

Monitoraggio della biodiversità attraverso gli inventari forestali nazionali

P. Gasparini, L. Di Cosmo, A. Floris

Inventari forestali nazionali (IFN)

Indagini per conoscere quantità e qualità delle risorse forestali di un **determinato territorio** in un **certo momento**

Cosa producono

Informazioni di sintesi sulle foreste (**statistiche forestali**) e sulle attività forestali di un territorio

Alcune caratteristiche

- ✓ Indagine campionaria (altrimenti irrealizzabile su superfici estese, non solo per ragioni di costo); stime **corredate dal valore di precisione** (errore campionario)
- ✓ Ripetibilità (le informazioni prodotte in occasione di ogni ripetizione consentono di **monitorare l'evoluzione nel tempo**)
- ✓ Flessibilità (gli adattamenti in occasione di ogni ripetizione li rendono uno strumento **sempre al passo con le esigenze informative**)
- ✓ **Molteplicità di soggetti interessati** alle informazioni prodotte (politici & amministratori, organizzazioni sovranazionali, tecnici del settore foresta-legno, ricercatori, collettività)

A quali domande risponde un inventario forestale?



Domande tradizionali (esempi)

- ✓ Qual è la **superficie occupata** dalle foreste nel territorio di riferimento;
- ✓ Quali sono le superfici occupate dai **diversi tipi di bosco**;
- ✓ Quanta **massa legnosa** è presente;
- ✓ Qual è il **ritmo di crescita** delle foreste;
- ✓ ...

Domande determinate da nuove esigenze

Ad esempio (...tra le molte possibili)

- ✓ Quanto **carbonio** viene immagazzinato nelle foreste?
- ✓ In quali **condizioni di salute** si trovano le foreste?
- ✓ Quanto **legno morto** è presente e quali sono le sue caratteristiche?
- ✓

Il contributo degli IFN alla valutazione e al monitoraggio della biodiversità

- ✓ La diffusione nell'uso e l'importanza dei problemi sollevati ha conferito al **concetto di biodiversità** una tale ampiezza di significato che, nell'elencare alcune definizioni, il professor Bernetti scriveva *"Se alcune delle precedenti definizioni non sono chiare non è tutta mia la colpa¹."*
- ✓ Il concetto esteso di «biodiversità» include molti aspetti valutati in passato secondo una diversa prospettiva; per questo, anche le indagini inventariali meno recenti o condotte secondo metodologie tradizionali hanno valore nel fornire informazioni utili relativamente alla biodiversità di un territorio (esempi: la ripartizione in classi diametriche degli alberi, le specie forestali presenti, ecc.)
- ✓ Relativamente agli ecosistemi forestali, gli IFN forniscono **informazioni preziose** sulla loro biodiversità, **potenzialmente ampliabili** mediante analisi specifiche dei dati prodotti e/o integrazioni di indagine ad hoc

¹Biodiversità: ombrello o attaccapanni? IFM n.1 anno 2001

Integrazione tra IFN e studi specifici sulla biodiversità

Casi di studio per l'Italia

- ✓ Studio sul decadimento della similarità di specie (β -similarità) all'aumentare della distanza spaziale (dati vegetazionali di 4 Siti di Importanza Comunitaria della Rete Natura 2000 della Provincia di Siena del progetto MoBiSIC e Rete di campionamento INFC)^{1,2}
- ✓ Studio sull'effetto della forma e dell'ampiezza delle unità di campionamento (aree di saggio) sulla ricchezza specifica (dati vegetazionali di 21 Siti di Importanza Comunitaria della Rete Natura 2000 della Provincia di Siena e Rete di campionamento INFC)³

¹Marcantonio et al, 2010 - Partizione additiva della diversità come criterio per la selezione di aree protette: un esempio per la rete di riserve naturali della Provincia di Siena. Forest@ 7: 28-43

²Rocchini et al, 2008 - Distance decay della β -similarità: barriere ecologiche o spaziali?. Rivista italiana di Telerilevamento - 2008, 40 (1): 59-73

³Bacaro et al, 2015 - Shape matters in sampling plant diversity: Evidence from the field. Ecological Complexity 24 (2015): 37-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2015.09.003>

Integrazione tra IFN e studi specifici sulla biodiversità

Casi di studio per l'Italia

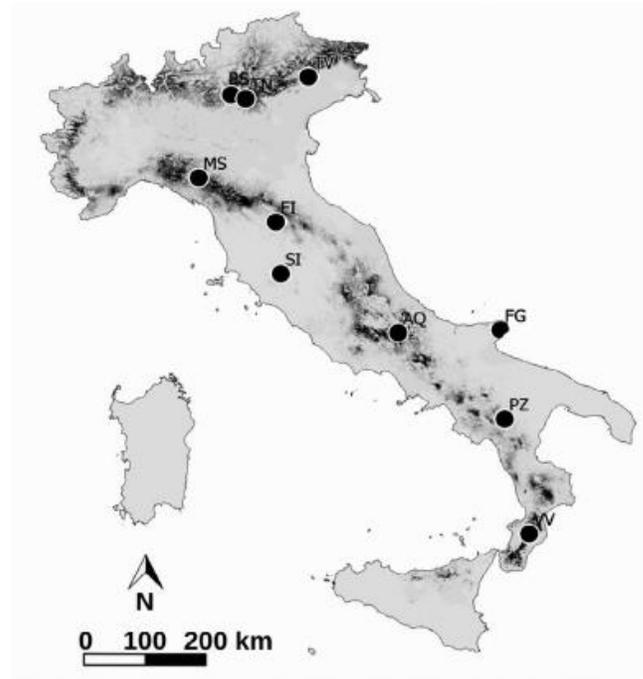


Fig. 1 in Handersen et al, 2020

- ✓ Analisi dei range di diffusione potenziale delle specie forestali nelle Alpi (Progetto MANFRED - dati di presenza/assenza delle specie di fonte inventariale)⁴
- ✓ Studio sulle comunità di coleotteri saproxilici nelle faggete (prelievo di campioni di legno morto in punti di campionamento INFC e allevamento in laboratorio)⁵

