarie per mantenere o ripristinare gli habitat naturali e le popolazioni di specie di fauna e flora selvatiche in uno stato soddisfacente.

Corologia: settore della geobotanica che studia la distribuzione delle specie vegetali sulla superficie terrestre, in relazione a fattori storici, geografici ed ecologici.

Corotipi: vedi Tipi corologici.

Cultivar: varietà di specie vegetale selezionata artificialmente e coltivata a fini produttivi o per altri impieghi (giardinaggio, collezionismo, ecc.).

Decidua: vedi Caducifoglia.

Direttiva Habitat: Direttiva 92/43/CEE del Consiglio d'Europa del 21 maggio 1992 relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" (G.U. L 206 del 22.7.1992).

Diversità biologica: vedi Biodiversità.

Ecosistema: sistema complesso costituito da una comunità biologica (componente biotica), dal suo habitat (componente abiotica) e dall'insieme delle relazioni che sussistono fra questi componenti.

Ecotono: zona di contatto e transizione tra due habitat diversi.

Edafico: che si riferisce al suolo. Fattori edafici sono le condizioni fisiche e chimiche del terreno, che hanno influenza sullo sviluppo delle piante.

Eliofila: si dice di specie vegetale che tende a vivere in ambienti molto illuminati.

Elofita (He): pianta acquatica in cui la porzione inferiore del fusto, sommersa ed ancorata al fondo, porta le gemme perennanti mentre la porzione superiore emersa porta fiori e frutti.

Emicriptofita (H): pianta erbacea perenne con gemme persistenti situate a livello del suolo, coperta dalle foglie secche durante la stagione invernale.

Endemica (specie): vedi Endemismo.

Endemismo: fenomeno per cui un *taxon* (solitamente una specie o una sottospecie) è presente esclusivamente in una certa località o regione e pertanto è caratterizzato da un areale di distribuzione ben circoscritto e limitato. La specie (o sottospecie) endemica è detta anche "endemita".

Estinzione: scomparsa permanente di un *taxon* (vedi) o una popolazione. La scomparsa da una particolare località è detta estinzione locale.

Fanerofita (P): pianta perenne legnosa, con gemme svernanti poste ad un'altezza dal suolo maggiore di 30cm. Tale forma biologica (vedi) comprende le fanerofite arboree con gemme poste ad altezze superiori ai 2 metri (es. *Fagus sylvatica*), le P cespugliose (es. *Corylus avellana*; *Rhamnus alaternus*) le P lianose (es. *Hedera helix*, *Lonicera caprifolium*) le P reptanti (es. *Pinus mugo*) le P epifite (es.: *Viscum album*) e le P succulente (es.: *Opuntia ficus-indica*).

Fiorume: Miscuglio naturale di sementi derivato dalla fienagione o da un taglio di erbe opportunamente scelto su prati stabili naturali.

Fitocenosi: vedi Comunità vegetale.

Fitosociologia integrata: fitosociologia (vedi) che integra spazialmente i dati della fitosociologia classica (associazioni), della fitosociologia seriale (*sigmetum*), della fitosociologia catenale (*geosigmetum*) e della corologia (*chorosigmetum*) (sinonimi: Geosinfitosociologia, Fitosociologia catenale).

Fitosociologia: scienza ecologica che studia le biocenosi dal punto di vista botanico. Si occupa delle comunità vegetali, delle loro relazioni con l'ambiente e dei processi temporali che le modificano. Si avvale di un metodo induttivo e statistico, basato sul rilievo fitosociologico della vegetazione, ed ha come obiettivo la creazione di un sistema gerarchico in cui l'associazione rappresenta l'unità di base.

Flora: elenco delle specie vegetali presenti in un determinato territorio.

Forma biologica: categoria morfologico-funzionale e strutturale delle specie vegetali, basata su caratteri esterni originatisi per adattamento o convergenza, in climi e contesti ecologici diversi. Si fonda sul modo in cui ciascuna specie, indipendentemente dalla posizione sistematica, supera la stagione sfavorevole. Le forme biologiche delle piante vascolari, in base alla classificazione di Raunkiaer, sono: fanerofite (P), nanofanerofite (NP), camefite (C), emicriptofite (H), geofite (G), terofite (T), elofite (He), idrofite (I) (vedi).

Formazione vegetale: comunità vegetale caratterizzata principalmente dalla fisionomia, ovvero dall'organizzazione spaziale e dalla forma biologica delle specie dominanti.

