

Le aree forestali italiane di FunDivEUROPE: un nuovo progetto FP7 sul significato funzionale della biodiversità forestale in Europa

Filippo Bussotti⁽¹⁾, Andrea Coppi⁽¹⁾, Martina Pollastrini⁽¹⁾, Matteo Feducci⁽²⁾, Lander Baeten⁽³⁾, Michael Scherer-Lorenzen⁽⁴⁾, Kris Verheyen⁽³⁾, Federico Selvi*⁽¹⁾

(1) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Sezione di Botanica Ambientale e Applicata, UNIFI, p.le Cascine 28, I-50144 Firenze (Italy); (2) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Sezione Protezione delle Piante, UNIFI, p.le Cascine 28, I-50144 Firenze (Italy); (3) Department of Forest and Water Management, Forest and Nature Lab (ForNaLab), Ghent University, Geraardsbergsesteenweg 267, B-9090 Gontrode (Belgium); (4) Faculty of Biology, Geobotany, University of Freiburg, Schanzlestr. 1, D-79104 Freiburg (Germany); - *Corresponding Author: Federico Selvi (selvi@unifi.it).

Abstract: *The Italian forest sites of FunDivEUROPE: a new FP7 project on the functional significance of forest biodiversity in Europe.* FunDivEUROPE is a new project aiming at a deeper understanding of the role of forest diversity on ecosystem functions and service provisioning for society. This project combines three scientific platforms: experimental, exploratory and inventory. The exploratory platform is based on the observation of a broad range of properties, traits and ecological processes on a network of ca. 240 natural forest sites representing a gradient of tree species diversity in six focal regions of Europe (Spain, Italy, Germany, Poland, Finland and Romania). The Italian sites are located on the hills of central and Southern Tuscany and represent the category "thermophilous deciduous forest". Almost one year of fieldwork was needed to select and characterize 36 plots measuring 30 x 30 m. Selection was based on criteria concerning tree mixtures and richness, structural parameters and main environmental variables. The main features of these sites are synthetically presented in this paper together with a short description of the project structure and scope. The aim is also to enhance dissemination of the potential implications for a sustainable forest management in Italy.

Keywords: FunDivEUROPE, Forest biodiversity, Ecosystem functions, Ecosystem services

Received: Sep 18, 2012; Accepted: Sep 25, 2012; Published online: Dec 03, 2012

Citation: Bussotti F, Coppi A, Pollastrini M, Feducci M, Baeten L, Scherer-Lorenzen M, Verheyen K, Selvi F, 2012. Le aree forestali italiane di FunDivEUROPE: un nuovo progetto FP7 sul significato funzionale della biodiversità forestale in Europa. *Forest@* 9: 251-259 [online 2012-12-03] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0704-009>

Introduzione

La perdita di biodiversità attualmente in atto in molti sistemi naturali, oltre a costituire un'erosione genetica, può rappresentare una seria minaccia per il funzionamento degli ecosistemi (Balvanera et al. 2006). In quest'ottica, le domande che si pongono agli scienziati, ai gestori ed ai politici sono: quanto è importante la biodiversità per garantire la funzionalità degli ecosistemi? Quali sono le conseguenze ecologiche del suo declino?

Grazie a studi sperimentali, vi sono oggi evidenze piuttosto chiare che la ricchezza di specie influenza

positivamente alcuni aspetti funzionali delle comunità biologiche terrestri, sia per effetto della complementarità di uso delle risorse naturali da parte delle varie specie, che per la stabilità da esse garantita contro eventi perturbatori esterni. Grazie ai loro multi-formi tratti funzionali, infatti, le varie specie vegetali e animali che costituiscono una comunità sfruttano le risorse in modo differenziato e mostrano un diverso grado di sensibilità verso i vari fattori di disturbo, mantenendo la funzionalità del sistema anche in caso di eventi perturbanti (Körner 2004). Vi è quindi una relazione fra diversità e stabilità (McCann 2000),

come suggerito da analisi ad ampio spettro sull'incidenza di attacchi parassitari ed infestazioni in foreste pure e miste (Jactel et al. 2004).

La complementarietà di uso delle risorse è stata dimostrata sperimentalmente in sistemi artificiali relativamente semplici, quali comunità erbacee appositamente costituite. In queste condizioni l'aumento del numero di specie ha prodotto un aumento di produttività primaria della comunità (Hector et al. 1999, Loreau 2000). Tuttavia, simili evidenze sperimentali sono assenti o più difficili per ecosistemi più complessi come le foreste (Scherer-Lorenzen et al. 2005), costituite in prevalenza da alberi, organismi a crescita lenta e con cicli vitali lunghi. Di conseguenza esperimenti manipolativi sono di difficile realizzazione. Fra gli ecosistemi terrestri, tuttavia, sono proprio le foreste che svolgono le più importanti funzioni ecosistemiche e offrono il maggior numero di servizi fondamentali per l'uomo, come la produzione di biomassa legnosa e non legnosa, l'assorbimento del

carbonio, la produzione di ossigeno e la regolazione del clima in generale, l'azione difensiva contro l'erosione e la perdita di fertilità dei suoli, la depurazione delle acque, ed infine il sempre più importante ruolo sociale e ricreativo. Senza tutto questo, la vita ed il benessere di molte società umane sarebbero irreversibilmente compromessi. Da tali considerazioni è nata l'esigenza di una migliore comprensione delle relazioni fra biodiversità e funzionalità delle foreste, utilizzando un approccio integrato che metta insieme risultati sperimentali, osservazioni dirette e inventari forestali (Scherer-Lorenzen et al. 2005).