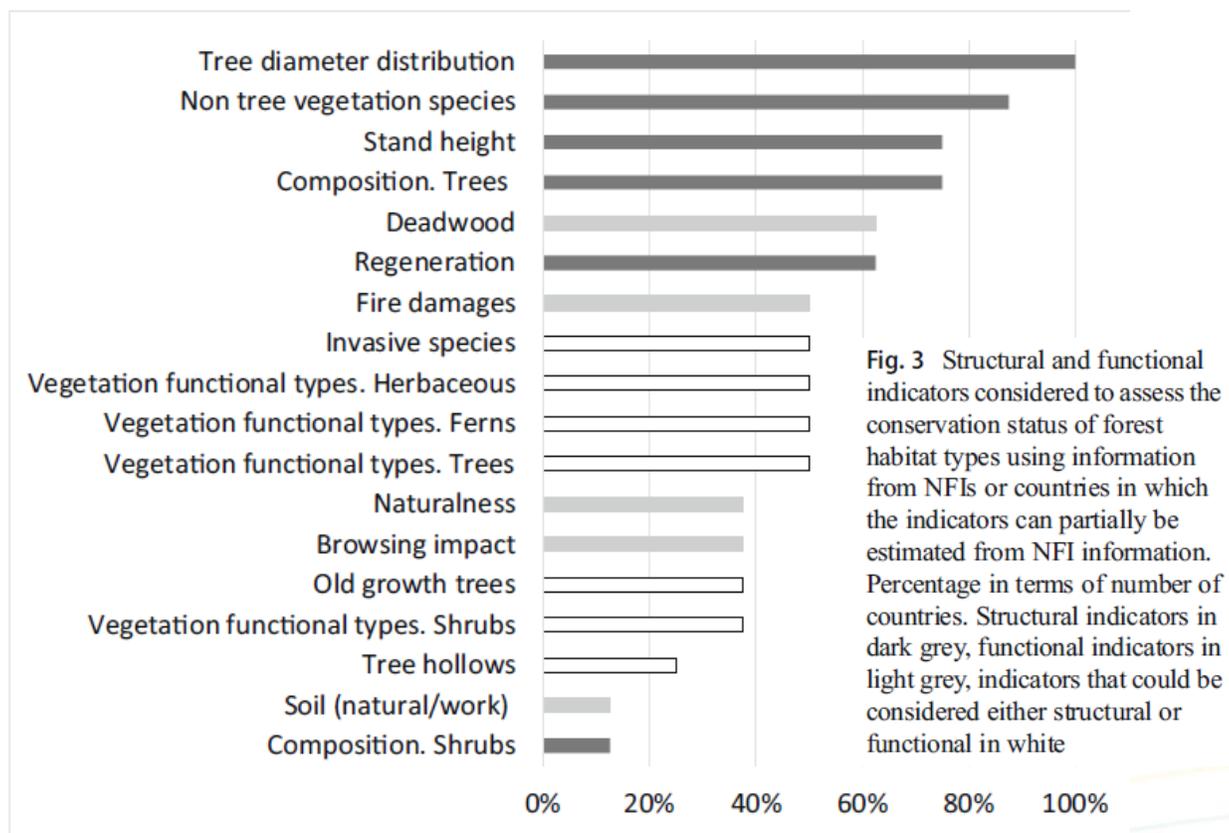
⁴Zimmermann et al, 2013 - Potential Future Ranges of Tree Species in the Alps. <http://dx.doi.org/10.5772/56279>

⁵Handersen et al, 2020 - Forest management, canopy cover and geographical distance affect saproxilic beetle communities of small-diameter beech deadwood. Forest Ecology and Management 467 (2020) 118152. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118152>

Il contributo degli IFN alla valutazione e al monitoraggio della biodiversità

Variabili, indici & indicatori

- ✓ L'introduzione di «**nuove**» **variabili** maggiormente focalizzate al monitoraggio della biodiversità negli inventari forestali nazionali è un fatto recente, che risale agli ultimi decenni, ma consolidato e comune a molti Paesi
- ✓ Alcune delle variabili tradizionali misurate dagli IFN, insieme alle variabili introdotte più recentemente, vengono utilizzate per il calcolo di **indicatori e indici** di biodiversità, più o meno complessi
- ✓ **In Italia**, un incremento significativo di **variabili correlate alla biodiversità** è stato introdotto già con il secondo inventario forestale nazionale (INFC2005): dimensioni e grado di decadimento del legno morto, presenza di microhabitat, presenza e caratteristiche dei margini con altri usi del suolo, presenza di aree protette, ...



Progetto DIABOLO (2015-2018) – Call H2020-ISIB-4a - Distributed, integrated and harmonised forest information for bioeconomy outlooks
33 paesi partecipanti

→ WP3-Improving data collection and analysis for multipurpose inventory of forest resources, TASK 3. 1. Biodiversity and conservation assessment

✓ Questionario su uso e potenzialità dei dati degli IFN per la valutazione dello stato di conservazione degli Habitat Natura2000; risposte da 13 Paesi europei

Alberdi I., Nunes L., Kovac M., Bonheme I., Cañellas I., Rego F.C., Dias S., Duarte I., Notarangelo M., Rizzo M., Gasparini P., 2019 - The conservation status assessment of Natura 2000 forest habitats in Europe: capabilities, potentials and challenges of national forest inventories data. *Annals of Forest Science* (2019) 76:34. <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0820-4>

Table 6
Relationships between the indicators and conservation status components.

Indicator group	Indicator name/forest habitat type indicator	Observed variable	Unit	R/A	Stru	Fun	Pros
Forest habitat type tree species	Forest habitat type Identity	F. association, rock/soil type		✓	✓*		
	Tree species richness	Tree species count	n trees /plot	✓	✓		
	Tree species density	Tree species count	n trees /ha		✓		
	Proportion of native/alien tree species	Tree species count	% trees /plot		✓		✓
	Proportion of invasive tree species	Tree species count	% trees /plot		✓		✓
	Proportion of forest habitat type dominant tree species	Tree species count	% trees /plot	✓	✓		✓
	Shannon Index	Tree species count			✓		
	Simpson Index	Tree species count			✓		
	Sorensen Index	Tree species count			✓		
	Regeneration, development stage	Actual regeneration density	No. saplings	n sapling/ha		✓	
Potential regeneration density		No. saplings	n		✓		✓
Actual regeneration aggregation area		Regenerated area	sapling/ha% area		✓		✓
Potential regeneration area		Regenerated area	% area		✓		✓
Age class	Development stage	DBH class	% area	✓	✓		
	Stand age	Tree age	years		✓		
Tree dimensions	Diameter distribution	Tree DBH	% trees by DBH		✓	✓	
	Basal area (BA)	Tree DBH	m ² /ha		✓		
	Large tree density	Tree DBH	n trees/ha		✓		✓
	Tree height variability	Tree DBH			✓		
	Canopy layer	Canopy layer class			✓		
Woody biomass	Growing stock volume	Tree DBH, H	m ³ /ha		✓		
	Deadwood volume (all pools)	Decay stage, diameter, Ln	m ³ /ha		✓		✓
	Standing deadwood volume (DBH > 30 cm)	DBH, H	m ³ /ha		✓		✓
	Lying deadwood volume (DBH > 30 cm)	diameter, Ln	m ³ /ha		✓		✓
	Coarse woody debris volume	diameter, Ln	m ³ /ha		✓		✓
	Fine woody debris volume	No. Intersections	m ³ /ha		✓		✓
	Stump volume	diameter, H	m ³ /ha		✓		✓
Tree microhabitat	Tree cavity density	Tree cavity	n cavities/ha		✓		✓
	Hollow trees/hole density	Tree hole/hollow	n hollows/ha		✓		✓
	Herbivory / Browse occurrence	Herbivory/Browse	%		✓		✓
	Forest fire presence	Forest fire			✓		✓
	Windfall area	Hazard			✓		✓
	Snowfall area	Hazard			✓		✓
	Pest/Disease occurrence	Pests/diseases symptoms			✓		✓
	Area Infested by Pests/Diseases	Type of Infestation			✓		✓
	Defoliation Index	Tree defoliation			✓		✓
	Fertilising occurrence	Fertilising			✓		✓
Soil management	Restoration area	Restoration			✓		✓
	Pesticides/Insecticides occurrence	Pesticides, insecticides			✓		✓
	Litter removal occurrence	Litter removal			✓		✓

H = height; Ln = length; DBH = diameter at breast height; * = at the landscape scale;

Progetto DIABOLO (2015-2018)

- ✓ Analisi dei dati derivanti dagli IFN per il calcolo di indicatori delle 4 componenti impiegate per la valutazione dello stato di conservazione degli habitat (area, function, structure, and prospects) secondo la Direttiva Habitat

Kovac M., Gasparini P., Notarangelo M., Rizzo M., Cañellas I., Fernández-de-Uña L., Alberdi I., 2020 - Towards a set of national forest inventory indicators to be used for assessing the conservation status of the Habitats Directive forest habitat types. Journal for Nature Conservation Volume 53, February 2020, 125747. Available online 10 September 2019. doi:

