

Le basi conoscitive per il restauro forestale: il caso di Bosco Pomieri (Parco Regionale delle Madonie, Sicilia)

Bagnato S⁽¹⁾, Merlino A⁽¹⁾, Mercurio R⁽¹⁾, Solano F⁽¹⁾, Scarfò F*⁽¹⁾, Spampinato G⁽²⁾

(1) Dipartimento GESAF, Università Mediterranea, Loc. Feo di Vito, I-89122 Reggio Calabria (Italy); (2) Dipartimento DISTAFA, Università Mediterranea, Loc. Feo di Vito, I-89122 Reggio Calabria (Italy) - *Corresponding Author: Francesco Scarfò (francesco.scarfo@unirc.it).

Abstract: Basic knowledge for forest restoration: the Pomieri forest case study (Madonie regional park, Sicily). The purpose of this paper is to highlight a case study of forest restoration in the Pomieri Wood area (Madonie regional park, Sicily), consisting of a relict population of sessile oak (*Quercus petraea* subsp. *austrothyrrhenica* Brullo, Guarino & Siracusa). To assess the functionality of the stand some biological indicators were taken into consideration: dendrometric-structural, floristic-vegetation, ecological, fructification, natural regeneration, disturbances. They reveal a state of degradation after a long period of overexploitation of resources. Forest restoration would lead to the regaining of the cultural value of the Pomieri wood by management authorities and local populations. Then a series of measures are to be carried out providing for the removal of degradation factors (grazing, illegal cuttings) and restoring stand density, biodiversity and ecological functionality.

Keywords: Forest restoration, biodiversity, *Quercus petraea*, Sicily

Received: Feb 23, 2011; Accepted: Sep 07, 2011; Published online: Feb 28, 2012

Citation: Bagnato S, Merlino A, Mercurio R, Solano F, Scarfò F, Spampinato G, 2012. Le basi conoscitive per il restauro forestale: il caso di Bosco Pomieri (Parco Regionale delle Madonie, Sicilia). Forest@ 9: 8-19 [online 2012-02-28] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0679-008>

Introduzione

Il restauro forestale assume i connotati di una nuova disciplina, rivolta ad attuare misure per il recupero funzionale di ecosistemi forestali degradati anche in ambiente mediterraneo (Mercurio 2010). Infatti, il restauro degli ecosistemi forestali degradati oltre che un preciso obiettivo di gestione nelle aree protette (Bobiec 2002) è uno dei maggiori obiettivi della ricerca forestale applicata e delle strategie di politica forestale in vari Paesi (Weiss 2004, Li 2004, Rentch et al. 2010, Yin et al. 2010, Yin & Yin 2010).

In questo contributo si è preso in esame il Bosco Pomieri, localizzato nel Parco Regionale delle Madonie (Sicilia settentrionale), dominato dalla rovere che Brullo et al. (1999a) riferiscono a *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *austrothyrrhenica* Brullo, Guarino & Siracusa, allopatrica rispetto alla sottospecie nominale, occupando le stazioni più meridionali dell'areale della specie in Italia e in Sicilia. Il bosco, per-

tanto riveste un particolare interesse geobotanico e naturalistico (Brullo 1984, Raimondo et al. 1992, 2004, Brullo et al. 1999b, Schicchi & Raimondo 2007) e rappresenta presumibilmente una delle aree rifugio e di origine della diversità genetica prima della migrazione post-glaciale (Dumolin-Lapegue et al. 1997), ma ad alto rischio di estinzione per la bassa differenziazione genetica della popolazione (Bruschi et al. 2003, AA. VV. 2008b).

Il bosco è stato oggetto di un pesante sfruttamento fra la prima e la seconda guerra mondiale e negli anni 1950, 1952, 1953. Oggi nel quadro di mutate condizioni economico-sociali e per l'affermarsi di un diverso interesse per il bosco si pone il problema della sua salvaguardia. Tuttavia quest'ultimo termine appare generico e potrebbe significare solo misure di esclusione di interventi, anziché misure proattive di riavvio dei processi funzionali. Da qui il restauro forestale, inteso innanzitutto come la riacquisizione

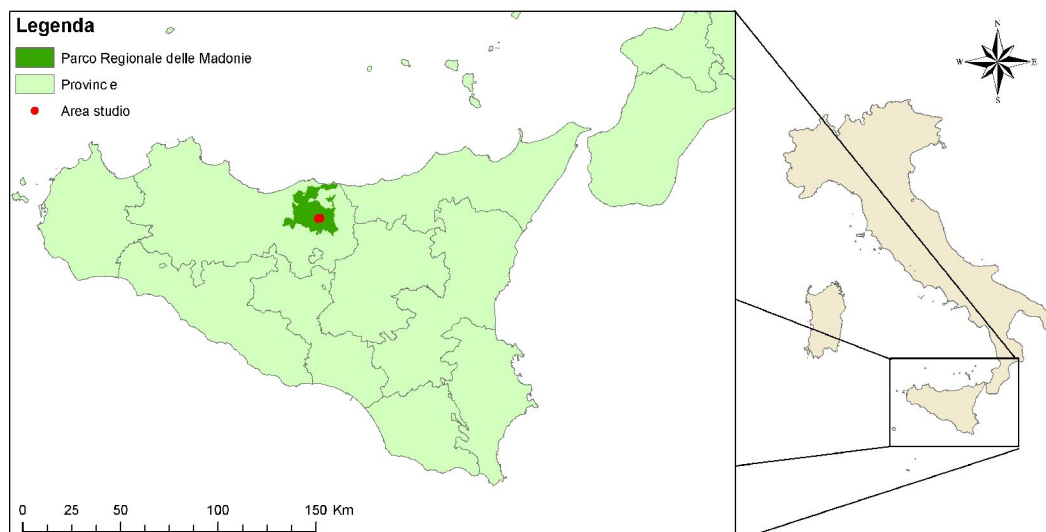


Fig. 1 - Localizzazione dell'area di studio.

culturale del valore del bosco da parte degli enti territoriali di gestione e delle popolazioni locali, e poi come l'applicazione di una serie di misure che prevedano sia la rimozione dei fattori di degrado che interventi colturali di miglioramento riguardo alla densità, biodiversità, struttura, funzionalità ecologica.

Materiali e metodi

Il Bosco Pomieri, inserito in zona A del Parco Regionale delle Madonie (Comune di Petralia Sottana, Palermo), si estende per circa 1000 ha, tra 1200-1300 e 1500 m s.l.m. (Fig. 1).

Per la caratterizzazione climatica mancano stazioni di riferimento collocate alla stessa quota. L'unica stazione vicina è quella di Petralia Sottana (Fig. 2) localizzata a 930 m s.l.m. su un diverso versante del sistema montuoso delle Madonie. Qui la temperatura media annua è di 13.8 °C, mentre la precipitazione media annua è di 779 mm. Le precipitazioni nevose interessano il periodo dicembre-febbraio. Per la definizione del bioclina si è quindi fatto riferimento all'Atlante climatologico della Sicilia (AA. VV. 2002). In accordo con Rivas-Martinez (2004) e Brullo et al. (1996) l'area oggetto di studio è caratterizzata da un bioclina mediterraneo pluvio-stagionale oceanico con termotipo supramediterraneo e ombrotipo umido inferiore.

