

VENETO 
AGRICOLTURA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

TESAF



Landwirtschaftskammer
Tirol

Progetto Interreg
V-A 2014-2020
Italia Austria BIOΔ4

Nuovi strumenti
per la valorizzazione
della biodiversità
degli ecosistemi forestali
transfrontalieri

VALUTAZIONE della BIODIVERSITÀ degli ECOSISTEMI FORESTALI TRANSFRONTALIERI

STUDIO e SVILUPPO di MECCANISMI PES delle FORESTE



Interreg
Italia-Österreich
European Regional Development Fund



Progetto Interreg V-A 2014-2020 Italia Austria BIOΔ4

Nuovi strumenti per la valorizzazione della biodiversità
degli ecosistemi forestali transfrontalieri

VALUTAZIONE della BIODIVERSITÀ degli ECOSISTEMI FORESTALI TRANSFRONTALIERI

STUDIO e SVILUPPO di MECCANISMI PES delle FORESTE

La presente pubblicazione raccoglie i risultati del Progetto
BioΔ4 - “Nuovi strumenti per la valorizzazione della biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri” ITAT2021
Un progetto finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) nell’ambito del Programma Interreg V-A
Italia-Austria 2014-2020 (bando 2017).
Per la parte Italiana è cofinanziato dal Fondo di rotazione nazionale (Delibera CIPE).

LEAD PARTNER

Veneto Agricoltura, Agenzia Veneta per l’Innovazione nel Settore Primario

Viale dell’Università 14 - 35020 Legnaro, PD

Tel. 049 8293711 - info@venetoagricoltura.org - www.venetoagricoltura.org

Responsabile Unico del Procedimento: Giustino Mezzalana

Coordinatore: Massimo Loreggian

PARTNER DI PROGETTO

Università degli Studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF)

Viale dell’Università 16 - 35020 Legnaro, PD

Tel. 049 8272690 - www.tesaf.unipd.it/

Responsabili di progetto: Paola Gatto e Emanuele Lingua

Camera d’agricoltura del Tirolo

via Brixner Strasse 1 - 6020 Innsbruck, Austria

www.tirol.lko.at

Responsabile di progetto: Klaus Viertler

Sul sito del progetto www.biodelta4.eu sono disponibili nella sezione “download” tutte le relazioni e tutte le pubblicazioni di progetto, oltre a materiali video sulle diverse iniziative realizzate.

Analoga documentazione è disponibile sul sito www.venetoagricoltura.org.

Autori della presente pubblicazione:

Claudio Betetto, Paola Bolzon, Arianna Bonavida, Ilaria Doimo, Paola Gatto, Emanuele Lingua, Giacomo Pagot -
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) - Università degli Studi di Padova

Luca Bronzini, Maurizio Odasso, Mauro Tomasi - *Studio Associato PAN*

Michele Cassol, Alberto Scariot - *Studio Associato Cassol e Scariot*

Daniele Belli - *dottore forestale*

Hanno inoltre collaborato:

Nicola Caissutti, Jole Ceresatto, Sophie Ette, Massimiliano Fontanive, Thomas Geburek, Emilio Gottardo,
Marco Pascolino, Elena Piutti, Barbara Serbati, Francesco Sforza, Flavio Tacaliti, Pietro Todeschi, Cristian Torre,
Davide Troncon, Klaus Viertler

Coordinamento editoriale: Stefano Barbieri - *Veneto Agricoltura*

Impaginazione grafica: Federica Mazzuccato

Stampa: Centrooffset Master Srl

Via Bologna, 1 - 35035 Mestrino, PD

Citazione: Veneto Agricoltura (2020) “Valutazione della biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri. Studio e Sviluppo di Meccanismi PES delle foreste” – Legnaro (Pd) Veneto Agricoltura pp. 1-224 - ISBN 978-88-6337-254-0

È consentita la riproduzione di testi, grafici e foto previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

Edito da Veneto Agricoltura

Viale dell’Università 14 - Legnaro, PD

Tel. 049 8293711 - info@venetoagricoltura.org

Novembre 2020



SOMMARIO

1	Il progetto BIOΔ4	pag.	5
1.1	Valutazione della biodiversità degli ecosistemi forestali	»	5
1.2	Studio e Sviluppo di Meccanismi PES delle foreste	»	6
2	La biodiversità negli ecosistemi forestali	»	7
2.1	La biodiversità e le sue componenti	»	7
2.2	La quantificazione della biodiversità per una gestione sostenibile	»	9
2.3	Sistemi e strumenti di valutazione e certificazione della biodiversità forestale. Il punto di partenza del progetto BIOΔ4	»	10
3	Selezione degli indici e definizione degli indicatori di biodiversità	»	14
3.1	Criteri di scelta degli indicatori	»	14
3.2	Selezione delle aree di studio pilota	»	16
3.3	Il rilievo della diversità specifica e di habitat	»	20
3.4	Il rilievo dei parametri dendrometrici	»	31
3.5	Calcolo degli indici di diversità strutturale	»	37
3.6	Correlazioni lineari semplici tra indici e indicatori	»	35
3.7	Analisi multivariata	»	40
3.8	Modelli lineari (LM) e non lineari (GLM)	»	47
3.9	Analisi delle radure in foresta	»	59
3.10	Giudizio esperto	»	63
4	Il set di indicatori BIOΔ4	»	66
4.1	Aspetti metodologici	»	68
4.2	Gli indicatori BIOΔ4	»	69
4.3	L'indicatore sintetico BIOΔ4	»	99
5	Il metodo di campionamento BIOΔ4	»	100
6	Calibrazione e verifica degli indicatori di biodiversità	»	106
6.1	Confronto con altre foreste in ambito europeo	»	106
6.2	Rilievi forestali supplementari	»	110
6.2.1	Schema di rilievo e localizzazione delle aree	»	116
6.2.2	Calcolo dell'indicatore sintetico BIOΔ4	»	117
7	Validità del metodo BIOΔ4 nelle foreste del Triveneto	»	122
8	Il progetto BIOΔ4 in Tirolo	»	124
9	Interventi selvicolturali a favore della biodiversità	»	126
10	Proposta dello standard di certificazione BIOΔ4	»	130
11	Studio e sviluppo di meccanismi PES delle foreste	»	137
12	Servizi ecosistemici forestali e biodiversità	»	138
12.1	Biodiversità e servizi ecosistemici nella gestione forestale	»	139

13	Pagamenti per servizi ecosistemici	pag.	141
13.1	Definizioni	»	141
13.2	Modelli di PES	»	142
13.3	Struttura di un meccanismo PES	»	143
13.4	Sviluppi legati ai PES nel contesto italiano	»	144
13.5	Buone pratiche di PES nel contesto italiano: alcuni esempi	»	144
14	Strumenti metodologici per gli approcci PES	»	146
14.1	Metodi partecipativi e PES	»	146
14.2	Metodi di stima del valore dei servizi ecosistemici	»	147
14.3	Sistemi Socio-Ecologici	»	149
14.4	Diritti di proprietà	»	150
15	Lo schema metodologico ed operativo delle attività	»	152
16	Azioni preliminari alla progettazione di PES	»	154
16.1	Selezione dei servizi ecosistemici	»	154
16.2	Sistema Socio-Ecologico della Foresta del Cansiglio	»	155
16.3	Sistema Socio-Ecologico della Foresta di Ampezzo	»	160
17	Progettazione dei meccanismi PES nei casi studio	»	165
17.1	Foresta del Cansiglio	»	166
17.1.1	Meccanismo PES Servizi Ecosistemici di fornitura	»	166
17.1.2	Meccanismo PES Servizi Ecosistemici culturali	»	167
17.2	Foresta di Ampezzo	»	171
17.2.1	Meccanismo PES Servizi Ecosistemici di fornitura	»	171
17.2.2	Meccanismo PES Servizi Ecosistemici culturali	»	171
17.3	Strumenti di marketing territoriale: il marchio collettivo	»	175
17.4	Due messaggi finali importanti per il successo dei PES proposti	»	176
18	Sperimentazione e verifica dei PES nei casi studio	»	178
18.1	Foresta del Cansiglio	»	178
18.1.1	Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi	»	179
18.1.2	Valorizzazione della biodiversità tramite i servizi culturali - Osservazione del Cervo al bramito tramite visite guidate	»	180
18.2	Foresta di Ampezzo	»	180
18.2.1	Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi	»	181
18.1.2	Valorizzazione della biodiversità tramite i servizi culturali - Educazione ambientale e land art	»	181
19	Biodiversità forestale, benessere percepito e effetto dell'informazione	»	183
19.1	Biodiversità forestale e benessere percepito	»	183
19.2	Biodiversità forestale e informazione	»	188
19.3	Cosa abbiamo appreso dagli studi su biodiversità e benessere	»	191
20	Dalla teoria alla pratica: suggerimenti per lo sviluppo di meccanismi PES	»	193
20.1	Step 1. Identificare, misurare e mappare i servizi ecosistemici	»	193
20.2	Step 2. Identificare il sistema socio-ecologico e gli attori	»	194
20.3	Step 3. Valutare la fattibilità del PES	»	196
20.4	Step 4. Definire il valore del servizio ecosistemico	»	196
20.5	Step 5. Definire i contratti, i ruoli e le responsabilità	»	198
20.6	Step 6. Definire le modalità di monitoraggio	»	198
21	Conclusioni	»	201
22	Bibliografia	»	202
23	Sitografia	»	214
	Allegato	»	216
	Abstract - English version	»	220

1

IL PROGETTO BIOΔ4

L'importanza degli ecosistemi forestali delle aree transfrontaliere è largamente riconosciuta, infatti queste unità ecologiche di grande ricchezza e varietà garantiscono la preservazione di una larga parte della biodiversità dell'area Alpina.

La biodiversità è una componente, o meglio un attributo, fondamentale per il mantenimento delle funzioni e dei processi degli ecosistemi, che si traducono in servizi alla collettività. La conservazione dell'attributo "biodiversità" potrebbe essere resa difficile a causa dell'eccessivo sfruttamento delle risorse, dei mutamenti climatici e della non sempre adeguata gestione del territorio. Una gestione sostenibile della risorsa forestale, che sappia contemplare la produzione di beni e servizi e mantenere allo stesso tempo elevati livelli di biodiversità, è l'obiettivo che l'Europa (e nello specifico del programma l'Italia e l'Austria) vuole raggiungere attraverso la cooperazione transfrontaliera. Nel 2020, anno dell'ambiente e della biodiversità (Ministero dell'Ambiente), è necessario porsi nuovi obiettivi, concreti e raggiungibili, per la prossima scadenza della Strategia UE sulla biodiversità, fissata al 2030, partendo dal presupposto che la biodiversità non conosce confini nazionali.

Il progetto BIOΔ4 "Nuovi strumenti per la valorizzazione della biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri" è stato finanziato nell'ambito del programma di cooperazione territoriale europea Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020. In coerenza con la Strategia forestale dell'UE al 2020 e con la proiezione al 2050, il progetto valorizza con nuovi strumenti la biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri, contribuendo alla mitigazione della perdita di diversità vegetale ed animale e favorendo una gestione forestale attiva e sostenibile.

Il progetto ha coinvolto *partner* con competenze complementari negli ambiti della ricerca forestale e della gestione territoriale che hanno collaborato alla definizione e sperimentazione di modalità innovative per la valutazione della biodiversità negli ecosistemi forestali gestiti attraverso l'uso di indicatori sintetici. Fanno parte del gruppo di lavoro l'Agenzia Veneta per l'Innovazione nel Settore Primario e il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università degli Studi di Padova per quanto concerne l'Italia e la Landwirtschaftskammer Tirol (camera dell'agricoltura del Tirolo) per quanto riguarda l'Austria.

Le attività di progetto hanno coinvolto tre aree pilota: la foresta del Cansiglio in Veneto, le foreste del comu-

ne di Ampezzo in Friuli Venezia Giulia e i boschi del Tirolo in Austria.

Il progetto BIOΔ4 ha previsto la definizione di uno schema prototipale di valutazione e certificazione della biodiversità, oltre che di modelli operativi di pagamento dei servizi ecosistemici (Payments for Ecosystem Services - PES) delle foreste. In tal modo si è cercato di portare un contributo alla valorizzazione della biodiversità nelle foreste transfrontaliere ed al miglioramento della loro gestione sostenibile.

1.1 Valutazione della biodiversità degli ecosistemi forestali

Nell'ambito del progetto BIOΔ4, come in tutti i progetti di ricerca europei, sono stati definiti dei pacchetti di lavoro (*Work Packages* - WP), differenziati a seconda delle attività previste. La struttura del progetto si è articolata in 5 WP, tre dei quali prettamente di supporto (preparazione, gestione, comunicazione) e due più strettamente operativi (WP3 e WP4). Il WP3 "Valutazione della biodiversità degli ecosistemi forestali" ha rivestito un'importanza strategica per il conseguimento degli ambiziosi risultati progettuali e per fornire le basi per il WP successivo.

Il WP3 ha previsto la definizione dello stato dell'arte della biodiversità nelle tre aree pilota, mediante la consultazione di letteratura scientifica, cartografia tematica e dei piani di gestione forestale. Queste operazioni preliminari sono state funzionali alla corretta comprensione ed interpretazione della situazione di partenza su cui successivamente sono state realizzate le attività di analisi e sperimentazione. Sono stati individuati all'interno della Foresta del Cansiglio e nelle foreste del comune Ampezzo tre popolamenti con presenza di abete bianco (*Abies alba* Mill.), abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst) e faggio (*Fagus sylvatica* L.), considerabili di pregio per la diversità vegetale ed animale che le caratterizza. Su questi popolamenti sono state effettuate delle analisi che hanno coinvolto parametri forestali biologici e strutturali.

In secondo luogo ci si è focalizzati sull'analisi e messa a punto di una innovativa modalità di valutazione speditiva ("smart": rapida, efficace ed affidabile) della biodiversità degli ecosistemi forestali basata su indicatori sintetici: si tratta di una novità assoluta che supera l'approccio degli standard internazionalmente riconosciuti per la gestione forestale sostenibile quali

il PEFC™ e il FSC®. Il metodo proposto quantifica il livello di biodiversità di una particella forestale che può rappresentare un valore aggiunto del bosco, e quindi anche del prodotto legnoso ritraibile, fino ad ora non direttamente valorizzato.

A seguito dell'analisi dei risultati e della definizione del metodo di campionamento, si intende definire anche uno schema prototipale di certificazione della biodiversità delle foreste. Questo si basa sulle modalità di valutazione messe a punto e prevede protocolli obbligatori di intervento per il mantenimento della certificazione nel tempo, ad esempio proponendo idonei interventi selvicolturali funzionali al miglioramento della gestione e della biodiversità del bosco preservandone nel contempo i fondamentali servizi ecosistemici.

Il progetto ha promosso la considerazione della biodiversità quale strumento strategico di valorizzazione del territorio e dell'economia nell'ambito delle filiere bosco-legno locali e del turismo, creando un valore aggiunto sia per i prodotti legnosi e i servizi ecosistemici, provenienti da foreste transfrontaliere certificate per la biodiversità, che per rafforzare l'identità e l'unicità dell'area di cooperazione.

1.2 Studio e Sviluppo di Meccanismi PES delle foreste

Il WP4 "Studio e Sviluppo di Meccanismi PES delle foreste" si è sviluppato parallelamente ai lavori del WP3 avendo come obiettivo principale quello di studiare, progettare e sperimentare strumenti volti a valorizzare la biodiversità, identificata e valutata tramite il metodo sviluppato nel pacchetto precedente.

Gli strumenti scelti per raggiungere questo obiettivo sono stati i PES, ovvero strumenti di mercato che prevedono una transazione tra individui, o gruppi, che hanno come oggetto un servizio ecosistemico, e il cui fine è migliorarne la condizione e l'erogazione all'interno dell'ecosistema che lo fornisce. All'interno del progetto i servizi ecosistemici su cui basare la progettazione di meccanismi PES sono stati i servizi ecosistemici di fornitura e culturali.

Nella prima fase del WP4 è stata eseguita una dettagliata analisi dei portatori d'interesse delle due aree pilota italiane, suddivisi nelle due categorie di servizi ecosistemici considerate.

Una volta individuati, i potenziali portatori d'interesse sono stati coinvolti in un processo di partecipazione volto a far emergere le loro priorità di sviluppo delle attività legate alle categorie di servizi ecosistemici presi in esame. I servizi ecosistemici considerati come prioritari sono stati quelli legati alla produzione di biomassa legnosa, alla foresta come luogo di benessere, il valore educativo della foresta e l'osservazione della fauna selvatica.

Il processo di partecipazione ha in seguito cercato di mettere in evidenza le problematiche legate allo sviluppo di meccanismi PES al fine di proporre, dopo una fase di studio, delle soluzioni.

Oltre alla sperimentazione di alcune di queste soluzioni, il WP4 ha avuto come obiettivo quello di individuare le criticità nello sviluppo di attività legate ai servizi ecosistemici e di proporre delle opportune considerazioni sul come approcciarsi alla creazione di meccanismi PES per la valorizzazione della biodiversità, da trasmettere poi a decisori politici, tecnici, gestori, proprietari forestali e altri operatori del territorio.



La biodiversità è un attributo molto importante degli ecosistemi poiché, oltre a possedere un valore di per sé autonomo, influenza la capacità di fornire i diversi servizi ecosistemici, contribuendo all'accrescimento del valore complessivo del popolamento forestale (cap. 12). Sotto questo aspetto le funzioni principali della biodiversità si possono suddividere in: ecologica, economica, socio-culturale ed etica (Ministero dell'Ambiente, 2010).

La **funzione ecologica** fa riferimento alle caratteristiche dell'ecosistema: maggiore è il suo grado di biodiversità, potenzialmente maggiori saranno anche la sua resistenza e resilienza a perturbazioni esterne o cambiamenti ambientali. Vi è infatti una forte interdipendenza tra la biodiversità e i numerosi fenomeni di perturbazione in atto come i cambiamenti climatici. Per questo motivo a livello europeo è stata definita una strategia che, tramite una serie di azioni mirate, prevede di mitigare la perdita di biodiversità entro il 2030 (EU Strategy 2030).

La **funzione economica** è legata invece al mercato dei servizi ecosistemici. Popolamenti forestali misti, con caratteristiche strutturali complesse e che si avvicinano alle caratteristiche dei popolamenti naturali, forniscono maggiori servizi rispetto ai popolamenti forestali monospecifici o semplificati, assolvendo meglio ad alcune funzioni. Per tale motivo la gestione forestale europea guarda con particolare interesse a questo tipo di popolamenti (Pretzsch et al., 2015). Inoltre, diversi studi stanno confermando come a scala globale a una elevata biodiversità corrisponda una maggiore produttività (Liang et al., 2016; Amoroso e Turnblom, 2006).

La **funzione socio-culturale** si riferisce all'effetto positivo che può avere la biodiversità sulle persone, costituendo uno svago ed un modo per entrare in contatto con la natura. In relazione alla diversa percezione che hanno le persone dell'ambiente e della biodiversità, è fondamentale lo sviluppo della consapevolezza del contributo che forniscono al benessere umano, attraverso un'adeguata attività di sensibilizzazione, educazione ed informazione della società.

La **funzione etica** invece considera il valore intrinseco della biodiversità, da tutelare e preservare. I valori etici dipendono tuttavia dal contesto sociale nel quale si sviluppano e del quale diventano parte integrante. L'approccio etico alla diversità biologica può

essere applicato a diversi livelli ma complessivamente conduce all'obbligo di preservare l'attuale livello globale di biodiversità il più a lungo possibile.

2.1 La biodiversità e le sue componenti

L'articolo 2 della Convenzione sulla Diversità Biologica (*Convention on Biological Diversity - CBD*) del 1992 definisce la biodiversità come: *“la variabilità tra organismi viventi di qualsiasi tipo compresi, tra gli altri, quelli terrestri, marini e di altri ecosistemi acquatici e i complessi ecologici dei quali questi sono parte; questo include la diversità all'interno delle specie, tra le specie e degli ecosistemi”*. Il termine stesso biodiversità significa varietà delle forme di vita.

Possiamo fare riferimento a tre diversi livelli gerarchici di diversità che si sviluppano a scala spaziale crescente:

1. **Diversità genetica:** riguarda il *pool* genetico di una popolazione di individui della stessa specie. Alcuni individui possono risultare diversi per quanto riguarda alcuni caratteri e quindi rispondere in maniera eterogenea agli stimoli ambientali; vengono perciò detti “varianti”;
2. **Diversità specifica:** fa riferimento al numero di specie diverse che popolano un ecosistema (ricchezza) e alla loro mescolanza (equitabilità);
3. **Diversità ecosistemica:** relativa ai vari ecosistemi che sono presenti nel macro-ecosistema Terra.

La diversità specifica è da sempre l'aspetto della biodiversità più studiato e di più immediata comprensione. Questa è rappresentata dalla ricchezza e dalla mescolanza delle specie. All'interno di un ecosistema coesistono diverse componenti, diversi *taxa*, per cui la sua valutazione risulta essere spesso molto complessa e difficile. Nell'ambito degli ecosistemi forestali spesso si concentra l'attenzione sulla componente vegetale, considerando la descrizione della varietà dell'habitat come premessa per definire “a cascata” la ricchezza dell'ecosistema.

Per valutare la ricchezza specifica della componente vegetale di un ecosistema forestale si possono adottare tre diversi criteri a seconda dello scopo:

1. **Criterio floristico:** vengono considerate le specie arboree prevalenti ed eventualmente altre specie

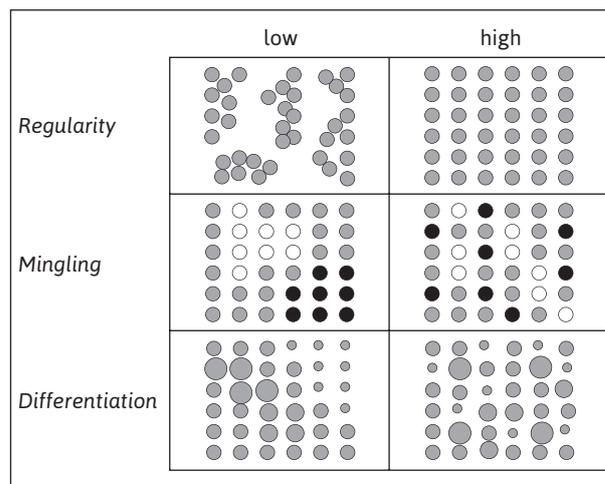
accompagnatrici particolarmente significative. Prevede il riconoscimento delle associazioni vegetali, ossia delle comunità di piante a composizione floristica ricorrente in determinate condizioni ambientali. Queste comunità sono caratterizzate dalla presenza di specie caratteristiche, differenziali e compagne. Le prime sono quelle proprie unicamente dell'associazione vegetale considerata e che non compaiono, se non accidentalmente, in altre unità. Le seconde caratterizzano un'associazione rispetto ad un'altra, ma possono trovarsi anche in altri tipi vegetazionali. Le terze invece non possiedono una specificità e si possono ritrovare in varie comunità.

2. *Criterio morfologico*: si basa sull'analisi dei caratteri morfologici delle singole specie poiché essi sono il frutto dell'evoluzione e riflettono l'adattamento all'ambiente secondo un principio di funzionalità.
3. *Criterio gestionale*: è basato sul metodo di gestione del bosco. Tradizionalmente si faceva riferimento alle forme di governo e trattamento, alla loro funzione prevalente o alla specie legnosa dominante. I nuovi criteri di tipologia forestale adottano invece unità floristico-ecologico-selvicolturali sulle quali è possibile basare la pianificazione forestale.

Tuttavia, per descrivere esaurientemente la biodiversità in un ecosistema forestale, non è sufficiente limitarsi alla diversità genetica e specifica ma bisogna fare riferimento anche ad altri aspetti. Gli indici di diversità specifica che fanno riferimento alla ricchezza e all'equitabilità si basano su tre presupposti: che tutte le specie siano uguali, che tutti gli individui siano uguali, che il campionamento sia attuato in modo appropriato e con valori comparabili (Magurran, 2004). Le prime due assunzioni mancano chiaramente di solidità da un punto di vista statistico: le specie hanno un diverso valore quando si valuta la biodiversità di un ecosistema, soprattutto in un'ottica protezionistica o gestionale (specie rare, specie aliene, ecc.) e non tutti gli individui sono uguali, soprattutto se si tratta di piante arboree (età, dimensioni, ecc.). Il concetto di biodiversità deve quindi essere esteso ad includere la diversità strutturale e dei processi (Noss, 1990; Franklin, 1993) considerando quindi gli attributi relativi a composizione, struttura e funzioni che operano a diverse scale gerarchiche e collegati a diversi processi biologici. Nei popolamenti forestali in aree temperate, caratterizzati da un numero ridotto di specie che formano lo strato dominante, risulta essere di fondamentale importanza considerare parametri prettamente strutturali, ovvero la struttura verticale e orizzontale della foresta e la variabilità delle dimensioni degli alberi (fig. 2.1, Von Gadow e Hui, 2001; Pommerening, 2002).

La struttura orizzontale del popolamento fa riferimento alla densità delle piante, alla loro distribuzione orizzontale, ovvero al modo con cui esse si dispongo-

Figura 2.1: le tre variabili che caratterizzano la struttura forestale: "regularity" ovvero la distribuzione spaziale degli alberi, "mingling" ovvero la mescolanza delle specie e "differentiation" ovvero la variabilità delle loro dimensioni (Von Gadow e Hui, 2001).



no nello spazio e al grado di copertura delle chiome. Gli alberi possono essere disposti in maniera casuale, regolare o aggregata e quindi a parità di densità, si possono ritrovare *pattern* spaziali totalmente diversi. I fattori che condizionano la distribuzione orizzontale sono, nelle prime fasi di sviluppo, l'abbondanza e tipologia di disseminazione e la presenza di micro-aree favorevoli alla germinazione. Successivamente si instaurano rapporti spesso complessi tra gli individui della stessa specie e di specie diverse (competizione intra ed inter-specifica) e si possono verificare dei disturbi che alterano la disposizione delle piante. La distribuzione orizzontale delle specie arboree può costituire anche un adattamento a particolari condizioni ambientali, come ad esempio nei climi estremi della fascia sub-alpina, dove spesso la struttura è aggregata, a formare i cosiddetti "collettivi". La copertura viene invece espressa come la percentuale di suolo coperta dalle chiome. Nella corrente pratica forestale vengono utilizzate 6 classi di copertura decrescente: regolare-colma, regolare-scarso, regolare molto scarso, regolare lacunosa, aggregata e a cespi.