<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125747>

State of Europe's Forest → Criterio 4

Contributo dei dati derivanti da IFN per la compilazione degli indicatori



Criterion 4: Maintenance, Conservation and Appropriate Enhancement of Biological Diversity in Forest

Ecosystems	110
★★ Indicator 4.1 Diversity of tree species	111
★★ Indicator 4.2 Regeneration	114
★★ Indicator 4.3 Naturalness	118
★★ Indicator 4.4 Introduced tree species	122
★★ Indicator 4.5 Deadwood	125
Indicator 4.6 Genetic resources	128
★ Indicator 4.7 Forest fragmentation	133
★ Indicator 4.8 Threatened forest species	136
★ Indicator 4.9 Protected forests	141
Indicator 4.10 Common forest bird species	146
Indicator C.4: Policies, institutions and instruments to maintain, conserve and appropriately enhance the biological diversity in forest ecosystems	148

State of Europe's Forest → Criterio 4

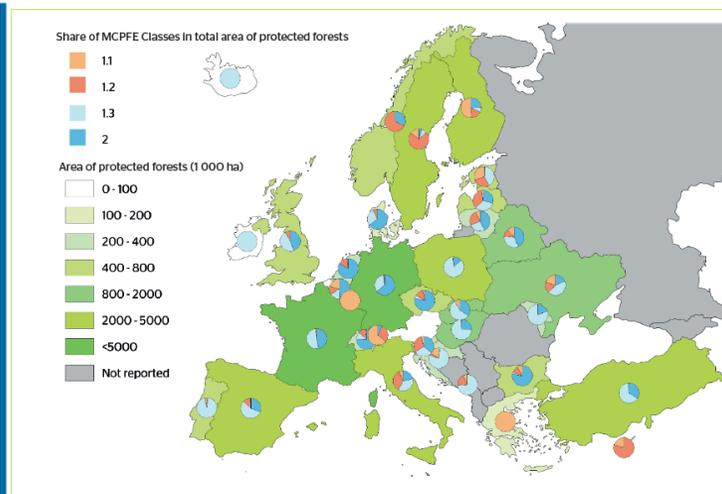


Figure 4.9-1: Area of protected forests and the share of MCPFE Classes in this area, by country, 2015

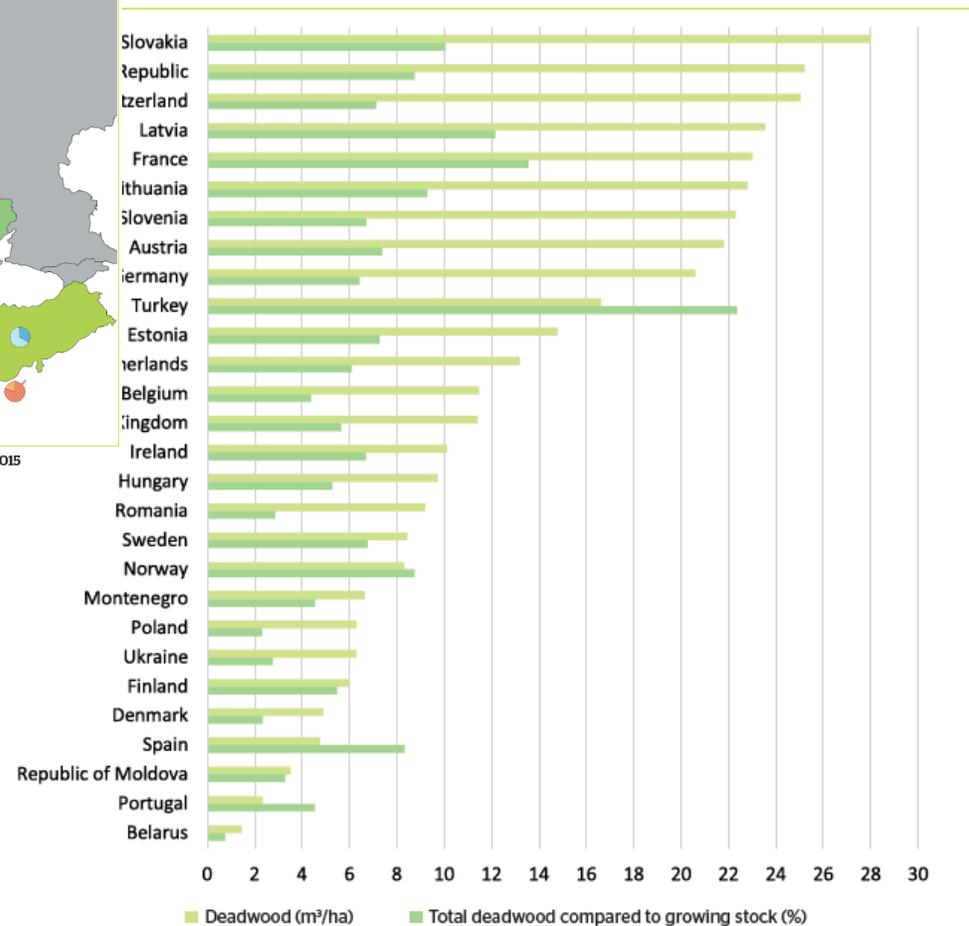


Figure 4.5-1: Deadwood volume per hectare and proportion of deadwood volume to growing stock, by country, 2015

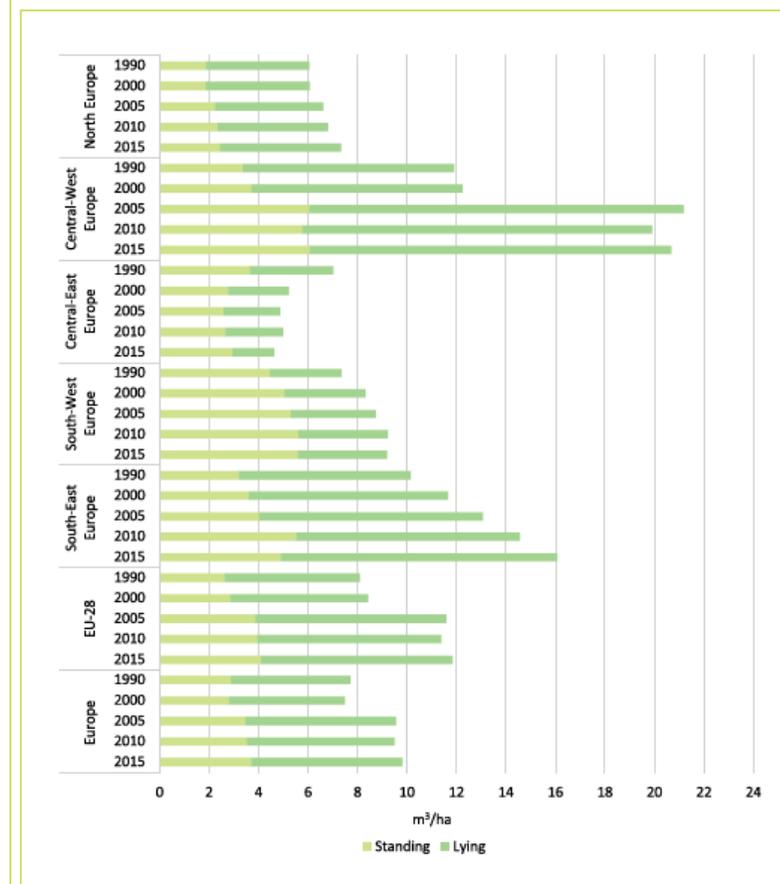


Figure 4.5-2: Weighted average volume of standing and lying deadwood, by region, 1990-2015