Gariga: formazione basso-arbustiva a dominanza di camefite (vedi), tipica delle regioni a clima mediterraneo e submediterraneo, ad ecologia termo-xerofila, generalmente ubicata su substrati ad elevata pietrosità o rocciosità e con suolo decapitato.

Geofita (G): pianta perenne con gemme persistenti portate da organi sotterranei (bulbi, tuberi, rizomi).

Geoserie di Vegetazione: vedi Geosigmetum.

Geosigmetum: anche detto Geoserie di Vegetazione, è l'unità di base della Fitosociologia integrata (o del paesaggio). È costituito da più serie che si sviluppano in contatto tra loro in funzione del variare di un gradiente ecologico (umidità, topografia, etc.) all'interno del medesimo distretto o settore corologico.

Geosinfitosociologia: vedi Fitosociologia integrata.

Habitat: ambiente e insieme di tutti i fattori ecologici (caratteristiche climatiche, fattori fisici e di tipo organico, ecc.) che caratterizzano il luogo in cui vive una determinata specie o una comunità.

Idrofita (I): pianta acquatica parzialmente o totalmente sommersa, portante gemme localizzate in organi sommersi che assicurano la sopravvivenza nella stagione invernale. Può essere natante o radicante, a seconda che sia flottante o ancorata al fondo.

Indici di Ellenberg: Tra le varie possibilità, gli indici di Ellenberg, **individuabili e range più o meno ampi.**

IUCN: acronimo di International Union for Conservation of Nature (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura).

Lista Rossa: raccolta contenente, per una data zona, elenchi di specie per lo più minacciate di estinzione (vedi) o estinte, valutate secondo i criteri di rischio IUCN (vedi) e inserite nelle relative categorie.

Macchia: formazione arbustiva densa in cui predominano gli arbusti sempreverdi; è caratteristica della regione mediterranea.

Mantello: formazione lineare arbustiva ecotonale (vedi anche ecotono) che si sviluppa ai margini del bosco, nella fascia di transizione tra vegetazione arborea e vegetazione erbacea della prateria. Al mantello partecipano specie pioniere (vedi) e sciafile (vedi). Vedi anche Orlo.

Microclima: clima locale legato alle particolari condizioni stazionali.

Monospecifico: costituito da una sola specie. Contrario di plurispecifica (vedi).

Mosaico di vegetazione: insieme di comunità vegetali presenti in una stessa stazione sotto forma di elementi strettamente collegati gli uni con gli altri e per questo difficilmente separabili sia in termini cartografici che gestionali.

Nanofanerofita (NP): pianta legnosa con gemme svernanti poste tra i 30cm e i 2metri dal suolo (es.: *Osyris alba*; *Rubus idaeus*).

Naturalizzata: specie alloctona che forma popolamenti stabili nel nuovo territorio, indipendentemente dall'apporto di nuovi propaguli da parte dell'uomo.

Ordine: in sintassonomia, unità che raggruppa più alleanze vegetali e definita, nella terminologia fitosociologica, mediante l'apposizione del suffisso *-etalia* al genere della specie nominale prescelta (es.: *Quercetalia ilicis*).

Orlo: comunità vegetale che si sviluppa negli spazi ecotonali (vedi anche ecotono) di contatto tra la vegetazione arbustiva del mantello (vedi) e la vegetazione erbacea della prateria (vedi).

Paucispecifica: indica una comunità vegetale caratterizzata da un numero molto ridotto di specie.

Piano bioclimatico: designa ciascun ambiente o gruppo di ambienti che si susseguono secondo un gradiente altitudinale o latitudinale, delimitato in funzione di fattori termoclimatici ed ombroclimatici, a ciascuno dei quali corrisponde una determinata comunità vegetale. Ogni Regione biogeografica

possiede piani bioclimatici peculiari, nei quali si sviluppano complessi di comunità vegetali con struttura e composizione floristica proprie, denominati Piani di vegetazione.

Pioniera: pianta in grado di insediarsi su un substrato nudo, privo di vegetazione e che favorisce l'evoluzione della vegetazione verso una maggiore complessità.

Plurispecifica: descrive una comunità vegetale caratterizzata da diverse specie. Contrario di monospecifica (vedi).

Pluristratificata: definisce una comunità vegetale, in genere forestale, caratterizzata da diversi strati di vegetazione (arborea, arbustiva, erbacea, muscinale, etc.).