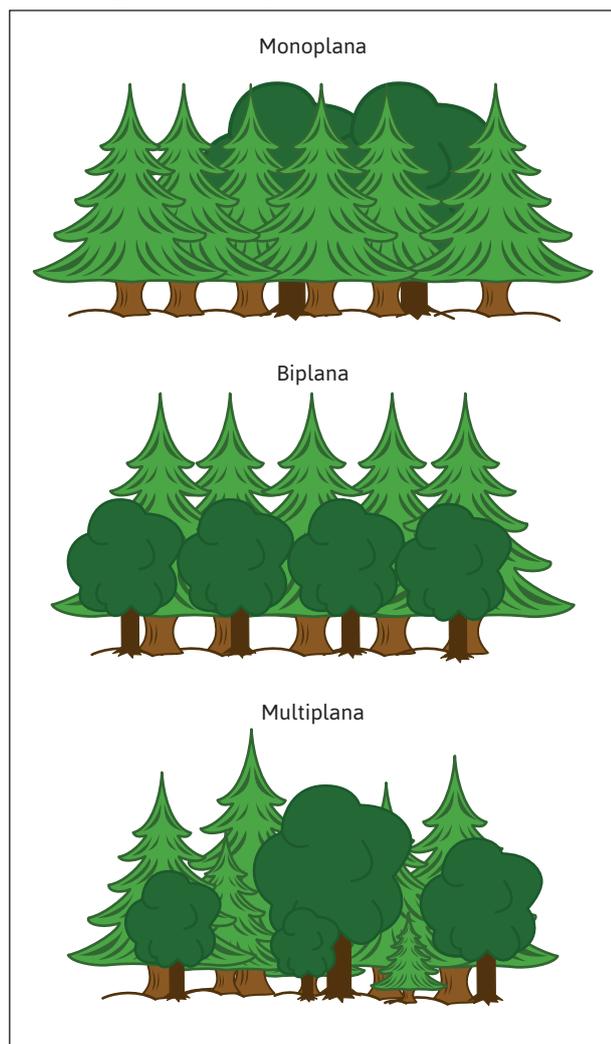
È importante notare che spesso viene considerata anche la tessitura, ovvero il grado di omogeneità per composizione specifica, struttura e densità. Questa può essere fine o grossolana a seconda della dimensione che assumono i gruppi di alberi nel bosco (Del Favero et al., 2000).

La variabilità nella dimensione degli alberi si riferisce principalmente alla distribuzione diametrica delle piante e alla struttura verticale del popolamento che, considerate nel loro insieme, sono ritenute espressioni della struttura per età della foresta. All'interno di una foresta, gli alberi tendono ad accrescersi in altezza nella fase giovanile come risposta alla competizione

per la luce. Successivamente, invece, una volta affermatasi gli alberi dominanti, l'accrescimento interessa maggiormente il diametro, poiché anche lo spazio a disposizione di ogni pianta è mediamente superiore a causa della morte degli individui dominati.

Popolamenti coetanei (o coetaneiformi) sono caratterizzati generalmente da una distribuzione dei diametri di tipo gaussiano o normale, ovvero aventi la maggior parte degli individui con dimensioni medie. Al contrario, in popolamenti disetanei (o disetaneiformi), la distribuzione dei diametri tende ad essere di tipo esponenziale negativo, con moltissimi individui nelle classi diametriche minori. Il processo di mortalità dovuto all'auto-diradamento determina la densità del popolamento e la numerosità delle singole classi. I disturbi naturali come gli incendi, gli schianti da vento e da neve o le pullulazioni di insetti o i disturbi antropici come gli interventi selvicolturali, possono alterare queste dinamiche (Del Favero et al., 2019).

Figura 2.2: la struttura verticale del popolamento forestale può essere monoplana, biplana o multiplana a seconda della distribuzione degli alberi nello spazio verticale.



Molto spesso popolamenti coetanei/coetaneiformi sono caratterizzati da una struttura verticale monoplana, in cui le altezze dei singoli alberi non sono molto diverse tra loro e le chiome verdi sono raccolte in un unico piano ben distinto dalla zona sottostante, nella quale sono presenti solo i fusti ed eventualmente, più in basso ancora, la vegetazione arbustiva ed erbacea. Popolamenti disetanei/disetaneiformi, invece, presentano più spesso struttura verticale biplana o multiplana (stratificata) con il piano dominato rappresentato dalle specie tolleranti l'ombra (fig. 2.2) (Del Favero et al., 2000).

2.2 La quantificazione della biodiversità per una gestione forestale sostenibile

La diversità floristica è stata tradizionalmente molto studiata, data la relativa semplicità delle operazioni di valutazione una volta adeguatamente formati i rilevatori, e la non necessità di strumentazione specifica per lo svolgimento dei rilievi. Ciò ha portato nel tempo alla definizione di una serie di indici, come ad esempio quello di *Shannon-Wiener* (forse il più conosciuto), di *Margalef* o di *Simpson* (Dong-June e Ji, 2011).

La diversità strutturale è stata invece meno approfondita, anche se la distribuzione spaziale degli alberi, la struttura dei fusti, la presenza di radure, di alberi morti in piedi e di necromassa a terra sono le principali caratteristiche che influenzano la diversità animale in foresta (Kimmins, 2005). In numerosi studi sono state riscontrate correlazioni significative tra le variabili strutturali dei popolamenti forestali e la ricchezza specifica (Tews et al., 2004), in particolare nelle specie ornitiche (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961).

La diversità strutturale spesso assume quindi una maggiore rilevanza rispetto a quella specifica (Beckschäfer et al., 2013), soprattutto in ottica di gestione forestale sostenibile (GFS o dall'inglese *Sustainable Forest Management* - SFM). Questa è diventata oramai uno dei principali obiettivi delle varie pratiche selvicolturali (Barbati et al., 2014), anche perché gli ecosistemi naturali stanno subendo una rapida antropizzazione che li sta facendo progressivamente scomparire (Von Gadow et al., 2012). Nelle foreste naturali, definite anche *foreste vergini*, si trovano solitamente più specie vegetali e strutture più articolate rispetto ai contesti gestiti in quanto non sono state modificate dall'uomo o le perturbazioni sono state minime (Cutini et al., 2019). Tuttavia, a livello europeo, la loro superficie è molto diminuita negli ultimi decenni e con esse si viene a perdere un importante metro di paragone per la biodiversità e un riferimento per la SFM (Barbati et al., 2012). La perdita di biodiversità in Europa è oramai un dato di fatto (Biala et al., 2012) e la degradazione degli ecosistemi è pertanto un crescente problema che necessita di essere quantificato al fine di definire un'opportuna

metodologia tesa ad arginarlo (Geburek et al., 2010). La messa a punto di indicatori di biodiversità svolge un ruolo fondamentale nel fornire strumenti di supporto alla conservazione del patrimonio naturale, la gestione delle risorse naturali e il riassetto dell'ecosistema (Schmidt et al., 2006).

Gli indicatori sono uno strumento fondamentale ai fini decisionali, in quanto permettono una valutazione oggettiva della condizione del bosco e consentono una quantificazione di un elemento complesso come la biodiversità.

Lo studio della struttura forestale si serve di indici ed indicatori di vario tipo che possono essere classificati in due famiglie diverse, a seconda dell'utilizzo o meno delle coordinate spaziali degli alberi. Inoltre, l'analisi della struttura forestale può essere condotta su piccola scala (in questo caso vengono solitamente considerate le interrelazioni con gli alberi vicini), a livello di popolamento o a livello di intera foresta (fig. 2.3).

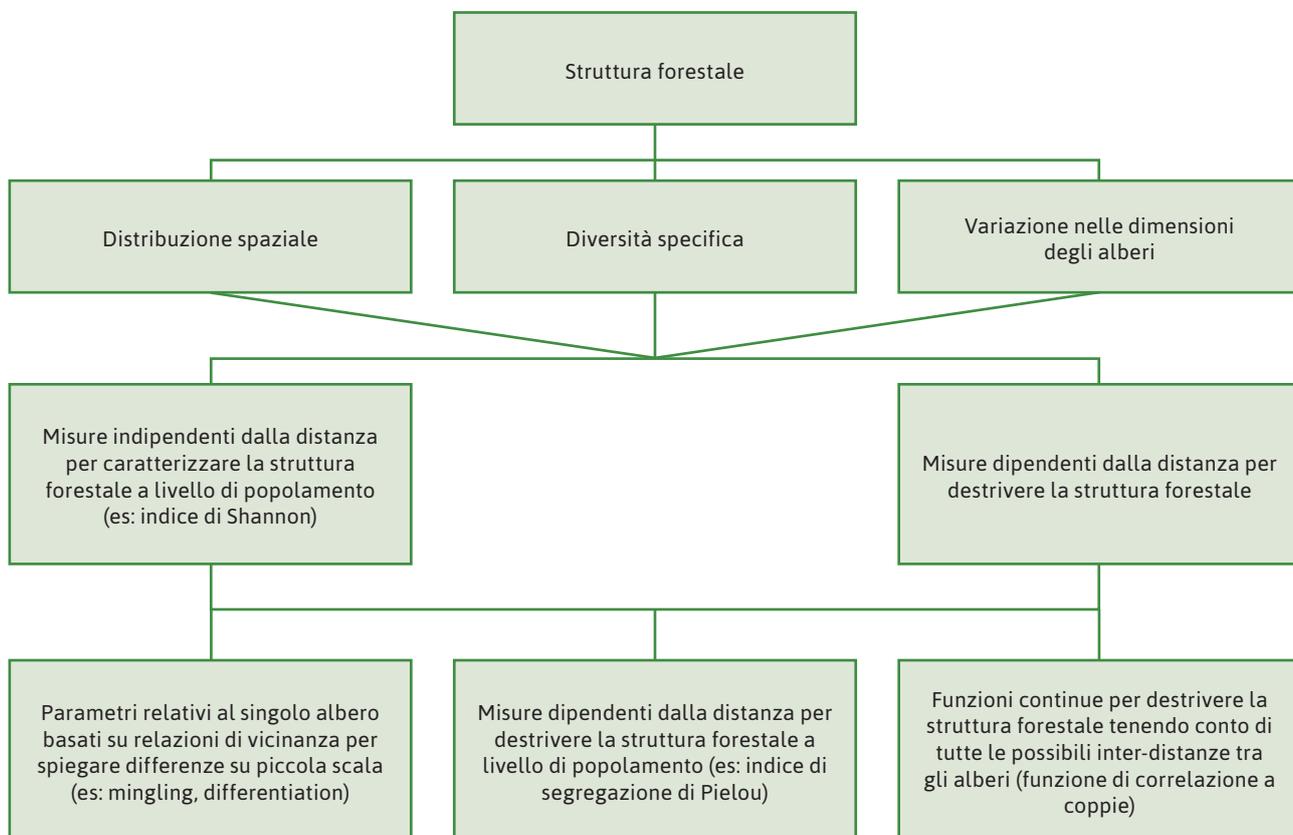
Un indicatore che normalmente non richiede le coordinate spaziali e classicamente molto utilizzato è la necromassa, ovvero il legname morto a terra o in piedi, il quale fa parte del ciclo forestale naturale e costituisce l'*habitat* per numerose specie (Lachat et al., 2019; Gasparini et al., 2013). Una gestione forestale sosteni-

bile dovrebbe essere pertanto volta a promuovere il rilascio di una parte di necromassa, assieme anche alle piante vetuste (Imesch et al., 2015) (si veda cap.9).

2.3 Sistemi e strumenti di valutazione e certificazione della biodiversità forestale. Il punto di partenza del progetto BIOΔ4

Negli ultimi anni nel panorama italiano ed europeo, diversi progetti hanno analizzato la biodiversità dei sistemi forestali, con obiettivi che andavano dalla semplice valutazione alla creazione di strumenti di supporto alla conservazione della stessa; in alcuni venivano anche indicate strategie di gestione da implementare per mantenere e migliorare gli habitat forestali, fornendo validi strumenti per il loro riconoscimento in campo. Il progetto BIOΔ4 è partito da queste esperienze, analizzando i risultati raggiunti e le metodologie applicate, al fine di ottimizzare il sistema di indicatori da implementare nell'ambito territoriale di interesse. Qui di seguito si presentano brevemente alcune di queste iniziative/esperienze che sono state

Figura 2.3: le componenti della struttura forestale, ovvero la distribuzione spaziale degli alberi, la diversità specifica e la variazione delle dimensioni degli alberi, sono suddivisibili in due gruppi a seconda che si consideri la dipendenza dalle interdistanze tra gli alberi oppure la scala spaziale oggetto dell'osservazione (micro-area, particella oppure intera foresta) (tradotto da Pommerening, 2002).



maggiormente fonte di ispirazione, soprattutto per quanto concerne l'approccio e la struttura perseguita nell'ambito del progetto. L'elenco non vuole essere esaustivo, come si potrà evincere nei capitoli successivi dove si farà spesso riferimento ad ulteriori progetti, pubblicazioni e manuali utilizzati al fine di giungere all'indicatore sintetico BIOΔ4.

L'indice di biodiversità potenziale – Centre National de la Propriété Forestière – Francia

L'*Indice de Biodiversité potentielle* (IBP), sviluppato dal Consorzio *Forêt Privée Française* rappresenta un ottimo esempio di come si possa strutturare una lista di indicatori semplici e immediati.

Il metodo fornisce una rappresentazione della biodiversità potenziale di una formazione boschiva montana e consiste in 10 indicatori, dei quali 7 dipendono direttamente dalla gestione del bosco e 3 interessano invece il contesto dell'area analizzata. Aggiustamenti al metodo andrebbero invece approntati nel caso si decidesse di sviluppare l'indice per formazioni di tipo termofilo-mediterraneo o subalpino-boreale.

Il riferimento è alla biodiversità potenziale, in quanto gli indicatori scelti mirano ad una diagnosi speditiva e indiretta della capacità di un popolamento di "accogliere" differenti specie o comunità, la cui ricerca diretta sarebbe troppo onerosa. La conoscenza delle strutture atte ad accogliere la biodiversità è inoltre la chiave per la previsione di azioni concrete di miglioramento.

Vengono presi in considerazione: indicatori strutturali e compositivi dello strato arboreo, la presenza di legno morto e di alberi di grandi dimensioni, la presenza di *microhabitat* sulle piante, di radure o di altri *habitat* associati al bosco, ed infine la continuità temporale della foresta. Un sistema a punteggi consente di raccogliere e sintetizzare le valutazioni relative ai diversi indicatori (Emberger et al., 2013; Larrieu e Gonin, 2008; Larrieu e Gonin 2012; Larrieu et al., 2012).

FANALP

Il progetto FANALP: "Ideazione e realizzazione di protocolli comuni per il monitoraggio della rete natura 2000" è stato sviluppato dalla collaborazione tra la Regione Veneto, la Regione Friuli Venezia Giulia e la Carinzia, nel 2009. Nell'ambito di questo progetto sono stati individuati degli indicatori di biodiversità e socio-economici, nonché definiti puntuali protocolli di monitoraggio per le aree SIC/ZPS dell'arco alpino orientale.

Nelle schede descrittive di ciascun indicatore sono riportati la scala di applicazione, la dimensione e il numero minimo delle eventuali aree campione e i requisiti a cui deve sottostare il sito ai fini dell'applicabilità del metodo. Il prodotto finale è una guida pratica alla selezione degli indicatori maggiormente rappresentativi per la singola unità territoriale e gestionale.

La selezione degli indicatori trova fondamento nelle esperienze emerse a seguito di ricognizioni compiute a livello nazionale e di arco alpino orientale. In tal senso sono stati recepiti tutti gli indicatori che risultassero validamente applicabili oltre il loro orizzonte di origine e già utilizzati o proposti da altri progetti.

Fra questi indicatori si ricordano le comunità di uccelli nidificanti e le farfalle diurne (SEBI - *Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators*), le classiche zoocenosi guida della comunità ittica e di macroinvertebrati bentonici (Buffagni e Erba, 2014; Ghetti, 1997, Rondinini et al., 2013; Zerunian, 2004; Zerunian, 2010) e i chiroterti.

Austrian Forest Biodiversity Index

Secondo il metodo austriaco, la biodiversità forestale non può essere misurata e monitorata direttamente, ma sono necessari indicatori che possano permettere di mirare a obiettivi tangibili per la gestione forestale e per i portatori di interesse (Geburek et al., 2016).

Il metodo si fonda sull'indice austriaco di biodiversità forestale (AFBI), che è un indice di misura aggregato, basato su diversi indicatori ponderati in base alla loro significatività nel rappresentare la diversità floristica e la diversità genetica. Esso è composto da 8 indicatori di stato, 1 di pressione e 4 di risposta (per la definizione si veda cap. 3.1). Per ogni singolo indicatore è stato identificato un valore di riferimento, e ogni indicatore può teoricamente raggiungere valori da 0 a 100.

Soprattutto per quanto riguarda gli indicatori di stato, gli strumenti operativi sono basati principalmente su una vasta gamma di dati già disponibili in quanto presenti nell'inventario delle foreste austriache. L'AFBI viene calcolato come media ponderata di tutti i singoli indicatori.

L'indice è stato calcolato all'interno del territorio federale, mostrando valori elevati nel territorio delle Alpi e valori più bassi nella parte nord e nord-orientale dell'Austria. Nel complesso, in territorio austriaco, l'AFBI ammonta approssimativamente a un punteggio di 60, che indica un livello elevato di biodiversità forestale.

Progetto Integrate+

Il progetto *Integrate+* (2013-2016) si è occupato, tra le altre cose, dei *microhabitat* presenti negli alberi sia morti che vivi. I *dendromicrohabitat* rivestono infatti una notevole importanza ecologica, in quanto una parte rilevante della biodiversità forestale dipende proprio dalla disponibilità di questi piccoli *habitat* nel legno. Uno degli obiettivi del progetto è stato quello di comporre un catalogo di *microhabitat* di riferimento da utilizzare in campo, a supporto delle attività svolte. Il catalogo si è rivelato uno strumento utile per assistere gestori forestali, personale che si occupa di inventari ed altri portatori di interesse nell'identificazione e descrizione dei *dendromicrohabitat*. Può inoltre es-

sere utilizzato come materiale informativo nel campo dell'educazione forestale e come documento utile per eventi formativi o escursioni sul campo (Kraus et al., 2016).

Biodiversity friend

Biodiversity friend è un modello di certificazione creato dalla *World Biodiversity Association Onlus*, che fa capo a un gruppo di naturalisti, botanici, zoologi e appassionati della natura e impegnati nella conoscenza e conservazione degli *hot-spots* di biodiversità in Italia e nel mondo. L'associazione, fondata nel 2004, è stata costituita presso il Museo Civico di Storia Naturale di Verona e comprende un Comitato Scientifico internazionale costituito da naturalisti di tutto il mondo. L'obiettivo della *World Biodiversity Association Onlus* è quello di censire la biodiversità attraverso indagini naturalistiche nelle aree in cui è più concentrata e di tutelarla con una capillare azione educativa rivolta particolarmente ai giovani, al fine di sensibilizzare sia alla scoperta e conservazione attiva delle specie vegetali e animali presenti sul nostro pianeta che al rispetto degli equilibri naturali.

Nel corso del 2010, dichiarato dalle Nazioni Unite "Anno Internazionale della Biodiversità", la *World Biodiversity Association Onlus* ha promosso *Biodiversity Friend*, il primo disciplinare di certificazione della biodiversità in agricoltura. Il nuovo disciplinare certifica l'impegno dell'azienda in direzione di un incremento progressivo della diversità biologica, che corrisponde, in ultima analisi, a un miglioramento della salubrità ambientale e della qualità dei prodotti. La procedura di certificazione *Biodiversity Friend* considera gli impatti ambientali delle attività e dei processi di trasformazione in agricoltura nei confronti della qualità ecosistemica e della perdita di biodiversità. Le strategie operative sono state definite in 12 azioni che si riferiscono a: modalità di controllo dei parassiti e delle infestanti, modalità di ricostituzione della fertilità dei suoli, modalità di gestione delle risorse idriche, presenza sul territorio di siepi e/o boschi, presenza di specie vegetali nettariifere, conservazione della biodiversità agraria, qualità dei suoli, qualità delle acque superficiali, qualità dell'aria, utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, tecniche produttive a basso impatto e altre azioni che possono avere benefici effetti sulla biodiversità. A ogni azione corrisponde un punteggio. Per ottenere la certificazione l'azienda deve raggiungere un punteggio minimo di ingresso di 60 punti su 100. Per confermare la certificazione, l'azienda si impegna a mantenere e incrementare la biodiversità attraverso idonee azioni che saranno indicate dai certificatori e verificate nei controlli successivi. Non sono richiesti ulteriori interventi migliorativi a favore della biodiversità al raggiungimento di un punteggio di 80 punti su 100.

Acquistare un prodotto col marchio *Biodiversity Friend* significa per il consumatore avere garanzie scientifica-

mente verificate che quel prodotto proviene da agro sistemi con un elevato grado di naturalità ed è stato ottenuto con processi produttivi a impatto minimo sull'ambiente. Le prime aziende *Biodiversity Friend* sono già state certificate nelle province di Padova, Venezia e Rovigo dai tecnici valutatori formati da CSQA, l'ente di certificazione più accreditato in Italia nel comparto agroalimentare.

Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto

L'obiettivo fondamentale descritto nel volume "Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto" (Del Favero et al., 2000) è quello di pervenire a una gestione forestale sostenibile, che garantisca in primo luogo il funzionamento proprio di ciascun sistema forestale. Una volta che il sistema è stato messo nelle condizioni di funzionare, è possibile procedere alla valorizzazione delle diverse funzioni e i diversi usi che l'uomo attribuisce caso per caso al bosco.

Per ogni tipo forestale presente nel Veneto sono stati individuati indicatori qualitativi e quantitativi inerenti il funzionamento dei vari sistemi. Tra quelli qualitativi, è stata valutata la composizione arborea attuale, la composizione delle specie arboree autoctone ecologicamente coerenti, la presenza di alterazioni antropiche nella composizione arborea, le tendenze dinamiche naturali, le possibili influenze degli interventi colturali sul dinamismo naturale, le modalità, i fattori limitanti e il disturbo relativo alla rinnovazione naturale, la struttura somatica, lo stato vegetativo, le interazioni con la macrofauna.

Negli indicatori quantitativi si sono considerati gli indicatori biometrici caratteristici del tipo forestale considerato, il tempo di permanenza, lo standard di naturalità dei soprassuoli, la biodiversità. All'interno di quest'ultimo indicatore l'unità nel territorio è stata a sua volta valutata, in base alla sua diffusione, distribuzione, contaminazione specifica attiva e passiva, standard di biodiversità gestionale (determinato dall'equilibrio ecologico strutturale), dalla numerosità delle specie vegetali e di quelle ornitiche presenti. Si rimanda al testo per una trattazione più esaustiva (Del Favero et al., 2000).

Le indicazioni per la biodiversità sono state trattate separatamente dalla naturalità e dal pregio floristico al fine di evidenziare come la sua conservazione possa essere perseguita con modalità anche diverse o collocarsi a un livello di ordine superiore rispetto ad altri obiettivi di conservazione.

Certificazione della gestione forestale (FSC®-PEFC™)

La certificazione della gestione forestale consiste in una procedura di verifica atta a controllare che la conduzione della proprietà boschiva rispetti rigorosi requisiti di sostenibilità ecologica, economica e sociale. L'esito positivo di tale procedura consente l'emissione da parte di un organismo indipendente di un certifica-

to, il quale attesta che la proprietà risponde ai criteri di *Gestione Forestale Sostenibile* (GFS o SFM, dall'acronimo inglese di *Sustainable Forest Management*). La certificazione attesta che i prodotti della gestione derivano da boschi sostenibili e come tali possono essere marchiati (Franc et al., 2001).

Il legname proveniente dalle foreste certificate deve poi poter essere tracciabile nelle varie fasi delle successive lavorazioni, fino al prodotto finito. Alla filiera a valle del bosco certificato viene dato il nome di catena di tracciabilità o *Chain of Custody* (CoC).

Il problema fondamentale nell'elaborazione e applicazione di un sistema di certificazione della gestione forestale sostenibile, propedeutica alla certificazione della catena di tracciabilità, consiste nella definizione dei criteri e degli indicatori ovvero nell'individuazione dei parametri quantitativi e qualitativi che, periodicamente misurati o osservati, permettano di valutare la *performance* di sostenibilità della gestione forestale da parte del proprietario.

Nel panorama della certificazione forestale volontaria gli *standard* più diffusi fanno capo alle iniziative di FSC (*Forest Stewardship Council*) e di PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes*), rappresentate da organizzazioni internazionali che promuovono un proprio schema di certificazione attraverso gruppi nazionali, i quali detengono i diritti di utilizzo del logo.

Per entrambe le certificazioni, un organismo terzo di accreditamento si occupa di autorizzare questi enti di certificazione indipendenti a svolgere le verifiche periodiche delle proprietà e delle aziende della CoC e a emettere il certificato in conformità allo *standard*.

Nel caso di un proprietario forestale, la volontà di certificarsi attiva l'intero meccanismo di verifica e rilascio del certificato: il tecnico consulente incaricato di predisporre il sistema in conformità allo *standard* nazionale di certificazione predispone il manuale della proprietà; il proprietario affida ad un ente di certificazione accreditato l'esecuzione della verifica di conformità (ispezione) del sistema allo *standard*; qualora la verifica sortisca esito positivo, l'ente di certificazione emette il certificato e l'organizzazione internazionale concede la licenza d'uso del marchio alla proprietà aderente.

FSC (*Forest Stewardship Council*) è un'organizzazione internazionale non governativa, indipendente e senza scopo di lucro, nata nel 1993 per promuovere la gestione responsabile di foreste e piantagioni. Include

tra i suoi membri ONG e gruppi ambientalisti (WWF, Greenpeace), sociali (*National Aboriginal Forestry Association of Canada*), proprietari forestali, industrie che commerciano e lavorano il legno e la carta (Tetra Pak, Mondi), gruppi della Grande Distribuzione Organizzata, ricercatori e tecnici per un totale di quasi 900 membri.

Una delle attività principali di FSC consiste nella redazione degli *standard* secondo il codice promosso da ISEAL (*International Social and Environmental Accreditation and Labeling*). Gli *standard* a loro volta sono adattati a livello locale dai Gruppi di lavoro nazionali che si possono liberamente costituire ma che devono previamente essere riconosciuti da FSC.

A livello nazionale FSC è rappresentato da una rete di circa 45 *Network Partners*, alcuni dei quali sono uffici nazionali, che contribuiscono a promuovere la certificazione a livello locale e ad assistere gli operatori interessati ad ottenerla; ad esempio, in Italia dal 2001 è presente FSC Italia.

PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes*) è un'iniziativa internazionale basata su una larga intesa delle parti interessate all'implementazione della gestione forestale sostenibile a livello nazionale e regionale. Partecipano allo sviluppo del PEFC i rappresentanti dei proprietari forestali, dei consumatori finali, delle imprese di utilizzazioni boschive, dei liberi professionisti, del mondo dell'industria del legno e dell'artigianato.

Lo schema di certificazione forestale PEFC è fondato sul rispetto dei Criteri e degli Indicatori definiti nelle Conferenze Ministeriali per la protezione delle foreste in Europa (Helsinki 1993, Lisbona 1998), che hanno dato avvio al cosiddetto "*Processo paneuropeo*". L'associazione è presente anche in Italia con PEFC Italia, l'organo di governo nazionale del sistema di certificazione.

Nell'ambito della valutazione della sostenibilità della gestione forestale, lo *standard* PEFC tratta l'aspetto della biodiversità all'interno del criterio "Mantenimento, conservazione e appropriato miglioramento della diversità biologica negli ecosistemi forestali". La proprietà forestale che ottenga la certificazione per la GFS-PEFC può immettere sul mercato i propri prodotti forestali certificati, commercializzandoli lungo la CoC dopo l'apposizione dell'apposito logo.

Per un maggiore approfondimento sul rapporto tra i sistemi di certificazione e il metodo BIOΔ4 di valutazione della biodiversità si rimanda al capitolo 8.