Il contributo degli IFN alla valutazione e al monitoraggio della biodiversità

Scala e livello di dettaglio

Le informazioni sulla biodiversità derivanti dagli IFN possono essere declinate a scale diverse (sovra-nazionale, nazionale, regionale, di strato – es. le categorie forestali)

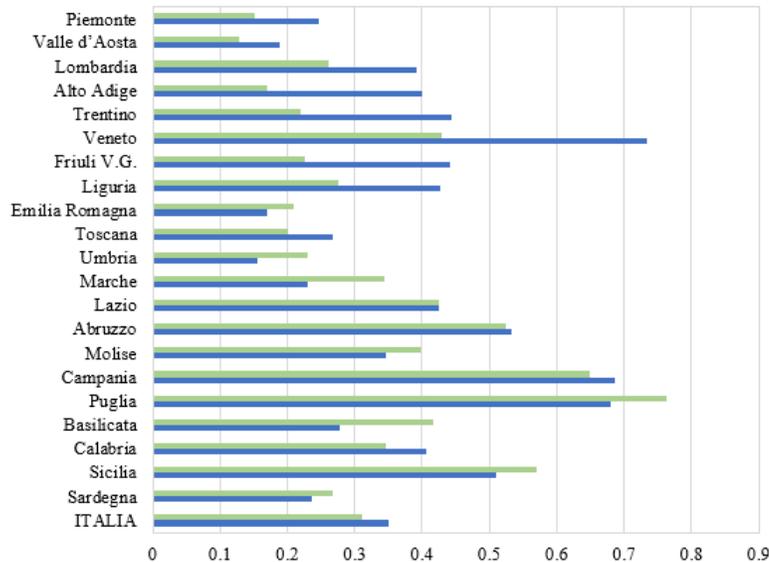


Fig. 9.11. Percent of area of Forest and Other wooded land included in protected areas / Ripartizione percentuale della superficie del Bosco e delle Altre terre boscate inclusa in aree protette.

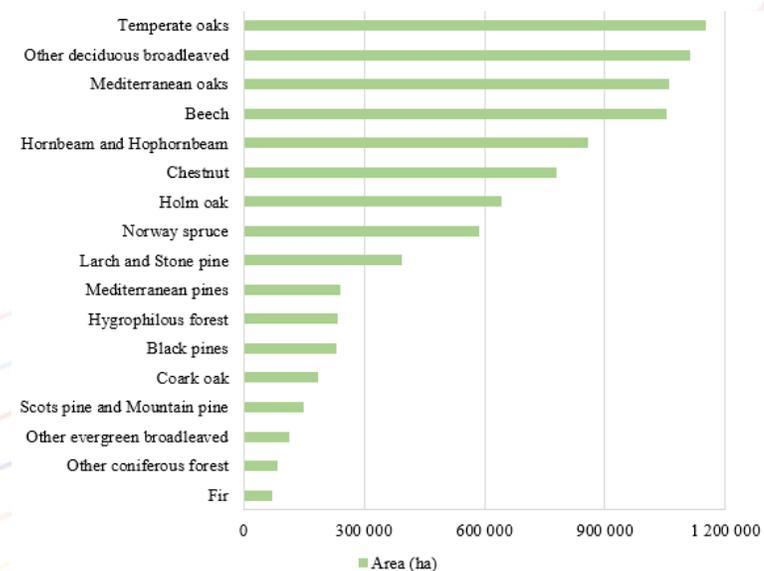
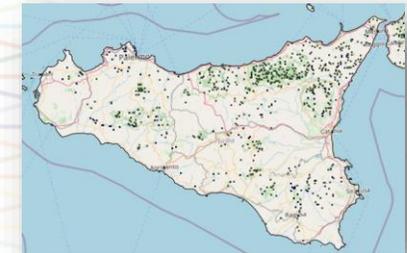


Fig. 7.5. Area of Tall trees forest types, in descending order / Superficie delle categorie forestali dei Boschi alti, in ordine decrescente.

Punti inventariali per grado di mescolanza conifere-latifoglie



Dati a livello di plot
(da inventarioforestale.org – Mappe)

Statistiche a livello nazionale, regionale e di categoria forestale

(da: Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D. (a cura di), 2022 - Italian National Forest Inventory— Methods and Results of the Third Survey. Springer Tracts in Civil Engineering. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98678-0>)

L'Inventario Forestale Nazionale italiano - sintesi e date

1° IFN italiano → IFNI85

1982 - avvio progetto (legge Quadrifoglio e PAN); 1983-1985 - rilievi in campo;
1988 - pubblicazione dei risultati

Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio - INFC

2° IFN italiano → INFC2005

2003-2006 - tre fasi di raccolta dati; 2007-08 (11) pubblicazione dei risultati; 2008-
2009 indagine integrativa sul contenuto di carbonio dei suoli forestali (fase 3+);
2012 (13) pubblicazione risultati fase 3+

3° IFN italiano → INFC2015

2013 fotointerpretazione (fase 1); 2017-20 rilievi in campo;
2021-22 elaborazioni e pubblicazione dei risultati



Le variabili stimate dal terzo inventario forestale nazionale (1)

Caratteri qualitativi e quantitativi rilevati	BA	AT	IA	ATB
Accessibilità e idoneità al rilievo	x	x	x	x
Uso/copertura del suolo	x	x	x	x
Categoria inventariale	x	x	x	x
Categoria e sottocategoria forestale	x	x	x	x
Grado di copertura	x	x	x	x
Grado di mescolanza, origine	x	x	x	x
Tipo colturale, stadio di sviluppo	x	x		
Esposizione, inclinazione, giacitura	x	x	x	x
Accidentalità, dissesto	x	x	x	x
Viabilità	x	x	x	

Categorie inventariali

BA = boschi alti

AT = aree
temporaneamente
prive di soprassuolo

IA = impianti di
arboricoltura da
legno

ATB = altre terre
boscate

Le variabili stimate dal terzo inventario forestale nazionale (2)

Caratteri qualitativi e quantitativi rilevati	BA	AT	IA	ATB
Proprietà, vincoli, pianificazione, disponibilità al prelievo legnoso	x	x	x	x
Pratiche colturali, utilizzazioni, esbosco, produzioni secondarie e funzione prioritaria	x	x	x	
Patologie e danni	x	x	x	
Rinnovazione e arbusti – specie, classe dimensionale, origine e danni	x	x	x	
Soggetti in piedi – diametro, specie, vitalità/integrità, dendrotipo e altezza soggetti troncati	x	x	x	
Soggetti campione – altezza dendrometrica e di inserzione della chioma, posizione sociale e incremento	x	x	x	
Età media del soprassuolo	x	x	x	
Materiale legnoso al suolo – dimensioni, gruppo botanico e stato di decadimento	x	x	x	
Ceppaie residue – dimensioni, specie, età e stato di decadimento	x	x	x	

Categorie inventariali

BA = boschi alti

AT = aree temporaneamente prive di soprassuolo

IA = impianti di arboricoltura da legno

ATB = altre terre boscate

Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Categorie e sottocategorie forestali

Table 7.7 Tall trees forest area by forest type / Estensione delle categorie forestali dei Boschi alti