Il substrato pedogenetico è costituito prevalentemente da quarzareniti del Flysch numidico (Lentini & Vezzani 1974). I suoli profondi sono riferibili agli Inceptisuoli (Suoli Bruni) e agli Alfisuoli (Fierotti 1988, Fierotti 1997).

Il Bosco Pomieri è caratterizzato dalla presenza della rovere meridionale (*Quercus petraea* subsp. *au-*

strothyrenica Brullo, Guarino & Siracusa), spesso presente in esemplari secolari e con un denso strato arbustivo dominato dall'agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.), ad essi si associano nelle aree più fresche ed alle quote superiori, *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer obtusatum* W. & K., *Ulmus glabra* Huds., *Sorbus torminalis* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill., sporadicamente *Quercus cerris* L. e altre querce del ciclo di *Quercus pubescens*, e varie specie arbustive quali *Daphne laureola* L., *Crataegus laciniata* Ucria, *Ruscus aculeatus* L., *Rhamnus catharticus* L. (Brullo 1984, Raimondo 1984, Raimondo et al. 1992, Raimondo 1998).

Il bosco di rovere meridionale sotto l'aspetto fito-

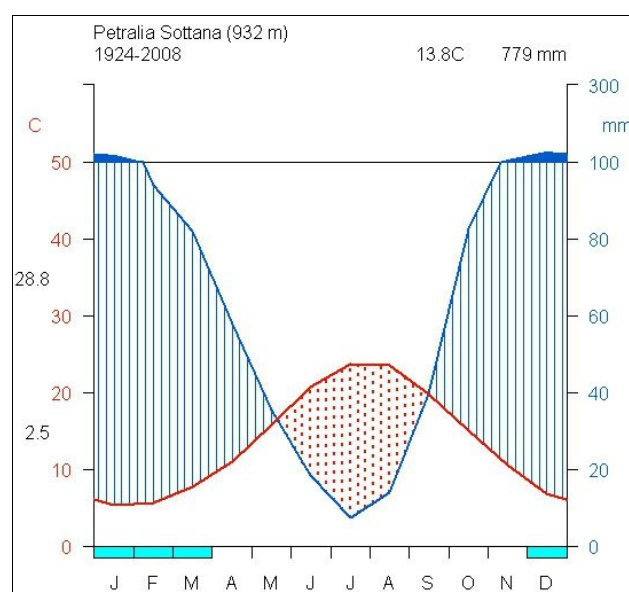


Fig. 2 - Climogramma di Walter & Lieth (1960), generato con il modulo CLIMATOL in ambiente R, della stazione di Petralia Sottana (PA).

sociologico rientra nell'associazione *Ilici-Quercetum austrotyrrhenicae* (*Ilici-Quercetum petraeae* Brullo & Marcenò in Brullo 1984), descritto da Brullo (1984) proprio per questo territorio. L'associazione rientra nel *Doronico-Fagion* (Gentile 1969) Ubaldi et al. 1990, alleanza dell'ordine *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski et al. (1928) e della classe *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. Vlieger in (Brullo et al. 1999b).

Le caratteristiche della vegetazione denotano condizioni climatiche con accentuati caratteri di oceanicità, in relazione alle correnti umide provenienti dal mar Tirreno che accrescono l'apporto idrico sotto forma di precipitazioni occulte (Brullo 1984, Schicchi & Raimondo 2007) che non è messo in evidenza dai dati della stazione termo-pluviometrica.

Secondo i tipi forestali della Sicilia (IPLA 2008) il Bosco Pomieri è inquadrato come segue:

1. categoria: Querceti di rovere e roverella; tipo: Querceto di rovere (QU10X);
2. categoria: Faggeta mesofila dei substrati silicatici; variante con faggio (FA10B).

Sono state materializzate al suolo sei aree di saggio (AdS) di 50 x 50 m (2500 m²); il disegno di campionamento è di tipo soggettivo ed il numero delle AdS varia da cinque per in popolamenti QU10X (AdS 1, 2, 3, 4, 6) a una AdS in un popolamento FA10B a seconda dell'estensione e della rappresentatività nell'area studio.

Rilievi dendrometrici e strutturali

In ogni AdS, nella stagione 2008-2009, sono stati effettuati i seguenti rilievi: (1) cavallettamento totale delle piante vive con diametro a 1.30 m \geq 2.5 cm, altezze (sul 20% delle piante rappresentative di tutte le classi diametriche e delle 25 piante di diametro maggiore); (2) età, mediante succhiellamento a 1.30 m degli alberi dominanti; (3) tipo di struttura: mono-, bi-, multi-plana; per la caratterizzazione della struttura verticale è stato applicato l'indice di Latham et al. (1998); (4) grado di copertura in %; (5) stato vegetativo (senescenza, stress ambientali, patologie, attacchi di insetti); (6) azioni di disturbo.

In ogni AdS si è proceduto alla realizzazione di un *transect* di struttura, diagonale all'area di saggio, delle dimensioni di 40 x 6 m in cui sono stati raccolti i seguenti dati: (1) classificazione dei soggetti arborei distinguendo la specie, l'origine (gamica o agamica) ed il diametro a 1.30 m; (2) altezza totale e di inserzione del primo ramo verde in m; (3) posizione sociale (dominante, intermedia, dominata); (4) posizione topografica; (5) raggio della chioma secondo le 4 direzioni geografiche in m.

Procedendo alla restituzione grafica con l'utilizzo del software SVS 3.31 (STAND VISUALIZATION SYSTEM, Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service, USA) è stato possibile: (1) evidenziare sia la distribuzione nello spazio orizzontale e verticale; (2) valutare il grado di copertura (valore percentuale della superficie coperta dalle chiome riferita alla superficie del *transect*).

Sono state rilevate le ceppaie presenti distinguendo se di origine naturale o artificiale (taglio). Ceppaie e soggetti morti in piedi sono stati posizionati acquisendo le coordinate con un GPS.

Rilievi della necromassa

Per ogni AdS è stata stimata la necromassa, indicatore Pan-Europeo per la gestione forestale sostenibile (Criterio 4: Conservazione e appropriato miglioramento della biodiversità negli ecosistemi forestali - MCPFE 2007) e, per questo, considerata tra gli indicatori di sostenibilità ambientale. La distribuzione spaziale, il volume, la classe e il grado di decomposizione della necromassa possono essere usati come indicatori della biodiversità e della funzionalità degli ecosistemi forestali (Franklin et al. 1987, McComb & Lindenmayer 2001, Humphrey et al. 2004). In questo studio la necromassa è distinta in: (1) necromassa in piedi (SDT, *Standing Dead Trees*), che comprende le piante morte in piedi, intere o troncate; (2) necromassa a terra, (CWD, *Coarse Woody Debris*) costituita da rami, ceppaie, fusti di alberi e arbusti morti che sono caduti e che si trovano sul terreno (FAO 2004, Li Zhou et al. 2007).

La SDT è stata stimata misurando in tutti i soggetti presenti nell'area con diametro \geq 2.5 cm a 1.30 m, il diametro a metà lunghezza e la lunghezza totale. Inoltre, ogni campione di SDT è stato riferito ad una delle classi di decomposizione di Hunter (Maser et al. 1979 in McComb & Lindenmayer 2001). Le elaborazioni per la stima della SDT hanno riguardato: (1) il numero di fusti morti in piedi; (2) la percentuale di piante morte in piedi sul totale; (3) la ripartizione in classi di diametro; (4) la ripartizione percentuale della SDT nelle classi di decomposizione di Hunter; (5) il volume con la formula di Huber.