3

SELEZIONE DEGLI INDICI E DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI BIODIVERSITÀ

3.1 Criteri di scelta degli indicatori

La biodiversità di un ecosistema forestale si articola in un elevatissimo numero di componenti, ognuna delle quali potrebbe essere singolarmente oggetto di rilevamento diretto, a prezzo però di un grande investimento di tempo e risorse. In ogni caso sarebbe impossibile riuscire a misurare la biodiversità totale in quanto il campionamento stesso presenterebbe troppe problematiche (Magurran, 2004).

Si è quindi ritenuto più opportuno optare per un set di indicatori indiretti, rappresentativi delle principali componenti della biodiversità, ognuna delle quali si esprime a una diversa scala, che può variare da quella di una nicchia in un singolo tronco a quella dell'intero popolamento forestale.

Il concetto di biodiversità differisce da quello di naturalità, ed è sempre utile ricordarselo. Infatti un ecosistema con elevata biodiversità non esprime necessariamente livelli di naturalità di pari livello. Esempificativo è il caso degli ambienti agrari di tipo tradizionale che, pur ospitando talvolta una ricchezza straordinaria di forme di vita vegetale e animale, non sono espressione della potenzialità del luogo. Va peraltro evidenziato che proprio nel trattare la biodiversità forestale in formazioni non antropogene (e quindi potenzialmente presenti anche in assenza di attività umane) non si può prescindere dal riferirsi ad una biodiversità qualificata in termini di specie e comunità naturali.

A questo proposito si sottolinea come il metodo sviluppato nel progetto BIOΔ4 misuri la biodiversità e non la naturalità, ma allo stesso tempo una buona naturalità del popolamento resta un importante prerequisito di fondo.

L'altro aspetto rilevante con cui ci si è dovuti confrontare, è relativo alla scelta di misurare la biodiversità potenziale piuttosto che quella reale. Gli indicatori prescelti forniscono una misura della capacità di accogliere specie e popolamenti in grado di incrementare i livelli di biodiversità, limitando al minimo la ricerca diretta di emergenze naturalistiche puntuali di rilievo. Si sottolinea quindi come il metodo sviluppato misuri la biodiversità potenziale, pur mantenendo un collegamento con quella reale.

Un terzo aspetto sovraordinato rispetto alla definizione del metodo ha riguardato la tipologia di indicatori utilizzati: "di stato", "di pressione" o "di risposta". I primi descrivono il valore di alcune variabili ambientali, i secondi riguardano l'impatto che hanno le attività antropiche

sulle variabili ambientali, gli ultimi invece sono costituiti dalle azioni antropiche intraprese per reagire ad una problematica ambientale. Ai fini del lavoro e considerati i suoi obiettivi, la maggior parte degli indicatori prescelti sono "di stato", ma non ne mancano "di pressione" e "di risposta".

L'ultimo aspetto preliminare preso in considerazione è relativo alla consapevolezza che alcuni indicatori dipendono dal popolamento forestale, altri dal contesto ambientale. Si tratta di una suddivisione importante in quanto è solo a livello dei primi che un proprietario può agire per migliorare la situazione, ad esempio arricchendo l'articolazione strutturale e compositiva del popolamento, rilasciando legno morto ecc. Invece, quelli determinati dal contesto, sono esogeni alla gestione, ad esempio la presenza di grotte o di corsi d'acqua ecc. Quindi la biodiversità può essere tutelata ma non "creata", come anche la presenza di ungulati o di grandi carnivori è di fatto determinata da condizioni sovraordinate rispetto alle possibilità di azione dei singoli attori.

Considerate queste premesse, il successivo percorso per la definizione del set finale di indicatori di biodiversità BIOΔ4 è stato caratterizzato da vari step. Il processo ha coinvolto diversi attori e si è sviluppato in diverse fasi che possono essere così schematizzate:

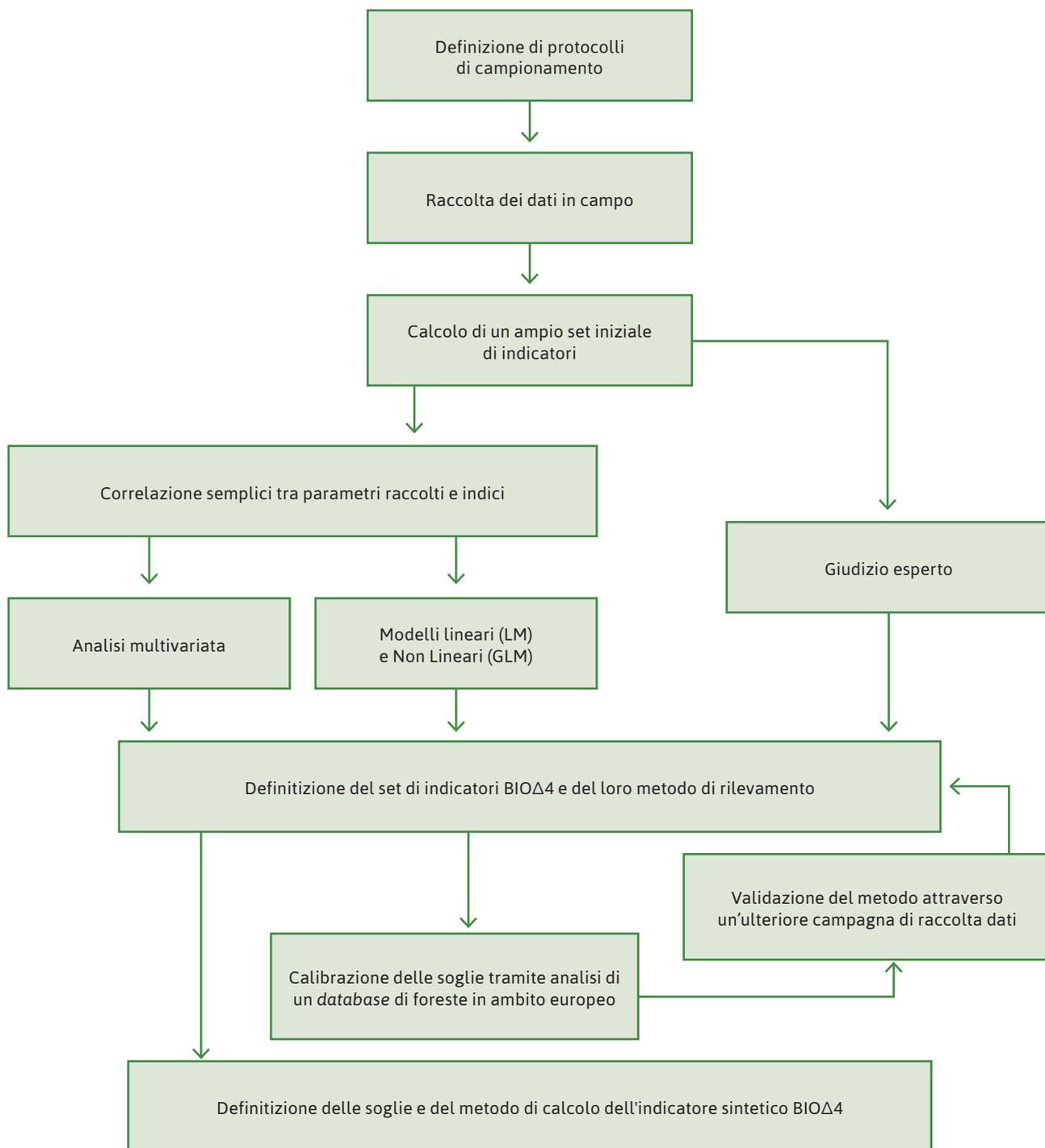
1. Definizione di protocolli di campionamento per i diversi aspetti della biodiversità forestale;
2. Raccolta dei dati in campo;
3. Calcolo di un ampio set iniziale di indici di biodiversità;
4. Ricerca di correlazioni lineari semplici fra i vari parametri raccolti in campo e i vari indici;
5. Analisi multivariata, Modelli Lineari (LM) e non lineari (GLM);
6. Valutazione secondo giudizio esperto dell'importanza degli indicatori ottenuti;
7. Definizione del set di indicatori BIOΔ4 e del loro metodo di rilevamento;
8. Affinamento e calibrazione delle soglie degli indicatori di biodiversità selezionati attraverso l'analisi di un database di foreste in ambito geografico europeo;
9. Validazione del metodo e valutazione delle performance degli indicatori attraverso un'ulteriore campagna di raccolta dati condotta su tipologie differenti di bosco;

10. Definizione delle soglie degli indicatori e del metodo di calcolo dell'indicatore sintetico BIO Δ 4.

Il processo non è stato tuttavia lineare come si potrebbe evincere dalla sequenzialità dei passaggi elencati,

in quanto si è proceduto per approssimazioni successive attraverso continui confronti tra gli esperti coinvolti, generando continui *feedback* e *loop* lungo il flusso delle operazioni (fig. 3.1).

Figura 3.1: diagramma di flusso semplificato in cui sono schematizzate le fasi del lavoro che hanno contraddistinto la definizione degli indicatori BIO Δ 4.



3.2 Selezione delle aree di studio pilota

Per poter individuare il set di indicatori destinati a definire l'indicatore sintetico BIO Δ 4, è stato necessario condurre una campagna di rilievo per la raccolta di dati relativi alle diverse componenti della biodiversità da considerare. Proprio per riuscire ad ottenere una notevole profondità di informazioni in numero e qualità coerenti, si è scelto di non ricorrere a *database* già esistenti (utilizzati invece in una fase successiva per un parziale confronto su alcuni parametri, vedi cap. 6.1), ma di procedere ad una campagna di rilievo specifica seguendo protocolli specifici per i diversi aspetti della biodiversità forestale.

Nel piano montano delle Alpi Orientali la specie chiave dei popolamenti misti è rappresentata dall'abete bianco (*Abies alba* Mill.) che concorre a formare "tra i boschi più belli ed espressivi", sia nel settore dolomitico che in alcuni comprensori più esterni (Sartori et al., 2017). Troviamo quindi boschi puri di abete bianco (Auronzo di Cadore), misti con faggio (*Fagus sylvatica* L.) (Cansiglio, Grappa, Cajada, versanti dolomitici esterni, ecc.) o con abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst.) (piceo-abieteti, soprattutto Dolomiti interne, settore mesalpico) (Sartori et al., 2017).

Anche dal punto di vista produttivo e tecnologico la specie è importante e meritevole di valorizzazione nel mercato attuale. Il legname proveniente dall'abete bianco, originariamente poco considerato in edilizia, è ora inserito nel mercato all'interno di specifiche filiere produttive, come nel caso virtuoso di Friùl-Dane in Friuli Venezia Giulia o di alcune realtà austriache.

Le aree di studio individuate per la messa a punto degli indicatori di biodiversità delle foreste gestite sono state quindi scelte all'interno di formazioni boscate caratterizzate dalla presenza di abete bianco nelle foreste del Cansiglio (BL) e del comune di Ampezzo (UD).

All'interno di entrambe le foreste pilota sono stati effettuati dei rilievi in campo seguendo un protocollo specifico basato su due diversi tipi di area di saggio. In ogni sito sono state rilevate 15 aree di dettaglio (centrali), più 45 aree secondarie (satellite), per un totale di 30 aree di dettaglio e 90 aree secondarie.

Il Cansiglio si configura come un altopiano carsico dell'area prealpina. Posto a circa 1000 m s.l.m., si estende su un territorio di circa 6.000 ettari, a confine fra le province di Belluno, Treviso e Pordenone (Altea et al., 2015). La foresta del Cansiglio è una Zona a Protezione Speciale (ZPS) nonché un Sito di Interesse Comunitario (SIC) (D'Andrea et al., 2016).

Le aree di saggio del Cansiglio sono posizionate in due diverse località (fig. 3.2 e fig. 3.3): la prima è situata in località Pian dei Lovi (fig. 3.4) ed è caratterizzata da una maggiore partecipazione del faggio; la seconda si trova invece in località Lama del Porzel (fig. 3.5), in prossimità della frazione di Pian Osteria. Qui si sono concentrate cinque aree all'interno di una sola particella (in modo da agevolare le successive valutazioni a livello di particella).

Analogo approccio è stato utilizzato per la scelta delle aree ad Ampezzo (fig. 3.6 e fig. 3.7), dove si è scelto di effettuare alcuni rilievi anche nella zona del Passo Pura, colpita duramente da schianti durante la tempesta Vaia di fine ottobre 2018.

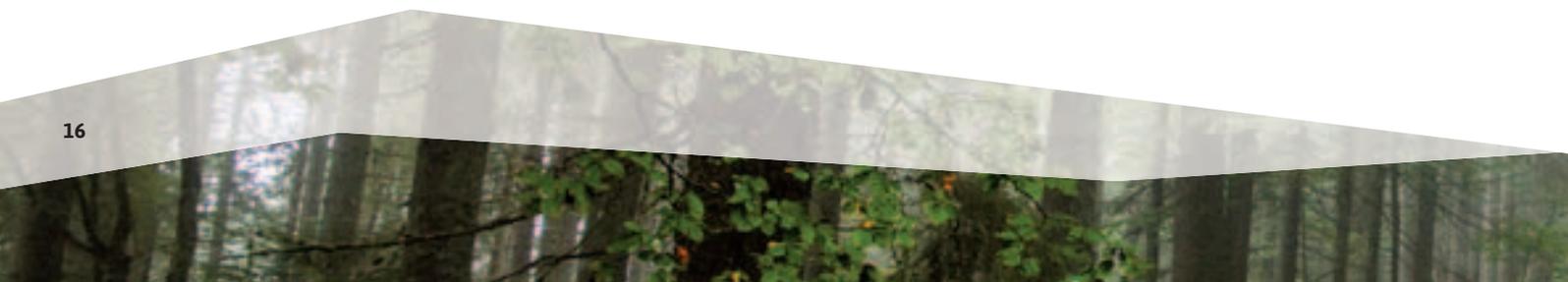


Figura 3.2: le due aree di studio del Cansiglio con evidenziate le aree di saggio (di dettaglio in blu, secondarie in verde). La località Pian dei Lovi è collocata ad Est (destra) mentre Lama del Porzel a Ovest (sinistra).

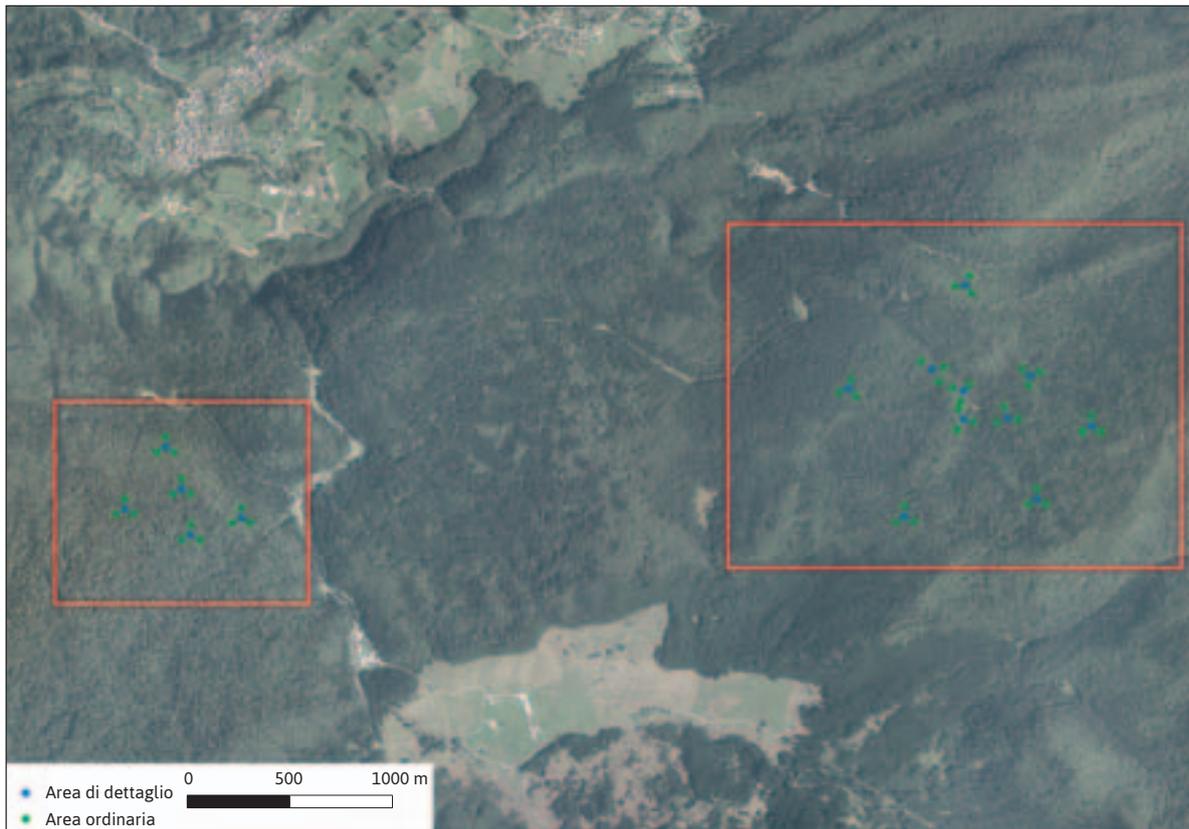


Figura 3.3: localizzazione delle aree di studio in Cansiglio. La località Pian dei Lovi è collocata ad Est (destra) mentre Lama del Porzel a Ovest (sinistra).

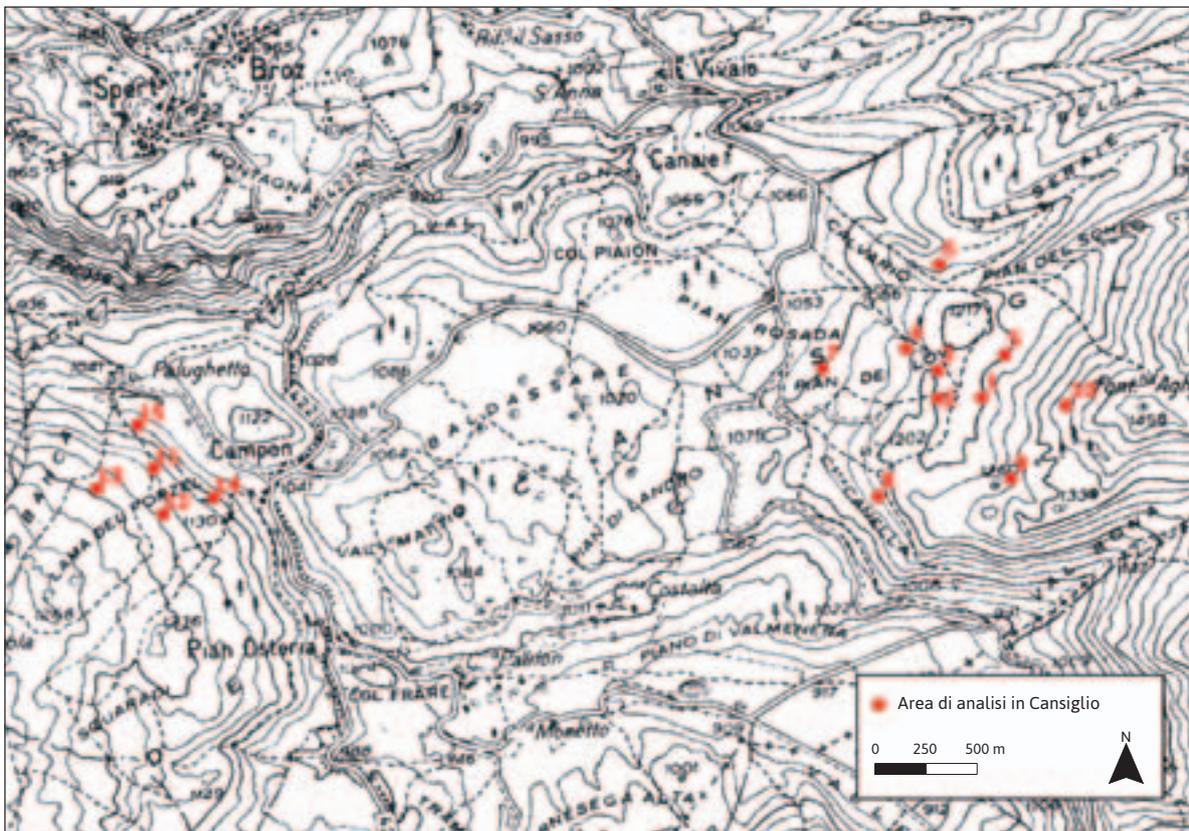


Figura 3.4: particolare delle aree in località "Pian dei Lovi" (Cansiglio), con indicati i confini delle particelle forestali.

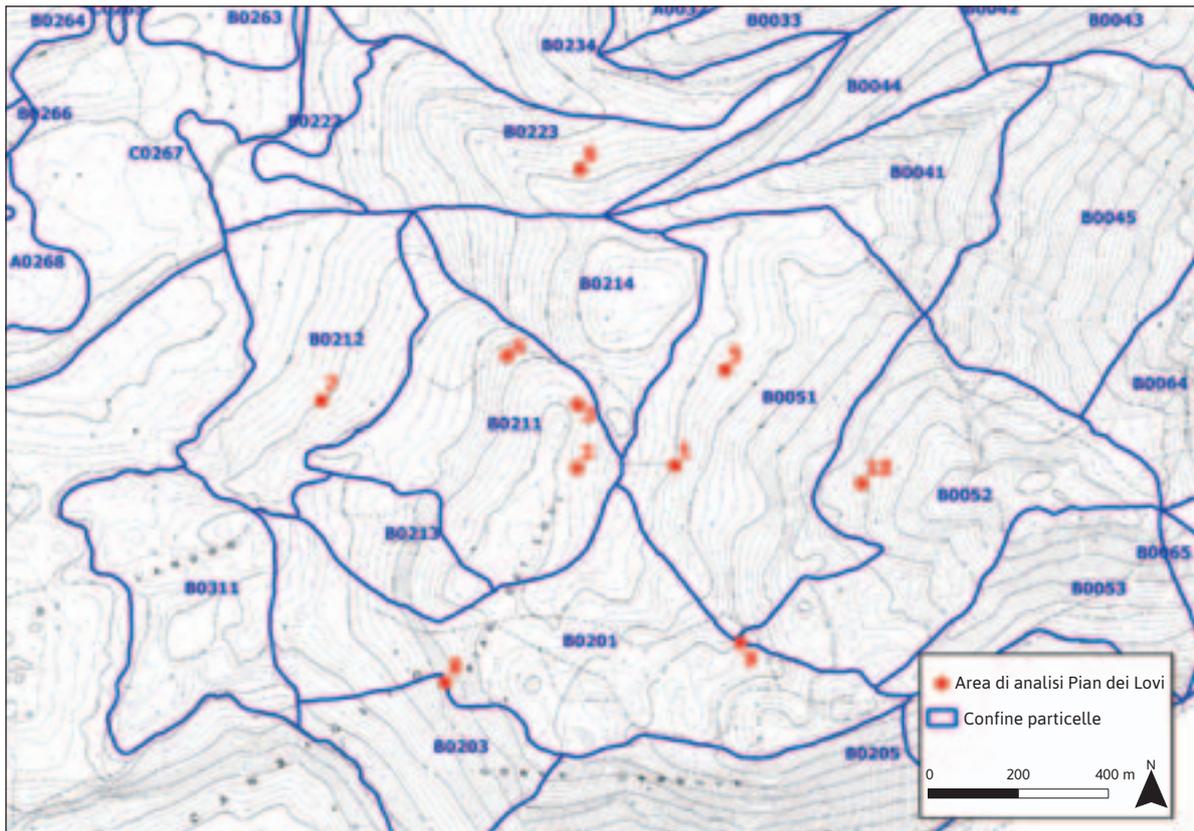


Figura 3.5: particolare delle aree in località "Lama del Porzel" (Cansiglio), con indicati i confini delle particelle forestali.

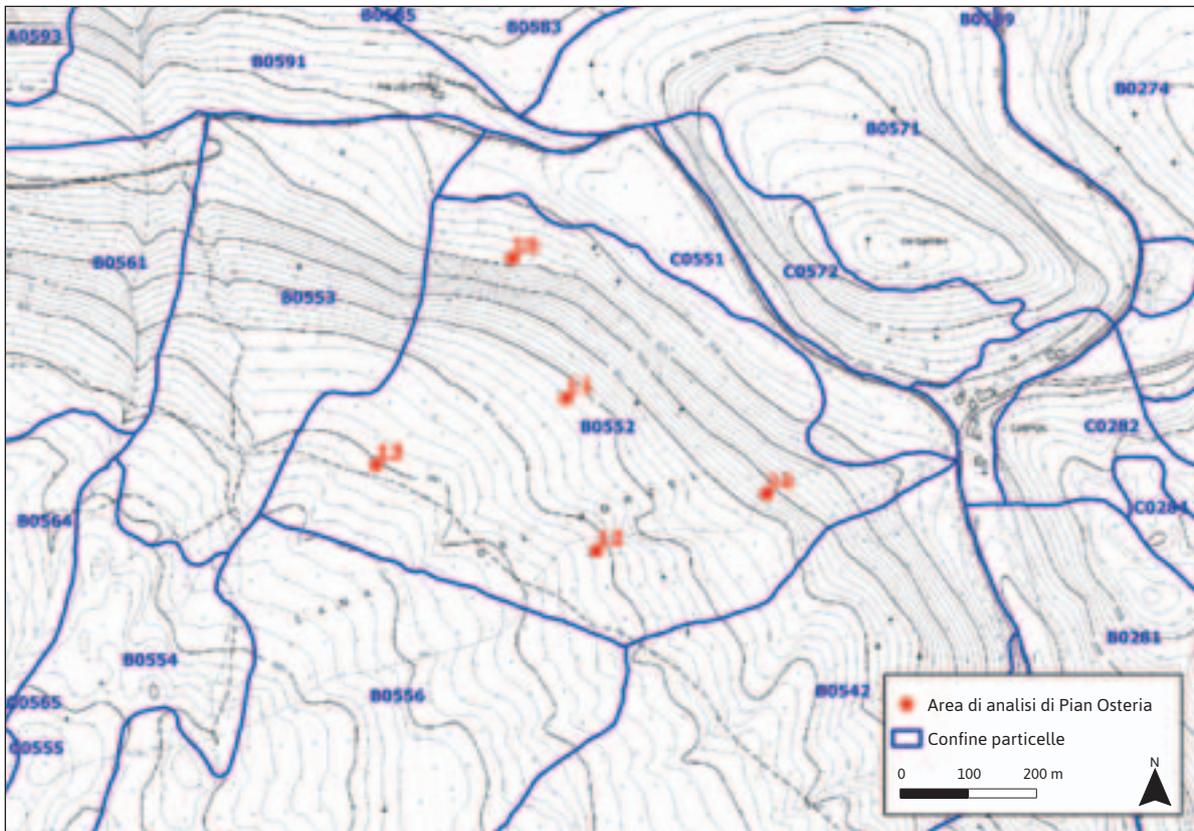


Figura 3.6: Le tre aree di studio della foresta di Ampezzo con evidenziate le aree di saggio (di dettaglio in blu, secondarie in verde). Da destra a sinistra le aree di Bosco Flobia, Bosco della Stua e Bosco Bernone.