In Europa è stato lanciato nel 2010 un importante progetto cooperativo che si pone questo ambizioso obiettivo: FunDivEUROPE (FUNctional significance of forest DIVERSity in EUROPE - <http://www.fundi-europe.eu/>). Promosso dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro per la ricerca scientifica, e coordinato dal Prof. Michael Scherer-Lorenzen (Facoltà di Biologia, Cattedra di Geobotanica),

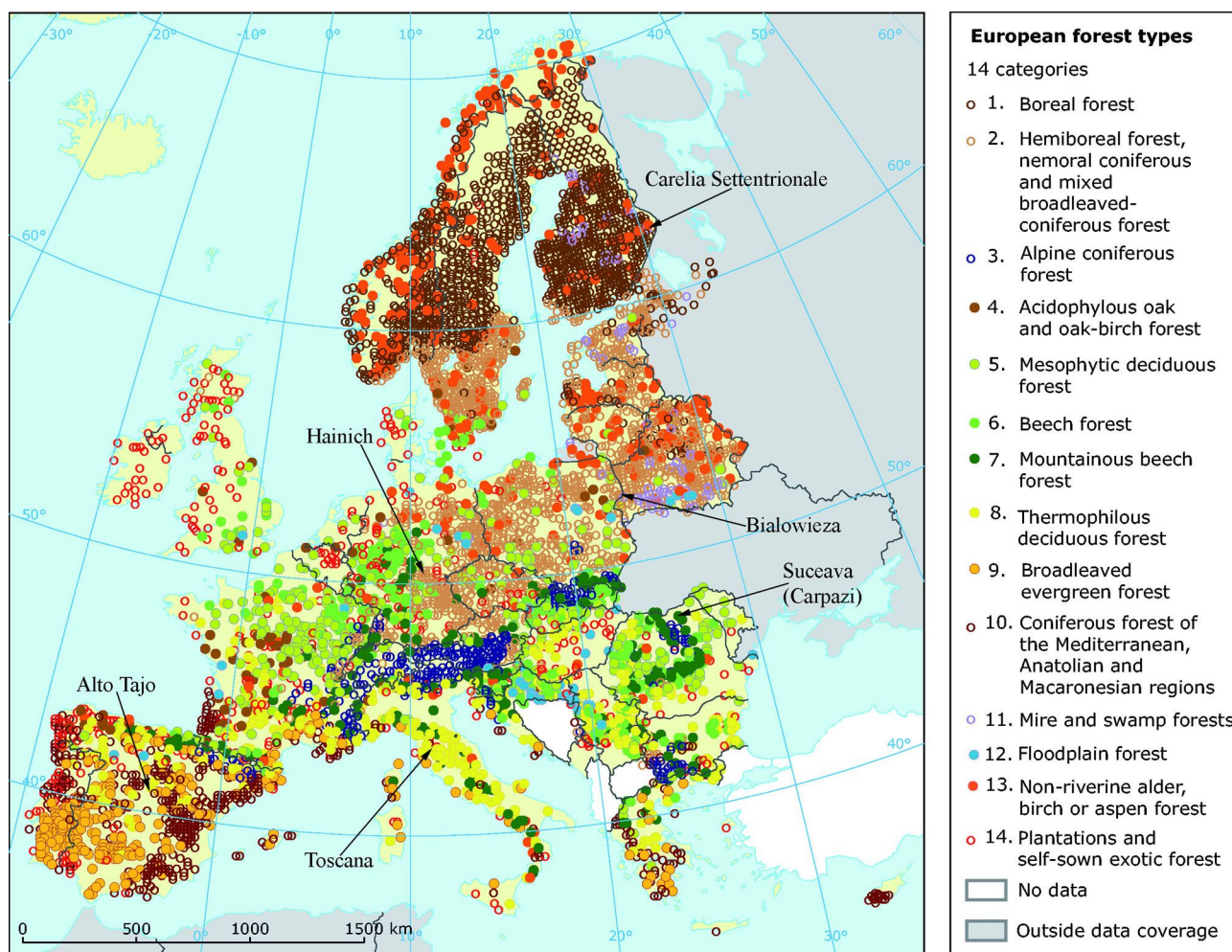


Fig. 1 - Regioni focali e ubicazione delle aree della piattaforma esplorativa di FunDivEUROPE in relazione ai principali tipi di foreste europee secondo l'European Environment Agency (2006).

Tab. 1 - Azioni di ricerca sperimentale svolte nelle aree campione della piattaforma esplorativa di FunDivEUROPE.

WP2. Caratterizzazione della biodiversità forestale
Diversità e rigenerazione arborea
Caratterizzazione funzionale dei popolamenti forestali
Differenziazione e adattamento dei genotipi
Legno morto
Struttura spazio-temporale della foresta
Vegetazione erbacea e arbustiva
Attività biologica del suolo
WP3. Servizi ecosistemici: approvvigionamento e supporto alla vita
Qualità del legno
Produttività del soprassuolo
Biomassa radicale
Leaf Area Index (LAI) e fotosintesi
Nutrienti del suolo
Ecofisiologia dell'azoto negli alberi
Produzione di lettiera e flusso degli elementi
Decomposizione e mineralizzazione
Bilancio idrico ed efficienza dell'uso dell'acqua
Quantità e qualità dell'acqua nel suolo
WP4. Servizi regolatori dell'ecosistema
Biomassa arborea e stoccaggio del carbonio
Stoccaggio del carbonio nel suolo
Resistenza agli insetti fitofagi
Resistenza ai mammiferi fitofagi
Resistenza alle infezioni fungine