La CWD è stata stimata con un campionamento per intersezione lineare (Van Wagner 1968, Corona 2000). Il metodo presuppone che i pezzi siano approssimativamente cilindrici, giacenti sul terreno e che siano distribuiti e orientati casualmente nell'area. Il rilevamento è stato condotto lungo 9 segmenti lineari di campionamento di lunghezza di 30 m per ogni AdS. Con riferimento ad ogni singolo segmento

è stata rilevata la lunghezza ed il diametro dei pezzi con diametro > 2.5 cm che intersecano il segmento. Il volume di ogni segmento lineare è stato calcolato con la seguente formula (eqn. 1):

$$V/ha = \frac{\pi^2}{8L} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

dove m è il numero dei pezzi intersecati, d è il diametro dei pezzi (cm) nel punto di inserzione con il segmento, L è la lunghezza del segmento lineare campione (m).

Per il volume complessivo ad ettaro, tenuto conto che i segmenti sono di lunghezze diverse è stata utilizzata la seguente formula (eqn. 2):

$$V/ha_{tot} = \frac{\sum_{j=1}^n L_j \cdot Vha_j}{\sum_{j=1}^n L_j}$$

dove n è il numero dei segmenti campione e Vha è la massa ad ettaro dei residui legnosi stimata sul j -esimo segmento campione.

Analisi della fruttificazione

La valutazione quantitativa della fruttificazione è stata fatta mediante una stima visiva della presenza/assenza di frutti sul totale della chioma in questo modo è stato possibile distinguere quattro classi: (1) assente (nessun frutto); (2) scarsa (la fruttificazione su <1/3 della chioma); (3) media (frutti da 1/3 a 2/3 della chioma); (4) Abbondante (frutti >2/3 della chioma). La valutazione è stata effettuata nel periodo di fruttificazione su tutte le piante comprese nelle AdS.

Analisi della rinnovazione naturale e della PAR (Photosintetic Active Radiation)

L'analisi dell'efficienza funzionale nei processi di rinnovazione naturale è un elemento fondamentale per valutare le potenzialità di perpetuazione di un popolamento. Si considera rinnovazione naturale l'insieme delle piante nate da seme con diametro < 2.5 cm a 1.30 m (Mercurio 2010). L'efficienza di questo processo è stata valutata analizzando: (1) le modalità di rinnovazione (densità, distribuzione); (2) i fattori limitanti e di disturbo che impediscono o compromettono l'insediamento e l'affermazione della rinnovazione naturale.

La rinnovazione naturale è stata rilevata con un campionamento sistematico per allineamenti paralle-

li di aree campione ogni 10 m (Corona 2000). Con riferimento ad ogni singolo allineamento è stata definita ogni 5 m una microarea di 1 m di raggio su cui effettuare i rilievi. Di ogni individuo sono stati rilevati: specie, altezza, età indicativa, localizzazione (coperto, scoperto, margine). Per ogni area è stato determinato l'indice di rinnovazione ($IR = Hm' D$) di Magini (1967).

La quantità e la qualità della luce che arriva ai livelli inferiori del popolamento influenza le condizioni microclimatiche e quindi la vegetazione del sottobosco, i tassi di decomposizione della sostanza organica, i processi di rinnovazione naturale. In ogni area sono state eseguite misure di PAR con un ceptometro (AccuPAR, Degagon Devices Inc., Pullman, WA, USA) a 1.5 m di altezza dal suolo con lo strumento in posizione orizzontale. Le misure sono state effettuate nei mesi di luglio, agosto e settembre, in giornate di cielo sereno, alle 12 (ora solare). Le misure di radiazione sono state eseguite: (1) all'esterno in condizioni di totale assenza di copertura forestale: (2) all'interno dell'area di saggio eseguendo 4 misurazioni secondo i punti cardinali.

Dai valori ottenuti da questi rilievi è stata calcolata la trasmittanza (T %), ossia la percentuale di radiazione che penetra al di sotto di una superficie più o meno continua rispetto a quella che incide al di sopra di essa (Paci 2004).

Analisi fitosociologica

Il rilievo della vegetazione è stato eseguito secondo il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet 1964). La stima dell'indice di abbondanza-dominanza è stata effettuata secondo una scala convenzionale (5 = copertura > 75%; 4 = 50-75%; 3 = 25-50%; 2 = <25%; 1 = <5%; + = copertura molto scarsa). Gli strati di vegetazione considerati sono: (6) strato arboreo superiore, con altezza >25 m; (5) strato arboreo intermedio, 12-25 m; (4) strato arboreo inferiore, 5-12 m; (3) strato arbustivo superiore, 2-5 m; (2) strato arbustivo inferiore 0.5-2 m; (1) strato erbaceo. La nomenclatura delle specie segue Giardina et al. (2007) e Brullo et al. (1999a) per il genere *Quercus*.

Analisi dei disturbi

L'analisi dei disturbi per stimare lo stato di degrado ha preso in considerazione gli impatti di natura antropica e quelli generati dal pascolo degli ungulati (domestici e selvatici). Gli impatti sono stati stimati qualitativamente secondo la scala temporale, spaziale e la magnitudo mediante la raccolta di indici di presenza/assenza di indicatori. Riguardo alla scala

Tab. 1 - Elementi dendrometrico-strutturali. (G): area basimetrica; (V): volume; (GC): grado di copertura; (a): età media in anni (tra parentesi valori minimo e massimo).

AdS	n. piante (ha ⁻¹)				Tot	G ha ⁻¹ (m ²)	V ha ⁻¹ (m ³)	GC (%)	Età ^(a) (anni)
	Ceduo		Fustaia						
	Faggio	Rovere	Faggio	Rovere					
1	-	488	-	996	1484	25.7	197	100	160 (92-229)
2	-	267	-	460	727	13.3	83	100	159 (102-217)
3	-	228	-	144	372	10.5	104	96	93 (86-98)
4	-	148	-	764	912	30.4	272.2	81	165 (135-195)
5	336	-	240	40	616	33.4	827.3	93	140 (118-163)
6	-	-	-	428	428	21.6	278.6	94	152 (123-185)

temporale è stata utilizzata la seguente classificazione: (1) temporaneo: il disturbo si verifica sporadicamente; (2) semi-permanente: il disturbo si verifica costantemente ma in modo irregolare; (3) permanente: il disturbo si verifica in modo permanente. Riguardo alla scala spaziale è stata utilizzata la seguente classificazione: (1) localizzato: il disturbo si verifica su piccole superfici; (2) non localizzato: il disturbo si verifica nell'area studio e nelle aree circostanti; (3) esteso: il disturbo si verifica nell'area studio ed in tutte le aree circostanti in modo indifferenziato.

Riguardo alla magnitudo è stata utilizzata la seguente classificazione: (1) bassa: il disturbo causa la modificazione delle componenti biotiche, abiotiche ed ecologiche in modo reversibile nel brevissimo periodo (1-2 mesi); (2) media: il disturbo causa la modificazione delle componenti biotiche, abiotiche ed ecologiche in modo reversibile nel lungo periodo; (3) alta: il disturbo causa la modificazione delle componenti biotiche, abiotiche ed ecologiche in modo irreversibile.