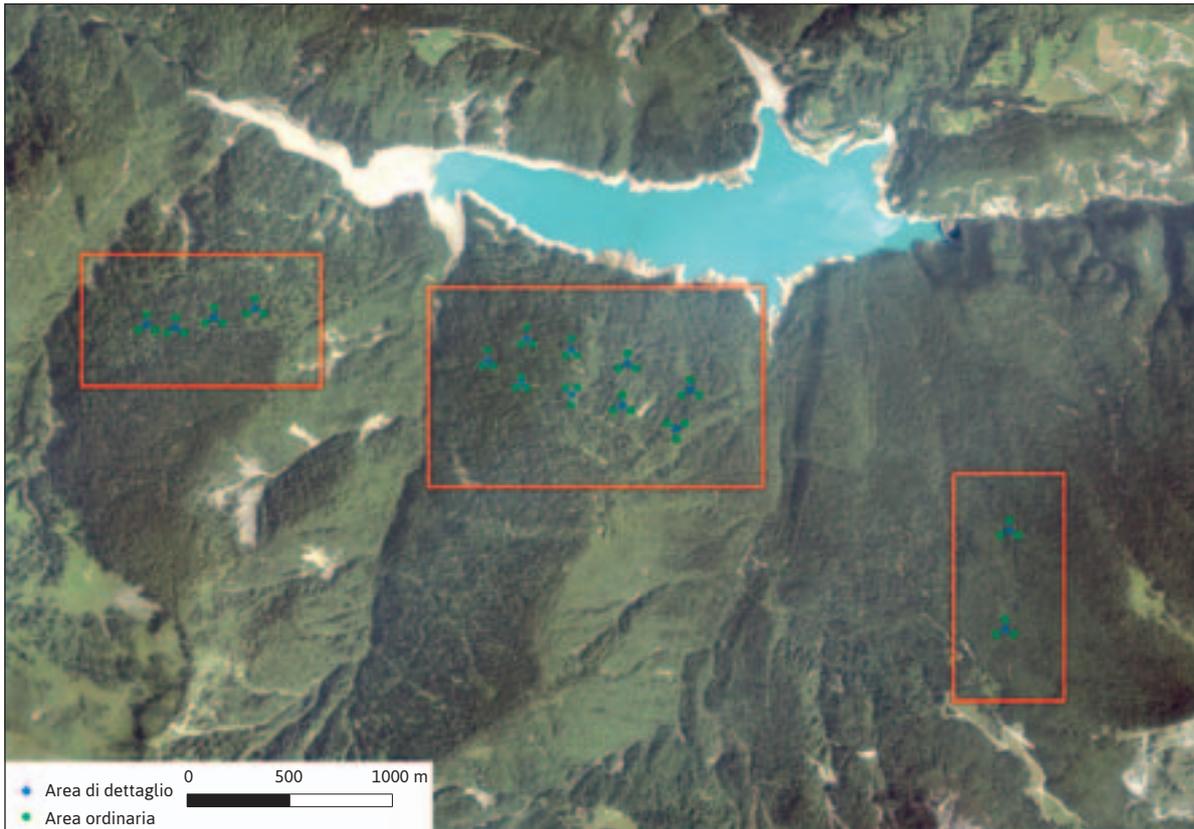
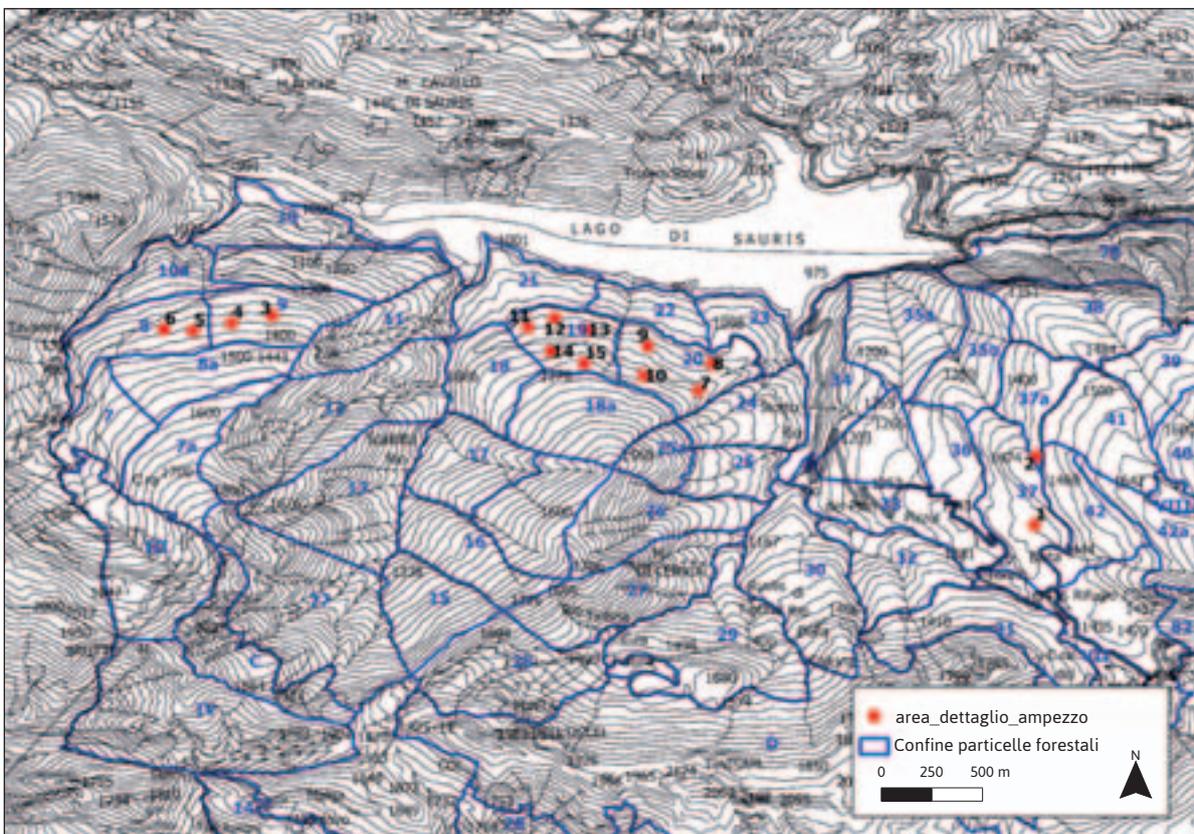


Figura 3.7: localizzazione delle aree di analisi di Ampezzo, con indicati i confini delle particelle forestali.



3.3 Il rilievo della diversità specifica e di habitat

Per quanto riguarda la componente specifica e di habitat si è deciso di focalizzare l'attenzione sui seguenti aspetti:

- Ricchezza della componente nemorale arborea, arbustiva ed erbacea;
- Presenza di *microhabitat* forestali. Tews et al. (2004) hanno rilevato che l'85% degli studi di settore concordano sul fatto che il numero di *microhabitat* è correlato positivamente con la biodiversità;
- Valenze faunistiche, ad esempio siti di nidificazione o presenza di alberi con fori di alimentazione o riproduzione di picchi. Questi ultimi elementi si è visto che sono maggiormente presenti su piante vive piuttosto che su piante morte in piedi (Kosinski et al., 2006; Martin e Eadie, 1999);
- Valenze floristico-vegetazionali (presenza di specie rare, di lista rossa o orchidee);
- Valenze selvicolturali, rappresentate ad esempio da alberi di grande diametro. Questi sono di note

vole importanza poiché utilizzati dagli organismi viventi per l'alimentazione, la nidificazione, la riproduzione, il ricovero diurno e notturno, lo svernamento e come substrato di crescita (Di Santo, 2015);

- Altre valenze selvicolturali come ad esempio la presenza di legno morto, la composizione della componente arborea e la presenza/assenza di strato arbustivo;
- Presenza di microstrutture quali affioramenti rocciosi, ghiaioni/pietraie, scorrimenti idrici/zoni umide;
- Rinnovazione forestale e pressione esercitata dagli ungulati su di essa.

Gli indicatori prescelti sono stati 31. Sono indicatori semplici che vengono campionati percorrendo a piedi l'area di studio, seguendo lo schema adottato per la diversità strutturale che prevede un'area centrale e tre satelliti, con l'unica differenza che le aree effettuate sono quadrate (lato pari a 20 m). Alcuni indicatori sono stati misurati alla scala spaziale dell'area di saggio (400 m²), altri all'ettaro ed infine alcuni a scala di particella (tab. 3.1).

Tabella 3.1: elenco dei 31 indicatori di diversità specifica e di habitat misurati in foresta con dettaglio della scala spaziale di rilevamento.

N	Indicatore	Area di dettaglio 400 m ²	Area 1 ha	Particella
1	Copertura della vegetazione	X		
2	Altezza della vegetazione	X		
3	Rilievo fitosociologico	X		
4	Specie appartenenti a particolari gruppi fitosociologici	X		
5	Valore ponderato degli indici di Landolt	X		
6	Specie di interesse conservazionistico	X		
7	Specie baccifere	X		
8	Diversità floristica	X		
9	Articolazione della struttura del bosco	X		
10	Molteplicità delle specie arboree	X		
11	N.° specie alloctone	X		
12	Presenza di alberi con <i>Lobaria pulmonaria</i>		X	X
13	Vicinanza al tipo forestale potenziale	X		
14	Alberi morti (o deperienti) in piedi		X	
15	Legno morto a terra		X	
16	Alberi di grandi dimensioni		X	
17	Rinnovazione affermata di abete bianco		X	
18	Coacervi di formica		X	
19	Dendromicrohabitat	X	X	
20	Danni da ungulati (scortecciatura e brucatura)	X	X	
21	Cavità scavate da picidi	X	X	X
22	Presenza di habitat acquatici			X
23	Presenza di habitat rocciosi			X
24	Presenza di forme morfologiche			X
25	N. specie faunistiche rare/protette			X

N	Indicatore	Area di dettaglio 400 m ²	Area 1 ha	Particella
26	N. specie floristiche rare/protette			X
27	Presenza aree aperte			X
28	Continuità temporale di gestione della foresta			X
29	Superficie interna/esterna aree protette, parchi, riserve, biotopi, ecc.			X
30	Superficie interna/esterna Natura 2000			X
31	Superficie interna/esterna ad habitat di interesse comunitario			X

Di seguito per ogni indicatore viene riportata una breve descrizione.

1. Copertura della vegetazione

La copertura della vegetazione è stata rilevata con il metodo *Braun-Blanquet*, e nello specifico ha riguardato:

- Vegetazione totale;
- Strato arboreo dominante (A1, > 20 m);
- Strato arboreo dominato (A2, 5-20 m);
- Strato arbustivo e basso arboreo (B, 0-5 m);
- Strato erbaceo, compresa la rinnovazione arborea non affermata (C, <50 cm);
- Strato muscinale;
- Lettiera;
- Suolo nudo;
- Rocciosità affiorante.

Le classi di copertura della vegetazione utilizzate sono state:

- r (tracce);
- + (circa 1%);
- <5%;
- 5-25%;
- 25-50%;
- 50-75%;
- >75%.

È stata inoltre valutata la copertura "verticale" della vegetazione, ossia la presenza di vegetazione con rami e fronde nelle diverse fasce di altezza, per classi di presenza (<20%, 20-50%, >50%) all'interno dell'area di 400 m² e per presenza maggiore o minore al 20% nell'area di 1 ha. Le fasce valutate sono state A1, A2, B, C e muscinale.

2. Altezza della vegetazione

È stata stimata l'altezza della vegetazione suddivisa negli strati A1, A2, B e C.

3. Rilievo fitosociologico

Il rilievo fitosociologico è stato effettuato con il metodo *Braun-Blanquet* all'interno dell'area di 400 m² centrale. Successivamente è stato percorso a piedi 1 ettaro attorno all'area centrale, al fine di annotare specie non ancora rilevate.

Dal rilievo fitosociologico sono stati desunti una serie di indicatori "derivati", quali ad esempio il numero di specie totali, alloctone o baccifere. Altri indicatori derivabili da elaborazioni a partire dal

rilievo fitosociologico sono stati il numero di specie di particolari gruppi fitosociologici (fagetali, o di pecceta, di radure, nitrofile ecc.) e il valore degli *indici di Landolt* (luce, temperatura, continentalità, umidità ecc.).

4. Specie appartenenti a particolari gruppi fitosociologici

In particolare, in base al set di specie individuate per ogni rilievo, sono state contate le specie dei seguenti gruppi fitosociologici: *Fagetalia*, *Fagion selvaticae*, *Vaccinio-Piceetalia*, *Erico-Pinetalia*, *Betulo-Adenostyletea*, *Epilobietalia angustifoliae*, *Nardo-Callunetea*, *Molinietalia*, *Artemisietea*, *Asplenietea*.

5. Valore ponderato degli indici di Landolt

Sulla base del set di specie individuate per ogni rilievo fitosociologico, si è valutato il valore medio per i seguenti indici di *Landolt*: umidità, luce, temperatura, continentalità, pH, nutrienti, humus, granulometria.

6. Specie di interesse conservazionistico

L'indicatore ha previsto l'annotazione di eventuali specie inserite nell'allegato II-IV e V della Direttiva Habitat e delle specie inserite all'interno di Liste rosse.

7. Specie baccifere

Sono state rilevate le specie i cui frutti rappresentano una risorsa trofica per la fauna (soprattutto tetraonidi).

8. Diversità floristica

Questo indicatore è stato rilevato indirettamente dall'indicatore n. 3 (rilievo fitosociologico) e rappresenta il numero totale delle specie vegetali presenti nell'area centrale di 400 m².

9. Articolazione della struttura del bosco

È un indicatore di sintesi che è stato derivato dagli indicatori n. 1 (Copertura della vegetazione), n. 2 (Altezza della vegetazione) e n. 3 (Rilievo fitosociologico). Esprime la struttura del bosco al momento del rilievo.

10. Molteplicità delle specie arboree

Numero totale delle specie arboree all'interno dell'area di 400 m². Anche questo indicatore è stato rilevato indirettamente dal rilievo fitosociologico.

11. Numero di specie alloctone
Numero di specie alloctone presenti all'interno dell'area di 400 m². Anche questo indicatore è stato rilevato indirettamente dal rilievo fitosociologico. Nei rilievi effettuati in Cansiglio ed Ampezzo non è stata rilevata alcuna specie alloctona.
12. Presenza di alberi con *Lobaria pulmonaria*
Si è contato il numero di piante in cui era presente il lichene *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., indicatore di continuità di presenza forestale nel tempo (Baar et al., 2010). Il rilievo è stato effettuato in maniera speditiva, rivelando la presenza eventuale all'interno dell'ettaro oppure a livello di particella.
13. Vicinanza al tipo forestale potenziale
È un indicatore indiretto di sintesi che è stato derivato dagli indicatori di struttura e di composizione floristica. Esprime la vicinanza del bosco esaminato al tipo forestale potenziale di riferimento e la dinamica evolutiva in atto.
14. Alberi morti (o deperienti) in piedi
Nelle aree di 1 ha è stato effettuato il rilievo delle piante morte o deperienti in piedi, aventi diametro ≥ 30 cm e altezza ≥ 1 m. È stato indicato altresì il grado di decomposizione (su una scala da 1 a 5), secondo il metodo di Fogel et al. (1973).
15. Legno morto a terra
Numero di alberi morti a terra nell'area di 1 ha, aventi una lunghezza ≥ 1 m e diametro a un'estremità ≥ 20 cm, con l'indicazione del grado di decomposizione su una scala da 1 a 5 e della lunghezza del tronco (se maggiore o minore di 2 m) secondo il metodo di Fogel et al. (1973).
Sempre all'interno di questo indicatore è stato stabilito il grado di decomposizione (su una scala da 1 a 4) delle prime 10 ceppaie individuate all'interno dell'area centrale dell'intorno. Questo indicatore classifica in modo semplificato le ceppaie nelle diverse classi di decomposizione ed esprime indirettamente l'epoca dei tagli effettuati nell'area.
16. Alberi di grandi dimensioni
Nelle aree di 1 ha sono state rilevate le piante aventi diametro ≥ 70 cm all'interno dell'ettaro, con l'indicazione della specie. Nella fase di ricognizione ed affinamento del metodo è stata specificata anche la classe diametrica rilevata.
Le piante di grandi dimensioni sono importanti per l'elevata quantità di *dendromicrohabitat* che ospitano, sede per numerose specie faunistiche di uccelli, mammiferi e invertebrati (Basile et al., 2020; Zapponi et al., 2016; Zapponi et al., 2017).
17. Rinnovazione affermata di abete bianco
Si è contata la rinnovazione affermata di abete bianco all'interno dell'ettaro. Le piante dovevano avere un'altezza compresa tra i 30 cm ed i 2 m.
È stata indicata anche la classe di presenza, ossia se il numero di piante individuate era nullo, < 10 unità, 10-30, 30-50 o >50 unità.
L'indicatore della rinnovazione di abete bianco prevede l'andamento della specie all'interno del popolamento, a seconda che vi sia rinnovazione affermata o che, al contrario, vi siano delle condizioni avverse al suo attecchimento.
18. Coacervi di formica
È stato rilevato il numero di coacervi di formica presenti all'interno dell'ettaro.
19. Dendro-microhabitat
Il rilievo dei *dendromicrohabitat* presenti all'interno dell'area centrale di 400 m² e all'interno dell'area di 1 ha è stato effettuato sulla base del metodo elaborato da Kraus et al. (2016). Nella scheda di rilievo era presente una lista di 20 diversi *dendromicrohabitat*. È stata rilevata l'abbondanza relativa di ogni *microhabitat* fino ad arrivare ad un massimo di 5 unità conteggiate. Questa procedura ha permesso di rendere speditivo il rilievo, senza perdere nel contempo alcuna informazione. Si ritiene infatti che la soglia di 5 unità sia sufficiente a descrivere l'impatto della presenza dei *microhabitat* nel popolamento.
20. Danni da ungulati (scortecciatura e brucatura)
Questo indicatore ha avuto come obiettivo quello di determinare se vi era in atto una pressione dovuta alla presenza di ungulati, esercitata soprattutto sulla rinnovazione del popolamento oggetto di valutazione. L'indicatore è stato utile per poter meglio interpretare i dati relativi al rilievo floristico e alla rinnovazione, che potevano avere valori bassi non per mancanza di fertilità o condizioni favorevoli, ma proprio per la presenza di fauna selvatica. Sono state quindi contate le piante che presentavano segni di scortecciatura nelle aree di 400 m² e di 1 ha, con i relativi diametri. Per quanto riguarda i danni da brucatura, è stata scelta una tra le quattro aree rilevate nella quale era presente rinnovazione e sono state contate le piantine che presentavano danni da brucatura all'interno di una striscia di 25x2 m, calcolandone la percentuale sul numero di piante totali. Nel caso si sia arrivati a contare più di 20 piante brucate, si è proceduto ad effettuare una stima percentuale oculare speditiva.
21. Cavità scavate da picidi
Il rilievo di cavità scavate da picidi è stato eseguito a livello di area centrale di 400 m², di 1 ha e di particella, indicando altresì la specie arborea interessata, l'altezza da terra, la specie animale ospitata o ospitabile, e il relativo codice di *microhabitat*, che esprimeva se il diametro era di 4 cm (CV11), di 5-6 cm (CV12), >10 cm (CV13), se era un foro di

alimentazione (CV14) o una sequenza di cavità (CV15).

22. Presenza di habitat acquatici

Questo indicatore è stato rilevato a livello di particella, annotando la presenza di:

- Ruscelli;
- Corsi d'acqua;
- Piccoli affioramenti idrici;
- Specchi idrici;
- Torbiere e/o zone umide con vegetazione igrofila;
- Sorgenti.

È stata utile la consultazione di carte tecniche e mappe della particella.

23. Presenza di habitat rocciosi

Anche questo è un indicatore di particella. È stata individuata la presenza di:

- Eventuali falesie;
- Campi solcati;
- Ghiaioni instabili;
- Ammucchiamento di blocchi stabili (compresi ghiaioni stabili, mucchi di pietre, rovine e muretti aventi lunghezza maggiore di 20 m);
- Affioramenti di ghiaie (fuori dal letto fluviale);
- Blocchi sparsi aventi dimensione maggiore di 2 m;
- Grotte.

È stata d'aiuto la consultazione di carte tecniche e mappe della particella.

24. Presenza di forme morfologiche

A livello di particella, è stata indicata l'eventuale presenza di particolari forme morfologiche, quali ad esempio le doline.

25. Numero di specie faunistiche rare/protette

Durante i rilievi si è osservata la presenza, o segni di presenza, di specie rare o protette, presenti all'interno della Direttiva Habitat negli allegati II, IV e V, o all'interno delle Liste Rosse provinciali e regionali. È stata inoltre considerata la presenza di altre specie, che possono avere particolare rilevanza all'interno del contesto ecologico analizzato. Tra gli indicatori innovativi si è fatto riferimento anche alla presenza di avifauna nidificante in foresta, annoverata da Bagella et al., (2017). Inoltre è bene ricordare che le specie ornitiche possiedono un *home range* ampio e hanno la caratteristica di abitare in uno spazio che oltrepassa quello delle singole aree, perciò il loro campionamento è stato effettuato a livello di macro-sito (Bagella et al., 2016).

26. Numero di specie floristiche rare/protette

Anche in questo caso, viene segnalato il numero di specie floristiche rare e protette del popolamento, presenti all'interno della Direttiva Habitat negli allegati II-IV e V, o all'interno delle Liste Rosse. Il dato è stato derivato da osservazioni dirette unite

a una ricerca bibliografica, con consultazione di banche dati e atlanti di distribuzione.

27. Presenza di aree aperte

L'indicatore, relativo al rilievo delle aree aperte, è stato computato e validato a livello di particella mediante i dati LiDAR.

In campo, è stata rilevata la presenza/assenza di almeno 3 aree aperte che avevano una superficie $\geq 400 \text{ m}^2$. Qualora queste aree non erano presenti, si è proceduto al rilievo della presenza di almeno 3 aree aperte di superficie $\geq 100 \text{ m}^2$.

28. Continuità temporale di gestione della foresta

L'indicatore esprime la continuità temporale relativa alla presenza dell'uomo nella gestione della particella. Si è rilevata quindi la presenza di muretti a secco, aie carbonili o di altri segni che manifestavano la presenza e la gestione antropica storica dell'area.

29. Superficie interna/esterna ad aree protette, parchi, riserve, biotopi, ecc.

Il rilievo di questo indicatore è stato effettuato a tavolino, tramite l'ausilio di mappe e software GIS (*Geographic Information System*). Si è proceduto a determinare se la particella sia totalmente o parzialmente interna ad aree protette quali parchi nazionali, regionali o interregionali, riserve naturali, biotopi.

30. Superficie interna/esterna Natura 2000

Il rilievo di questo indicatore è stato effettuato a tavolino, tramite l'ausilio di mappe e software GIS (*Geographic Information System*). Si è proceduto a determinare se la particella sia interna (anche parzialmente) o esterna alla Rete Natura 2000.

31. Superficie interna/esterna ad habitat di interesse comunitario

Sulla base dell'indicatore precedente, si è proceduto a determinare se la particella esaminata era interna (anche parzialmente) ad habitat di interesse comunitario, prendendo nota dell'eventuale percentuale di superficie interessata.

Per ogni rilievo, infine, sono stati annotati i valori di altitudine, esposizione, pendenza e le coordinate geografiche dell'area centrale di 400 m^2 .

I rilievi eseguiti sono schematicamente raggruppati in tre diverse serie:

- Rilievo floristico-vegetazionale e rilievo di copertura in area di 400 m^2 ;
- Rilievi di presenza di legno morto, piante di grandi dimensioni, dendromicrohabitat ed altre particolarità in aree di saggio di superficie pari a 1 ha;
- Rilievi di presenza di fauna o flora protetta, habitat rocciosi, zone umide ed altre particolarità a livello di particella.

Di seguito vengono riportate una serie di tabelle riportanti i risultati dei principali rilievi (tab. 3.2-3.5).

Tabella 3.5: parametri rilevati nelle particelle.

n° Particella forestale	Comune	n° CAVITA' PICIDI - AB	n° CAVITA' PICIDI - AR	n° CAVITA' PICIDI - FG	n° CAVITA' PICIDI - LM	RUSCELLI	CORSI D'ACQUA	AFF. IDRICI	SPECCHI IDRICI	TORBIERE / ZU	SORGENTI	FALESIE	CAMPI SOLCATI	GHIAIONI INSTABILI	GHIAIONI STABILI e AMMUCCHIAMENTO DI BLOCCHI	GHIAIE FUORI LETTO	BLOCCHI SPARSI >2m	ROCCHE h < alberi	GROTTE	DOLINE	N° SP. FAUNISTICHE PROTETTE E TIPICHE	N° SP. FLORISTICHE PROTETTE	AREE APERTE ≥ 400 m²	AREE APERTE ≥ 100 m²	MURI A SECCO	AIE CARBONILI
8	Ampezzo (UD)				4	x												x			1 Solo rilievo diretto	2		x		
9	Ampezzo (UD)		1		6																1 Solo rilievo diretto	1		x		
19	Ampezzo (UD)				2		x											x			2 Solo rilievo diretto	3				
20	Ampezzo (UD)				5		x			x								x	x		3 Solo rilievo diretto	1		x		
37	Ampezzo (UD)		1										x				x	x	x		1 Solo rilievo diretto	4				
51	Tambre (BL)				1					x		x	x				x		x		15 Fonti anche bibliografiche	2				x
52	Tambre (BL)	1					x		x					x		x	x	x	x	x	14 Fonti anche bibliografiche	1				x
201	Tambre (BL)									x				x			x			x	16 Fonti anche bibliografiche	1				
203	Tambre (BL)																				16 Fonti anche bibliografiche	1				
211	Tambre (BL)	3	1											x		x	x			x	16 Fonti anche bibliografiche	3	x	x		
212	Tambre (BL)									x				x							14 Fonti anche bibliografiche	4				
223	Tambre (BL)	1	1				x							x		x	x				16 Fonti anche bibliografiche	2				
552	Alpago (BL)	1												x						x	14 Fonti anche bibliografiche	2			x	x

La lettura delle tabelle ci consente di osservare alcuni aspetti relativi alla funzionalità degli indici e i all'interpretazione dei loro risultati in relazione alle due località.

Per quanto riguarda la funzionalità degli indici, un giudizio sintetico sul complesso dei parametri rilevati può essere articolato nei seguenti punti:

- I rilievi floristici comportano la raccolta di una grande mole di dati, con elevato impiego di tempo e necessità di specializzazione molto elevata da parte degli operatori, per cui permangono dei dubbi circa loro utilità (se non limitatamente ad alcuni aspetti particolarmente rilevanti in termini di contributo strutturale o di presenza di specie rare);
- L'articolazione strutturale è basilare per descrivere il bosco e la sua lettura può avvenire in modo utile e speditivo a livello di area di saggio di 1 ha, mentre nelle aree di 400 m² il parametro sembra di dubbio interesse, in quanto poco rappresentativo del popolamento oggetto dell'osservazione;
- Gli indicatori di legno morto in piedi e a terra sono caratterizzati da un'elevata variabilità spaziale e frequentemente vi sono più classi di decomposizione contemporaneamente. Una casistica che merita menzione è rappresentata dalla presenza di molte piante a terra a seguito di schianti recenti e non recuperati;
- Le piante di grandi dimensioni variano molto sia

per numero, sia per specie. Si tratta di un dato significativo e facile da raccogliere;

- La valutazione della rinnovazione è di indubbia importanza ma spesso risulta difficile in quanto condizionata da un'elevata pressione da parte degli ungulati selvatici;
- I dati riguardanti lo scortecciamento e la presenza di coacervi di formiche appaiono poco significativi e ridondanti rispetto ai danni da brucatura per la presenza di ungulati;
- Più interessanti risultano invece i dati di presenza dei nidi dei picidi (da rilevare a livello di particella), con possibili approfondimenti non tanto sulla specie di albero ospitante il nido, quanto sulla specie di picchio (in quanto specie diverse necessitano di cavità di dimensioni differenti);
- Molto importanti sono i dati di presenza di *dendromicrohabitat*. È opportuno elaborare una metodologia semplificata di rilievo concentrandosi su quelli più importanti o riunendo insieme casi simili e spesso difficili da discernere tra loro (ad esempio dendrotelmi e microsuoili);
- Significativa è la presenza nella particella di mosaiculture con habitat rocciosi e/o zone umide.