Prateria: formazione di vegetazione erbacea. E' detta naturale se è primaria o situata al di sopra del limite degli alberi; al di sotto di detto limite è detta seminaturale o secondaria, se il suo mantenimento richiede specifiche attività agro-pastorali, come lo sfalcio o il pascolamento.

Regione biogeografica: unità tipologica della Biogeografia compresa tra il regno e la provincia. La regione è un territorio che vanta una vasta flora e fauna originali con specie, generi o addirittura famiglie esclusive.

Ripariale (vegetazione): vegetazione propria delle rive dei fiumi e sponde dei laghi.

Rizoma: fusto sotterraneo ingrossato, con principale funzione di riserva e decorso generalmente orizzontale.

Rudera: letteralmente "che vive tra i ruderi", si riferisce alle specie vegetali o alle fitocenosi a carattere nitrofilo, che prediligono o tollerano ambienti disturbati dall'attività umana.

Sciafila: si dice di specie vegetale che tende a vivere in ambienti ombreggiati.

Sclerofilla: pianta le cui foglie presentano adattamenti particolari, che la rendono rigida e resistente all'aridità.

Seminaturale (vegetazione): vegetazione che ha subito in qualche misura gli effetti del disturbo umano, ma conserva molte specie spontanee.

Sempreverde: pianta che mantiene le foglie vitali durante tutto l'anno.

Serie di Vegetazione: l'insieme di comunità vegetali o stadi che possono svilupparsi all'interno di uno spazio ecologicamente omogeneo, con le stesse potenzialità vegetali (tessella o tessera), e che sono tra loro in rapporto dinamico. Include perciò tanto la vegetazione rappresentativa della tappa matura o testa di serie quanto le comunità iniziali o subseriali che la sostituiscono. È sinonimo di *sigmetum*, unità di base della Fitosociologia dinamica o Sinfitosociologia.

Siepe: formazione lineare di arbusti.

Sigmatum: vedi Serie di Vegetazione.

Sinfitosociologia: scienza che ha per oggetto gli insiemi di aggruppamenti vegetali legati tra loro da rapporti dinamici all'interno delle Serie di vegetazione (vedi).

Sintassonomia: sistematica delle comunità vegetali o Tassonomia fitosociologica. Ciascuno dei ranghi che si riconoscono al suo interno è detto *syntaxon* (vedi). L'unità di base è l'associazione (vedi), cui seguono in ordine gerarchico crescente l'alleanza, l'ordine e la classe (vedi).

Specie di interesse comunitario: specie protetta ai sensi della Direttiva Habitat, inclusa nell'allegato II e/o IV o V della Direttiva.

Specie minacciata: specie che ha un preciso rischio di estinzione in un arco temporale relativamente breve. In base al livello di minaccia tali specie possono rientrare in una delle categorie IUCN (vedi): CR (gravemente minacciato), EN (minacciato), VU (vulnerabile), LR (a rischio minore).

Specie prioritaria: specie di interesse comunitario (vedi) ai sensi della Direttiva Habitat, definita prioritaria e contrassegnata da un asterisco (*) nell'allegato II della Direttiva; per la sua conservazione l'Unione Europea ha una responsabilità particolare a causa dell'area di distribuzione naturale della specie o della rarità.

Specie: in accordo con il concetto biologico di specie, può essere definita come gruppi di popolazioni naturali effettivamente e potenzialmente interfecondi che sono riproduttivamente isolati da altri gruppi simili.

Stadio della Serie: vedi Tappa della serie.

Stazione: luogo in cui viene effettuato un rilevamento floristico e/o vegetazionale.

Successione: processo attraverso il quale al passare del tempo comunità vegetali si sostituiscono l'una all'altra in uno stesso luogo.

Syntaxon (plurale Syntaxa): unità sistematica di qualsiasi rango, riconoscibile nella tassonomia delle comunità vegetali o Sintassonomia (vedi).

Talea: metodo di propagazione vegetativa che utilizza parti di una pianta, appositamente tagliate e preparate, per ottenere nuovi individui; in senso stretto, la parte di pianta utilizzata a tal fine.

Tappa della Serie: comunità vegetale che partecipa al processo dinamico successionale, ovvero, rappresenta uno stadio di una certa Serie di vegetazione.