nica, dell'Università di Friburgo, Germania), FunDivEUROPE intende rispondere al bisogno di una nuova generazione di studi che porti la ricerca sulla biodiversità funzionale nel mondo più complesso delle foreste, ed esamini i processi ecosistemici che forniscono beni e servizi primari alla società. In questo breve lavoro vengono presentate a scopo informativo la struttura di base del progetto e le caratteristiche

delle aree italiane incluse nella rete della piattaforma esplorativa. FunDivEUROPE coinvolge 24 istituzioni scientifiche di 15 paesi europei, fra cui l'Italia. La collaborazione e la condivisione sono fondamentali per analizzare un ampio spettro di funzionalità a vari livelli, dalla foglia all'albero alla comunità, dall'ambiente epigeo a quello ipogeo, dalle comunità microbiche a quelle di animali e piante superiori.

Obiettivi e struttura del progetto

L'obiettivo scientifico primario di FunDivEUROPE è quantificare gli effetti della biodiversità sulle funzioni ed i servizi nei principali tipi di foreste europee. Le implicazioni della diversità forestale sul grado di vulnerabilità degli ecosistemi verso i cambiamenti climatici sono valutate integrando i risultati ottenuti mediante osservazioni dirette in foresta con modelli teorici. In tal modo si potranno confrontare i comportamenti di boschi puri e misti in zone climatiche differenti.

Dal punto di vista operativo il progetto è organizzato in tre piattaforme di ricerca che combinano tre diversi approcci della ricerca scientifica: manipolativo-sperimentale, osservazionale-esplorativo e inventariale-modellistico. La piattaforma manipolativo-sperimentale è basata sulla costituzione *ex-novo* di foreste artificiali a diverso grado di mescolanza arborea, quella osservazionale-esplorativa è basata su una rete di aree campione in foreste naturali in 6 differenti regioni focali d'Europa (Italia, Spagna, Germania, Polonia, Finlandia, Romania - Fig. 1), mentre quella inventariale è basata sull'elaborazione di dati contenuti negli inventari forestali nazionali già esistenti. Nelle foreste delle piattaforme sperimentale ed esplorativa vengono svolte numerose indagini da parte dei diversi gruppi di ricerca, come di seguito illustrato.

Il disegno della piattaforma esplorativa

L'osservazione dei processi funzionali di boschi naturali (o seminaturali) a diverso livello di ricchez-

Tab. 2 - Valori limite di area basimetrica (%) delle specie focali per la selezione delle monocolture e delle mescolanze secondo i criteri della piattaforma esplorativa di FunDivEUROPE.

Livello di mescolanza (n. di specie arboree)	% di area basimetrica				
	Specie 1	Specie 2	Specie 3	Specie 4	Specie 5
1 (Monocoltura)	≥ 90%	-	-	-	-
2 specie	≤ 75%	≥ 25%	-	-	-
3 specie	≤ 70%	≥ 12.5%	≥ 12.5%	-	-
4 specie	≤ 70%	≥ 10%	≥ 10%	≥ 10%	-
5 specie	≤ 60%	≥ 10%	≥ 10%	≥ 10%	≥ 10%

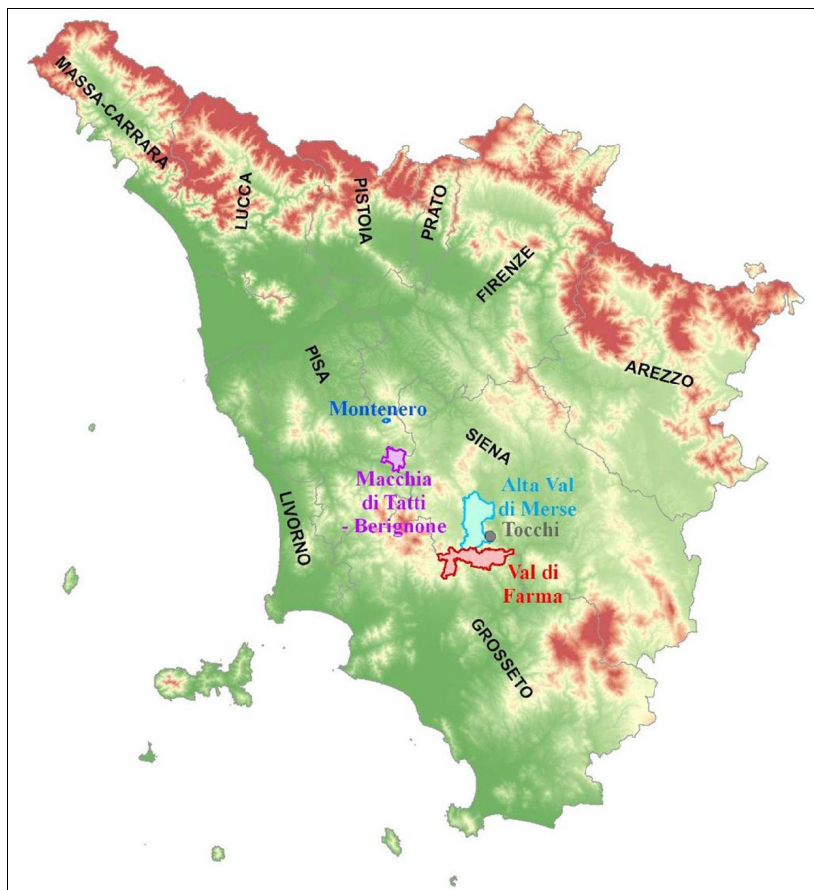
za di specie forestali dominanti rappresenta la base della piattaforma esplorativa. La scala geografica è quella continentale, essendo rappresentati tutti i principali ecosistemi forestali europei, da quelli mediterranei a quelli boreali. La filosofia di base di questa piattaforma è "tutte le misure su tutte le aree", al fine di ottenere una sufficiente evidenza statistica sugli effetti della diversità arborea nel funzionamento delle foreste. Le principali azioni di questa piattaforma sono articolate in 3 dei 7 *WorkPackages* complessivi del progetto (Tab. 1). Nel primo di questi (WP2) sono svolte misure di biodiversità forestale che forniscono le variabili predittrici per le analisi successive. Vengono quantificati parametri di ricchezza specifica, di diversità dei tratti funzionali delle specie, di diversità strutturale e di complessità spazio-temporale della comunità. Le azioni all'interno del WP3 mirano invece a stabilire la produttività ed altre funzioni del bosco, fra cui la produzione di legno, di radici, di foglie e di lettiera, l'accrescimento degli alberi, l'assorbimento della luce e processi di fotosintesi, il ciclo dei nutrienti e la regolazione dei flussi idrici. Infine nel WP4 sono svolte azioni per valutare i servizi di regolazione ecosistemica delle foreste, come ad esempio il sequestro del carbonio atmosferico, la regolazione del clima e la resistenza a fattori di stress