Quanto al secondo aspetto, relativo all'interpretazione dei risultati in relazione alle due località, alcune considerazioni sono riportate nel box sottostante.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI IN RELAZIONE ALLE DUE LOCALITÀ

In seguito alla fase di campo, prima ancora di passare alla valutazione sistematica di quanto rilevato, sono emerse alcune osservazioni generali:

- Pur presentando i due ambienti di Ampezzo e del Cansiglio differenze in termini di condizioni ambientali e tipo forestale, quasi tutte le stazioni rilevate si riferiscono a situazioni con un livello di biodiversità molto buono;
- È emersa la necessità di un raffronto con situazioni caratterizzate da biodiversità effettivamente carente;
- In entrambi i casi la gestione forestale è stata più che favorevole alla biodiversità. Eventuali carenze e pregi sono da imputare in parte a cause "esterne" alla selvicoltura, quali le condizioni intrinseche dei luoghi o pressioni ambientali legate a fenomeni di maggior scala.

In estrema sintesi, Ampezzo da un punto di vista pedoclimatico è collocata in area mesalpica, su substrati di tipo arenaceo (silicatici) con locali affioramenti calcarei; dal punto di vista vegetazionale, al variare dei substrati, della quota e dell'esposizione, si presentano i seguenti tipi forestali: *Abieti-Piceo-Faggeto* dei suoli mesici montano, *Abieti-Piceo-Faggeto* dei suoli mesici altimontano, *Piceo-Abietet* dei suoli mesici montano, *Piceo-Abietet* dei suoli mesici altimontano, *Abieti-Piceo-Faggeto* dei substrati carbonatici altimontano. Il Cansiglio si caratterizza invece per l'ambiente più esalpico (a tratti esomesalpico), la conformazione ondulata (altipiano carsico su rocce carbonatiche costituenti un sistema di doline) e la forte diffusione della faggeta (*Faggeta montana tipica esalpica*) in alternanza a zone con discreta partecipazione di abete bianco (*Abietet* *esomesalpico montano*, coincidente con i punti di rilievo).

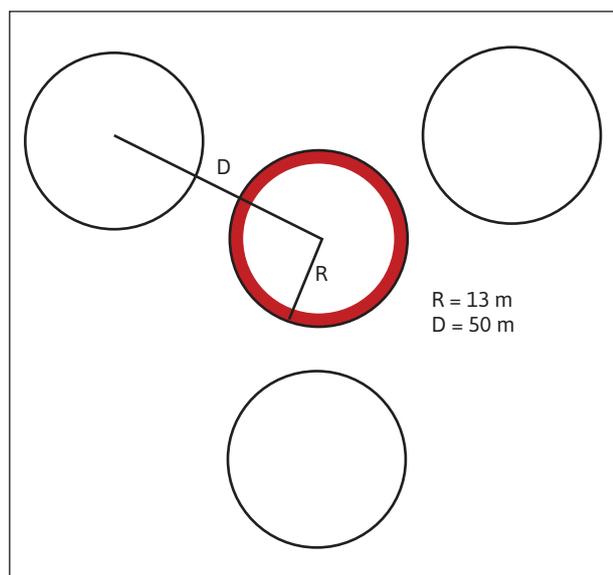
Le foreste di Ampezzo e del Cansiglio costituiscono due situazioni fortemente rappresentative di realtà più ampie, in cui il tipo forestale potenziale risulta pienamente espresso in termini reali, quindi ottimali come riferimento "alto" per le relative aree geografiche entro cui sono inserite. La maggior varietà dei substrati e la forte articolazione geomorfologica (e altimetrica) dei versanti determina una generale maggior ricchezza floristica ad Ampezzo, con presenza di specie indicatrici di elevata fertilità nel sottobosco. D'altra parte, è noto che nelle aree esalpine più favorevoli al faggio la faggeta tende a divenire pura e oligospecifica.

In entrambe le località è evidente l'effetto della pressione del pascolo sulla rinnovazione (ungulati selvatici, cervo in primis), ma nel caso del Cansiglio le conseguenze sono veramente preoccupanti, mancando completamente la rinnovazione di abete bianco (se si eccettuano semenzali di 1-2 anni, non in grado poi di affermarsi) ed essendo quella di faggio brucata al 100%, con formazione di gruppi di individui contorti "a siepe". Per quanto riguarda gli effetti diretti della gestione, pressoché ovunque si riscontra una abbondante presenza di piante di grosse dimensioni e di legno morto (con tutte le caratteristiche in termini di disponibilità di habitat e di catene alimentari che ne conseguono).

3.4 Il rilievo dei parametri dendrometrici

Il protocollo di rilievo in campo relativo alla raccolta dei parametri dendrometrici, necessari principalmente per definire la diversità strutturale, ha previsto un disegno di campionamento basato su due diversi livelli di dettaglio. Le aree di saggio sono state realizzate a gruppi di quattro secondo uno schema modulare (fig. 3.8). Il punto di campionamento, definito in modo casuale in ambiente GIS all'interno della particella di interesse, individua la posizione dell'area centrale dove viene svolto un rilievo di dettaglio o intensivo. Intorno a questa area sono individuate tre aree secondarie "satelliti" tramite coordinate polari, come descritto in seguito. Le aree di saggio hanno raggio pari a 13 m e la distanza che intercorre tra il centro di quella di dettaglio e i centri di quelle secondarie è pari a 50 m.

Figura 3.8: schema del disegno sperimentale delle aree di saggio. Al centro è evidenziata in rosso l'area di dettaglio; esternamente a questa sono poste le aree secondarie.



Dopo un inquadramento stazionario generale, in ciascuna area di saggio sono stati rilevati i parametri dendrometrici degli alberi, della rinnovazione e della necromassa, con diversa intensità di rilievo a seconda del tipo di area (centrale o satellite).

Inquadramento dell'area

Ogni area è stata georiferita in campo mediante rilievo delle coordinate del punto centrale dell'area di dettaglio tramite ricevitore GPS. Nelle aree secondarie le coordinate vengono definite in funzione della posizione del centro dell'area di dettaglio, dalla quale si collocano ad una distanza di 50 m e un azimut pari

a 0, 120° o 240°. Per ogni area si è definito il tipo forestale presente e descritta la struttura verticale per un primo inquadramento di massima. La copertura arborea, arbustiva ed erbacea è stata stimata a vista (classi del 10%) e sono state riportate le specie presenti e l'altezza media dello strato. Per quanto concerne la copertura arborea si è inoltre classificata la sua distribuzione, definendo se la stessa è omogenea, disomogenea o "altro". Per poter meglio identificare le aree e comprendere i risultati dei vari indici calcolati nell'ambito delle analisi per ogni area si è proceduto all'acquisizione di almeno 4 elementi fotografici da diverse posizioni: a monte, a valle, a destra e a sinistra rispetto al centro.

Rilievo dei parametri dendrometrici

La raccolta dei parametri dendrometrici è stata leggermente differente a seconda se l'area era di dettaglio o secondaria. Nell'area di dettaglio a campionamento intensivo, per ogni albero con diametro a petto d'uomo maggiore o uguale a 7.5 cm sono stati rilevati i seguenti parametri:

- Specie;
- Diametro a 1.30 m da terra (DBH, cm);
- Altezza (m);
- Altezza di inserzione della chioma (m);
- Dimensione della proiezione al suolo della chioma lungo i quattro punti cardinali: nord, sud, est e ovest (m);
- Coordinate polari rispetto al centro (azimut [°] e distanza della pianta rispetto al centro dell'area [m]);
- Stato di vigoria della pianta secondo 5 classi qualitative (1-Ottimo, 2-Buono, 3-Sufficiente, 4-Sofferente, 5-Deperiente). Se l'individuo risulta morto viene etichettato come *snag*;
- Eventuali danni riportati dall'individuo (schianti, sciabolature, apice sostituito, etc.).

I rilievi nelle aree secondarie sono stati limitati al rilievo della specie, diametro e altezza di ogni albero con diametro a petto d'uomo maggiore o uguale ai 7.5 cm. Queste aree satellite volevano essere paragonabili ai classici rilievi inventariali in modo da testare la possibilità di utilizzo dei dati propedeutici alla redazione dei Piani di assestamento per la valutazione almeno parziale degli indicatori di biodiversità.

Rilievo della rinnovazione

Anche per quanto concerne il rilievo della rinnovazione il protocollo è stato differente nei due tipi di area. Nell'area di dettaglio il rilievo è stato effettuato seguendo uno schema a croce, con due transetti che si incrociano sul centro dell'area. Internamente all'area di saggio sono stati tracciati due transetti della larghezza di 1 m, lungo tutto il diametro, per un totale di

26 m² ciascuno. Un transetto è stato collocato lungo la linea di massima pendenza, mentre l'altro è stato disposto ortogonalmente al primo (fig. 3.9). In ciascun transetto tutta la vegetazione arborea avente altezza inferiore a 2 m è stata rilevata (conteggio, specie). Per non conteggiare più volte gli stessi individui nella parte centrale, si è ritenuto opportuno dividere i transetti in 5 settori (fig. 3.9): 1 (up), 2 (down), 3 (left), 4 (right) e C (center).

All'interno di ogni area di saggio secondaria la rinnovazione forestale è stata invece rilevata in 4 sotto-aree circolari di raggio pari a 2 m, seguendo una disposizione spaziale analoga a quella del modulo di campionamento delle aree principali (fig. 3.9).

Per ciascun individuo di rinnovazione ($h < 2$ m) in entrambe le aree sono stati rilevati:

- Specie;
- Abbondanza (n° individui per specie);
- Substrato (ad es. se su ceppaia);
- Note (ad es. presenza di nuclei di rinnovazione o stato di affermazione).

Rilievo della necromassa

Il campionamento della necromassa è stato effettuato utilizzando il metodo del *Line Intersect Sampling* (LIS) (Van Wagner, 1968). All'interno dell'area di dettaglio sono state tracciate due linee immaginarie di 13 m, ortogonali fra loro e poste a 45° rispetto ai transetti della rinnovazione (fig. 3.10). Di tutti i tronchi a terra che venivano intersecati dalle suddette linee sono stati misurati i diametri nel punto di contatto. Nelle aree secondarie è stato effettuato un solo transetto con direzione (azimut) casuale.

Il volume (V) della necromassa a ettaro è stato stimato attraverso l'uso della seguente formula (Van Wagner, 1968):

$$V = \frac{\pi^2}{8L} \times \sum d^2$$

dove L è la lunghezza del transetto lineare e d è il diametro del tronco a terra nel punto di intersezione. Il diametro minimo di cavallettamento della necromassa è stato di a 10 cm.

Figura 3.9: i due schemi di campionamento della rinnovazione. A sinistra è evidenziato lo schema seguito nelle aree di dettaglio, a destra quello per le aree secondarie.

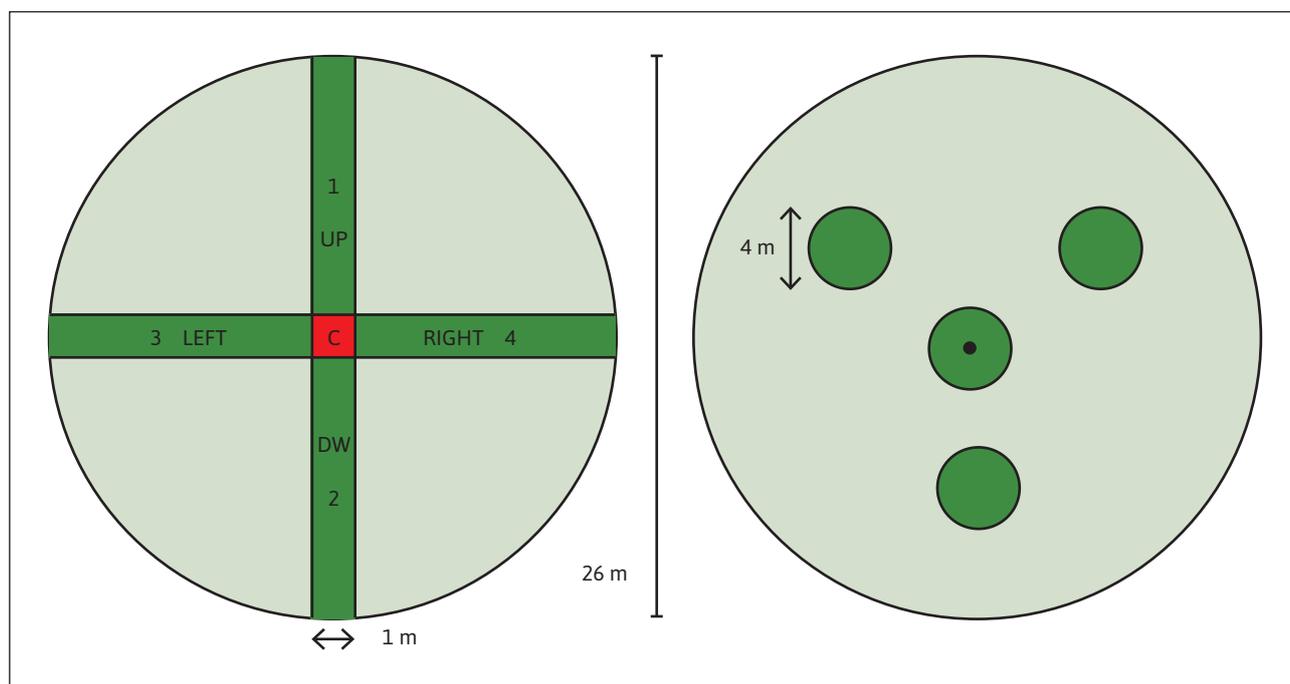
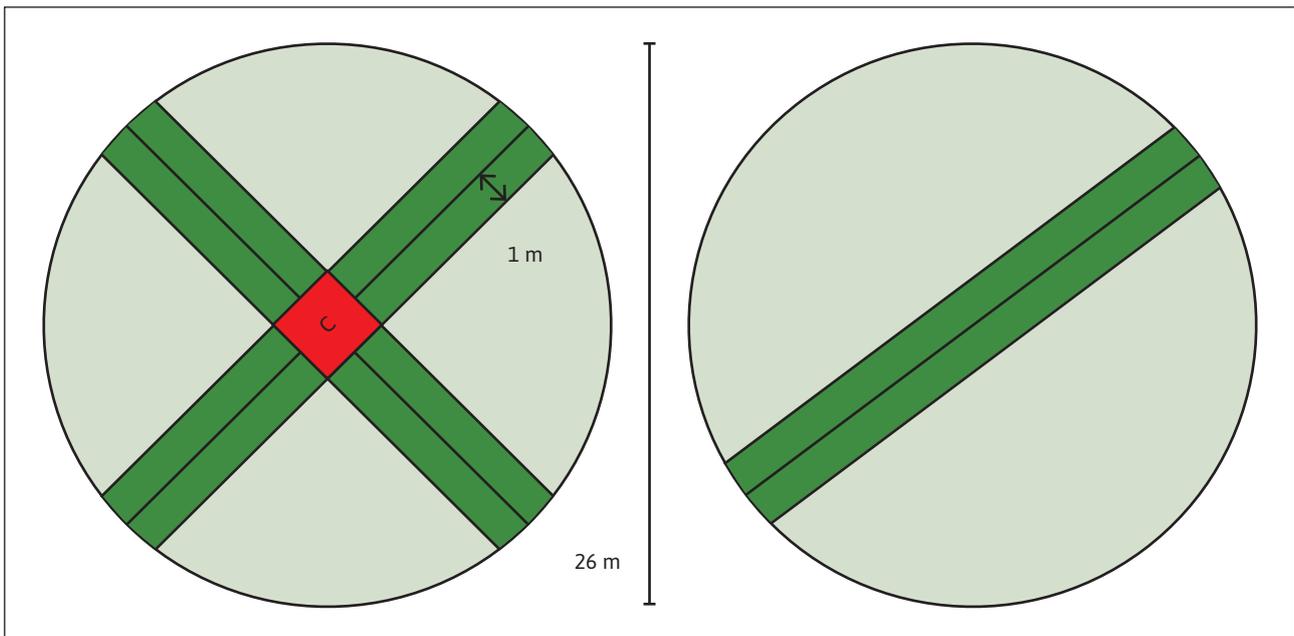


Figura 3.10: illustrazione del metodo di campionamento della necromassa e delle ceppaie. Le linee ortogonali sottili sono relative al campionamento della necromassa mentre i transetti in grassetto definiscono delle fasce entro le quali si campionano le ceppaie. Nelle aree di dettaglio (sinistra) vengono effettuati due transetti, nelle aree secondarie (destra) ci si limita invece ad uno con azimut casuale.



Per valutare gli elementi “puntuali” come le ceppaie si è ricorsi ad un falso *transect* (*belt transect*), ovvero è stata definita una fascia di 2 m a cavallo delle linee precedentemente tracciate (fig. 3.10). All'interno di queste fasce sono stati misurati:

- Le tre dimensioni della ceppaia (cm);
- Azimut della ceppaia rispetto al centro dell'area (°);
- Distanza della ceppaia rispetto al centro dell'area (m);
- Percentuale di ceppaia contenuta all'interno della fascia.

Il numero, la dimensione e la specie delle piante morte in piedi (*snag*) è stata rilevata all'interno dell'area circolare relativa alle piante vive, utilizzando le stesse soglie diametriche.

3.5 Calcolo degli indici di diversità strutturale

Il rilievo dei parametri dendrometrici ha permesso di raccogliere dati utili per calcolare diversi indici di diversità strutturale. Questi sono stati selezionati nella letteratura esistente evitando indici troppo complessi o che necessitassero di aree di saggio di notevoli dimensioni. Questi indici prescelti (tab. 3.6) hanno costituito, insieme a quelli di diversità specifica e di habitat, il set iniziale di indici e indicatori confrontati e analizzati per definire il set di indicatori BIOΔ4.

Alcuni degli indici selezionati descrivono la diversità dimensionale degli alberi all'interno di un popolamento, come ad esempio il *Tree Diameter Diversity* (TDD) e il *Tree Height Diversity* (THD) che quantificano rispettivamente la variabilità dei diametri e delle altezze, sfruttando la formulazione dell'indice di *Shannon* (Kuuluvainen et al., 1996; Rouvinen e Kuuluvainen, 2005; Dong-June e Ji Hong, 2011). Per descrivere al meglio la forma della distribuzione dei diametri, delle altezze e dell'area basimetrica per classe diametrica, è stato applicato l'indice di *Gini* (Schall et al., 2018; Keren et al., 2020). La struttura verticale del popolamento è stata analizzata anche con l'indice *Vertical Evenness* (VE) (Neumann e Starlinger, 2001; Marzano et al., 2012; Di Salvatore et al., 2019) che considera la proiezione delle chiome degli alberi nei vari strati verticali (4 strati individuati in base all'80, 50 e 20% della massima altezza). Sono stati presi in considerazione anche indici relativi alla struttura orizzontale del popolamento come l'*indice di aggregazione di Clarck-Evans* (CE) (Clark e Evans, 1954; Neumann e Starlinger, 2001) oppure altri che richiedono la misura diretta delle coordinate dei singoli alberi, come lo *Uniform Angle Index* (UAI) (Corona et al., 2005; Von Gadow e Hui, 2001) o il *Mean Directional Index* (MDI) (Corral-Rivas, 2006; Corral-Rivas et al., 2010).

L'informazione spaziale può essere combinata con altri parametri per ottenere degli indici di variabilità diametrica o ipsometrica (*Diameter/Height Differentiation - T*) o specifica (*Mingling*) oppure di dominanza diametrica, (*DBH Dominance - DBHD*) o ipsometrica

Tabella 3.6: set di indici di diversità strutturale forestale con relativa formulazione e parametri forestali che sono richiesti per la loro determinazione. Per ogni indice è inoltre indicata l'eventuale necessità di rilevare anche elementi spaziali quali distanza lineare o angolare.

Indice	Formulazione	Parametri richiesti	Riferimento spaziale
TDD – THD Variabilità di diametro o altezza	$-\sum_{i=1}^n (p_i \times \ln(p_i))$	Diametro (cm) - Altezza (m)	×
Gini index	$GC = \frac{\sum_{j=1}^n (2j - 1 - n) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j (n - 1)}$	Altezza (m)/ Diametro (cm)/ Area basimetrica (m ²)	×
VE Uniformità verticale	$\sum_i^4 (-\log \pi_i) \times \frac{\pi_i}{\log 4}$	Raggi di chioma e altezza (m)	×
CE Aggregazione di Clarck and Evans	$\frac{1}{n} \times \sum_i^n r_i 2\sqrt{\rho}$	Distanze, area e numero individui	✓
DIST Distanza dal più vicino	$\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$	Distanze	✓
UAI Struttura spaziale	$\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k z_j$	Angoli e distanze	✓
MDI Struttura spaziale	$\sqrt{\left(\sum_{j=1}^n \cos \alpha_{ij}\right)^2 + \left(\sum_{j=1}^n \sin \alpha_{ij}\right)^2}$	Angoli	✓
TD – TH Variabilità di diametro o altezza	$1 - \frac{\min(xi; xj)}{\max(xi; xj)}$	Angoli, distanze, diametro (cm) e altezza (m)	✓
DBHD-HD Dominanza diametrica o ipsometrica	$\frac{1}{K} \times \sum_{j=1}^k v_j$	Diametro (cm) – Altezza (m), distanze	✓
Mingling Variabilità di specie	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n m_j$	Specie e distanze	✓
CI Complessità ecosistema	$\frac{hbds}{1000}$	Altezza, area basimetrica, densità alberi e numero di specie	×

(Height Dominance - HD) (Aguirre et al., 2003; Von Gadow et al., 2001; Hui et al., 1998; Pommerening, 2002).

Infine è stato considerato anche il *Complexity index*, un indice di complessità dell'ecosistema, basato su parametri dendrometrici, facilmente misurabili in campo attraverso un classico rilievo forestale, ovvero altezza, densità, area basimetrica e numero di specie (Holdridge, 1967).

Per poter meglio comprendere la necessità di ricorrere a indici differenti per descrivere la diversità strutturale, risulta essere utile presentare un caso reale, con

dati ottenuti in 2 aree di dettaglio nella foresta di Ampezzo. In queste due aree (area di dettaglio n.2 e n.5) sono stati rilevati al loro interno lo stesso numero di alberi, cioè 24, e quindi, essendo di uguale superficie, la stessa densità.

La composizione specifica delle aree è però diversa, in quanto nell'area n.2 sono presenti due individui di acero di monte (*Acer pseudoplatanus* L.) e un solo individuo di abete bianco (fig. 3.11).

Si nota inoltre una certa variabilità nella struttura orizzontale e verticale (fig. 3.11), in quanto l'area n.2 presenta una struttura più omogenea mentre nell'area n.5

è presente una certa aggregazione spaziale. Queste e altre differenze vengono catturate molto bene da alcuni indici di diversità strutturale:

- **Indice di aggregazione di Clark-Evans (CE):** è più elevato nell'area n.2 (1.40) rispetto all'area n.5 (1.16), a significare una maggiore regolarità nella distribuzione orizzontale degli alberi nell'area n.2;
- **Distanza dal vicino più vicino (DIST):** in accordo con l'indice di Clark-Evans è maggiore nell'area n.2 (2.19 m) rispetto all'area n.5 (1.81 m), in quanto gli alberi sono distribuiti in maniera più omogenea nell'area n.2;
- **Indice di Winkelmass (UAI):** è maggiore per l'area n.5 (0.604 contro 0.563) a confermare la maggior aggregazione delle piante, in accordo con i precedenti indici;
- **Variabilità delle altezze (THD):** è minore per l'area n.2 (2.012 contro 2.416) a significare una struttura verticale meno diversificata;
- **Uniformità verticale (VE):** a conferma del precedente anche questo indice risulta essere minore per l'area n.2 (0.647 contro 0.884).

Utilizzando unicamente indici aggregati per area di saggio, senza le informazioni georeferenziate delle singole piante utili a definire le relazioni topologiche tra gli individui, avremmo semplicemente descritto le due aree come simili per quanto concerne la densità a ettaro, e forse avremmo premiato l'area n.2 in quanto caratterizzata da una ricchezza specifica dello strato

arboreo maggiore (4). Tutti i valori di diversità strutturale premiano invece l'area n.5, dimostrando la necessità di individuare ed utilizzare un ventaglio di indici e indicatori appropriati per descrivere la componente di biodiversità di interesse.

3.6 Correlazioni lineari semplici tra indici e indicatori

Dal dataset generato dalle campagne di rilievo in campo relative alle diverse componenti della biodiversità (diversità strutturale, specifica, ricchezza di *microhabitat*) e nelle diverse aree è stato possibile calcolare un elevato numero di indici di diversità. A partire dai dati raccolti in campo sulla struttura forestale è stato calcolato un set iniziale di indici di diversità strutturale pari a 69 per l'area del Cansiglio e 90 per l'area di Ampezzo, in quanto alcuni indici vengono calcolati separatamente per specie e in quest'ultima sono presenti due specie arboree in più (*Picea abies* e *Acer pseudoplatanus* vanno ad aggiungersi a *Abies alba* e *Fagus sylvatica*, presenti anche in Cansiglio, fig. 3.12). A questi si vanno a sommare gli indicatori di biodiversità specifica e di *microhabitat* (21). Per poter ridurre il numero degli indici ed individuare i migliori indicatori per la biodiversità dei popolamenti analizzati si è proceduto ad una prima analisi delle relazioni tra gli indici calcolati, soprattutto cercandole tra quelli strutturali e gli indicatori di biodiversità specifica o di *habitat*.

Figura 3.11: confronto tra le aree n. 2 e n. 5 ad Ampezzo, aventi la stessa densità di piante ma diversa composizione specifica e struttura orizzontale. Con i cerchi rossi è evidenziato il faggio, con i triangoli verdi l'abeto rosso, con i quadrati blu l'abeto bianco e con le croci viola l'acero di monte. Nell'area n. 2 si nota una struttura più regolare mentre nell'area 5 sono presenti nuclei più aggregati.