Region/Regione	Larch and Swiss stone pine		Norway spruce		Fir		Scots pine and Mountain pine		Black pines	
	Boschi di larice e cembro		Boschi di abete rosso		Boschi di abete bianco		Pinete di pino silvestre e montano		Pinete di pino nero, laricio e loricato	
	Area	ES	Area	ES	Area	ES	Area	ES	Area	ES
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Piemonte	80,060	7.1	18,182	14.8	14,142	16.8	20,757	13.9	3232	35.3
Valle d'Aosta	47,644	7.9	18,230	13.4		57.3	11,671	17.2	385	99.6
Lombardia	53,420	9.8	87,863	6.5		25.0	19,043	16.3	4408	31.6
Alto Adige	93,650	6.0	178,339	6.5		37.6	37,053	9.6	378	99.8
Trentino	62,186	7.2			16,216	14.7	20,901	12.9	5766	24.9
Veneto	42,361	0.5			7104	22.8	12,251	17.5	3508	33.5
Friuli V.G.	12,971				1858	44.5	12,228	20.0	31,554	11.2
Liguria					932	35.0	10,262	18.5	5498	25.5
Familia Domus					17		18.17	11.7	16.708	0

3. BOSCHI DI ABETE BIANCO
CORINE Biotopes: - su calcare 42.121 - su silice 42.131, 42.133 - Alpi Marittime 42.1113

Abetina e Abeti-faggeta a mirtillo e Majanthemum
Boschi più o meno puri di abete bianco, specie diagnostiche: *Vaccinium myrtillus*, *Majanthemum bifolium*, *Clematis alpina*. In generale anche il faggio è presente nello strato arboreo, pur restando subordinato; il sottobosco è dato soprattutto da specie di faggeta, arbusti ed alte erbe.

Abetina a Cardamine
Boschi misti di abete bianco e faggio, specie diagnostiche: *Cardamine chelidonia*, *Geranium nodosum*, *Melica uniflora*. Essi costituiscono il sorzio forestale che cresce più in quota sul crinale dell'Appennino Tosco-Emiliano; in alcuni casi si tratta di boschi dal buon vigore e sviluppo dai quali si ha un'ottima produzione.

Abetina a Campanula
Abetine con *Campanula trachelium*, *Geranium versicolor*, *Ranunculus brutius*, nella fascia superiore del bosco, però a volte anche al di sotto della faggeta; nell'Appennino Centrale l'abete bianco è poco presente e diffuso a nuclei di modesta estensione, molto probabilmente per effetto della gestione forestale nel passato.



Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Le specie forestali

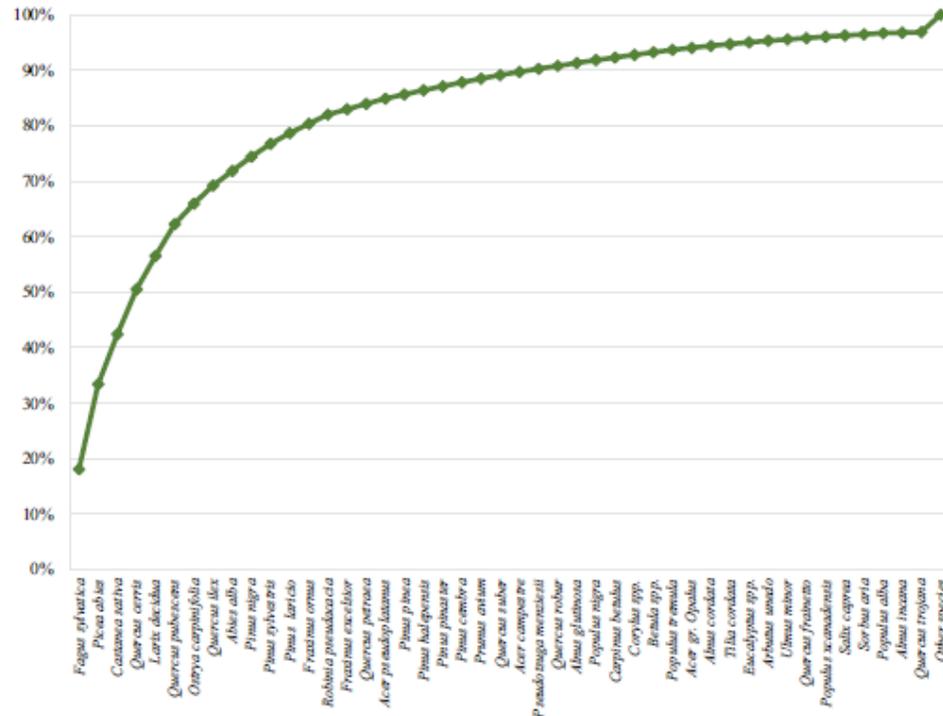


Fig. 9.2 Cumulative frequency distribution of the growing stock volume for the 45 main species in the Italian Forest / Distribuzione di frequenza cumulata del volume legnoso per le 45 specie più abbondanti nel Bosco italiano

(Da: Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D. (a cura di), 2022 - Italian National Forest Inventory—Methods and Results of the Third Survey. Springer Tracts in Civil Engineering. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98678-0>)

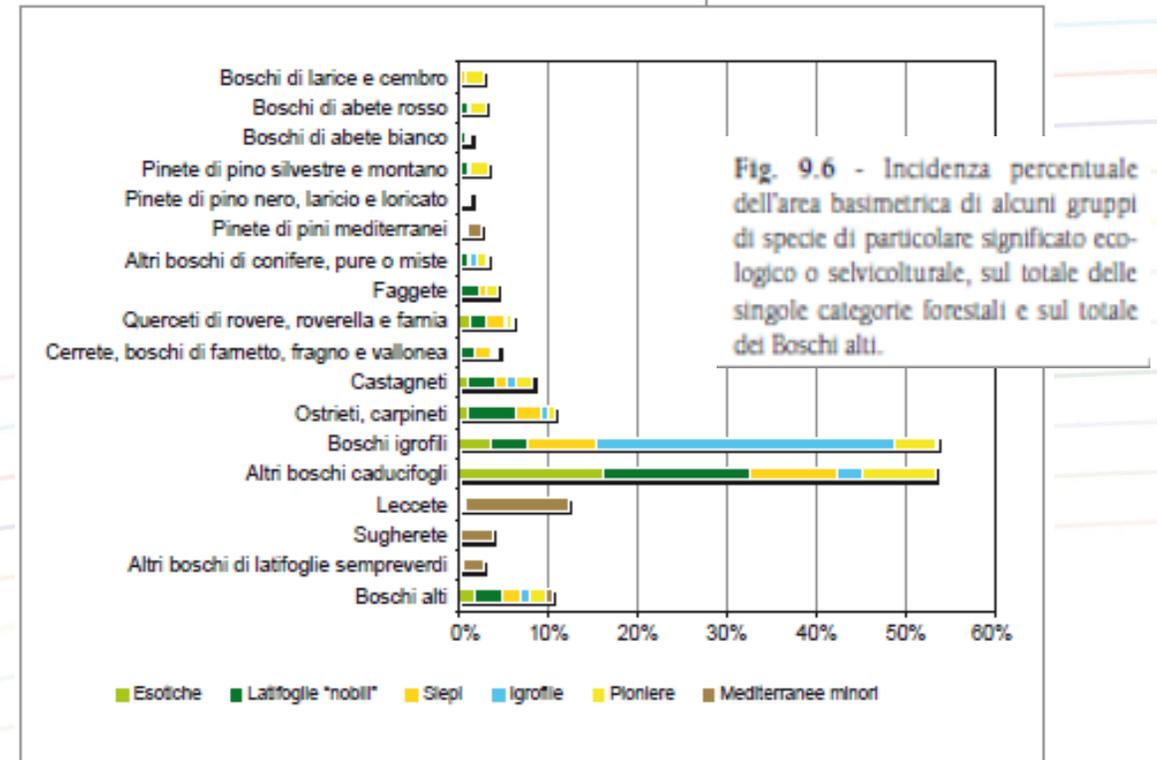


Fig. 9.6 - Incidenza percentuale dell'area basimetrica di alcuni gruppi di specie di particolare significato ecologico o selvicolturale, sul totale delle singole categorie forestali e sul totale dei Boschi alti.