come attacchi parassitari e sovraccarico di ungulati. L'elevato numero di aree campione pone ovviamente dei limiti al tipo e al numero di misure possibili, giustificando quindi l'uso di vari *proxy* per misurare e caratterizzare speditivamente la vasta gamma di proprietà, processi e funzioni dell'ecosistema. Approcci modellistici, a livello di area e di paesaggio, sono poi impiegati per estrapolare gli andamenti ed i meccanismi della relazione "diversità/funzione" a larga scala spaziale e temporale.

In ciascuna regione focale, è stato realizzato un sistema di aree campione (*plots*) in grado di rappresentare un gradiente di diversità arborea da boschi monospecifici a boschi composti da 2, 3, 4 e talora 5 specie. Queste specie sono state scelte, per ogni regione, fra quelle localmente più rappresentative in termini di frequenza, abbondanza ed importanza selvicolturale. Tali mescolanze sono localizzate all'interno di un ambito ecologico il più possibile omogeneo, per minimizzare gli effetti delle variabili stazionali locali sui processi funzionali del bosco. Per questo scopo sono state individuate aree simili per caratteristiche bioclimatiche e geopedologiche, dove la diversità arborea fosse imputabile alla gestione selvicolturale o a motivi casuali di dispersione degli alberi.

Sono considerate di importanza secondaria le ca-

Fig. 2 - Localizzazione delle quattro aree comprendenti i *plots* italiani della piattaforma esplorativa di FunDivEUROPE.



Tab. 3 - Specie focali, mescolanze, numero e localizzazione dei 36 *plots* della piattaforma esplorativa di FunDivEUROPE in Toscana.

Tipologia	Specie	n. plots	Ubicazione geografica
Monocolture	<i>Quercus cerris</i>	2	Alta Val di Merse, Val di Farma
	<i>Quercus ilex</i>	2	Macchia di Tatti-Berignone, Val di Farma
	<i>Castanea sativa</i>	2	Val di Farma, Alta Val di Merse
	<i>Quercus petraea</i>	2	Macchia di Tatti-Berignone, Alta Val di Merse
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	2	Tocchi, Tocchi
Mescolanze a 2 specie	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i>	1	Val di Farma
	<i>Q. cerris</i> + <i>C. sativa</i>	1	Val di Farma
	<i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i>	1	Val di Farma
	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. petraea</i>	1	Macchia di Tatti-Berignone
	<i>Q. ilex</i> + <i>Q. petraea</i>	1	Macchia di Tatti-Berignone
	<i>C. sativa</i> + <i>Q. petraea</i>	1	Alta Val di Merse
	<i>Q. cerris</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Macchia di Tatti-Berignone
	<i>Q. ilex</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Alta Val di Merse
	<i>C. sativa</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Tocchi
	Mescolanze a 3 specie	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i>	1
<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>Q. petraea</i>		1	Macchia di Tatti-Berignone
<i>Q. cerris</i> + <i>C. sativa</i> + <i>Q. petraea</i>		2	Alta Val di Merse
<i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i> + <i>Q. petraea</i>		1	Val di Farma
<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>O. carpinifolia</i>		1	Val di Farma
<i>Q. cerris</i> + <i>Q. petraea</i> + <i>O. carpinifolia</i>		1	Macchia di Tatti-Berignone
<i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i> + <i>O. carpinifolia</i>		1	Val di Farma
Mescolanze a 4 specie	<i>Q. ilex</i> + <i>petraea</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Macchia di Tatti-Berignone
	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i> + <i>Q. petraea</i>	2	Val di Farma, Val di Farma
	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i> + <i>O. carpinifolia</i>	2	Val di Farma, Val di Farma
	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>petraea</i> + <i>O. carpinifolia</i>	2	Macchia di Tatti-Berignone
Mescolanze a 5 specie	<i>Q. ilex</i> + <i>Q. petraea</i> + <i>C. sativa</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Val di Farma
	<i>Q. cerris</i> + <i>Q. ilex</i> + <i>C. sativa</i> + <i>Q. petraea</i> + <i>O. carpinifolia</i>	1	Val di Farma

ratteristiche strutturali del bosco, in termini di presenza/assenza di gestione, tipo di stratificazione, grado di copertura, età, stadio di sviluppo ed altre, per le quali il disegno sperimentale richiede solo la massima omogeneità possibile all'interno di ogni regione focale.