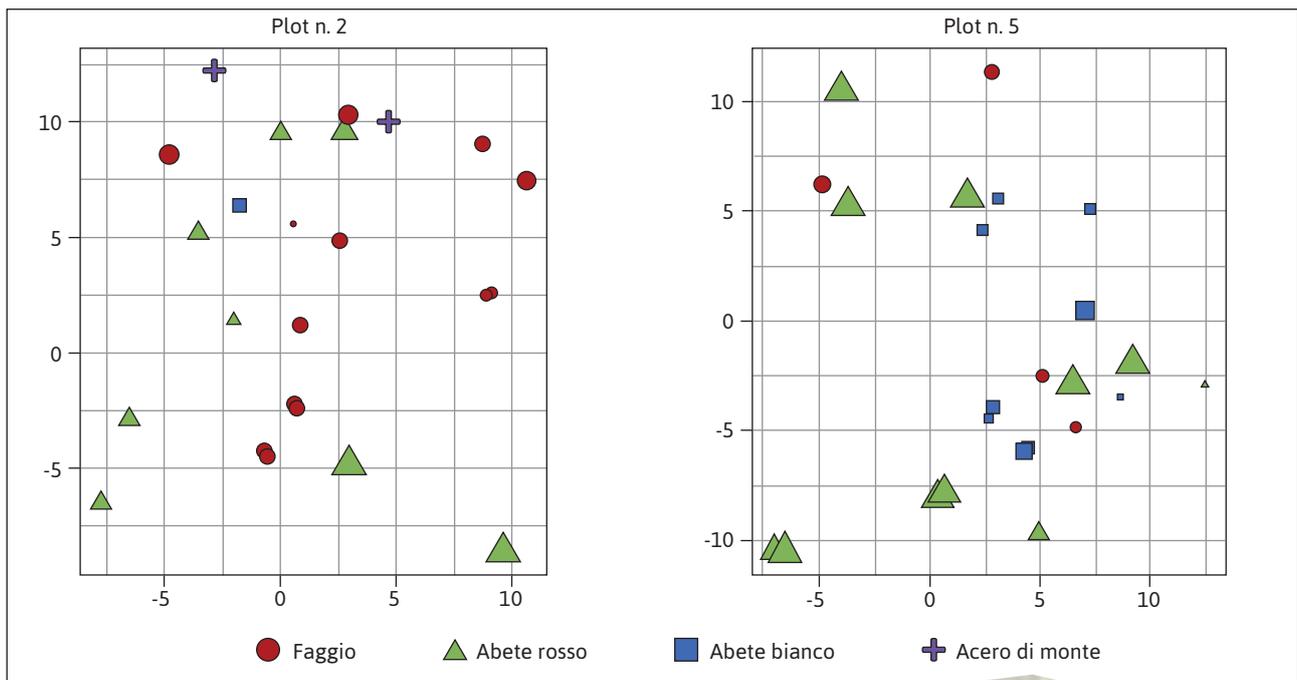
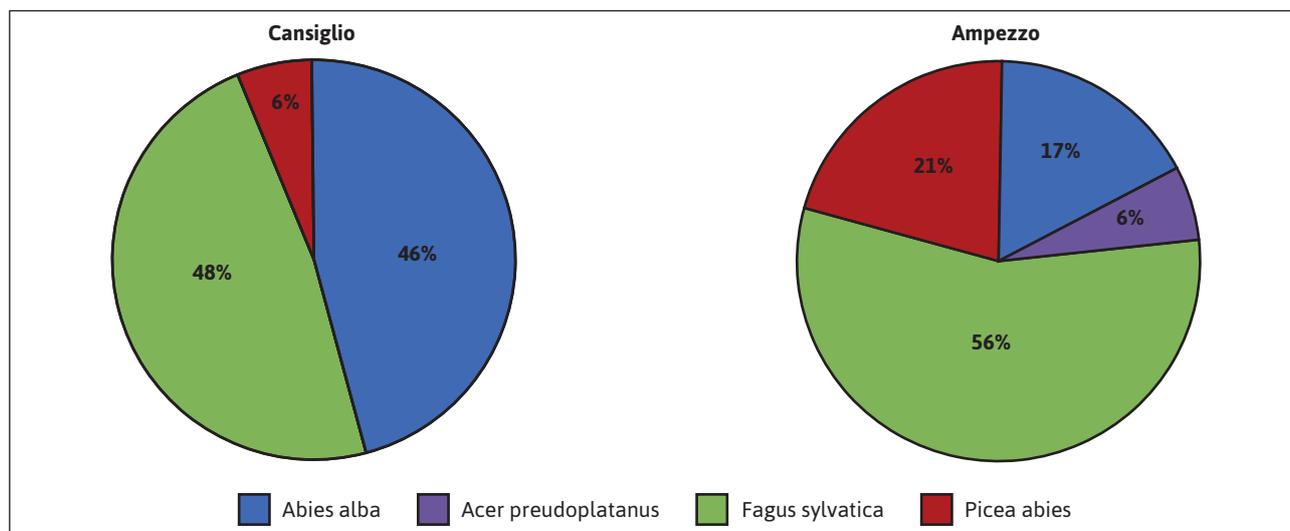


Figura 3.12: composizione specifica in funzione dell'area basimetrica (G%) nelle due aree di studio. In Cansiglio (sinistra) l'abete rosso (*Picea abies*) è presente in bassa quantità e l'acero di monte (*Acer pseudoplatanus*) è assente, a differenza della foresta di Ampezzo (destra) dove invece è l'abete bianco a essere presente in minor quantità.



La prima analisi esplorativa condotta è stata la ricerca di correlazioni lineari semplici (r di Pearson) fra tutti gli indici calcolati. L'analisi è stata effettuata sia considerando tutti i valori ottenuti nei plot indipendentemente dalla provenienza (area pilota), che separatamente per i dati del Cansiglio e di Ampezzo. Analizzare separatamente i dati per le due aree pilota ha permesso di evidenziare quelle relazioni che potevano essere sito specifiche e quindi non generalizzabili. Attraverso l'analisi di queste relazioni si è potuto fare una prima selezione sugli indici che potevano essere più rappresentativi ovvero che indirettamente catturano variazioni di parametri anche distanti dai parametri che li formano. Sono state pertanto ottenute tre matrici che restituiscono i valori dell'indice di correlazione lineare (positiva o negativa) di Pearson (fig. 3.13) sia a livello di singola area (400 m²) che a livello di 1 ha.

Essendo le finalità del progetto legate alla definizione di indicatori semplici e facilmente replicabili, fin dalle prime fasi dell'analisi ci si è focalizzati sulle correlazioni esistenti fra gli indici strutturali e alcuni indicatori di diversità specifica e di habitat dei quali il numero di osservazioni fosse idoneo a fornire risultati robusti all'interno delle aree di dettaglio. I principali indicatori target sono stati il numero di specie erbacee (tab. 3.7) e il numero di microhabitat (tab. 3.8).

A scala di area di saggio di 400 m² si è visto che il numero di specie erbacee è fondamentalmente correlato positivamente con due fattori: la quantità di necromassa al suolo che oltre a contribuire alla fertilità del sito (fig. 3.14) è maggiore nelle aree perturbate. Infatti un altro parametro correlato con ricchezza specifica dello strato erbaceo è la luce che filtra nello strato inferiore della vegetazione, espressa tramite l'indice

Figura 3.13: estratto della matrice di correlazione lineare di Pearson degli indicatori ad Ampezzo. Nella metà in basso sono evidenziate in verde scuro le correlazioni positive forti, in verde chiaro quelle deboli, in grigio quelle nulle, in giallo le negative deboli e in rosso le negative forti. Nella metà in alto la cella è invece evidenziata in rosa se la significatività della correlazione risulta inferiore a 0.1.

	Plot	Sub	Quota	Pend (°)	Esp (°)	N	% abies	% acer	% fagus	% picea	Dm
Plot		3,35E-55	3,72E-11	4,31E-07	0,31541	0,25448	1,55E-06	0,95161	0,27085	0,11472	0,55173
Sub	0,99924		4,04E-11	3,39E-07	0,32174	0,2513	1,19E-06	0,98817	0,27875	0,11168	0,52283
Quota	-0,82955	-0,82873		0,00046	0,17593	0,35797	1,22E-06	0,45424	0,32961	0,04156	0,7116
Pend (°)	0,70267	0,7071	-0,52789		0,3369	0,41108	0,00530	0,51812	0,54971	0,02806	0,53733
Esp (°)	-0,16284	-0,16075	0,21832	-0,15585		0,27241	0,72206	0,94411	0,39147	0,4985	0,75113
N	0,18447	0,18569	0,14926	0,13362	0,17779		0,63536	0,3487	0,28123	2,50E-01	7,31E-05
% abies	0,67783	0,68311	-0,68268	0,43268	-0,05804	-0,07732		7,33E-01	1,38E-02	0,08496	0,72332
% acer	0,00991	0,00242	-0,12175	-0,10523	-0,01145	0,15213	0,05571		0,26073	0,15725	0,44944
% fagus	-0,17836	-0,17549	0,15819	0,09745	0,13925	0,1746	-0,38627	-0,18211		4,54E-07	0,02088
% picea	-0,25334	-0,25542	0,32375	-0,34742	-0,11019	-0,18624	-0,2758	-0,2279	-0,70174		9,89E-03
Dm	-0,09696	-0,10406	-0,06032	-0,10047	-0,05175	-0,58517	0,05776	-0,12303	-0,36417	0,40318	

di Landolt (fig. 3.15). A conferma di ciò si evidenziano anche una correlazione positiva con la rocciosità del terreno, espressione di minor copertura arborea cui consegue maggiore insolazione (sito con elevata rusticità) e una forte correlazione negativa con gli indici di diversificazione dimensionale degli alberi (*THD* e *TH-TD* riferiti all'abete bianco, fig. 3.16). Una struttura verticale diversificata della foresta, è sinonimo di maggiore chiusura e quindi di minor quantità di luce che filtra nei bassi strati.

Il numero di *microhabitat* è correlato invece positivamente con l'area basimetrica (fig. 3.17) e l'indice *THD* (fig. 3.18), ovvero con la quantità di piante di grandi dimensioni che fungono da sito preferenziale per cavità nel tronco, sui rami o nei contrafforti radicali. Una correlazione positiva si riscontra anche con l'indice di complessità (Holdridge, 1967). Gli indici *DBHD* e *HD*, ovvero di dominanza diametrica e ipsometrica, sono direttamente collegati alle piante di grandi dimensioni e la loro analisi è stata utile per comprendere il diverso ruolo che svolgono le due specie maggiormente presenti, ovvero abete bianco e faggio. In Cansiglio infatti

Figura 3.14: correlazione positiva ($R^2 = 0.357$) tra il numero di specie erbacee e la necromassa (Cansiglio).

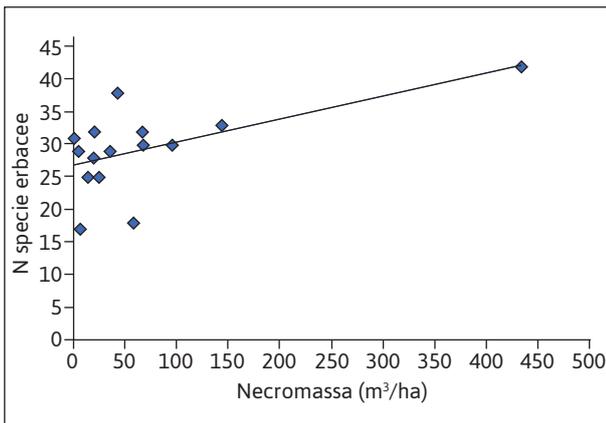
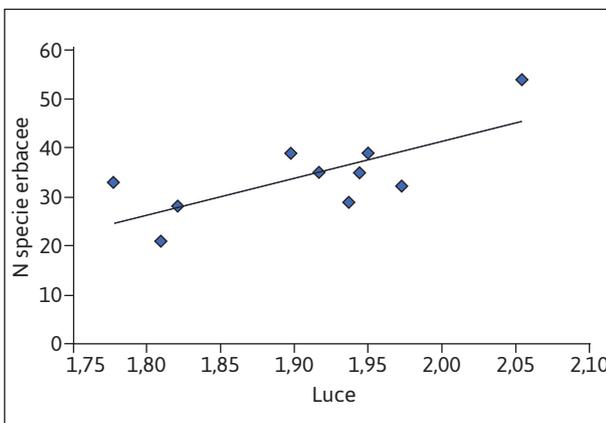


Figura 3.15: correlazione positiva ($R^2 = 0.523$) tra il numero di specie erbacee e la luce che filtra nei bassi strati della vegetazione, espressa tramite l'indice di Landolt (Ampezzo).



il numero di *microhabitat* sembra essere maggiormente legato alla presenza di individui di abete bianco di grandi dimensioni, mentre la correlazione diventa negativa nel caso del faggio (tab. 3.8).

Figura 3.16: correlazione negativa tra il numero di specie erbacee e gli indici di differenziazione diametrica ($R^2 = 0.631$) ed ipsometrica ($R^2 = 0.407$) riferiti all'abete bianco (AA) (Ampezzo).

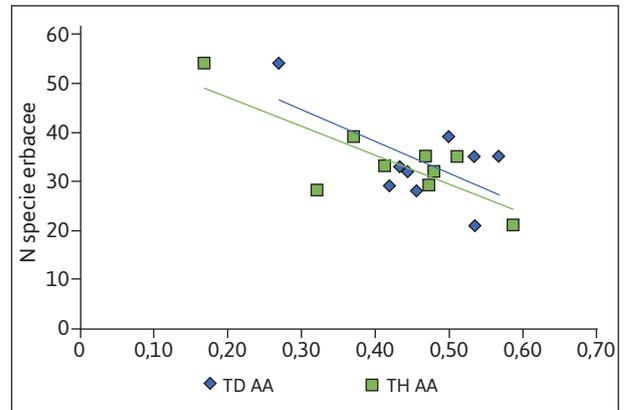


Figura 3.17: correlazione positiva ($R^2 = 0.443$) tra il numero di microhabitat e l'area basimetrica G, (Ampezzo).

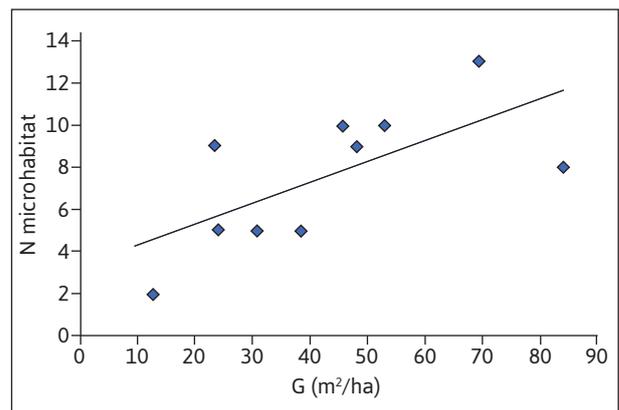
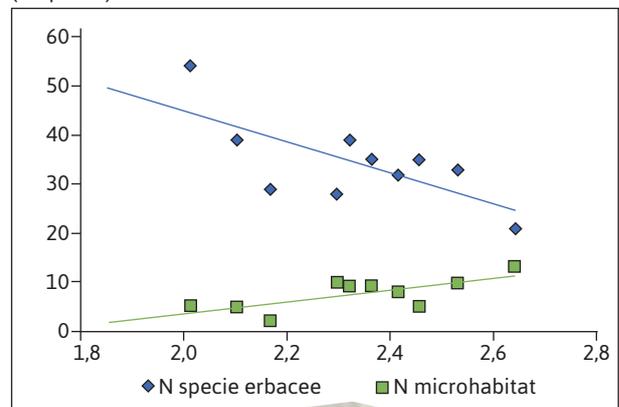


Figura 3.18: l'indice *THD* è correlato negativamente con il numero di specie erbacee per questioni di luce ($R^2 = 0.498$) e positivamente con il numero di microhabitat ($R^2 = 0.523$) in quanto questi sono maggiormente presenti sulle piante di grandi dimensioni (Ampezzo).



L'indice THD risponde in maniera coerente in entrambe le aree di studio sia rispetto al numero di specie erbacee che ai *microhabitat*. Nel primo caso la correlazione è negativa, nel secondo invece è positiva (fig. 3.18).

In seguito, oltre ai dati riferiti ad area di saggio di 400 m², sono stati considerati anche i dati relativi all'ettaro. Questo ha consentito di analizzare ulteriori com-

ponenti della biodiversità, come la presenza di piante di grandi dimensioni e la loro composizione specifica, tramite l'indice di Shannon o anche di valutare l'importanza del numero di tipi di *microhabitat*.

Per questa prima analisi esplorativa si sono considerate significative anche le relazioni debolmente significative ($p < 0.1$), in modo da indagare ulteriormente con le analisi successive un maggior numero di parametri.

Tabella 3.7: tabella riassuntiva delle correlazioni lineari tra gli indicatori e il numero di specie. Sono presentati solo i casi in cui in almeno un'area di studio pilota la correlazione risulta significativa ($p < 0.1$). Gli indicatori sono evidenziati in grassetto o in rosso se rispettivamente si hanno due o tre correlazioni significative. Il grado di correlazione è evidenziato secondo una scala che va dal rosso ($r = -1$, correlazione negativa perfetta) al verde ($r = 1$, correlazione positiva perfetta). In rosa invece sono evidenziati i livelli di significatività superiori al 10%.

		Cansiglio		Ampezzo		Totale	
			p	r	p	r	p
Numero di specie	Hm AA	0.4131	0.0722	-0.1682	0.6653	0.1732	0.4183
	Volume ceppaie	0.0135	0.9619	0.6260	0.0528	0.4692	0.0180
	Volume necromassa	0.5447	0.0358	0.3953	0.2582	0.4136	0.0399
	THD	-0.3191	0.2463	-0.6965	0.0252	-0.2704	0.1911
	VE	0.0970	0.7309	-0.5939	0.0702	-0.2693	0.1930
	CE AA	0.5273	0.0434	-0.0089	0.9819	0.3537	0.0900
	DIST AA	0.3551	0.0139	-0.6394	0.9828	0.2116	0.3210
	MDI AA	0.6188	0.1940	-0.0085	0.0637	-0.0796	0.7115
	TD AA	-0.3665	0.1791	-0.6707	0.0480	-0.4301	0.0359
	TH AA	-0.4928	0.0620	-0.7659	0.0161	-0.5285	0.0079
	DBHD AA	0.4652	0.0806	-0.1698	0.6623	0.1839	0.3897
	TH	-0.4121	0.1269	-0.4429	0.1999	-0.3796	0.0613
	% lettiera	-0.6734	0.0059	-0.0350	0.9235	-0.3379	0.0986
	% suolo nudo	-0.4883	0.0648	-0.2200	0.5414	0.0339	0.8721
	% rocciosità	0.1616	0.5650	0.5763	0.0812	0.4889	0.0131
	Luce	0.4178	0.1213	0.7753	0.0084	0.5113	0.0090
	Nutrienti	-0.5120	0.0511	-0.1142	0.7535	-0.0620	0.7686
Granulometria	-0.5120	0.0511	-0.1142	0.7535	-0.0620	0.7686	

Hm: altezza media, THD: tree height differentiation, VE: Vertical Evenness, CE: Clark-Evans, DIST: inter-distanza minima, MDI: Mean Directional Index, TD-TH: diameter-height differentiation (spatial based), DBHD: diameter dominance. Luce, nutrienti e granulometria sono espressi come indici di Landolt. AA: *Abies alba*.

Tabella 3.8: tabella riassuntiva delle correlazioni lineari tra gli indicatori e il Numero di dendromicrohabitat.

Sono presentati solo i casi in cui in almeno un'area di studio la correlazione risulta significativa ($p < 0.1$). Gli indicatori sono evidenziati in grassetto o in rosso se rispettivamente si hanno due o tre correlazioni significative. Il grado di correlazione è evidenziato secondo una scala che va dal rosso ($r = -1$, correlazione negativa perfetta) al verde ($r = 1$, correlazione positiva perfetta). In rosa invece sono evidenziati i livelli di significatività superiori al 10%.

		Cansiglio		Ampezzo		Totale	
		r	p	r	p	r	p
Numero di dendro-microhabitat	N	-0.1182	0.6749	0.7214	0.0185	0.5039	0.0102
	Dm FS	-0.2927	0.2897	0.1673	0.6441	-0.3967	0.0496
	G	0.4517	0.0910	0.6656	0.0357	-0.0393	0.8522
	G% AA	0.5917	0.0202	-0.0962	0.7916	-0.1624	0.4380
	G% FS	-0.5055	0.0546	0.3185	0.3699	-0.4074	0.0432
	Hm AA	0.4603	0.0843	0.0595	0.8791	0.0446	0.8360
	Hm FS	-0.3737	0.1700	0.6507	0.0416	-0.2697	0.1923
	Aprj	0.0052	0.9854	0.6009	0.0662	0.4682	0.0183
	Aprj AA	0.4821	0.0688	-0.2794	0.4344	-0.1552	0.4588
	N snag	-0.3069	0.2658	0.7143	0.0203	0.5556	0.0039
	Rr	-0.3991	0.1406	0.2507	0.4847	0.4018	0.0465
	THD	0.3828	0.1590	0.7237	0.0180	0.5576	0.0038
	DBHD AA	0.5410	0.0373	-0.1605	0.6799	0.0962	0.6547
	DBHD FS	-0.2903	0.2938	0.6726	0.0331	-0.0614	0.7708
	HD AA	0.5597	0.0300	-0.0142	0.9710	0.1206	0.5745
	HD FS	-0.3046	0.2697	0.6695	0.0342	-0.2944	0.1532
	DIST	0.0820	0.7715	-0.5263	0.1181	-0.3770	0.0632
	TD	0.4536	0.0895	-0.3355	0.3433	0.0281	0.8940
	Mingling	0.1248	0.6577	-0.6073	0.0626	-0.0106	0.9600
	CI	0.1197	0.6709	0.7803	0.0077	0.7403	0.0000

N: alberi/ha, Dm: diametro medio, G: area basimetrica, Hm: altezza media, Aprj: area di proiezione della chioma, N snag: numero di snag, Rr: ricchezza di rinnovazione, THD: tree height differentiation, DBHD-HD: diameter-height dominance, DIST: inter-distanza minima, TD: diameter differentiation (spatial based), Mingling: mescolanza specifica, CI: Complexity Index. AA: *Abies alba*, FS: *Fagus sylvatica*.

3.7 Analisi multivariata

La intrinseca complessità dei fenomeni ecologici fa sì che raramente una singola variabile sia sufficiente a descrivere in modo appropriato il funzionamento di un sistema. Per tale motivo, si è ritenuto utile fare un passo successivo rispetto all'analisi delle correlazioni lineari appena descritte, passando dall'osservazione del rapporto tra coppie di variabili all'esame contemporaneo di un *pool* di variabili. Si è quindi fatto ricorso a dei metodi statistici sempre più diffusi in ambito ecologico: le analisi multivariate (Greenacre e Primicerio, 2013; Šmilauer e Lepš, 2014). Questo tipo di approccio consente di prendere contemporaneamente in considerazione più variabili ed elementi di biodiversità, conservando nel contempo parte della potenza statistica che verrebbe persa eseguendo una serie di test separati in parallelo. Questi metodi possono essere inoltre proficuamente utilizzati nella ricerca esplorativa di modelli e tendenze del fenomeno osservato, procedendo per analisi successive che considerino passo dopo passo un numero di variabili inferiore, ovvero eliminando le variabili poco significative e quelle ridondanti (Guthery et al., 2005). In questo modo, procedendo per approssimazioni successive, si arriva a definire il *pool* di variabili più idoneo a descrivere in maniera adeguata l'ambito ecologico osservato. Le analisi multivariate si possono suddividere in dirette (ad. es. *Redundancy Analysis*, RDA) o indirette (ad. es. *Principal Components Analysis*, PCA) a seconda che, rispettivamente, si vada a calcolare l'influenza delle sole variabili considerate o se, viceversa, le variabili considerate siano solo una parte delle variabili incluse nel modello. Una variante delle RDA è costituita dalle *Partial Redundancy Analysis*, pRDA: in queste analisi viene preventivamente tenuto conto di una o più variabili intrinsecamente impattanti, ad esempio la diversa zona di provenienza di un'area di saggio. Nel nostro approccio si è scelto, quando statisticamente possibile, di puntare maggiormente sulle analisi dirette, in modo da focalizzare l'attenzione sulle sole variabili oggetto di interesse. Il software impiegato nelle analisi multivariate è stato CANOCO 5 (Ter Braak e Šmilauer, 2012) prodotto dalla *Microcomputer Power*, USA.

Le analisi sono state condotte prendendo in considerazione i dati di aree di saggio di superfici diverse, ovvero 400 m² o 1 ha, esaminando sia separatamente sia congiuntamente i 25 *plot* delle due località indagate (Ampezzo e Cansiglio). Sono state prese in esame 12 diverse combinazioni di indicatori e variabili strutturali o ambientali (di seguito definite con il generico nome di "variabili"). Il numero delle variabili esaminate nelle diverse analisi è indicato nella tab. 3.9 (vedi anche tab. 3.10 per un'ulteriore specificazione delle variabili impiegate); in totale le variabili impiegate sono state 87, con valori talvolta scorporati per ogni singola specie

arborea (AA: *Abies alba*, PA: *Picea abies*, FS: *Fagus sylvatica*, AP: *Acer pseudoplatanus*). Di seguito una breve descrizione delle variabili utilizzate:

1. N: numero di alberi presenti;
2. Dm: diametro medio;
3. Gtot: area basimetrica totale;
4. Hm: altezza media;
5. Hdom: altezza dominante, ovvero la media dell'altezza delle 100 piante più grosse, in termini diametrici, in un ettaro;
6. Hmax: altezza massima;
7. Aprj: area di proiezione della chioma, calcolata come l'area di una circonferenza avente come raggio la media dei raggi di chioma misurati in campo nelle quattro direzioni cardinali;
8. Nsnag: numero di piante morte in piedi;
9. Vsnag: volume delle piante morte in piedi;
10. V necro terra: volume della necromassa a terra stimato tramite il metodo del *Line Intersect Sampling* (Van Wagner 1968);
11. V ceppaie: volume delle ceppaie;
12. Necro: volume totale di necromassa calcolato come somma di *snag*, necromassa a terra e ceppaie;
13. Ra: abbondanza di rinnovazione;
14. Rr: ricchezza di rinnovazione;
15. TDD-THD: indice di diversità diametrica o ipsometrica (tab. 3.6);
16. VE: *Vertical Evenness* (tab. 3.6);
17. CE: indice di aggregazione di *Clarck-Evans* (tab. 3.6);
18. DIST: distanza tra un albero e il suo vicino più vicino (tab. 3.6);
19. TD-TH: indice di variabilità diametrica-ipsometrica con riferimento spaziale (tab. 3.6);
20. DBHD-HD: indice di dominanza diametrica-ipsometrica con riferimento spaziale (tab. 3.6);
21. *Mingling*: indice di mescolanza specifica (tab. 3.6);
22. CI: indice di complessità di ecosistema (tab. 3.6);
23. Gini: indice di variabilità di Gini riferito ai diametri (DBH), all'area basimetrica (G) e alle altezze (H) (tab. 3.6);
24. Devstd DBH: deviazione standard dei diametri;
25. Gmorta/Gviva (%): rapporto percentuale tra l'area basimetrica morta e quella viva;
26. N>70: numero di alberi di grandi dimensioni (diametro maggiore di 70 cm);
27. N>70 Shannon: indice di Shannon inerente alla variabilità specifica delle piante di grandi dimensioni.