Per i disturbi antropici sono stati presi in conside-

razione i seguenti indici di presenza/assenza: (1) tagli abusivi; (2) raccolta della necromassa. Per gli ungulati sono stati raccolti indici di presenza/assenza: (1) escrementi; (2) danni da grufolamento e da calpestio; (3) brucature; (4) scortecciature; (5) fenomeni di costipazione del suolo.

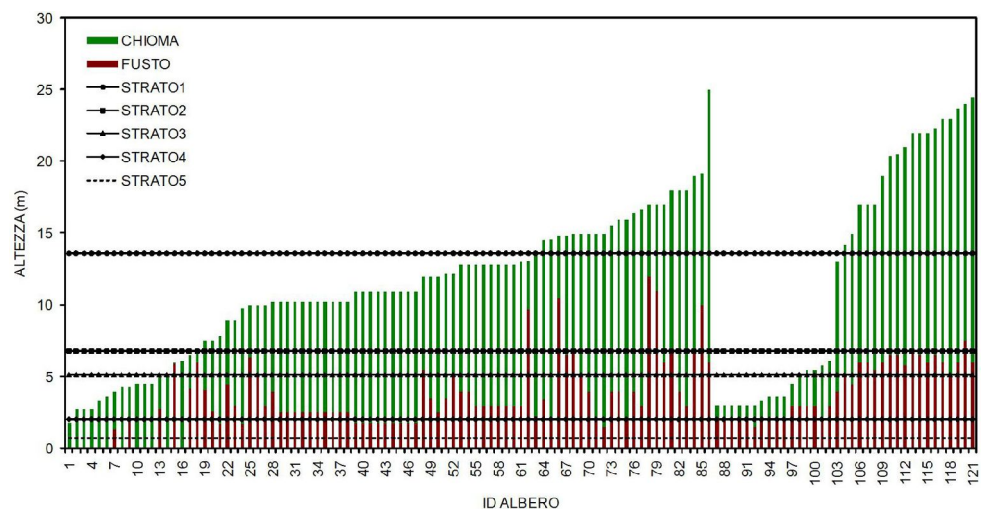
Risultati e Discussione

Elementi dendrometrico-strutturali

Il Bosco Pomieri è risultato disomogeneo dal punto di vista strutturale e floristico, e rispecchia anche un diverso grado di degrado: le AdS poste a quote più basse (vicine alle strade ed alle abitazioni) sono molto più degradate e rispetto a quelle localizzate a quote più elevate (lontane da strade ed abitazioni). Anche i valori dei parametri dendrometrici (area basimetrica, volume) più bassi confermano questa condizione (Tab. 1).

Per la tipologia QU10X le strutture riscontrate sono quella biplana e quella multiplana. L'indice di Latham et al. (1998) ha messo in evidenza una struttura

Fig. 3 - Grafici di stratificazione della struttura verticale secondo Latham et al. (1998) per la tipologia QU10X.



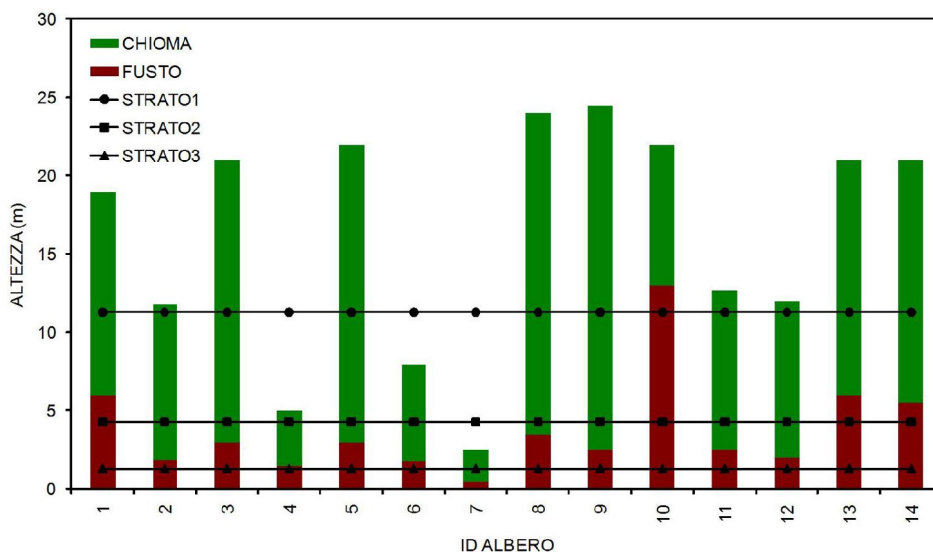


Fig. 4 - Grafici di stratificazione della struttura verticale secondo Latham et al. (1998) per la tipologia QU10A.

Tab. 2 - Mortalità degli individui in piedi.

AdS	Vivi (n ha ⁻¹)	Morti (n ha ⁻¹)	Totale (n ha ⁻¹)	Morti in piedi (%)
1	1484	164	1648	11.1
2	727	107	834	15
3	372	28	400	7.5
4	912	72	984	7.9
5	616	16	932	2.6
6	428	20	448	4.7

Tab. 3 - Ripartizioni in classi di diametro degli individui morti in piedi (%), diametro (cm).

Diametro/ AdS	1	2	3	4	5	6
3	12.2	62.5	-	5.6	-	20
4	41.5	18.7	28.6	-	-	-
5	17.1	6.2	14.3	5.6	-	20
6	9.8	12.5	-	5.6	50	40
7	9.8	-	-	11.1	-	-
8	2.4	-	-	-	-	20
9	2.4	-	28.6	16.7	-	-
10	4.9	-	14.3	11.1	-	-
11	-	-	-	5.6	25	-
12	-	-	-	11.1	-	-
13	-	-	14.3	-	25	-
14	-	-	-	5.6	-	-
15	-	-	-	5.6	-	-
16	-	-	-	5.6	-	-
57	-	-	-	5.6	-	-
63	-	-	-	5.6	-	-

verticale in cinque strati (Fig. 3) ma, per scopi pratici, è opportuno distinguere tre strati principali: (1) strato dominante (Fig. 3- Strato 1: 13.6 m) formato dalle piante più vecchie che si distinguono nettamente da uno o più strati dominati a seconda delle situazioni; (2) strato dominato (Fig. 3 - Strato 2: 6.8 m + Strato 3: 5.1 m), quando presente, comprende piante di rovere di origine gamica ed agamica che si distinguono per altezza ed età rispetto alle piante dominanti e sporadici soggetti di agrifoglio; (3) strato sotto dominato (Fig. 3 - Strato 4: 2 m + Strato 5: 0.7 m), maggiormente diffuso nell'area studio, comprende i soggetti di agrifoglio misto a giovani sporadici soggetti di rovere aduggiati dall'eccessiva copertura.

Per la tipologia FA10B l'indice di Latham et al. (1998) ha messo in evidenza una struttura verticale in tre strati (Fig. 4), ma anche in questo caso per scopi pratici è opportuno distinguere due strati principali: (1) strato dominante (Fig. 4 - Strato 1: 11.3 m), che comprende le piante adulte di faggio e sporadici soggetti di rovere di origine sia gamica che agamica; (2) strato dominato (Fig. 4 - Strato 2: 4.3 m + Strato 3: 1.3 m), che comprende i soggetti di agrifoglio e la rinnovazione sporadica.