Per classificare un bosco come monocoltura oppure misto, è stata utilizzata l'area basimetrica come misura oggettiva dell'abbondanza-dominanza delle specie arboree. In Tab. 2 sono riportati i limiti entro i quali sono comprese le percentuali di area basimetrica delle specie nelle monocolture e nelle mescolanze.

La presenza di specie minori associate alle dominanti, se inferiore al 10% dell'area basimetrica totale del *plot* e con frequenza non troppo difforme fra i

plot e i livelli di mescolanza, non ha costituito un problema per il disegno sperimentale, costituendo un "rumore di fondo" uniformemente distribuito sul campione. La vegetazione al di sotto di 1.3 m di altezza è stata invece considerata come "variabile risposta" della diversità arborea e quindi non rilevante.

La selezione dei *plot* è stata svolta simultaneamente nelle sei regioni focali, ed è iniziata con l'individuazione di un campione sovranumerario di almeno un centinaio di siti in ogni regione per mezzo di ricerche di campo e su documenti già esistenti (carte, lavori pubblicati, foto aree, ecc.). Per ciascuno di essi si sono preliminarmente rilevate varie caratteristiche stazionali e strutturali del bosco. Da questo campio-

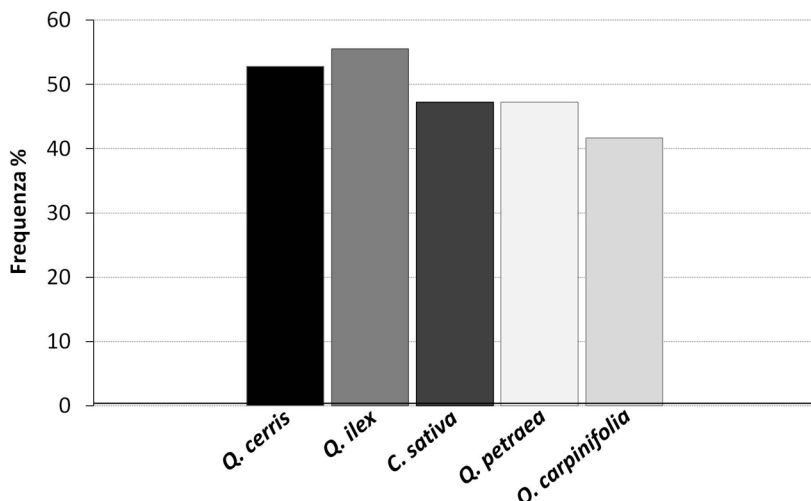


Fig. 3 - Frequenza percentuale delle cinque specie focali nei 36 plots italiani.

ne sono stati selezionati da 28 a 43 plots per ogni regione in seguito ad un'analisi del tipo di mescolanza, delle caratteristiche ecologiche, strutturali e logistiche (ad es., accessibilità), assistita anche da analisi statistiche multivariate per identificare i cosiddetti campioni *outliers*. All'interno di ciascuna regione focale, i plots selezionati sono distribuiti in un'area di circa 50 x 50 Km, e sono localizzati prevalentemente in foreste di proprietà pubblica. Hanno forma quadrata (30 x 30 m) e sono cinti da una *buffer zone* di almeno altri 20 m su ogni lato. Ciascuno di essi è suddiviso in 9 *subplots* di 10 x 10 m e delimitato ai vertici in modo semi-permanente. Al lavoro di individuazione dei plots è seguito quello di caratterizzazione, consistito nel posizionamento e nella misurazione diametrica degli alberi delle specie focali, maggiori di 7.5 cm a petto d'uomo. Con queste informazioni

sono state realizzate mappe tematiche per ogni plot.

La rete di aree italiane nella piattaforma esplorativa

La rete italiana delle aree campione rappresenta la categoria "foreste decidue termofile" (T3) secondo la classificazione dell'EEA (European Environment Agency 2006 - Fig. 1). Questa tipologia racchiude una vasta gamma di comunità forestali dominate da latifoglie di ambiente prevalentemente submediterraneo o supramediterraneo, spesso assortite in varie mescolanze plurispecifiche. Queste tipologie boschive sono ampiamente diffuse sulle colline della Toscana centro-meridionale, fra le provincie di Pisa, Siena e Grosseto, dove coprono circa il 50% del territorio e sono ben rappresentate all'interno di aree protette di proprietà pubblica (soprattutto demanio