Da: Gasparini P., Tabacchi G., (a cura di), 2011 - L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati. Edagricole-Il Sole 24 Ore, ISBN 978-88-506-5394-2, 653 pp.

Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Il legno morto

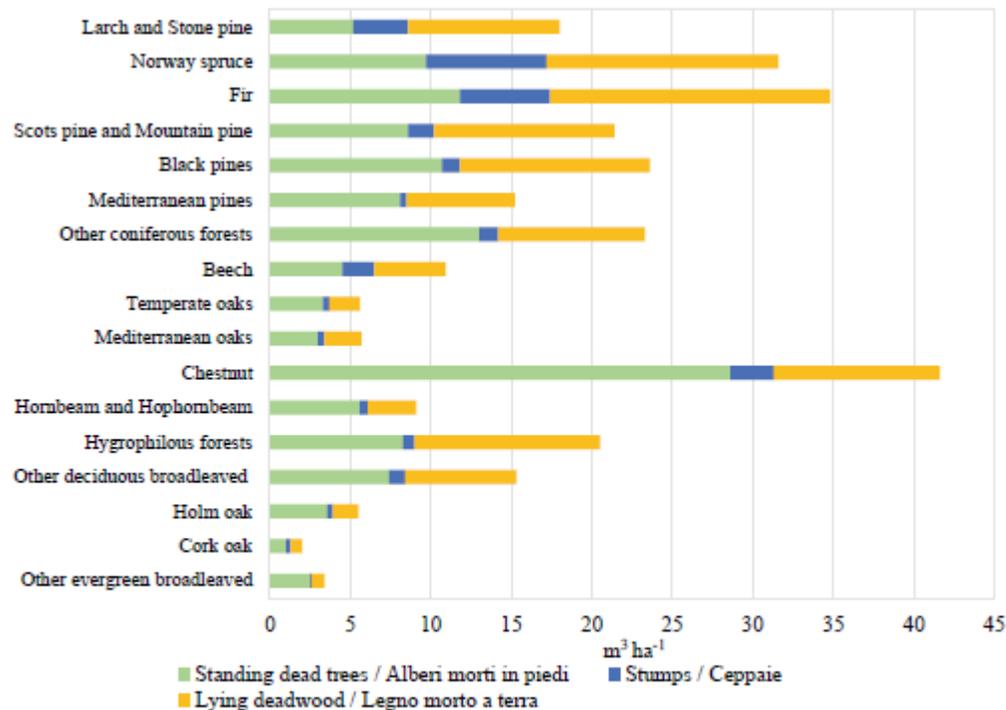


Fig. 9.9 Volume per hectare of coarse woody debris by component, in the Tall trees forest types / Volume per ettaro delle componenti di legno morto grosso, nelle categorie dei Boschi alti

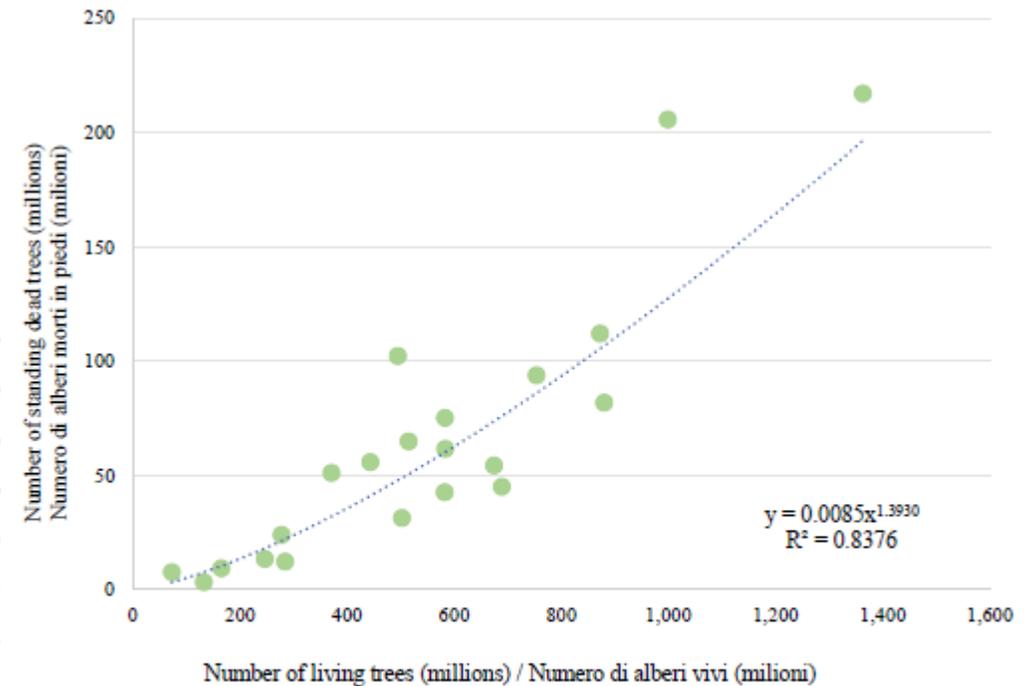


Fig. 9.8 Relationship between the number of standing dead trees and that of living trees in the Italian regions / Relazione tra il numero degli alberi morti in piedi e il numero degli alberi vivi nelle regioni italiane

Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC Impatto della selvicoltura