La necromassa

La mortalità, riferita al numero di individui in piedi, è in media dell'8.1% (2.6-15 - Tab. 2). La mortalità è dovuta essenzialmente a fattori di competizione tra gli individui, danni meteorici (vento e neve) e nel caso dell'AdS 4, alla presenza di un fungo patogeno *Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kickx. La maggior parte delle piante morte in piedi appartengono alle classi più piccole comprendendo principalmente le classi da 3 a 13 cm (Tab. 3). Vi sono anche soggetti di mag-

Tab. 4 - Ripartizione della SDT in classi di decomposizione di Hunter (%).

Classe/ AdS	1	2	3	4	5	6	7
1	-	2.4	-	2.4	19.5	46.3	29.3
2	-	-	25	25	50	-	-
3	-	42.9	42.9	14.3	-	-	-
4	-	11	39	50	-	-	-
5	-	-	100	-	-	-	-
6	-	20	40	40	-	-	-

Tab. 5 - Volume della necromassa.

AdS	CWD (m ³ ha ⁻¹)	SDT (m ³ ha ⁻¹)	Totale (m ³ ha ⁻¹)
1	0.9	2.8	3.7
2	0.3	0.6	0.9
3	0.2	1.8	2
4	8.3	4.4	12.7
5	0.3	14.3	14.6
6	0.2	20	20.2

giore diametro fino a 63 cm che presentano cavità alla base e lungo il fusto. Questi ultimi possono essere considerati degli "alberi habitat" in quanto vengono utilizzati come luoghi di rifugio e nutrimento da piccoli roditori, dagli uccelli e dagli insetti. Per quanto riguarda le classi di decomposizione prevalgono quelle delle fasi iniziali (2-4) ad eccezione dell'area 1 e 2 dove si hanno quelle tipiche delle fasi più avanzate della decomposizione (5-7 - Tab. 4). Il quantitativo di legno morto è molto variabile perché dipende dall'età, dal tipo di trattamento selvicolturale, dal grado di decomposizione, dal tipo e dall'intensità dei disturbi.

Il volume della necromassa in piedi è in media di 7.2 (0.6-20) m³ ha⁻¹ (Tab. 5), mentre quello della necromassa a terra è in media di 1.7 (0.2-8.3) m³ ha⁻¹ (Tab. 5). Tale valore è inferiore rispetto a quello rilevato nei popolamenti di querce (*Quercus robur* e *Q. petraea*) nel sud della Svezia (3.9 m³ ha⁻¹ - Nordén et al. 2004), nelle fustaie pluristratificate di cerro del Molise (12.8 m³ ha⁻¹ - Marchetti & Lombardi 2006), nei boschi di farnetto della Calabria (5.3 m³ ha⁻¹ - Barreca et al. 2008), nei boschi di cerro sia gestiti (4.5 m³ ha⁻¹) che non gestiti (31.6 m³ ha⁻¹) del Molise (Lombardi et al. 2008), nei cedui di cerro invecchiati dell'Italia centrale (21.8-40.3 m³ ha⁻¹ - Bertini et al. 2010).

Il volume della necromassa totale (CWD e SDT) è in media di 9 m³ ha⁻¹ (0.9- 20.2 - Tab. 5) quindi per la

metà delle AdS al di sotto della soglia di 10 m³ ha⁻¹ indicata come il valore minimo (Mercurio 2010) per le foreste normalmente coltivate del Bacino del Mediterraneo.

Il quantitativo di necromassa aumenta spostandosi dalle AdS più disturbate (collocate a quote più basse, vicino alle strade ed alle abitazioni quindi dove si effettua la raccolta della legna) verso quelle meno disturbate (collocate a quote più alte).

La fruttificazione

Dalla stima visiva è emerso che la produzione di seme di rovere, nel 2008-2009, è stata classificata come scarsa nelle AdS 1, 2, 3 e 6 e abbondante nelle aree 4 e 5. Ciò è da attribuire principalmente alle maggiori dimensioni delle chiome dei soggetti nelle AdS 4 e 5 dove il seme si è presentato integro, ben sviluppato e potenzialmente fertile. La fruttificazione nell'area studio non è risultata mai assente nel periodo dello studio.

La rinnovazione naturale e la PAR

La rinnovazione naturale di rovere è presente in quattro AdS (1, 2, 3, 4), con densità ≤ 5.5 semenzali m⁻² e con un'età media < 3 anni (Tab. 6). I semenzali difficilmente riescono a superare l'età di 5-6 anni; questa infatti è l'età limite oltre la quale i semenzali non riescono a sopportare l'aduggiamento (Bary-Lenger & Nebout 1993).

La mancanza di rinnovazione è messa in evidenza dall'indice di rinnovazione di Magini (1967). L'IR varia da 4 a 73.5 mentre i valori riportati per il Bosco di Sargiano (AR) da Cutini & Mercurio (1995) sono > 1400.

L'insediamento della rinnovazione naturale è compatibile con i livelli di area basimetrica e volume, ad eccezione dell'AdS 5, che supera quei valori soglia riportati anche in precedenti lavori (De Mas 1992, Cutini & Mercurio 1995).

Tuttavia la rinnovazione si concentra nelle zone più aperte, non solo all'interno del bosco ma anche lungo le scarpate stradali dove i semenzali si presentano in ottimo stato vegetativo.

Le cause della mancanza di rinnovazione sono da ricondursi a un'insieme di fattori: (1) scarsa fruttificazione; (2) al pascolo; (3) abbandono culturale.

I valori di trasmittanza variano da 0.6 a 8.6 % (Tab. 7) e indicano una condizione di scarsa illuminazione che caratterizza il bosco in esame e che inibisce lo sviluppo dei semenzali.

La rinnovazione è addirittura assente nelle AdS 5 e 6 dove i livelli di trasmittanza sono inferiori all'1 %.

Tab. 6 - Rinnovazione naturale. (C): coperto; (S): scoperto; (M). margine; (Q): rovere; (L): leccio.

AdS	1			2			3			4			5			6		
	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M
Ubicazione	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M
Specie (ID)	Q	Q	Q	Q	Q	L	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	-	-	-	-
Densità (n sem. m ⁻²)	4.6	5.7	2	4.1	7	1.5	7.6	-	2.5	1	5.5	1	4.3	-	-	-	-	
Diam. coll. medio (mm)	2.4	1.5	2.2	2.1	1.1	0.4	2.5	-	2.3	2.5	2.6	1.2	1.5	-	-	-	-	
Altezza media (cm)	8.2	7.7	5.5	8.3	10.5	5.5	8.3	-	6	4	4.8	4	3.1	-	-	-	-	
Età media (anni)	2.1	2.3	2	1.8	3	2	1.8	-	2	1	1.5	2	1.1	-	-	-	-	
IR (Magini)	37.7	43.9	11	34.3	73.5	5.2	63.1	-	15	4	26.4	4	13.3	-	-	-	-	

Infatti il punto di compensazione per la rovere è del 2% (Jarvis 1964). Cutini & Mercurio 1995, Cutini & Mercurio 1997) hanno rilevato che valori di trasmittanza <5 % non ostacolano l'insediamento della rinnovazione, ma lo sviluppo dei semenzali richiede valori del 50-80 % variabile in funzione della maggiore o minore umidità del terreno.