Tassonomia: sistematica delle unità tassonomiche. L'unità di base è la specie, cui seguono in ordine gerarchico crescente il genere, la famiglia, l'ordine e la classe.

Taxon (plurale Taxa): unità tassonomica (per esempio una specie o una famiglia).

Terofita (T): pianta erbacea che completa il suo ciclo vitale in un anno o meno e attraversa la stagione avversa sotto forma di seme.

Testa di Serie: all'interno di uno spazio ecologicamente omogeneo (unità ambientale) corrisponde alla tappa più matura che si realizza nel processo di successione vegetazionale.

Tipi di habitat naturali prioritari: ai sensi della direttiva Habitat si definiscono come quei tipi di habitat naturali che rischiano di scomparire nel territorio e per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale compresa nel territorio. Tali tipi di habitat naturali prioritari sono contrassegnati da un asterisco (*) nell'allegato I della Direttiva.

Tipo corologico: o corotipo, modello di distribuzione geografica a cui viene riferito un insieme di taxa (specie o anche generi o famiglie) mostranti un areale simile. Viene indicato attraverso il nome della zona geografica interessata dagli areali.

Unità ambientale: Corrisponde a un territorio, di estensione variabile, omogeneo per caratteri fisici. E' caratterizzata da una precisa vegetazione potenziale, cioè un'unica serie di vegetazione ed un'unica tappa matura.

Vegetazione: insieme di piante che popolano un'area determinata.

Vegetazione potenziale: vegetazione stabile che esisterebbe in un dato territorio come conseguenza della successione (vedi) progressiva, in assenza di utilizzo antropico.

Xerofila (specie): specie vegetale che predilige gli ambienti aridi.

BIBLIOGRAFIA

Riferimenti citati in Premessa

APAT, 2003. Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale. Manuali e linee guida 26/2003.

BATTISTI C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole, ambientali e protezione civile.

BLASI C., NIMIS P., PAOLELLA A., PIGNATTI S., 1995. Ecosistema urbano e tecnologico. In: Pignatti S. (ed.), *Ecologia Vegetale*. UTET.

BLASI C., PAOLELLA A., 1992. Progettazione ambientale. Cave, fiumi, strade, parchi, insediamenti. NIS, *La Nuova Italia Scientifica*.

CORNELINI P., 1994. Evoluzione della vegetazione erbacea dei rilevati ferroviari. In: Ferrari C., Manes F., Biondi E. (eds.), *Alterazioni ambientali ed effetti sulle piante*. Edagricole, Bologna, 261-279.

CORNELINI P., PETRELLA P., 1997. Indagini floristiche negli impianti ferroviari di Roma. *Ingegneria ferroviaria*, n.3: 110-116.

CORNELINI P., SAULI G., 1991. Mantenimento della diversità biotica negli interventi di rinaturalizzazione con tecniche di ingegneria naturalistica. *Atti Convegno Soc. Ital. di Ecologia "La diversità biotica nella valutazione di impatto ambientale"*, L'Aquila, 29 maggio 1991: 75-82.

Riferimenti citati nel Capitolo 1

AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.P., 2004. *Flora Alpina*. Voll. I-III. Zanichelli, Bologna.

ALONZI A., BERTANI R., CASOTTI M., DI CHIARA C., ERCOLE S., MORCHIO F., PICCINI C., RAINERI V., SCALZO G., TEDESCO A., 2009. Indagine conoscitiva sulle iniziative finalizzate alla prevenzione, monitoraggio e mitigazione degli impatti delle specie aliene invasive in Italia. *Rapporto ISPRA 91/2009*.

ALONZI A., ERCOLE S., PICCINI C., 2006. La protezione delle specie della flora e della fauna selvatica: quadro di riferimento legislativo regionale. *Rapporto APAT 75/2006*.

APAT, 2005. La realizzazione in Italia del progetto europeo CORINE Land Cover 2000. *Rapporti 36/2005*.

BIONDI E., ALLEGREZZA M., 1996. Inquadramento fitosociologico di alcune formazioni prative del territorio collinare anconetano. *Giornale Botanico Italiano* 130: 136-148.

BIONDI E., ALLEGREZZA M., GUITIAN J., 1988. Mantelli di vegetazione nel piano collinare dell'Appennino centrale. *Documents Phytosociologique N.S.*, 16: 479-490.

BIONDI E., BLASI C., 2004a. Dinamismo e serie di vegetazione. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (eds.), *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Palombi & Partner Srl, Roma.