In una prima fase esplorativa le analisi sono quindi state caratterizzate dall'impiego di un numero elevato di variabili, funzionali all'individuazione progressiva delle variabili più promettenti (analisi da A1 ad A5). In questa fase, delle pRDA sono state impiegate per la valutazione contemporanea dei *plot* rilevati nelle due aree pilota di Ampezzo e Cansiglio. Sempre nelle analisi da A1 ad A5, ma questa volta effettuate separatamente per i *plot* di ogni zona, sono state invece effettuate delle RDA o delle PCA. Le PCA e RDA zonali ci hanno consentito di indagare se nel considerare separatamente le aree di saggio ricadenti in diverse località si presentassero o meno dei *pattern* diversi da quelli osservati comprendendo le aree di saggio nel

loro insieme. Nella seconda fase (analisi da A6 ad A12), il numero di variabili impiegato è stato sensibilmente inferiore, in quanto si è andati a considerare le sole variabili più promettenti (anche considerando i risultati delle correlazioni semplici precedentemente descritti nel capitolo 3.6 e la valutazione esperta del *pool* tecnico-scientifico nel capitolo 3.10). Nell'ultimo blocco di analisi (A6 – A12) i *plot* sono stati accorpati, ovvero non è stata più considerata l'influenza della zona di provenienza, ed è stata sempre eseguita una RDA. Le combinazioni di elementi di biodiversità prese in considerazione, quali il "N. specie" (erbacee) e il "N. *microhabitat*", sono elencate in tabella 3.11 ed esplicitate nella tabella 3.12.

Tabella 3.9: numero di variabili impiegato nelle diverse analisi multivariate.

Id analisi	Superficie plot	N. variabili/Tipo analisi		
		Tutto	Cansiglio	Ampezzo
A1	400 m ²	61 (pRDA)	63 (RDA)	75 (RDA)
A2	400 m ²	40 (pRDA)	40 (RDA)	49 (RDA)
A3	1 ha	19 (pRDA)	19 (RDA)	22 (RDA)
A4	400 m ²	44 (pRDA)	44 (RDA)	54 (RDA)
A5	1 ha	28 (pRDA)	28 (RDA)	32 (RDA)
A6	400 m ²	4 (RDA)	---	---
A7	1 ha	4 (RDA)	---	---
A8	400 m ²	5 (RDA)	---	---
A9	1 ha	5 (RDA)	---	---
A10	400 m ²	6 (RDA)	---	---
A11	1 ha	6 (RDA)	---	---
A12	1 ha	5 (RDA)	---	---

Tabella 3.10: elenco delle variabili impiegate nelle analisi multivariate da A1 ad A12. La crocetta indica l'utilizzo della variabile nell'analisi.

	TUTTO												CANSIGLIO					AMPEZZO				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
N	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
% Abies	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
% Acer																		x	x	x	x	x
% Fagus	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
% Picea	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dm	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dm Abies	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dm Fagus	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dm Picea																		x	x	x	x	x
G tot	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G (%) Abies	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G (%) Acer																		x	x	x	x	x
G (%) Fagus	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G (%) Picea	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hm	x												x					x				

	TUTTO												CANSIGLIO					AMPEZZO				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
Hm Abies	x												x					x				
Hm Fagus	x												x					x				
Hm Picea																		x				
Hdom	x												x					x				
Hmax	x												x					x				
Aprj	x	x		x									x	x		x		x	x			x
Aprj (%) Abies	x	x		x									x	x		x		x	x			x
Aprj (%) Acer																		x	x			x
Aprj (%) Fagus	x	x		x									x	x		x		x	x			x
Aprj (%) Picea	x	x		x									x	x		x		x	x			x
Nsnag	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vsnag	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
V necro terra	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
V ceppaie	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Necro	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ra	x												x					x				
Rr	x												x					x				
Ra Abies													x									
Ra Fagus													x									
TDD	x												x					x				
THD	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VE	x	x		x									x	x		x		x	x			x
CE AA	x	x		x									x	x		x		x	x			x
CE FS	x	x		x									x	x		x		x	x			x
CE PA																		x	x			x
DIST AA	x												x					x				
DIST FS	x												x					x				
DIST PA																		x				
UAI AA	x	x		x		x		x		x			x	x		x		x	x			x
UAI FS	x	x		x									x	x		x		x	x			x
UAI PA																		x	x			x
MDI AA	x	x		x									x	x		x		x	x			x
MDI FS	x	x		x									x	x		x		x	x			x
MDI PA																		x	x			x
TD AA	x	x		x									x	x		x		x	x			x
TD FS	x	x		x									x	x		x		x	x			x
TD PA																		x	x			x
TH AA	x	x		x									x	x		x		x	x			x
TH FS	x	x		x									x	x		x		x	x			x
TH PA																		x	x			x
DBHD AA	x												x					x				
DBHD FS	x												x					x				
DBHD PA																		x				
HD AA	x												x					x				
HD FS	x												x					x				
HD PA																		x				
Mingling AA	x												x					x				
Mingling FS	x												x					x				
Mingling PA																		x				
CE	x	x		x									x	x		x		x	x			x

	TUTTO												CANSIGLIO					AMPEZZO				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
DIST	x												x					x				
UAI	x	x		x									x	x		x		x	x		x	
MDI	x	x		x									x	x		x		x	x		x	
TD	x	x		x									x	x		x		x	x		x	
TH	x	x		x									x	x		x		x	x		x	
DBHD	x												x					x				
HD	x												x					x				
Mingling	x	x		x									x	x		x		x	x		x	
CI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gini_DBH	x												x					x				
Gini_G	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gini_H	x												x					x				
Devstd DBH				x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x				x	x
Devstd DBH AA				x	x											x	x				x	x
Devstd DBH FS				x	x											x	x				x	x
Devstd DBH PA																					x	x
Gmorta/Gviva (%)				x	x											x	x				x	x
N >70					x												x					x
N AA>70					x												x					x
N PA>70					x												x					x
N FS>70					x												x					x
N > 70 Shannon					x		x		x		x	x					x					x
N. TOTALE VARIABILI	61	40	19	44	28	4	4	5	5	6	6	5	63	40	19	44	28	75	49	22	54	32

Tabella 3.11: le diverse combinazioni di elementi di biodiversità utilizzate nelle analisi multivariate A1 – A12.

	Elemento di biodiversità
B1	N. specie + N. microhabitat
B2	N. specie + N. microhabitat + N. tipi microhabitat
B3	N. specie + N. tipi microhabitat
B4	N. microhabitat + N. tipi microhabitat
B5	N. cavità microhabitat + N. patogeni microhabitat + N. substrati microhabitat
B6	N. patogeni microhabitat + N. substrati microhabitat + N. piante con cavità del tronco + N. piante con cavità nei contrafforti + N. piante con altre cavità
B7	N. piante con cavità nei contrafforti + N. piante con altre cavità + N. piante con epifite

Tabella 3.12: descrizione di dettaglio delle varie combinazioni degli elementi di biodiversità.

	Descrizione dettagliata dell'elemento di biodiversità
N. specie	Numero di specie erbacee
N. microhabitat	Numero dei microhabitat
N. tipi microhabitat	Numero dei diversi tipi di microhabitat
N. cavità microhabitat	Numero piante con scortecciamento/alburno esposto + numero di cavità di picidi su Abete bianco, Abete rosso, Faggio, legno morto + numero piante con cavità sul tronco (cavità picidi escluse) + numero cavità sui rami + numero piante con dendrotelmi + numero piante con gallerie scavate da insetti o fori di uscita + numero piante con scortecciamento/alburno esposto + numero piante con fratture sul tronco e nella chioma + numero piante con fessure e cicatrici + numero piante con tasche nella corteccia + numero piante con struttura nella corteccia + numero piante con rami morti/legno morto nella chioma + numero piante con cavità nei contrafforti radicali
N. patogeni microhabitat	Numero piante con scopazzi e riscoppi + numero piante con cancro + numero piante con corpi fruttiferi fungini + numero piante con mixomiceti + numero piante con fanerogame e crittogame epifite + numero piante con nidi + numero piante con fuoriuscite di linfa e resina
N. substrati microhabitat	Numero piante con microsuoilo + numero piante con ceppaie ribaltate
N. piante con cavità del tronco	Numero piante con cavità sul tronco (cavità picidi escluse)
N. piante con cavità nei contrafforti	Numero piante con cavità nei contrafforti radicali
N. piante con altre cavità	Numero piante con scortecciamento/alburno esposto + numero di cavità di picidi su Abete bianco, Abete rosso, Faggio, legno morto + numero cavità sui rami + numero piante con dendrotelmi + numero piante con gallerie scavate da insetti o fori di uscita + numero piante con scortecciamento/alburno esposto + numero piante con fratture sul tronco e nella chioma + numero piante con fessure e cicatrici + numero piante con tasche nella corteccia + numero piante con struttura nella corteccia + numero piante con rami morti/legno morto nella chioma
N. piante con epifite	Numero piante con fanerogame e crittogame epifite

In tutte le analisi si è scelto di applicare il metodo della *Forward selection*, ovvero alcune delle variabili rivelatesi nel corso della computazione statistica poco significative alla costruzione del modello finale sono state escluse dallo stesso. Si è inoltre sempre proceduto ad un test di permutazione Monte Carlo (con 999 repliche casuali) al fine di testare la significatività di ogni modello nel suo complesso (Ter Braak e Šmilauer, 2012). Nella tabella 3.13 è riportata per le RDA la *Total variation* oppure per le pRDA la *Partial Variation*, ovvero l'ammontare della variabilità nel modello (una volta

tenuto preventivamente conto della provenienza del *plot*) e la percentuale della stessa spiegata dalle variabili considerate (*Explanatory variables*). Sempre nella stessa tabella è inoltre riportata l'*Adjusted Variation* (Adj), corrispondente al coefficiente di determinazione corretto R^2 della regressione multipla. Per ogni scala spaziale il miglior modello viene scelto prendendo il più alto Adj tra quelli disponibili (Peres-Neto et al., 2006). Va sottolineato che non è possibile produrre il coefficiente Adj nel caso l'analisi sostenuta sia una PCA.

Tabella 3.13: prospetto riassuntivo della Total variation (Tot) Partial variation (Par) e Adjusted Variation (Adj) nelle analisi comprensive di tutti i plot (aree di saggio sia 400 m² che 1 ha). In blu le analisi relative alle aree di saggio di 400 m², in grigio chiaro le pRDA, in giallo chiaro le RDA, in bianco le PCA.

	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7		
	Par/Tot	Exp	Adj																		
A1	36.9	100	99.9	50.3	100	PCA	35.1	100	PCA	28.5	100	100	53.9	100	PCA	96.8	100	PCA	60.1	100	PCA
A2	36.9	100	99.9	50.3	100	PCA	35.1	100	PCA	28.5	100	99.9	52.7	100	PCA	89.3	100	PCA	53.1	100	PCA
A3	33.9	92.6	66.1	47.8	91.1	52.3	34.9	93.1	68.2	26.8	86.7	38.9	44.5	84.5	28.9	88.1	84.2	27.7	66.5	80.6	10.7
A4	36.9	100	PCA	50.3	100	PCA	35.1	100	99.9	28.5	100	PCA	52.7	100	PCA	89.3	100	PCA	53.2	100	PCA
A5	30.6	100	PCA	43.7	100	PCA	33.7	100	PCA	23.1	100	PCA	40.4	100	PCA	79.7	100	PCA	60.7	100	PCA
A6	48.0	35.2	21.6	72.0	37.9	24.8	48.0	29.6	14.8	48.0	48.9	38.1	72.0	44.0	32.2	120	40	27.4	72.0	37.7	24.6
A7	50.0	39.6	27.5	75.0	44.7	33.7	50.0	34.8	21.7	50.0	59.8	51.7	75.0	51.4	41.7	125	47.6	37.2	75.0	43.2	31.8
A8	48.0	44.5	29.1	72.0	45.9	30.8	48.0	35.1	17.0	48.0	58.0	46.3	72.0	59.2	47.8	120	50.8	37.1	72.0	48.8	34.6
A9	50.0	46.8	32.8	75.0	49.6	36.3	50.0	42.0	26.7	50.0	60.0	49.4	75.0	52.5	40.0	125	48.6	35.0	75.0	43.6	28.8
A10	48.0	48.0	29.6	72.0	48.2	29.9	48.0	38.4	16.6	48.0	58.2	43.5	72.0	62.7	49.5	120	53.4	37.0	72.0	51.0	33.6
A11	50.0	70.7	60.9	75.0	69.2	59.0	50.0	64.4	52.5	50.0	72.7	63.6	75.0	61.8	49.0	125	58.5	44.6	75.0	50.1	33.5
A12	50.0	63.9	54.4	75.0	64.7	55.4	50.0	57.6	46.4	50.0	72.6	65.4	75.0	60.8	50.4	125	57.5	46.4	75.0	49.7	36.4

Osservando i risultati presentati nella tabella 3.13 e integrando gli stessi con la valutazione esperta del pool tecnico-scientifico, la combinazione di elementi di biodiversità ritenuta più efficace per descrivere i popolamenti forestali è stata ritenuta la B4, ovvero N. *microhabitat* e N. tipi *microhabitat*, escludendo quindi il numero delle specie erbacee (N. specie) dall'analisi (tab. 3.11). Tale scelta è stata motivata dal fatto che il parametro N. specie è rappresentato dalle specie erbacee, più tipiche di aree aperte (facilmente e direttamente valutabile con un indicatore apposito) e perciò scarsamente rappresentativo della diversità forestale. Al contrario, il numero e il tipo di *dendromicrohabitat* costituiscono un ottimo indicatore della presenza potenziale di numerose specie faunistiche e inoltre il loro rilievo risulta più facile e meno oneroso in termini di tempo.

I valori più promettenti di Adj per la combinazione di elementi di biodiversità B4 (ovvero N. *microhabitat* e N. tipi *microhabitat*) nelle due diverse dimensioni dell'area di saggio si riscontrano nelle analisi A8 (aree di saggio di 400 m²) e A12 (aree di saggio di 1 ha), con rispettivamente un Adj pari a 46.3 e 65.4 (tab. 3.13). Giova infine aggiungere che le indicazioni provenienti dalle analisi zonali condotte solo sui plot di Cansiglio e Ampezzo non sembrano fornire ulteriori indicazioni significative o diversi pattern rispetto alle analisi condotte accorpando i plot.

Analisi A8 / B4 (area di saggio di 400 m²): approfondimento

Nella tabella 3.14 sono elencati risultati e variabili selezionate nell'analisi RDA A8 con la combinazione di elementi di biodiversità B4 (N *microhabitat* e N tipi *microhabitat*), riferita alle aree di saggio di 400 m². Nella colonna *Explains %* è riportato il contributo percentuale di ogni variabile alla variabilità totale spiegata dal modello. La somma totale dei valori della colonna *Explains %* è quindi in questo caso pari al valore 58 (vedi colonna *Exp* della corrispondente analisi A8 / B4 nella tab. 3.13). Nella colonna *Contribution %* è invece riportato il contributo percentuale della variabile rapportato alla variabilità totale spiegata dall'insieme delle variabili considerate nel modello. La somma dei valori contenuti in questa colonna risulta quindi essere 100.

Nelle colonne successive è riportata la significatività statistica della variabile (*p*) e la correlazione (valori compresi tra 0 e 1) con gli elementi di biodiversità.

La rappresentazione grafica delle analisi RDA consiste in un *biplot*, ovvero un grafico contenente delle frecce proiettate su di un piano. Ogni freccia rappresenta un elemento considerato nell'analisi, quindi una variabile oppure un elemento di biodiversità. La lunghezza delle frecce e gli angoli tra le stesse forniscono indizi per interpretare la relazione tra gli oggetti (Ter Braak e Prentice, 2008). Generalizzando, le frecce più lunghe rappresentano l'importanza dell'elemento nella composizione del modello, ed angoli acuti indicano una correlazione positiva tra gli elementi. Al contrario, frecce che puntano ad angoli opposti indicano una correlazione negativa, mentre frecce poste a novanta gradi l'una rispetto all'altra indicano una assente o quasi nulla correlazione. I grafici sono stati centrati e standardizzati in relazione agli elementi di biodiversità. Nella figura 3.19 è riportato il *biplot* relativo all'analisi RDA A8 / B4 presentata in tabella 3.14.

Figura 3.19: biplot RDA dell'analisi A8 / B4 per N *microhabitat* (NmicroH) e N tipi *microhabitat* (NtipiMh), aree di saggio di 400 m².

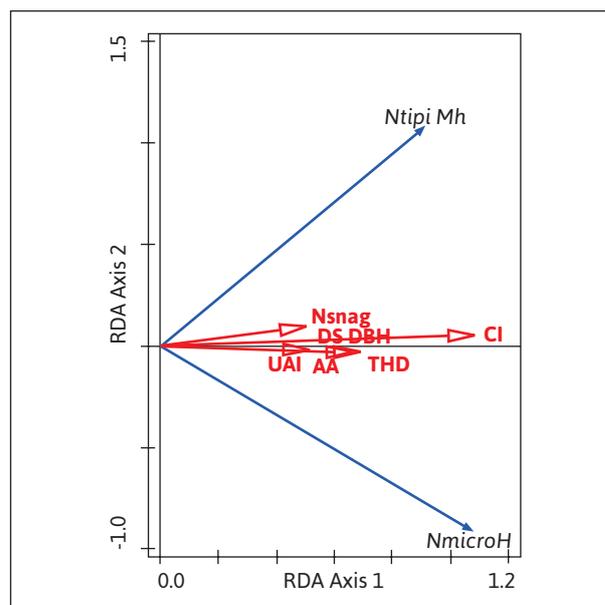


Tabella 3.14: risultato sintetico dell'analisi RDA A8 per N *microhabitat* e N tipi *microhabitat* (B4), aree di saggio di 400 m².

Variabile	Descrizione variabile	Explains %	Contribution %	p	N <i>microhabitat</i>	N tipi <i>microhabitat</i>
CI	Complexity index	25.3	43.6	0.014	0.36	0.28
UAI AA	Uniform angle index riferito all'abete bianco	9.3	16.1	0.078	0.35	0.27
Devstd DBH	Deviazione standard dei diametri	10.2	17.5	0.056	0.52	0.49
Nsnag	N di snag rinvenuti	10.2	17.6	0.053	0.27	0.21
THD	Tree height differentiation index	3.0	5.2	0.276	0.22	0.26

Il *Complexity Index* (CI) contribuisce in maniera sostanziale al modello e alla variabilità del modello, oltre ad essere l'unica variabile a presentare una chiara significatività statistica ($p < 0.05$) (tab. 3.14).

La deviazione standard dei diametri, tuttavia, presenta una correlazione positiva più marcata con *N microhabitat* e *N tipi microhabitat*. La presenza dell'indice *UAI* riferito all'abete bianco ci suggerisce dei buoni risultati in termini di biodiversità qualora si riesca a mantenere l'eterogeneità spaziale dell'abete bianco (tab. 3.14). Come si può osservare dal grafico di figura 3.19, tutte le variabili considerate contribuiscono positivamente alla distribuzione degli elementi di biodiversità, in quanto tutte le frecce puntano nella medesima direzione. Ovvero, ogni variazione in aumento della variabile produce un aumento nella presenza dell'elemento.

Analisi A12 / B4 (area di saggio di 1 ha): approfondimento

Analogamente a quanto appena visto per le aree di saggio di 400 m², nella tabella 3.15 è riportato il dettaglio delle variabili utilizzate nell'analisi A12 con la combinazione di elementi di biodiversità B4 (*N microhabitat* e *N tipi microhabitat*) relative alle aree di saggio di 1 ha. Il maggior apporto all'analisi è dato questa volta dall'indice *THD*, che presenta anche una forte correlazione positiva con gli elementi di biodiversità considerati. Tutte le variabili che compongono il modello sono statisticamente significative ($p < 0.05$), tranne la deviazione standard dei diametri.

Interessante notare la presenza tra le variabili più promettenti dell'indice di *Shannon* per le piante grandi, ovvero maggiori ai 70 cm di diametro, e del volume di necromassa a terra (tab. 3.15). Al contrario invece di quanto accade a livello di area di saggio di 400 m², il numero di *snag* non sembra avere un'influenza rilevante nelle aree di 1 ha.

Come si può osservare nel *biplot* di figura 3.20 tutte le variabili considerate contribuiscono positivamente alla distribuzione di *N microhabitat* e *N tipi microhabitat*, tranne la deviazione standard dei diametri,

in quanto la freccia che rappresenta questa variabile punta nella direzione opposta rispetto alle frecce che rappresentano gli elementi di biodiversità. Questo significa che ogni aumento nella deviazione standard dei diametri finisce con il produrre una minor presenza dell'elemento di biodiversità.

Inoltre, contrariamente a quanto osservabile nel *biplot* riferito all'analisi sui 400 m² (fig. 3.19), le frecce che rappresentano i due elementi di biodiversità presentano un angolo piuttosto acuto tra loro e sono quindi positivamente correlate. Quindi, una variazione positiva nel numero dei *microhabitat* è da considerarsi predittiva anche di un aumento dell'eterogeneità tra gli stessi.

Figura 3.20 – Biplot RDA dell'analisi A12 / B4 per *N microhabitat* (*NmicroH*) e *N tipi microhabitat* (*NtipiMh*), aree di saggio di 1 ha.

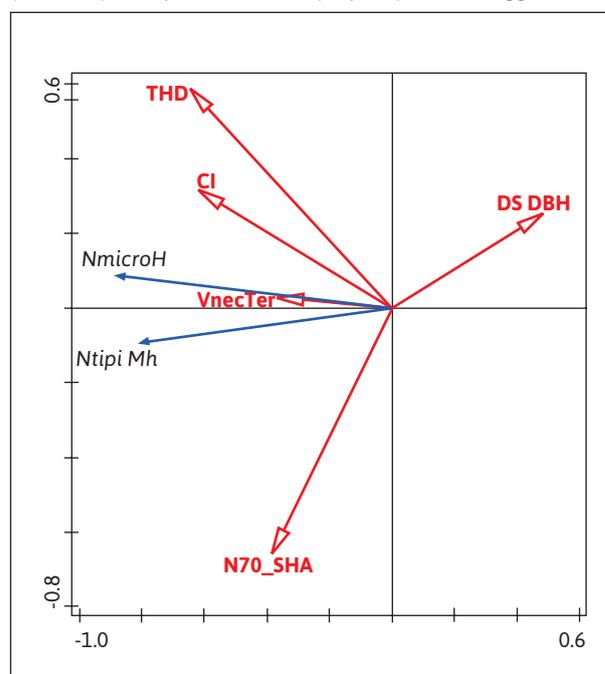


Tabella 3.15: risultato sintetico dell'analisi RDA A12 per *N microhabitat* e *N tipi microhabitat* (B4), aree di saggio di 1 ha.

Variabile	Descrizione variabile	Explains %	Contribution %	p	N microhabitat	N tipi microhabitat
THD	Tree height diversity index	29.4	40.5	0.005	0.61	0.46
N > 70 Shannon	Shannon Index	13.7	18.9	0.033	0.28	0.37
V necro terra	Volume necro terra	16.7	23.0	0.011	0.31	0.28
CI	Complexity index	10.6	14.7	0.008	0.56	0.46
Devstd DBH	Deviazione standard dei diametri	2.2	3.0	0.231	-0.39	-0.40

3.8 Modelli lineari (LM) e non lineari (GLM)

Sulla base di quanto osservato con le analisi multivariate, si è poi cercato di andare ad individuare dei veri e propri modelli di relazione tra le variabili e gli elementi di biodiversità. I modelli di relazioni tra le variabili sono generalmente rappresentati da un sistema di equazioni coinvolgenti una variabile dipendente (in questo caso rappresentata dall'elemento di biodiversità) e più variabili indipendenti o esplicative (in questo caso rappresentate dalle variabili più promettenti individuate nelle analisi multivariate). Qualora la distribuzione dei dati segua delle leggi lineari, quindi una distribuzione normale, i metodi impiegati sono i *Linear Model* (LM). Oltre ai LM si è inoltre scelto di testare anche i *Generalized Linear Model* (GLM) e i *Generalized Linear Mixed Model* (GLMM), allo scopo di andare ad esplorare anche modelli a distribuzione non normale, più precisamente i modelli con distribuzione di *Poisson*, solitamente indicati nell'esame dei fenomeni che implicano un conteggio (nel nostro caso, ad esempio, il conteggio dei *microhabitat* presenti nell'area di saggio). I GLMM sono dei GLM nei quali si tiene conto fortemente del peso di una variabile *random*, che in questo caso è rappresentata dalla collocazione geografica (zona) dei *plot*. Si è deciso quindi di prendere in esame le variabili risultanti dalle analisi multivariate comprese tra l'analisi A6 e l'analisi A12, ovvero quelle rimanenti dopo la scrematura operata nella fase esplorativa (analisi da A1 a A5). Come variabili dipendenti si è nuovamente deciso di utilizzare *N microhabitat* e *N tipi microhabitat*. Questa volta però, a differenza di quanto avvenuto nelle analisi multivariate, i due elementi di biodiversità vengono analizzati separatamente, in quanto a ogni modello corrisponde un solo elemento di biodiversità (e una sola dimensione dell'area di saggio, questa volta in analogia con

le analisi multivariate). I LM, GLM e GLMM sono stati eseguiti nell'intento di trovare un'ulteriore robusta conferma statistica di quanto osservato con l'analisi multivariata.

Il software utilizzato per l'esecuzione dei LM, GLM e GLMM è stato RStudio con versione R 3.6.1 (R Core Team, 2013).

N microhabitat - Distribuzione di N microhabitat nei plot di 400 m²

Prima dell'applicazione dei LM, GLM e GLMM è utile porre l'attenzione sul modello di distribuzione della variabile dipendente, ovvero l'elemento di biodiversità. Mediante il pacchetto R *fitdistrplus* e il metodo *fitdist* (Delignette-Muller e Dutang, 2015) è stata inizialmente osservata la distribuzione dei *N microhabitat* nei *plot* di 400 m². I dati della variabile dipendente sono stati messi a confronto con la distribuzione normale e di *Poisson*. I grafici risultanti ci permettono di apprezzare come i dati sembrano adattarsi meglio ad una distribuzione di tipo *Poisson* (fig. 3.21).

Sono stati successivamente sviluppati dei LM e dei GLM, utilizzando diverse possibili combinazioni delle variabili precedentemente impiegate nelle analisi multivariate. I modelli sono stati costruiti utilizzando il pacchetto R *stats* per i metodi LM (distribuzioni Gaussiane) e il pacchetto *glm* per i GLM (distribuzione di *Poisson*) (R Core Team, 2013).

Nella tabella 3.16 è riportato un prospetto riassuntivo dei metodi LM e GLM testati. L'*AIC* (*Akaike information criterion*) è un indicatore dell'errore prodotto nel modello ed è utile per la comparazione dei vari modelli tra loro (Sakamoto et al., 1986). Bassi valori di AIC rivelano un errore più contenuto e di conseguenza un modello migliore. Le colonne successive *Adj R²* (*Adjusted R-squared*) e *p* mostrano, per i soli modelli normali LM, la variabilità spiegata dal modello e la significatività statistica dello stesso.

Figura 3.21: distribuzione di N microhabitat nei plot di 400 m².