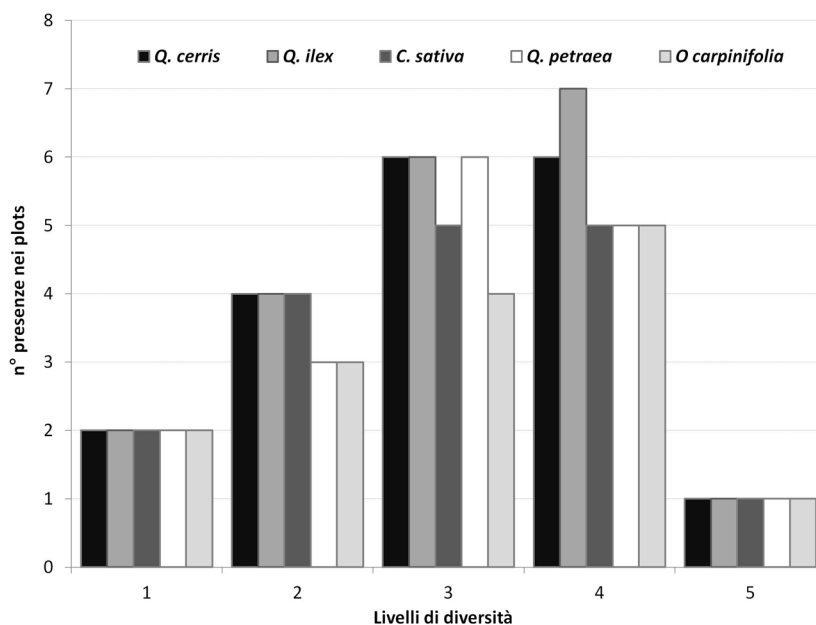


Fig. 4 - Frequenza (numero di presenze) delle cinque specie focali nei cinque livelli di diversità.

regionale). Trovandosi in una fascia di transizione fra la zona europea e quella mediterranea, i boschi di questa area presentano una notevole ricchezza di specie legnose, facilitando la ricerca delle mescolanze idonee ai fini del progetto. Le cinque specie focali scelte fra quelle maggiormente rappresentative delle

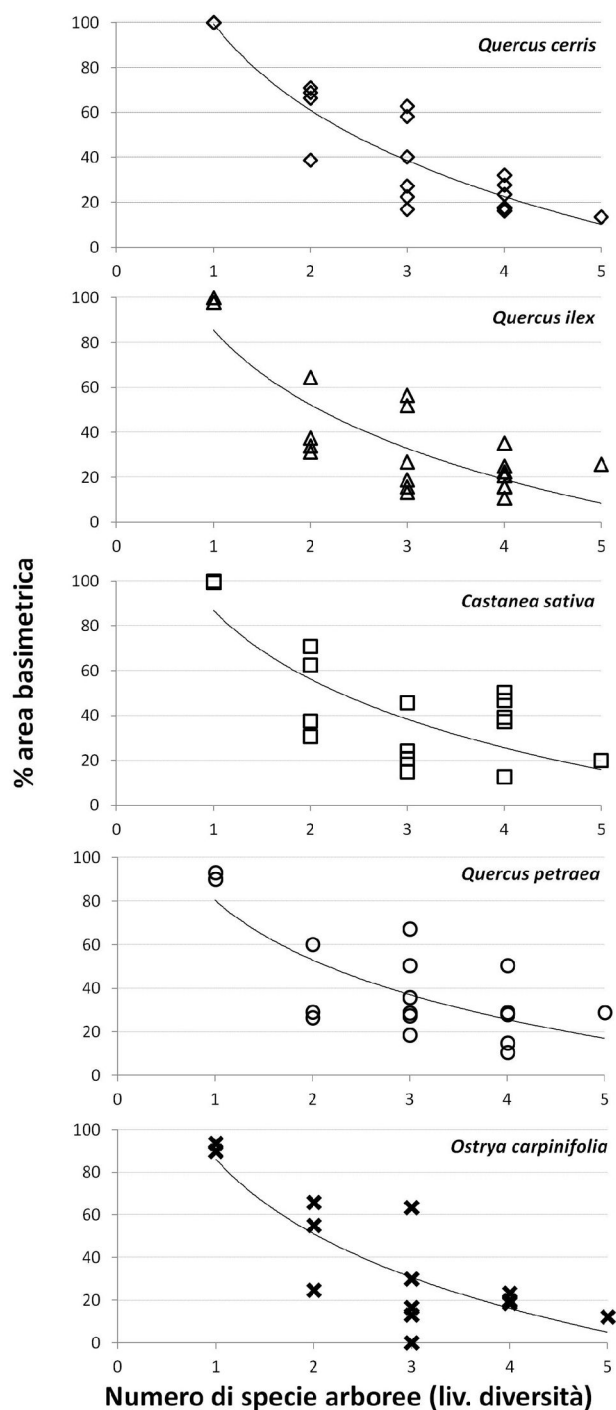
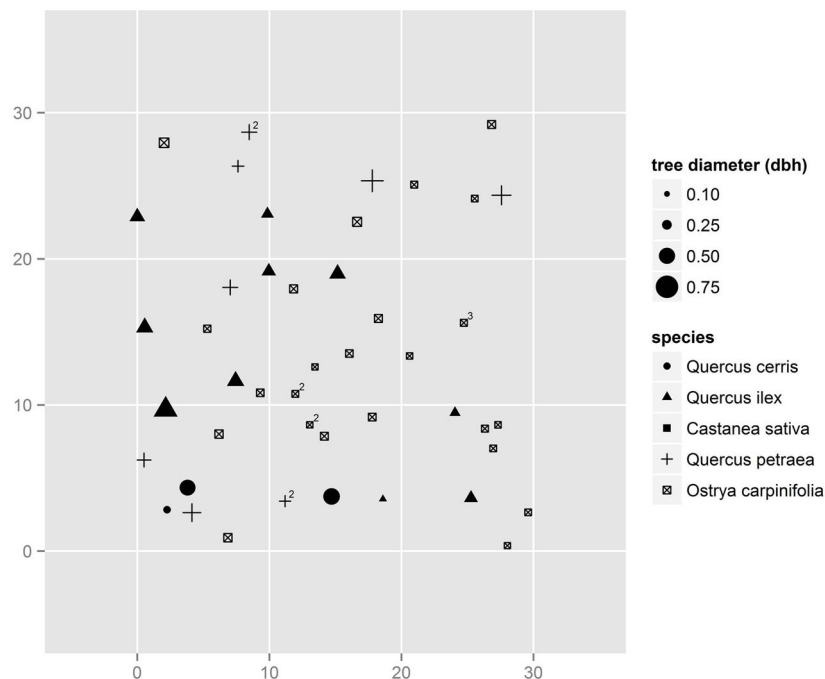