BIONDI E., BLASI C., 2004b. Gestione e successioni di vegetazione. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (eds.), *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Palombi & Partner Srl, Roma.

BIONDI E., BLASI C., 2004c. Cartografia dinamica del paesaggio vegetale. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (eds.), *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Palombi & Partner Srl, Roma.

-
- BIONDI E., TAFFETANI F., ALLEGREZZA M., BALLELLI S., 1990. La cartografia della vegetazione del Foglio Cagli. Atti Ist. Bot. e Lab. Critt., Serie 7, Vol. 9: 51-74.
- BIONDI E., CALANDRA R., GIGANTE D., PIGNATTELLI S., RAMPICONI E., VENANZONI R., 2002. Il paesaggio vegetale della provincia di Terni. Arti grafiche Iezzi, Terni.
- BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L., 2009. Manuale Italiano di Interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43/CEE. SBI, MATTM, (consultabile *on-line* sul sito: <http://vnr.unipg.it/habitat>).
- BLASI C., 1994. Fitoclimatologia del Lazio. Roma.
- BLASI C. (ed.), 2010. La Vegetazione d'Italia. Palombi & Partner Srl, Roma.
- BLASI C., 2001. Flora, vegetazione ed ecologia del paesaggio delle Aree Naturali Protette gestite da RomaNatura. Informatore Botanico Italiano 33, Suppl. 1.
- BLASI C., MAZZOLENI S., 1995. L'analisi della vegetazione. In: Pignatti S. (ed.), Ecologia Vegetale. UTET.
- BLASI C., MICHETTI L. 2005. Biodiversità e clima. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds), Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla Strategia Nazionale per la biodiversità. MATTM, Direzione per la Protezione della Natura, SBI. Palombi Editori, Roma.
- BLASI C., CARRANZA M.L., FRONDONI R., ROSATI L., 2000. Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscape. Applied Vegetation Science, 3, 233-242.
- BLASI C., CAPOTORTI G., FRONDONI R., 2005. Defining and mapping typological models at the landscape scale. Plant Biosystems, 139: 155-163.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., ZAVATTERO L., 2009. Identità ecologica e pianificazione del territorio. Geotema, 37: 22-28.
- BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.), 2010a. Le Aree Importanti per le Piante nelle regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico. Progetto Artiser, Roma.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., FRONDONI R., GUIDA D., MOLLO B., SMIRAGLIA D., ZAVATTERO L., 2010b. The ecoregional approach for landscape classification: an Italian example. Living Landscape, The European Landscape Convention in research perspective, 18-19 ottobre 2010, Firenze. Conference Materials, Vol. I: 178-193.
- BLASI C., CAPOTORTI G., SMIRAGLIA D., GUIDA D., ZAVATTERO L., MOLLO B., FRONDONI R., COPIZ R., 2010c. A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy: the Ecoregions of Italy. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Protezione della Natura. Progetto Artiser, Roma. (consultabile *on-line* sul sito: <http://sweb01.dbv.uniroma1.it/cirbfep/>).
- BRAUN-BLANQUET J., 1932. Plant sociology. Mc. Graw-Hill.
- CELESTI-GRAPOW L., PRETTO F., CARLI E., BLASI C. (eds), 2009. Non-native flora of Italy. CD allegato a: Celesti-Grapow L., Pretto F., Brundu G., Carli E., Blasi C. (eds). Plant invasion in Italy an overview. Thematic contribution to the national biodiversity strategy. MATTM, Direzione per la Protezione della Natura, SBI, Interuniversity Research Center "Biodiversity, Phytosociology and Landscape", Università "La Sapienza", Department of Plant Biology, Rome. (brochure consultabile *on-line* sul sito: <http://sweb01.dbv.uniroma1.it/cirbfep/>).
- CELESTI-GRAPOW L., PRETTO F., CARLI E., BLASI C. (eds.), 2010. Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma.
- CLELAND D.T., AVERS P.E., MCNAB W.H., JENSEN M.E., BAILEY R.G., KING T., RUSSELL W.E., 1997. National hierarchical framework of ecological units. In: Boyce M.S., Haney A. (eds.), Ecosystem management applications for sustainable forest and wildlife resources. Yale University Press, New Haven, CT.