La vegetazione

I rilievi fitosociologici svolti nelle aree di saggio e riportati nella Tab. 8 evidenziano una formazione forestale nel complesso degradata, piuttosto povera floristicamente. Lo stato arboreo è dominato essenzialmente dalla rovere meridionale con valori di copertura quasi mai molto elevati, sporadica è la presenza di altre specie arboree. L'agrifoglio (*Ilex aquifolium*) è molto diffuso soprattutto nelle AdS 3 e 6, dove assume il significato di specie differenziale dell'associazione. Ben rappresentate sono altre specie sempreverdi come *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus* e *Daphne laureola*, che bene evidenziano la peculiarità di questo bosco misto con elementi sempreverdi laurifilli, tipica espressione relittuale preglaciale della fascia colchica (Pignatti 1998). Nello strato erbaceo le specie nemorali mesofile tipiche delle formazioni forestali dei *Quercus-Fagetea* sono scarsamente rappresentate, mentre assumono un certo rilievo alcune specie sinatropiche come *Pteridium aquilinum*, *Urtica dioica* e *Chaerophyllum temulum* e altre legate ad ambienti preforestali e pascolivi come *Genista cupani*, *Sedum amplexicaule* subsp. *tenuifolium*, *Alyssum nebrodensis*, ecc.

I fattori di disturbo

Le attività antropiche hanno un ruolo primario sulla funzionalità degli ecosistemi, le informazioni raccolte indicano un impatto differenziato: (1) nelle AdS poste a quote più basse vicino alle strade ed alle abitazioni il disturbo considerato è stato classificato come temporaneo, non localizzato e di magnitudo

alta; (2) nelle AdS poste a quote più elevate lontano dal strade ed abitazioni il disturbo è stato classificato come semi-permanente, localizzato e di magnitudo bassa.

Gli impatti causati dalla presenza di ungulati hanno un ruolo sulla composizione e sulla funzionalità del bosco, in generale, essi sono la causa principale dell'impovertimento della composizione floristica, dell'erosione del suolo e del danneggiamento della rinnovazione naturale e della presenza di specie sinatropiche quali *Urtica dioica* e *Pteridium aquilinum*, rilevate in tutte le aree di saggio.

Gli indici di presenza raccolti nelle AdS hanno indicato: un elevato numero di escrementi; la presenza di aree grufolate con evidenti segni di calpestio; la presenza di rinnovazione danneggiata; danni da morso. Queste informazioni hanno consentito di classificare il disturbo secondo le tre caratteristiche principali: scala temporale (frequenza), scala spaziale e magnitudo. Il pascolo degli ungulati domestici e selvatici si presenta come un disturbo semi-permanente secondo la scala temporale, diffuso secondo la scala spaziale e di intensità alta secondo la magnitudo (Tab. 9).

Ciò indica che gli impatti generati sono significativi ovvero che i disturbi possono avere delle inciden-

Tab. 7 - Valori di PAR e trasmittanza (media ± deviazione standard).

ADS	PAR		T (%)
	Interno (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Esterno (μmol m ⁻² s ⁻¹)	
1	47 (± 20.8)	1813 (± 313.3)	2.5
2	164 (± 123)	1813 (± 313.3)	8.6
3	37 (± 29.7)	1813 (± 313.3)	1.9
4	67 (± 51.7)	1813 (± 313.3)	3.6
5	11 (± 2.6)	1813 (± 313.3)	0.6
6	19 (± 30)	1813 (± 313.3)	1.0

Tab. 8 - Rilievi fitosociologici.

Codice area di saggio	1	2	3	4	5	6
Quota (m s.l.m.)	1310	1322	1316	1381	1434	1334
Esposizione	N	N	NW	SE	E-SE	N
Superficie (m ²)	500	500	500	500	500	500
Copertura totale (%)	90	85	100	95	95	100
Inclinazione (%)	38	38	32	38	48	44
Copertura strato arboreo (%)	85	80	75	95	90	90
Copertura strato arbustivo (%)	15	10	5	10	5	10
Copertura strato erbaceo (%)	10	5	5	20	5	1
Strato Arboreo						
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl. subsp. <i>austrotyrrhenica</i> Brullo et al.	4	4	4	5	1	5
<i>Quercus ilex</i> L.	1	-	-	-	-	-
<i>Fagus sylvatica</i> L.	-	-	-	-	4	+
Strato Arbustivo						
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl. subsp. <i>austrotyrrhenica</i> Brullo et al.	-	-	+	+	.	-
<i>Fagus sylvatica</i> L.	-	-	-	-	1	-
<i>Hedera helix</i> L.	2	2	1	2	+	1
<i>Ilex aquifolium</i> L.	2	2	3	1	+	3
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	1	+	+	1	+	+
<i>Daphne laureola</i> L.	2	1	.	2	2	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i>	+	-	1	-	+	.
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. & Kit.	+	+	+	-	-	+
Strato Erbaceo						
<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	2	1	-	1	-	-
<i>Trifolium pratense</i> L. subsp. <i>semipurpureum</i> (Strobl) Pignatti	+	+	-	-	-	-
<i>Euphorbia meuselii</i> Mazzola & Raimondo	+	-	-	-	+	-
<i>Crepis leontodontoides</i> L.	2	1	+	1	-	+
<i>Genista cupani</i> Guss.	+	-	-	+	-	-
<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton	-	-	-	1	1	+
<i>Fragaria vesca</i> L.	+	+	-	-	-	-
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl. subsp. <i>austrotyrrhenica</i> Brullo et al.	2	1	+	+	-	-
<i>Acer campestre</i> L.	.	.	+	.	-	-
<i>Ranunculus velutinus</i> Ten.	2	1	+	+	-	-
<i>Sedum amplexicaule</i> DC. subsp. <i>tenuifolium</i> (Sm.) Greuter	-	-	-	+	-	-
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	-	-	1	+	-	+
<i>Urtica dioica</i> L.	1	1	1	1	-	+
<i>Teucrium scorodonia</i> L. subsp. <i>crenatifolium</i> (Guss.) Arcang.	-	-	-	+	-	-
<i>Alyssum nebrodense</i> Tineo	-	-	-	+	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	1	1	+	+	-	1
<i>Quercus ilex</i> L.	+	+	.	+	-	.
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	+	-	-	+	-	+
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	2	1	1	2	-	-

Tab. 9 - Sintesi dei disturbi dell'area studio in relazione alle caratteristiche temporali, spaziali e di magnitudo. (*): AdS poste a quote inferiori prossime alla strada ed alle abitazioni; (**): AdS poste a quote superiori lontane da strade e dalle abitazioni.

Disturbo	Tipologia di disturbo in relazione a:		
	Tempo	Spazio	Magnitudo
Disturbi antropici	Temporaneo (*)	Non Localizzato (*)	Alta (*)
	Semi-Permanente (**)	Localizzato (**)	Bassa (**)
Pascolo di ungulati	Semi- Permanente	Esteso	Alta

ze che richiedono la predisposizione di opportune misure di mitigazione.

Considerazioni conclusive

Le analisi condotte concorrono a creare la base conoscitiva per avviare un'azione di restauro forestale. Essi hanno messo in evidenza una scarsa funzionalità dell'ecosistema, più marcata nelle aree poste a quote più basse rispetto a quelle poste a quote più elevate.

Il restauro è pienamente giustificato sul piano etico trattandosi di un bosco di elevato interesse scientifico, ubicato all'interno di un'area protetta dove il rischio di estinzione della popolazione di rovere è elevato (Bruschi et al. 2003).