Fig. 5 - Variazioni % di area basimetrica delle cinque specie focali nei cinque livelli di diversità.

foreste termofile decidue delle regioni peninsulari, ed allo stesso tempo spesso consociate assieme nei boschi collinari toscani sono il cerro (*Quercus cerris* L.), la rovere (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) e il leccio (*Quercus ilex* L.). Quest'ultima specie è una sempreverde a carattere mediterraneo, ma con ampie ingressioni nella fascia supramediterranea all'interno di consorzi prevalentemente decidui. Ad esse si sono aggiunte il castagno (*Castanea sativa* Miller) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), frequenti in varie consociazioni con le tre specie precedenti. È stata invece esclusa la roverella (*Quercus pubescens* Willd) per il generale stato di degrado dei boschi dominati da questa specie, per la loro frequente collocazione in terreni di proprietà privata e per la difficoltà a reperire le mescolanze con le altre specie focali scelte. I plot selezionati e caratterizzati sono 36, di cui 34 rientrano in Siti di Importanza Comunitaria (SIC) della Rete Natura 2000: 10 nella Macchia di Berignone-Tatti (SIC IT 5170006), uno in quella vicina di Montenero (SIC IT5170005), 7 in quella dell'Alta Val di Merse (SIC IT5190006), 16 in Val di Farma (SIC IT51A0003) e 2 nella vicina area di Tocchi (Fig. 2). Le condizioni ambientali dei siti selezionati sono piuttosto simili in termini bioclimatici e geopedologici, ricadendo tutti in una fascia altitudinale fra 250 e 520 m, in uno stesso ambito termopluviometrico (piovosità media annua 800-900 mm; T media 12.5-13.5 °C) e su substrati quasi esclusivamente di natura silicea (arenarie di vario tipo e conglomerati fluvio-lacustri). Quasi tutti i plots si trovano su versanti con inclinazione da debole ad elevata, in esposizione Nord, e su suoli spesso con pietrosità elevata ma allo stesso tempo piuttosto evoluti (Cambisol) e talora con discreta profondità e fertilità. Questa relativa omogeneità consente la coesistenza delle specie focali scelte, che sono da moderatamente mesofile (carpino nero, castagno, rovere, cerro) a moderatamente termofile (leccio), e dal punto di vista edafico, da calcifughe (rovere e castagno) a sostanzialmente indifferenti (carpino nero, leccio, cerro).

Complessivamente i plots italiani comprendono 10 monoculture (2 repliche per ogni specie focale); 9 plots con quasi tutte le combinazioni a due specie; 9 plots con gran parte delle combinazioni a tre specie; 7 plots a diverse combinazioni di 4 specie ed 1 plot con tutte le 5 specie (Tab. 3). Con questo disegno sperimentale, la frequenza delle specie focali nel campione totale è risultata bilanciata (Fig. 3), così come quella per singoli livelli di diversità (Fig. 4). La leggera prevalenza di leccio e cerro e la partecipazione lievemente inferiore di carpino nero e rovere rifletto-

Fig. 6 - Mappa di un *plot* FunDivEU-ROPE rappresentativo di una mescolanza a quattro specie (cerro, leccio, rovere, carpino nero).



no le naturali proporzioni di distribuzione e frequenza di queste specie nelle aree di studio.

La presenza di un elevato numero di combinazioni possibile, piuttosto che più repliche delle medesime combinazioni, ha consentito di ottenere due importanti scopi: mantenere sufficientemente bilanciata la frequenza delle specie focali nel campione e massimizzare il segnale "diversità di specie" minimizzando invece quello "identità della specie". Obiettivo del progetto è infatti capire quanto la funzionalità e i servizi della foresta sono influenzati dal numero di specie arboree dominanti ("effetto diversità"), anziché da quali specie presenti ("effetto identità").

I *plots* sono costituiti generalmente da cedui matricinati relativamente invecchiati (40-80 anni dalle ultime utilizzazioni), lasciati ad evoluzione naturale e di notevole sviluppo verticale (l'altezza del piano dominante può raggiungere i 25 m), con elevata copertura e densità. Notevoli per dimensioni sono alcune vecchie matricine di rovere, leccio e carpino nero. Il numero medio di alberi (ceppaie) delle specie focali mostra un'ampia variabilità (333-1533 piante ha⁻¹, media 747 ha⁻¹), così come i valori di area basimetrica (17.5-38.2 m² ha⁻¹; media 25.2 m² ha⁻¹). Tali valori aumentano se si aggiungono le specie non-focali, escluse da queste misurazioni ma quasi sempre ben rappresentate (soprattutto *Fraxinus ornus* L.). La ripartizione percentuale delle aree basimetriche delle specie focali nei 5 livelli di diversità rientra ampiamente nei limiti stabiliti e sopra illustrati, confermando che si tratta di mescolanze relativamente bilanciate (Fig. 5).