-
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C. (eds.), 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Editore.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992. Libro Rosso delle Piante d'Italia. Ministero dell'Ambiente, WWF Italia.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997. Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia. WWF Italia. Società Botanica Italiana. Università di Camerino. Camerino.
- GÉHU J.M., 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. Fédération Internationale de Phytosociologie. J. Cramer - Berlin-Stuttgart.
- GÉHU J.M., RIVAS-MARTINEZ S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. Syntaxonomie: 5-33. Vaduz Ed.
- GENOVESI P., SHINE C., 2004. European Strategy on Invasive Alien Species. Nature and environment, n. 137. Council of Europe publishing, Strasbourg. Consiglio d'Europa, Strasburgo.
- GIACANELLI V., 2005. L'importanza dell'approccio fitosociologico nel risanamento ambientale. In: Onori L., Di Noi A., Siniscalco C. (eds.), La rinaturalizzazione e il risanamento dell'ambiente per la conservazione della Biodiversità. Rapporti APAT 63/2005.
- GOMARASCA, M., 2004. Elementi di geomática. Associazione Italiana di Telerilevamento, Milano.
- HULME P.E., 2007. Biological invasions in Europe: a framework for Best Practice. In: Hester R.E., Harrison R.M., Biodiversity under Threat. Environmental Science and Technology, n.25. The Royal Society of Chemistry.
- IUCN, 1994. IUCN Red List categories and criteria: version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN Gland Switzerland and Cambridge, U.K.
- IUCN, 2000. Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Prepared by the IUCN/SCC Invasive Species Specialist Group (ISSG) and approved by the 51 Meeting of the IUCN Council. IUCN, Gland, Switzerland.
- MATTM, 2001. Repertorio della Flora italiana protetta. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Conservazione della Natura. (consultabile *on-line* sul sito: <http://www.minambiente.it>)
- MEUSEL H., JAGER E., WEINERT E., 1964. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MILLER C., KETTUNEN M., SHINE C., 2006. Scope options for EU action on invasive alien species (IAS). Final report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- PEDROTTI F., 2004, Cartografia geobotanica. Pitagora Editrice, Bologna.
- PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Voll. I-III. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., 1995a. Flora. In: Pignatti S. (ed.), Ecologia Vegetale. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1995b. Vegetazione. In: Pignatti S. (ed.), Ecologia Vegetale. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., ELLENBERG H., PIETROSANTI S., 1996. Ecograms for phytosociological tables based on Ellenberg's Zeigerwerte. Annali di Botanica (Roma), 54: 5-14.
- PIGNATTI S., MENEGONI P., PIETROSANTI S., 2005. Valori di biondicazione delle piante vascolari della Flora d'Italia. Braun-Blanquetia, 39: 3-97.
- PIROLA A., 1970. Elementi di fitosociologia. Coop. Libreria Univ., Bologna.
- POLDINI L., SBURLINO G., 2005. Terminologia fitosociologica essenziale. Fitosociologia, vol. 42 (1): 57-69.
- SCOPPOLA A., MAGRINI S. (a cura di), 2005. The Italian vascular flora: references and sources. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura (CD).

Allegato al volume Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (a cura di), Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla Strategia Nazionale per la biodiversità. Palombi Editori.

SCOPPOLA A., SPAMPINATO G. (a cura di), 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura (CD). Allegato al volume Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (a cura di), Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla Strategia Nazionale per la biodiversità. Palombi Editori.

TÜXEN R., 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie*, 13: 5-42.

WEBER H.E., MORAVEC J., THEURILLAT J.P., 2002. Codice Internazionale di Nomenclatura Fitosociologica. Traduzione di A. Scoppola. 3° edizione. *Fitosociologia*, 39(1): 5-48.

WESTHOFF V., VAN DER MAAREL E. 1973. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R.H. (ed.), *Handbook of vegetation science, part 5, Classification and ordination of communities*. Junk, The Hague.

ZONNEVELD I.S., 1994. Basic principles of classification. In: Klijn F. (ed.), *Ecosystem classification for environmental management*. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht.

Riferimenti per il Capitolo 2

BLASI C., PAOLELLA A., 1992. Progettazione ambientale. Cave, fiumi, strade, parchi, insediamenti. NIS, La Nuova Italia Scientifica.

CORNELINI P., 1990. Macchia Grande (Roma): un esempio di ripristino in ambito mediterraneo. *Acer*, n.6: 28-31.