Sul piano applicativo il restauro presuppone sempre l'intervento dell'uomo per ripristinare la funzionalità del sistema, dal momento che si tratta di sistemi molto degradati. In concreto, si articolano una serie di misure preliminari per rimuovere quei fattori di disturbo che al momento sono i responsabili dello stato di degrado, ossia: (1) divieto del pascolo di animali domestici; (2) divieto di raccolta di legna da ardere e di accesso ai non addetti alla gestione.

Dopo qualche anno sarà necessario intervenire con azioni selvicolturali mirate nelle diverse tipologie strutturali-funzionali che in breve si possono riassumere:

1. conversione attiva in fustaia dei soprassuoli rappresentati dalle AdS 1, 2, 3, mediante periodici diradamenti, rispettando la configurazione strutturale del soprassuolo, senza ancorarsi a schemi numerici rigidi, fino ad arrivare al taglio di conversione vero e proprio una volta che il sistema suolo-soprassuolo ha raggiunto la maturità;
2. controllo della diffusione dell'agrifoglio, per favorire la rinnovazione naturale della rovere, che come è noto si riproduce in modo straordinario anche per polloni radicali;
3. apertura di piccole buche nei soprassuoli adulti e densi per favorire la rinnovazione di rovere: raggio

medio delle buche uguale all'altezza degli alberi vicini secondo Bary-Lenger & Nebout (1993). Anche Johnson et al. (2002) sono dell'avviso che il *gap* di rinnovazione deve essere sufficientemente ampio in modo tale che la copertura delle chiome degli alberi all'intorno si chiuda dopo alcuni anni, non prima che la rinnovazione si sia affermata;

4. valorizzare il ruolo dei grandi alberi, tenendo presente che queste formazioni hanno un tempo di permanenza molto lungo, almeno 500 anni (Del Favero 2008). Essi oltre ad essere di grande pregio estetico e di richiamo turistico, sono molto importanti dal punto di vista biologico: gli alberi senescenti e cavi sono utilizzati da uccelli, roditori, piccoli mammiferi come luogo di rifugio e alimentazione (Humphrey et al. 2004);
5. salvaguardia delle specie arboree consociate (aceri, ecc.);
6. monitoraggio delle dinamiche evolutive, soprattutto nelle zone di tensione verso la faggeta e verso il basso anche in relazione ai previsti cambiamenti climatici.

Il principio ispiratore degli interventi futuri sarà quello di assecondare e guidare le dinamiche evolutive naturali, sempre sotto il costante controllo da parte dell'uomo.

Questa azione per completarsi richiederà un arco temporale abbastanza lungo, presumibilmente 20-30 anni (e non solo 5 anni come previsto dal Piano di Gestione Monti Madonie 2008 per la zona A del Parco Regionale). Questo potrebbe sembrare incompatibile e impraticabile sul piano operativo, ma queste sono le leggi della natura da rispettare se si vogliono raggiungere gli obiettivi del restauro. La politica ambientale a favore della biodiversità richiede, al di là delle solenni affermazioni di principio (come quelle dell'anno della biodiversità 2010), azioni concrete. Questa è una forma di conservazione *in situ* (Bernetti 2002, AA. VV. 2008a) secondo quanto previsto anche dalla Convenzione per la Conservazione della Biodiversità. E questo potrebbe essere un esempio. Più che

un problema tecnico si pone semmai un problema finanziario e organizzativo. Al riguardo, in Italia non sono mancati esempi negativi, vedi la rete delle principali formazioni forestali sottratte all'azione antropica creata da Aldo Pavari negli anni '50 e ora quasi smantellata per passaggi di competenze tra enti, per mancanza di fondi e non ultima per ignoranza da parte di coloro che avrebbero dovuto garantirne una gestione efficace.

Bibliografia

- AA.VV. (2002). Atlante climatologico della Sicilia. Servizio Informativo Agrometeorologico, Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Sicilia, Palermo.
- AA.VV. (2008a). Piano di gestione monti Madonie. Regione Siciliana, CI.RI.TA., Palermo, pp. 218.
- AA.VV. (2008b). Valutazione e conservazione del germoplasma forestale in Sicilia. I.G.V. Firenze, A.R.F.D. Sicilia, Collana Sicilia foreste no. 35, pp. 207.
- Barreca L, Cutini A, Mercurio R (2008). Caratterizzazione della necromassa in boschi di farnetto (*Quercus frainetto* Ten.) della Calabria. *Forest@* 5: 187-194. - doi: [10.3832/efor0527-0050187](https://doi.org/10.3832/efor0527-0050187)
- Bary-Lenger A, Nebout JP (1993). Le chêne. Editions du Peron, Alleur-Liege, Belgium, pp. 604.
- Bernetti G (2002). La conservazione in situ ed extra situ delle popolazioni relitte della rovere (*Quercus petraea* Matt-Liebl.) e della farnia (*Quercus robur* L.). *L'Italia Forestale e Montana* 57 (4): 424-426.
- Bertini G, Fabbio G, Piovosi M, Calderisi M (2010). Densità di biomassa e necromassa legnosa in cedui di cerro in evoluzione naturale in Toscana. *Forest@* 7: 88-103 - doi: [10.3832/efor0620-007](https://doi.org/10.3832/efor0620-007)
- Bobiec A (2002). Living stands and dead wood in the Białowieża Forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management* 165: 125-140. - doi: [10.1016/S0378-1127\(01\)00655-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00655-7)
- Braun-Blanquet J (1964). *Pflanzensoziologie*. Wien, Austria and New York, USA, pp. 865.
- Brullo S (1984). Contributo alla conoscenza della vegetazione delle Madonie (Sicilia Settentrionale). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, Catania 16 (232): 351-420.
- Brullo S, Scelsi F, Siracusa G, Spampinato G (1996). Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia. *Giornale Botanico Italiano* 130 (1): 177-185. - doi: [10.1080/11263509609439524](https://doi.org/10.1080/11263509609439524)
- Brullo S, Guarino R, Siracusa G (1999a). Revisione tassonomica delle querce caducifoglie in Sicilia. *Webbia* 54 (1): 1-72.
- Brullo S, Scelsi F, Siracusa G, Spampinato G (1999b). Considerazioni sintassonomiche e corologiche sui querceti caducifogli della Sicilia e della Calabria. *Monti e Boschi* 50 (1): 16-29.
- Bruschi P, Vendramin GG, Bussotti F, Grossoni P (2003). Morphological and molecular diversity among Italian population of *Quercus petraea* (Fagaceae). *Annals of Botany* 91: 707-716. - doi: [10.1093/aob/mcg075](https://doi.org/10.1093/aob/mcg075)
- Corona P (2000). Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali. CUSL, Firenze, pp.284.
- Cutini A, Mercurio R (1995). Osservazioni preliminari sull'ecologia di semenzali di rovere (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl). *Giornale Botanico Italiano* 129 (3): 823-836. - doi: [10.1080/11263509509436172](https://doi.org/10.1080/11263509509436172)
- Cutini A, Mercurio R (1997). Growth and development of Sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) and Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings in response to varying light and soil moisture conditions. *Coenoses* 12 (1): 27-32.
- De Mas G (1992). Primo contributo allo studio di tecniche per la coltura e la diffusione della rovere (*Quercus petraea* Matt. Liebl.) nei Colli Euganei (Padova). *Atti Istituto di Ecologia e Selvicoltura, Università degli Studi Padova*, pp. 122-137.
- Del Favero R (2008). I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia. CLUEP, Padova, pp. 599.
- Dumolin-Lapegue S, Demesure B, Fineschi S, Le Corre V, Petit RJ (1997). Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent. *Genetics* 146: 1475-1487.
- FAO (2004). Global forest resources assessment. Update 2005 terms and definitions. Working paper 83/E, FAO, Rome, pp. 33.
- Fierotti G (1988). Carta dei suoli della Sicilia (1:250.000). Istituto Agronomia Generale, Università di Palermo, Cattedra di pedologia - Ass. TT.AA., Reg. Siciliana, Palermo.
- Fierotti G (1997). I suoli della Sicilia: con elementi di genesi, classificazione, cartografia e valutazione dei suoli. Dario Flaccovio Editore, Palermo, pp. 359.
- Franklin JF, Shugart HH, Harmon ME (1987). Tree death is an ecological process. *BioScience* 37 (8): 550-556. - doi: [10.2307/1310665](https://doi.org/10.2307/1310665)
- Humphrey JW, Sippola AL, Lempérière G, Dodelin B, Alexander KNA, Butler JE (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. In: *Proceedings of the Symposium "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality"* (Marchetti M ed). Firenze (Italy) 12-15 November 2003. *EFI Proceedings* 51: 193-206.
- Gentile S (1969). Memoria illustrativa della Carta della vegetazione naturale potenziale della Sicilia (prima approssimazione). *Quaderno* 40, pp. 114 e carta.
- Giardina G, Raimondo FM, Spadaro V (2007). A catalogue of plants growing in Sicily. *Bocconea* 20: 5-552.
- IPLA (2008). I tipi forestali della Regione Siciliana. Regione Piemonte, Torino, pp. 106.