Come esempio si mostra la mappa di un *plot* con mescolanza a quattro specie (Fig. 6), in cui sono visibili la distribuzione delle piante per ciascuna specie, le dimensioni diametrali ed il numero di polloni per ceppaia. Le mappe sono state elaborate partendo da dati rilevati in campo per mezzo di FIELDMAP, una tecnologia integrata di *hardware/software* che ha permesso di posizionare le singole piante in maniera rapida e precisa (Mattioli et al. 2009, Zambarda et al. 2010). Il lavoro ha richiesto una prima fase di programmazione (tramite FIELDMAP *Project Manager*) ed una successiva di rilievo per mezzo di FIELDMAP (FM *Data Collector*), che sfrutta un sistema GIS per il posizionamento e la determinazione dei parametri dendrometrici degli alberi.

Dal punto di vista della struttura verticale, si tratta di boschi disetaneiformi con copertura multiplana, in cui è possibile riconoscere 5 strati: arboreo dominante, arboreo dominato, alto-arbustivo (3-8 m), basso arbustivo (1-3 m) ed erbaceo. Lo sviluppo dello strato arboreo dominato e di quello arbustivo è quasi sempre notevole in termini di numero di specie e di biomassa. Specie fortemente pollonifere quali *Fraxinus ornus*, *Arbutus unedo* L., *Phillyrea latifolia* L. e lo stesso leccio sono assai diffuse nel sottobosco, così come specie più mesofile come *Sorbus torminalis* L. (Crantz.) ed *Ilex aquifolium* L. Quest'ultimo risulta particolarmente abbondante nel bosco di Tatti ed in quello del Belagaio in Val di Farma. La quantità di legno morto a terra è generalmente elevata, a causa della morte dei polloni per invecchiamento o malattia, oppure per eventi meteorici avversi (neve, vento,

frane, ecc.). Il castagno, ovunque in stato di abbandono, risulta spesso in cattive condizioni di salute a causa dei suoi principali agenti di danno fungini *Cryphonectria parasitica* (Murr.) e *Phytophthora cambivora* (Petri) e del più recente insetto galligeno alloctono *Dryocomus kuriphilus* (Yasumatsu). Altra importante causa di disturbo è data dal sovraccarico di ungulati (cinghiali, caprioli e daini), responsabili di pesanti danneggiamenti al suolo forestale, al sottobosco erbaceo e alla rinnovazione degli alberi, quasi sempre esigua.

Conclusioni

FunDivEUROPE è un progetto molto ampio e complesso, che intende fornire evidenze sull'importanza ecologica e sociale delle foreste miste. Attualmente, al secondo dei quattro anni di durata complessiva del progetto, sono in pieno svolgimento i campionamenti e le misure da parte dei diversi gruppi di lavoro in tutte le aree focali d'Europa.

Grande importanza viene attribuita alla ricaduta dei risultati del progetto, non solo a livello scientifico, ma anche per l'opinione pubblica e per coloro che dovranno prendere decisioni tecniche e politiche in campo forestale. Scopo finale del progetto è infatti quello di contribuire alla realizzazione di un'interfaccia fra scienza e politica ambientale, fornendo agli amministratori gli strumenti tecnici e scientifici per massimizzare i servizi e i benefici delle foreste miste.

Bibliografia

Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He JS, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9 (10): 1146-1156. - doi: [10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x)

European Environment Agency (2006). Technical report 6/2006. [online] URL: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2006_9

Hector A, Schmid B, Beierkuhnlein C, Caldeira MC, Diemer M, Dimitrakopoulos PG, Finn JA, Freitas H, Giller P, Good J, Harris R, Höglberg P, Huss-Danell K, Joshi J, Jumpponen A, Körner C, Leadley PW, Loreau M, Minns A, Mulder CPH, O'Donovan G, Otway SJ, Pereira JS, Prinz A, Read DJ, Scherer-Lorenzen M, Schulze ED, Siamantziouras A-SD, Spehn EM, Terry AC, Troumbis AY, Woodward FI, Yachi S, Lawton JH (1999). Plant diversity and productivity experiments in European Grasslands. *Science* 289: 1123-1127. - doi: [10.1126/science.286.5442.1123](https://doi.org/10.1126/science.286.5442.1123)

Jactel H, Brockerhoff E, Duelli P (2004). A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. In: "Forest diversity and function" (Scherer-Lorenzen M, Körner C, Schulze ED eds). *Ecological studies*, vol. 176, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 235-262.

Körner C (2004). An introduction to the functional diversity of temperate forest trees. In: "Forest diversity and function" (Scherer-Lorenzen M, Körner C, Schulze E-D eds). *Ecological studies*, vol. 176, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, pp. 13-37.

Loreau M (2000). Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos* 91 (1): 3-17. - doi: [10.1034/j.1600-0706.2000.910101.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.910101.x)

Mattioli W, Alivernini A, Di Paolo S, Portoghesi L, Giuliarrelli D (2009). Field-map: uno strumento innovativo al servizio della selvicoltura. In: Atti "13ª Conferenza Nazionale ASITA", Fiera del Levante (Bari) 1-4 dicembre 2009.

McCann KS (2000). The diversity-stability debate. *Nature* 405 (6783): 228-233. - doi: [10.1038/35012234](https://doi.org/10.1038/35012234)

Scherer-Lorenzen M, Körner C, Schulze E-D (2005). Forest diversity and function. *Ecological studies*, vol. 176, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 399.

Zambarda A, Cerný M, Vopenka P (2010). Field-Map, una nuova tecnologia per la raccolta e l'elaborazione dati. *Sherwood Foreste ed Alberi Oggi* 167: 33-38.