CORNELINI P., 1992. Problematiche ed esempi concreti relativi all'uso delle specie autoctone negli interventi di ripristino in ambito ferroviario. *Verde Ambiente*, suppl. n.6: 22-29.

CORNELINI P., 2001. Monitoraggio e sperimentazione di interventi di rivegetazione di scarpate in ambito mediterraneo. Atti convegno EFIB AIPIN "Interventi di rivegetazione e ingegneria naturalistica per infrastrutture lineari", Tarvisio 14-16 giugno 2001.

CORNELINI P., SAULI G., 2005. Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria Naturalistica. Ministero dell'Ambiente, PODIS. Poligrafico dello Stato.

CORNELINI P., SAULI G., 2007. Primo contributo ai modelli di calcolo delle opere stabilizzanti di ingegneria naturalistica. *Acer* n.1.

CORNELINI P., LOCHE P., PANI F., PETRICCIONE B., SQUARTINI V., 1989. L'uso dell'informazione vegetazionale nella definizione della qualità ambientale. *Informatore Botanico Italiano*, vol.21 n.1-3: 152-164.

CORNELINI P., SMEDILE M., PISTOCCHI W., 1992. Alcuni progetti di inserimento ambientale lungo la linea DD Roma-Firenze. *Acer* n.3.

CORNELINI P., PALMERI F., SAULI G., 2002. Le specie autoctone da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica. *Acer* n.6.

CORNELINI P., DALLARI D., FLORINETH F., 2005. Alternative vincenti: Protocollo di sperimentazione biotecnica. *Acer*, n.3: 76-77.

CORNELINI P., FEDERICO C., PIRRERA G., 2009. Arbusti autoctoni mediterranei per l'ingegneria naturalistica. Primo contributo alla morfometria degli apparati radicali. Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana.

DANI A., PRETI F., 2007. Sulla stima del rinforzo radicale del terreno: andamenti temporali ed effetti sulla stabilità di versante con trattamenti selvicolturali, *Quaderni di Idronomia Montana*, 27: 295-310.

FLORINETH F., 1999. Analisi del limite. *Acer*, n.4: 71-76.

FLORINETH F., MEIXNER H., RAUCH H.P., VOLLSINGER S., 2003. Prove di forza, *Ingegneria Naturalistica*, n. 2: 73-78.

GALLOTTA A., GENTILE F., PUGLISI S., ROMANO G., 2003. Primi risultati di una ricerca sulla resistenza meccanica degli apparati radicali nella stabilizzazione dei versanti in ambiente mediterraneo, *Quaderni di Idronomia Montana*, 21/1: 337-348.

KUTSCHERA L., SOBOTIK M., 1997. Bewurzelung von Pflanzen in den verschiedenen Lebensräumen. *Stapfia*, 49.

MATTIA C., BISCHETTI G.B., GENTILE F., 2005. Caratteristiche biotecniche degli apparati radicali di specie tipiche dell'ambiente mediterraneo, *Quaderni di Idronomia Montana*, 24: 213-227.

PIGNATTI S., MENEGONI P., PIETROSANTI S., 2005. Valori di biondificazione delle piante vascolari della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39: 3-97.

SAULI G., CORNELINI P., PRETI F., 2002. Manuale di Ingegneria naturalistica applicabile alle sistemazioni idrauliche. Regione Lazio.

SAULI G., CORNELINI P., PRETI F., 2006. Manuale di Ingegneria naturalistica applicata alle sistemazioni di versante. Regione Lazio.

Riferimenti utilizzati per il glossario

BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L., 2009. Manuale Italiano di Interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43/CEE. SBI, MATTM, (consultabile *on-line* sul sito: <http://vnr.unipg.it/habitat>).

CELESTI-GRAPPO L., PRETTO F., CARLI E., BLASI C. (eds.), 2010. Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma.

FRANKHAM R., BALLOU J.D., BRISCOE D.A., 2006. Fondamenti di Genetica della Conservazione. Zanichelli Ed., Bologna.

GEHU J.M., 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. Fédération Internationale de Phytosociologie. J. Cramer - Berlin-Stuttgart.

POLDINI L., SBURLINO G., 2005. Terminologia fitosociologica essenziale. *Fitosociologia*, vol. 42 (1): 57-69.

PRIMACK R., CAROTENUTO L., 2003. Conservazione della natura. Zanichelli Ed., Bologna.

RIVAS-MARTÍNEZ S., 2005. Avances en Geobotánica. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005.