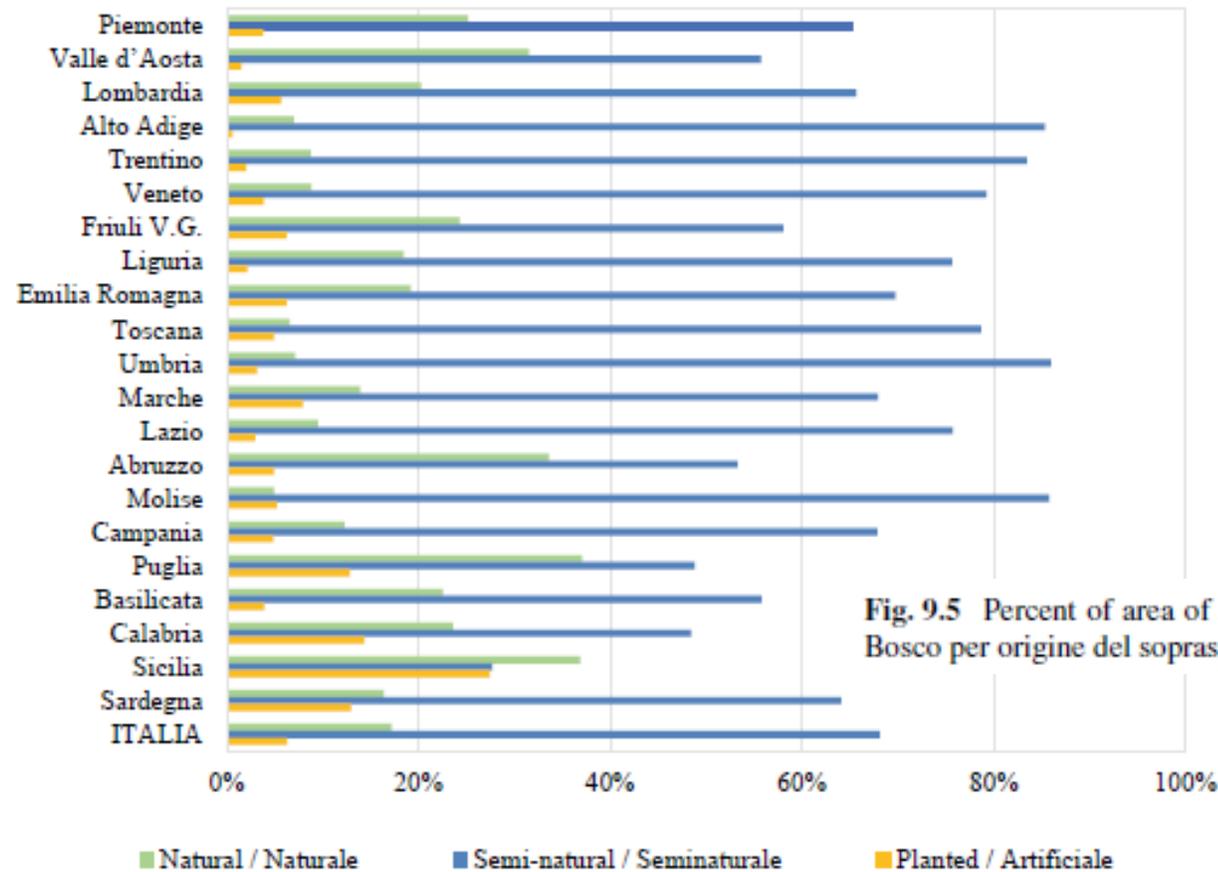


Fig. 9.5 Percent of area of Forest by stand origin / Ripartizione percentuale della superficie del Bosco per origine del soprassuolo

Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Le aree protette

Fig. 9.10 Area of Forest and Other wooded land included in different types of protected areas, at national level / Estensione del Bosco e delle Altre terre boscate, a livello nazionale, ripartita per tipo di area protetta

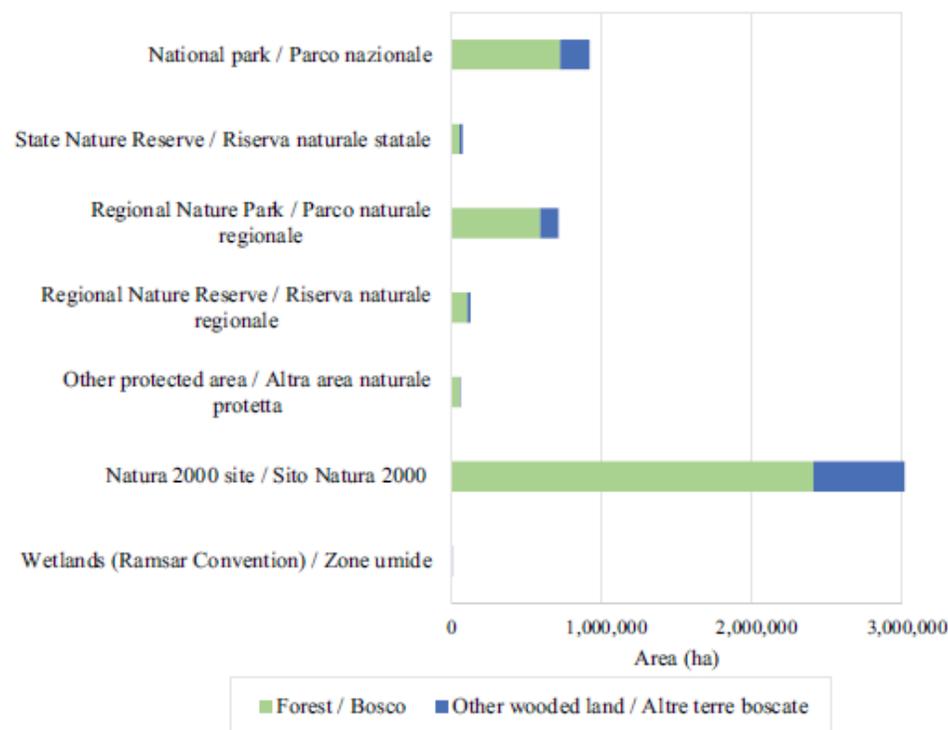
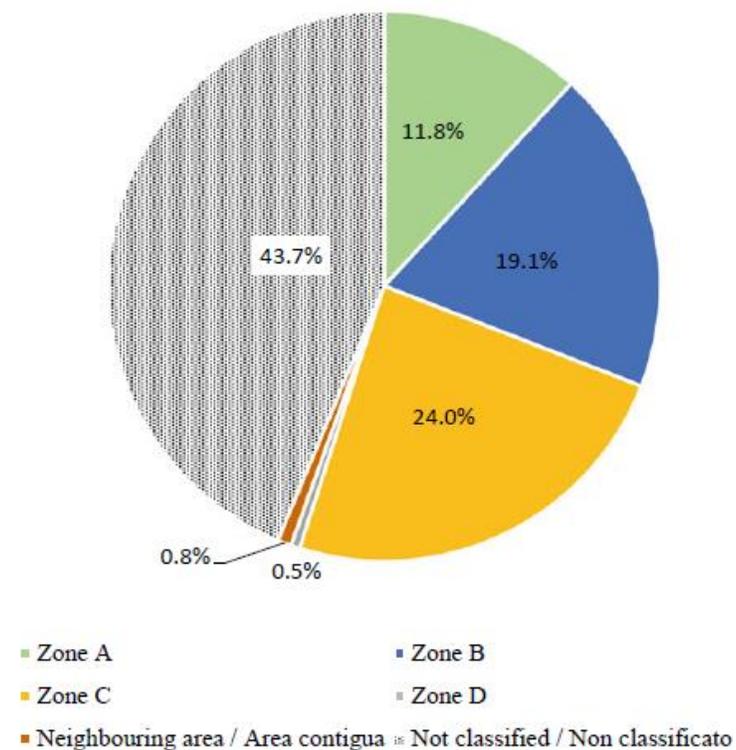


Fig. 9.12 Percentage area of Forest into national parks by different protection levels / Ripartizione percentuale del Bosco incluso in parchi nazionali, per grado di protezione

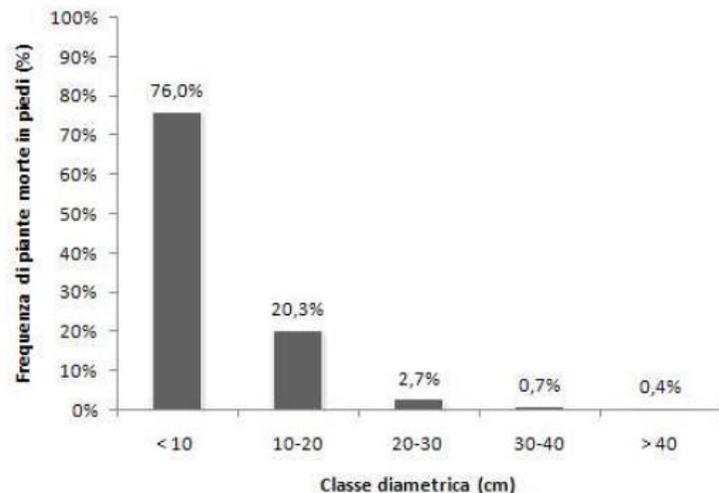


Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Esempi di analisi dei dati INFC2005 su aspetti specifici connessi alla biodiversità

Il legno morto

Fig. 5 - Ripartizione percentuale degli alberi morti, in piedi, nelle diverse classi diametriche.



Tab. 4 - Numero medio di piante morte, in piedi, con diametro superiore a 30 cm, per sovracategoria.