- Li WH (2004). Degradation and restoration of forest ecosystems in China Forest. *Forest Ecology and Management* 201 (1): 33-41. - doi: [10.1016/j.foreco.2004.06.010](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.06.010)
- Jarvis PG (1964). The adaptability to light intensity of seedlings of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Journal of Ecology* 52: 545-571. - doi: [10.2307/2257848](https://doi.org/10.2307/2257848)
- Johnson PS, Shifley SR, Rogers R (2002). The ecology and silviculture of oaks. CABI Publ., Cambridge, UK, pp. 503.
- Latham PA, Zuuring HR, Coble DW (1998). A method for quantifying vertical forest structure. *Forest Ecology and Management* 104: 157-170. - doi: [10.1016/S0378-1127\(97\)00254-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00254-5)
- Lentini F, Vezzani L (1974). Carta geologica delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale) alla scala 1:50.000. L.A.C. Edizioni, Firenze.
- Li Zhou, Li-min Dai, Hui-yan Gu, Lei Zhong (2007). Review on the decomposition and influence factors of coarse woody debris in forest ecosystem. *Journal of Forestry Research* 18 (1): 48-54. - doi: [10.1007/s11676-007-0009-9](https://doi.org/10.1007/s11676-007-0009-9)
- Lombardi F, Lasserre B, Tognetti R, Marchetti M (2008). Deadwood in relation to stand management and forest type in Central Apennines (Molise, Italy). *Ecosystems* 11 (6): 882-894. - doi: [10.1007/s10021-008-9167-7](https://doi.org/10.1007/s10021-008-9167-7)
- Magini E (1967). Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino. *L'Italia Forestale e Montana* 22 (6): 261-270.
- Marchetti M, Lombardi F (2006). Analisi quali-quantitativa del legno morto in soprassuoli non gestiti: il caso di "Bosco Pennataro", Alto Molise. *L'Italia Forestale e Montana* 61 (4): 275-301. - doi: [10.4129/IFM.2006.4.03](https://doi.org/10.4129/IFM.2006.4.03)
- McComb W, Lindenmayer D (2001). Dying, dead, and down trees. In: "Maintaining biodiversity in forests ecosystems" (Hunter M ed). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 335-372.
- MCPFE (2007). State of Europe's forests 2007. The MCPFE report on sustainable forest management in Europe, Warsaw, Poland, pp. 263.
- Mercurio R (2010). Restauro della foresta mediterranea. CLUEB, Bologna, pp. 368.
- Nordén B, Götmark F, Tönnerberg M, Ryberg M (2004). Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps. *Forest Ecology and Management* 194: 235-248. - doi: [10.1016/j.foreco.2004.02.043](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.043)
- Paci M (2004). Ecologia forestale. Edagricole, Bologna, pp. 310.
- Pawłowski B, Sokołowski M, Wallisch K (1928). Zespoły roślin w Tatrach. VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka. *Biull. Acad. Polonaise Sci. Ser. B. II* 205-272.
- Pignatti S (1998). I boschi d'Italia – UTET, pp. 677.
- Raimondo FM (1984). On the natural history of the Madonie Mountains. *Webbia* 38: 29-52.
- Raimondo FM, Gianguzzi L, Schicchi R (1992). Carta della vegetazione del massiccio carbonatico delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale). *Quad. Bot. Ambientale Appl.* 3: 23-40.
- Raimondo FM (1998). Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale della provincia di Palermo. *Quad. Bot. Ambientale Appl.* 9: 3-160.
- Raimondo FM, Schicchi R, Surano N (2004). Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale del Parco delle Madonie (Sicilia). *Naturalista Siciliano* 28 (1):71-137.
- Rentch JS, Schuler TM, Nowacki GJ, Beane NR, Ford MW (2010). Canopy gap dynamics of second-growth red spruce-northern hardwood stands in West Virginia. *Forest Ecology and Management* 260: 1921-1929. - doi: [10.1016/j.foreco.2010.08.043](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.043)
- Rivas-Martinez S (2004). Global bioclimatics. Clasificación bioclimática de la Tierra. Web Site. [online] URL: <http://www.globalclimatics.org/book/bioc/bioc1.pdf>
- Schicchi R, Raimondo FM (2007). Alberi monumentali delle Madonie. *Dip. Scienze Botaniche, Università di Palermo*, pp. 144.
- Van Wagner CE (1968). The line intersect method in forest fuel sampling. *Forest Science* 14: 20-26.
- Ubaldi D, Canotti AL, Puppi G, Speranza M, Corbetta F (1990). Sintassonomia dei boschi caducifogli mesofili dell'Italia peninsulare. *Not. Fitosoc.* 23: 31-62.
- Walter H, Lieth H (1960). Klimadiagramm Weltatlas 1. Lieferung mit 12 Karten. Fischer Verlag, Jena (Deutschland).
- Weiss G (2004). The political practice of mountain forest restoration-comparing restoration concepts in four European countries. *Forest Ecology and Management* 195: 1-13. - doi: [10.1016/j.foreco.2004.03.019](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.03.019)
- Yin R, Yin G, Li L (2010). Assessing China's ecological restoration programs: what's been done and what remains to be done? *Environmental Management* 45 (3): 442-553. - doi: [10.1007/s00267-009-9387-4](https://doi.org/10.1007/s00267-009-9387-4)
- Yin R, Yin G (2010). China's primary programs of terrestrial ecosystem restoration: initiation, implementation and Challenges. *Environmental Management* 45: 429-441. - doi: [10.1007/s00267-009-9373-x](https://doi.org/10.1007/s00267-009-9373-x)