Sovracategoria	Numero piante morte ha ⁻¹	
	30-40 cm	>40 cm
Boschi di conifere alpine	1.57	0.82
Pinete e altri boschi di conifere	1.59	0.48
Faggete	0.71	0.38
Querceti caducifogli	0.40	0.13
Castagneti e carpineti	1.64	0.97
Altri boschi di caducifoglie	1.26	0.63
Boschi di latifoglie sempreverdi	0.09	0.13

Variabili relative alla biodiversità stimate da INFC

Esempi di analisi dei dati INFC2005 su aspetti specifici connessi alla biodiversità

Specie aliene invasive

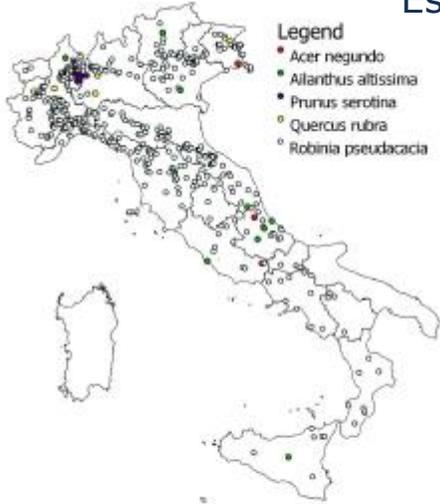


Fig. 2. Map of National Forest Inventory plots with invasive alien tree species.

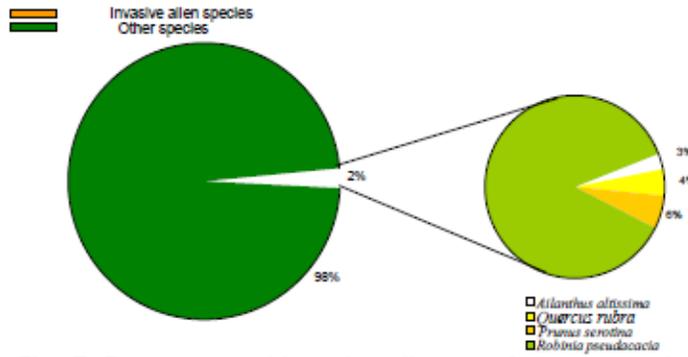


Fig. 7. Percentage of invasive alien species regeneration and its distribution by species.

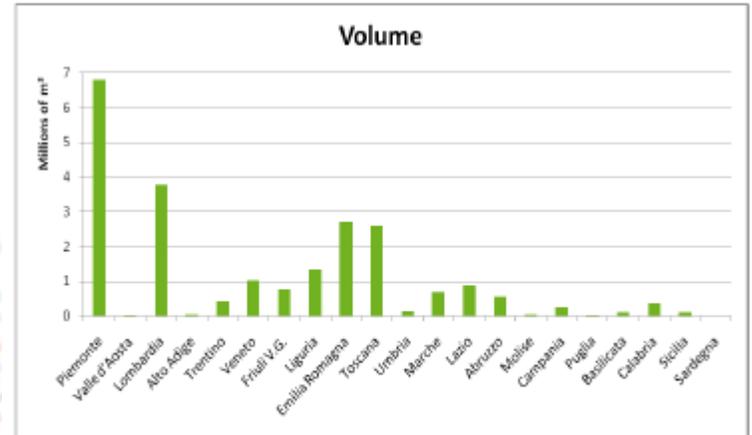


Fig. 5. Total growing stock of invasive alien species by regions.

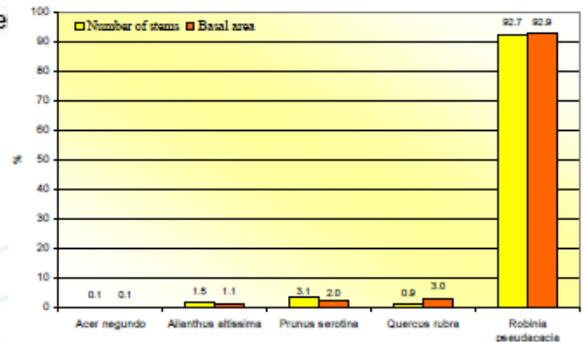


Fig. 3. Proportion of invasive alien tree species in terms of number of stems and basal area ("tall trees forest" category).

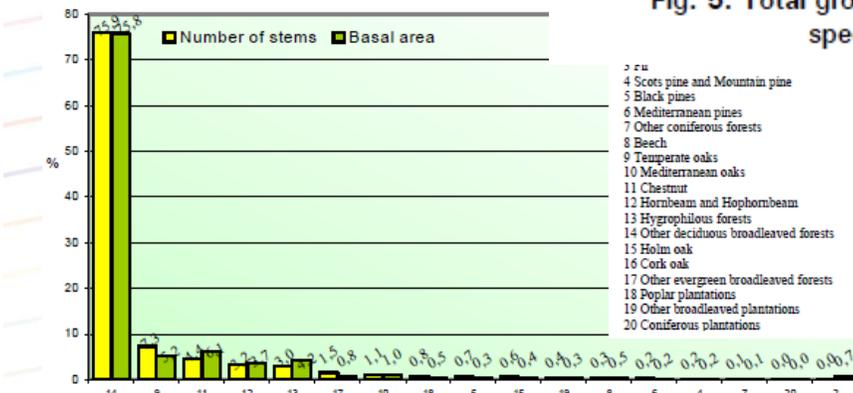
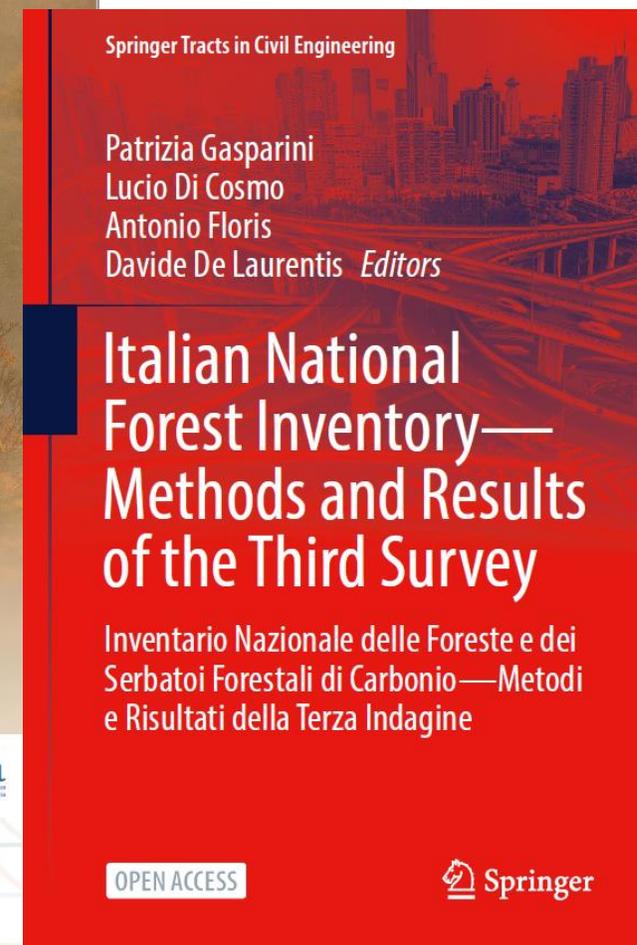


Fig. 4. Proportion of invasive alien tree species in terms of number of stems and basal area by forest type.

(Da: Rizzo M., Gasparini P., 2011 - Occurrence and distribution of alien invasive tree species in the Italian forests. FORESTRY IDEAS, 2011, vol. 17, No 1 (41))



www.inventarioforestale.org

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-98678-0>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Monitoraggio della biodiversità attraverso gli inventari forestali nazionali
P. Gasparini, L. Di Cosmo, A. Floris