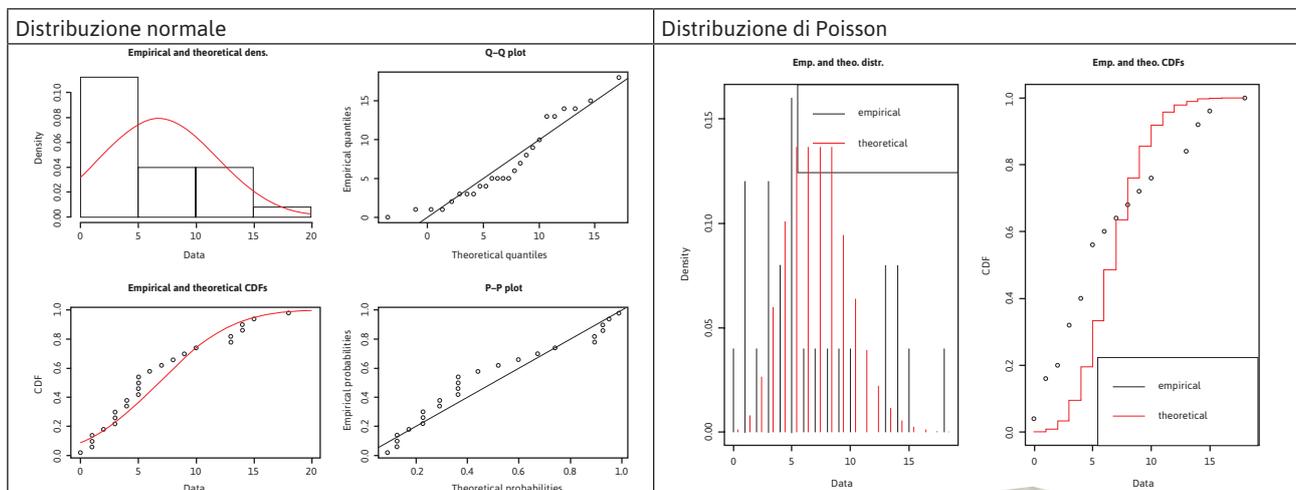


Tabella 3.16: LM e GLM per N microhabitat (aree di saggio di 400 m²).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili indipendenti	AIC	Adj R ²	p
M1	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH	136.86	0.5071	0.0013
M2	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH	136.23		
M3	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	127.78	0.6721	0
M4	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	125.43		
M5	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	129.76	0.6531	0.00028
M6	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	127.37		
M7	Normale	LM	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	127.16	0.6711	0
M8	Poisson	GLM	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	124.53		
M9	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	138.31	0.4765	0.002
M10	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	138.49		
M11	Normale	LM	UAI AA, CI, Nsnag	132.57	0.5745	0.0001
M12	Poisson	GLM	UAI AA, CI, Nsnag	129.82		

Il modello migliore, ovvero quello con più basso AIC, è risultato essere il M8, ovvero un GLM con distribuzione di Poisson e variabili UAI AA (indice UAI per l'abete bianco), CI (Complexity index), DS DBH (deviazione standard dei diametri), Nsnag (numero degli snag). Nella tabella 3.17 sono riportati segni e livelli di significatività per le variabili impiegate nei LM e GLM della tabella 3.16. Il segno della variabile indipendente ci rivela la sua relazione con la variabile dipendente: un segno positivo indica che all'aumento della variabile indipendente è previsto un aumento anche della variabile dipendente; viceversa in caso di segno negativo. Tutte le variabili del GLM M8 sono statisticamente significative ($p < 0.05$) (tab. 3.17). Il segno delle variabili è sempre positivo con l'esclusione di Nsnag, ovvero al diminuire del numero di snag sembra registrarsi un aumento del N microhabitat. Questa relazione potreb-

be trovare spiegazione nel fatto che spesso i *microhabitat* si sviluppano maggiormente sulle piante vive e permangono più a lungo sulle stesse (parti morte di piante vive).

Nella tabella 3.18 è riportato in report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili impiegate nel GLM M8. La colonna *Estimate* esplicita il valore del coefficiente associato alla variabile ed ha un segno concorde con quanto riportato in tabella 3.17.

Tramite i GLMM si è successivamente proceduto ad esaminare il peso della variabile zona di provenienza del *plot* per ogni LM e GLM elencato in tabella 3.16. Nelle analisi è stato utilizzato il pacchetto *lme4* di R (Bates et al., 2015) con i metodi *lmer* (per la distribuzione normale) e *glmer* (per la distribuzione di Pois-

Tabella 3.17: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli LM e GLM per N microhabitat (aree di saggio di 400 m²). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

Id modello	THD		UAI AA		CI		DS DBH		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
M1	-		+	0.03	+	0.0004	+	0.10	---		---	
M2	-		+	0.0002	+	0	+	0.012	---		---	
M3	-		+	0.018	+	0	+	0.012	-	0.004	---	
M4	-		+	0.001	+	0	+	0.003	-	0.0003	---	
M5	-		+	0.02	+	0	+	0.017	-	0.005	-	
M6	-		+	0.0018	+	0	+	0.003	-	0.0003	+	
M7	---		+	0.02	+	0	+	0.016	-	0.003	---	
M8	---		+	0.002	+	0	+	0.006	-	0.0001	---	
M9	---		+	0.06	+	0.0002	+		---		+	
M10	---		+	0.001	+	0	+	0.03	---		+	
M11	---		+	0.058	+	0	---		+	0.02	---	
M12	---		+	0.003	+	0	---		-	0.0008	---	

Tabella 3.18: dettaglio dei parametri di stima, errore standard e significatività statistica delle variabili del GLM M8 (N microhabitat con aree di saggio di 400 m²).

Variabile	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.036	0.602	-1.721	0.08
UAI_AA	2.161	0.725	2.978	0.003
CI	0.038	0.005	6.914	< .001
DS_DBH	0.051	0.018	2.735	0.006
Nsnag	-0.202	0.054	-3.754	< .001

son). Come già visto per LM e GLM, l'AIC è un indicatore dell'errore del modello utile alla comparazione dei modelli tra loro (Sakamoto et al., 1986). Il GLMM con più basso AIC è risultato essere il MM8 (tab. 3.19), con ancora una volta le variabili *UAI AA*, *CI*, *DBH*, *Nsnag*, e distribuzione di *Poisson*.

Analogamente a quanto osservato nel modello GLM M8 (tab. 3.17) anche nel GLMM MM8 si riscontra la si-

gnificatività statistica di tutte le variabili ($p < 0.05$), e segno negativo per *Nsnag* (tab. 3.20). Nella tabella 3.21 è riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili fisse del GLMM MM8.

Da ultimo, sono stati comparati tra loro i modelli GLM M8 e GLMM MM8 al fine di valutare il peso della variabile *random* zona di provenienza del plot. La com-

Tabella 3.19: GLMM per N microhabitat (aree di saggio di 400 m²).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili	AIC
MM1	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH	138.9
MM2	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH	136.5
MM3	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	129.8
MM4	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	126.9
MM5	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	131.8
MM6	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	128.7
MM7	Normale	LMER	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	129.2
MM8	Poisson	GLMER	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	125.8
MM9	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	140.3
MM10	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	138.0
MM11	Normale	LMER	UAI AA, CI, Nsnag	133.8
MM12	Poisson	GLMER	UAI AA, CI, Nsnag	129.1

Tabella 3.20: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli GLMM per N microhabitat (aree di saggio di 400 m²). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

Id modello	THD		UAI AA		CI		DS DBH		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
MM1	-		+	0.015	+	0	+	0.06	---		---	
MM2	-		+	0	+	0	+	0.07	---		---	
MM3	-		+	0.006	+	0	+	0.003	-	0	---	
MM4	-		+	0.001	+	0	+	0.012	-	0	---	
MM5	-		+	0.006	+	0	+	0.004	-	0	-	
MM6	-		+	0.001	+	0	+	0.011	-	0	+	
MM7	---		+	0.013	+	0	+	0.007	-	0	---	
MM8	---		+	0.001	+	0	+	0.019	-	0	---	
MM9	---		+	0.04	+	0.01	+	0.12	---		+	
MM10	---		+	0	+	0	+	0.14	---		+	
MM11	---		+	0.01	+	0	---		-	0.01	---	
MM12	---		+	0.001	+	0	---		-	0.002	---	

Tabella 3.21: dettaglio dei parametri di stima, errore standard e significatività statistica delle variabili nel GLMM MM8 (N microhabitat con aree di saggio di 400 m²).

Variabile	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.875	0.637	-1.375	0.169
UAI AA	2.274	0.733	3.102	0.002
CI	0.034	0.007	4.908	< .001
DS DBH	0.045	0.019	2.337	0.019
Nsnag	-0.197	0.055	3.591	< .001

parazione è stata eseguita mediante il metodo *anova* del pacchetto *stats* di R (R Core Team, 2013). L'analisi ha permesso di osservare che non vi è differenza tra i modelli ($p = 0.38$) e che di conseguenza la variabile zona non ha un peso rilevante sul modello GLM che descrive la distribuzione di N *microhabitat* in funzione delle variabili *UAI AA*, *CI*, *DBH*, *Nsnag* (per i *plot* di 400 m²). Le variabili contenute nel migliore modello individuato sembrano inoltre confermare i risultati ottenuti con l'analisi multivariata condotta sulle aree di saggio di 400 m² (tab. 3.14). L'unica differenza è rappresentata dalla variabile *THD*, che è compresa nella migliore analisi multivariata (sebbene con un apporto molto basso in termini di variabilità spiegata, tabella 3.14) ma non nel migliore GLM individuato.

Distribuzione di N *microhabitat* nei plot di 1 ha

Analoghe analisi sono state condotte per l'elemento di biodiversità N *microhabitat* nelle aree di saggio di 1 ha. L'osservazione della distribuzione dei N *microhabitat* nei *plot* di 1 ha ci rivela come in questo caso i dati sembrano adattarsi meglio a una distribuzione di tipo normale (fig. 3.22).

Nella tabella 3.22 è riportato un prospetto riassuntivo dei metodi LM e GLM testati.

Il modello migliore, ovvero quello con più basso indice AIC, risulta essere il LM M9, con distribuzione normale e variabili *THD* (*Tree Height Diversity*), *CI* (*Complexity*

index), N >70 SHA (indice di *Shannon* per le piante > a 70 cm di diametro), *VnecTer* (volume di necromassa a terra). Nella tabella 3.23 sono riportati segni e significatività statistica delle variabili utilizzate nei LM e GLM prodotti. Come si può osservare, il modello LM M9 presenta segno positivo e significatività statistica ($p < 0.05$) in tutte le variabili considerate. Nella tabella 3.24 è riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili del modello LM M9.

Successivamente si è andati ad individuare per ogni LM o GLM descritto in tabella 3.22 il corrispondente GLMM, al fine di valutare il peso dell'influenza della variabile zona di provenienza dei *plot*. Anche in questo caso il GLMM con più basso AIC è risultato essere il MM9 con le variabili *THD*, *CI*, N>70 *Shannon*, *VnecTer* e distribuzione normale (tab. 3.25).

Analogamente a quanto osservato nel GLM M9 anche nel GLMM MM9 si riscontra significatività statistica ($p < 0.05$) e segno positivo in tutte le variabili (tab. 3.26). Nella tabella 3.27 è riportato un prospetto di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili fisse del GLMM MM9.

Da ultimo, sono stati comparati tra loro i metodi LM M9 e GLMM MM9 al fine di valutare il peso della variabile *random* zona sui modelli. La comparazione è stata eseguita mediante il metodo *anova* del pacchetto

Figura 3.22: distribuzione di N *microhabitat* nei plot di 1 ha.

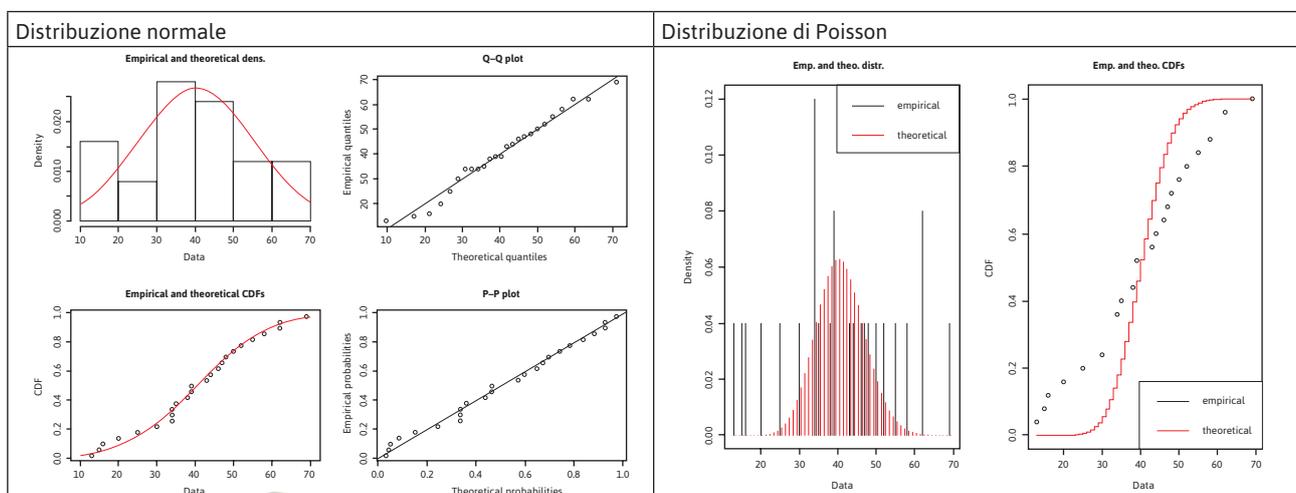


Tabella 3.22: LM e GLM per N microhabitat (aree di saggio di 1 ha).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili indipendenti	AIC	Adj R ²	p
M1	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	195.81	0.5078	0.0009
M2	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	211.42		
M3	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	197.56	0.487	0.002
M4	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	213.3		
M5	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	187.51	0.66	0.0001
M6	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	190.43		
M7	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	185.83	0.6791	0
M8	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	188.45		
M9	Normale	LM	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	183.91	0.6942	0
M10	Poisson	GLM	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	186.74		

Tabella 3.23: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli LM e GLM per N microhabitat (aree di saggio di 1 ha). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

	THD		CI		DS_DBH		N>70 SHA		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
M1	+	0.011	+	0.03	-		+	0.03	---		---	
M2	+	0	+	0.001	-	0.08	+	0	---		---	
M3	+	0.03	+	0.09	-		+	0.03	+		---	
M4	+	0	+	0.004	-	0.07	+	0	+		---	
M5	+	0.008	+	0.016	+		+	0.002	+		+	0.003
M6	+	0	+	0	-		+	0	+		+	0
M7	+	0.002	+	0.004	+		+	0.002	---		+	0.002
M8	+	0	+	0	-		+	0	---		+	0
M9	+	0.001	+	0.002	---		+	0.001	---		+	0.001
M10	+	0	+	0	---		+	0	---		+	0

Tabella 3.24: dettaglio dei parametri di stima, errore standard e significatività statistica delle variabili nel LM M9 (N microhabitat con aree di saggio di 1 ha).

Variabile	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> t)
(Intercept)	-63.606	21.728	-2.927	0.008
THD	37.627	10.350	3.635	0.002
CI	0.547	0.158	3.459	0.002
N > 70 Shannon	18.313	5.009	3.656	0.001
VnecTer	0.162	0.0452	3.593	0.002

Tabella 3.25: GLMM per N microhabitat (aree di saggio di 1 ha).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili	AIC
MM1	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	189.7
MM2	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	197.0
MM3	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	191.5
MM4	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	198.5
MM5	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	189.5
MM6	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	192.4
MM7	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	187.5
MM8	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	190.4
MM9	Normale	LMER	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	185.5
MM10	Poisson	GLMER	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	188.7

stats di R (R Core Team, 2013) e il metodo *rand* del pacchetto R *lmer Test* (Kuznetsova et al., 2017). Sia l'analisi anova ($p = 0.54$) che *rand* ($p = 0.54$) hanno permesso di osservare che non vi è differenza tra i modelli e che di conseguenza la variabile zona non ha un peso rilevante sul modello LM che descrive la distribuzione di *N microhabitat* in funzioni delle variabili *THD*, *CI*, *DBH*, *N70 SHA*, *VnecTer* (plot di 1 ha).

Le variabili contenute nel migliore modello individuato sembrano inoltre allinearsi ai risultati ottenuti con l'analisi multivariata condotta sulle aree di saggio di 1

ha (tab. 3.15). La differenza in questo caso è rappresentata dalla variabile *DS DBH*, che fornisce un apporto limitato alla migliore analisi multivariata ma non viene inclusa nel miglior LM individuato.

N Tipi microhabitat - Distribuzione di N tipi microhabitat nei plot di 400 m²

La distribuzione di *N tipi microhabitat* nei plot di 400 m² sembra adattarsi meglio ad una distribuzione di tipo *Poisson* (fig. 3.23).

Anche in questo caso LM e GLM sono stati costruiti

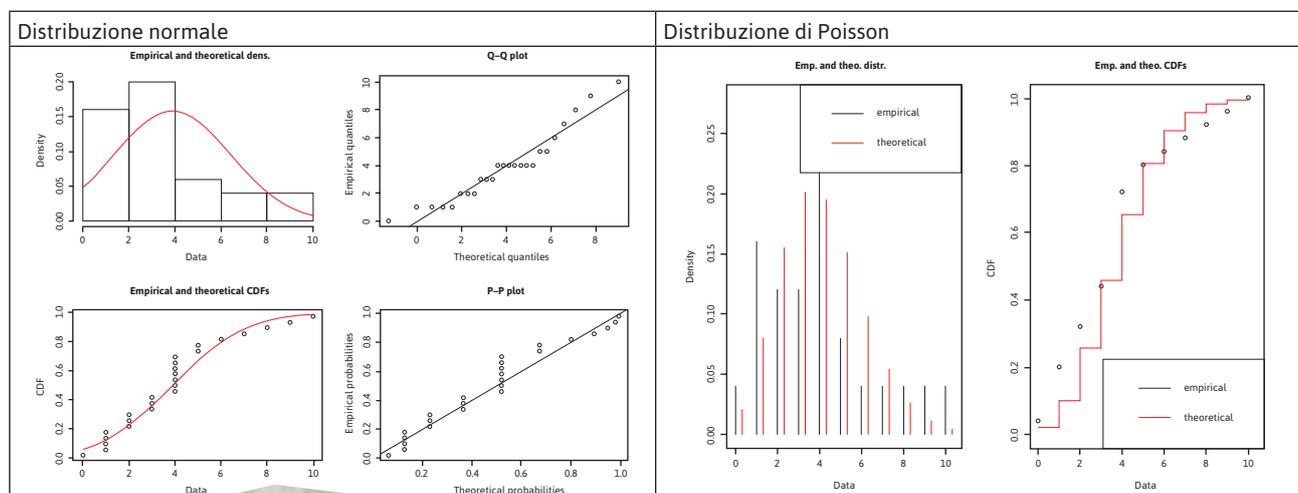
Tabella 3.26: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli GLMM per *N microhabitat* (aree di saggio di 1 ha). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

Id modello	THD		CI		DS_DBH		N>70 SHA		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
MM1	+	0.01	+		-		+	0.005	---		---	
MM2	+	0.001	+		-	0.03	+	0	---		---	
MM3	+	0.01	+		-		+	0.004	-		---	
MM4	+	0.001	+		-	0.04	+	0	-		---	
MM5	+	0.001	+	0.004	+		+	0	+		+	0
MM6	+	0	+	0	-		+	0	+		+	0
MM7	+	0.001	+	0.03	-		+	0	---		+	0.02
MM8	+	0	+	0	-		+	0	---		+	0
MM9	+	0.001	+	0.01	---		+	0	---		+	0.008
MM10	+	0	+	0	---		+	0	---		+	0

Tabella 3.27: dettaglio dei parametri di stima, errore standard e significatività statistica delle variabili nel GLMM MM9 (*N microhabitat* con aree di saggio di 1 ha).

Variabile	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-48.66466	20.03913	24.21192	-2.428	0.023
THD	33.02156	9.01174	23.93773	3.664	0.001
CI	0.41517	0.15016	23.43075	2.765	0.011
N > 70 Shannon	16.61420	4.29312	22.85641	3.870	< .001
VnecTer	0.12392	0.04302	23.21857	2.881	0.008

Figura 3.23: distribuzione di *N tipi microhabitat* nei plot di 400 m².



utilizzando varie combinazioni delle migliori variabili precedentemente selezionate nell'analisi multivariata. Nella tabella 3.28 è riportato un prospetto riassuntivo dei metodi LM e GLM testati.

In questo caso, osservando il valore dei diversi AIC, il modello migliore risulta essere il GLM M12. Tuttavia, vista la piccola differenza tra gli AIC si è invece deciso di approfondire l'analisi del GLM M8, con distribuzione di Poisson e variabili UAI AA (indice UAI per l'abete bianco), CI (Complexity index), DS DBH (deviazione standard dei diametri), Nsnag (numero degli snag). Tale scelta è stata effettuata in quanto si volevano mantenere nella costruzione del modello almeno due variabili singolarmente significative ($p < 0.05$). Nella tabella 3.29 sono riportati segni e livelli di significatività delle variabili utilizzate nei LM e GLM. Nel GLM M8 le sole variabili CI e Nsnag risultano essere significative

($p < 0.05$). Quest'ultima variabile presenta inoltre segno negativo, analogamente a quanto osservato nei modelli di N *microhabitat* per i plot di 400 m² (tab. 3.17).

Nella tabella 3.30 è riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili del GLM M8.

Successivamente per ogni combinazione di variabili individuate nei LM e GLM di tabella 3.28 è stato ricavato il corrispondente GLMM. Anche in questo caso il GLMM con più basso AIC è risultato essere il MM12, con distribuzione di Poisson e variabili UAI AA, CI, Nsnag, con tuttavia poca differenza con il MM8, che incorpora anche la variabile DS DBH (tab. 3.31). Per analogia alla scelta effettuata con i GLM (tab. 3.28) si è quindi considerato il GLMM MM8 come modello di riferimento.

Il GLMM MM8 presenta significatività statistica sola-

Tabella 3.28: LM e GLM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 400 m²).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili indipendenti	AIC	Adj R ²	p
M1	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH	111.07	0.3345	0.017
M2	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH	107.2		
M3	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	108.98	0.4076	0.01
M4	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	105.6		
M5	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	110.82	0.3769	0.02
M6	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	107.57		
M7	Normale	LM	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	107.63	0.4234	0.005
M8	Poisson	GLM	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	104.03		
M9	Normale	LM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	111.92	0.3104	0.02
M10	Poisson	GLM	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	107.88		
M11	Normale	LM	UAI AA, CI, Nsnag	108.35	0.3865	0.0049
M12	Poisson	GLM	UAI AA, CI, Nsnag	103.95		

Tabella 3.29: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli LM e GLM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 400 m²). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

	THD		UAI AA		CI		DS DBH		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
M1	-		+		+	0.003	+		---		---	
M2	-		+	0.08	+	0.001	+		---		---	
M3	-		+		+	0.001	+	0.12	-	0.08	---	
M4	-		+		+	0.0002	+	0.13	-	0.059	---	
M5	-		+		+	0.001	+		-	0.08	-	
M6	-		+	0.13	+	0.0002	+		-	0.058	-	
M7	---		+		+	0.0009	+	0.14	-	0.068	---	
M8	---		+		+	0.0001	+		-	0.047	---	
M9	---		+		+	0.002	+		---		-	
M10	---		+	0.13	+	0.0001	+		---		-	
M11	---		+		+	0.002	---		-	0.13	---	
M12	---		+		+	0.0003	---		-	0.08	---	

Tabella 3.30: dettaglio dei parametri di stima, errore standard e significatività statistica delle variabili del GLM M8 (N tipi microhabitat aree di saggio di 400 m²).

Variabile	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.463	0.712	-0.651	0.515
UAI AA	1.132	0.860	1.315	0.189
CI	0.028	0.007	3.866	< .001
DS DBH	0.033	0.024	1.399	0.162
Nsnag	-0.144	0.073	-1.977	0.048

Tabella 3.31: GLMM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 400 m²).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili indipendenti	AIC
MM1	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH	109.8
MM2	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH	106.5
MM3	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	108.1
MM4	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	106.1
MM5	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	110.1
MM6	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag, VnecTer	108.1
MM7	Normale	LMER	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	106.8
MM8	Poisson	GLMER	UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag	104.3
MM9	Normale	LMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	110.7
MM10	Poisson	GLMER	THD, UAI AA, CI, DS DBH, VnecTer	107.0
MM11	Normale	LMER	UAI AA, CI, Nsnag	105.9
MM12	Poisson	GLMER	UAI AA, CI, Nsnag	103.1

mente nella variabile *CI*. Tutte le variabili hanno segno positivo tranne *Nsnag*, che presenta segno negativo (tab. 3.32). Nella tabella 3.33 è infine riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili nel GLMM MM8.

Da ultimo, sono stati comparati tra loro i metodi GLM M8 e GLMM MM8 al fine di valutare l'influenza della variabile *random* zona nei modelli. La comparazione è stata eseguita mediante il metodo *anova* del pacchetto *stats* di R (R Core Team, 2013). L'analisi ha permesso di osservare che non vi è differenza tra i modelli ($p = 0.19$)

Tabella 3.32: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli GLMM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 400 m²). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

	THD		UAI AA		CI		DS DBH		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
MM1	-		+	0.04	+	0.03	+		---		---	
MM2	-		+	0.06	+	0.12	+		---		---	
MM3	-		+	0.04	+	0.004	+		-	0.058	---	
MM4	-		+		+	0.02	+		-	0.11	---	
MM5	-		+	0.04	+	0.004	+		-	0.057	-	
MM6	-		+		+	0.02	+		-	0.11	-	
MM7	---		+	0.06	+	0.006	+		-	0.051	---	
MM8	---		+		+	0.02	+		-	0.09	---	
MM9	---		+	0.07	+	0.057	+		---		+	
MM10	---		+	0.09	+	0.15	+		---		+	
MM11	---		+	0.06	+	0.01	---		-	0.08	---	
MM12	---		+		+	0.02	---		-		---	

Tabella 3.33: dettaglio dei parametri di stima ed errore standard delle variabili fisse nel GLMM MM8 (N tipi microhabitat aree di saggio di 400 m²).

Variabile	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.140	0.768	-0.182	0.855
UAI AA	1.321	0.867	1.526	0.127
CI	0.020	0.009	2.211	0.027
DS DBH	0.022	0.025	0.858	0.391
Nsnag	-0.127	0.076	-1.668	0.095

e che di conseguenza la variabile zona non ha un peso rilevante sul modello che descrive la distribuzione di N tipi *microhabitat* in funzioni delle variabili UAI AA, CI, DS DBH, Nsnag (per le aree di saggio di 400 m²). Così come osservato durante l'esame dei modelli per N tipi *microhabitat* nelle aree di 400 m², anche in questo caso le variabili selezionate sembrano confermare i risultati ottenuti con l'analisi multivariata (tab. 3.14), con la differenza che la variabile THD non viene compresa nel miglior GLM individuato.

Distribuzione di N tipi microhabitat nei plot di 1 ha

L'osservazione preliminare della distribuzione di N tipi *microhabitat* nei *plot* di 1 ha ci mostra come in questo caso i dati sembrano adattarsi meglio a una distribuzione di tipo normale (fig. 3.24).

Nella tabella 3.34 è riportato un prospetto riassuntivo dei metodi LM e GLM testati.

Il modello migliore risulta essere il LM M9, con distribuzione normale e variabili THD (*Tree Height Diversity*), CI (*Complexity index*), N >70 SHA (indice di Shannon

Figura 3.24: distribuzione di N Tipi microhabitat nei plot di 1 ha.

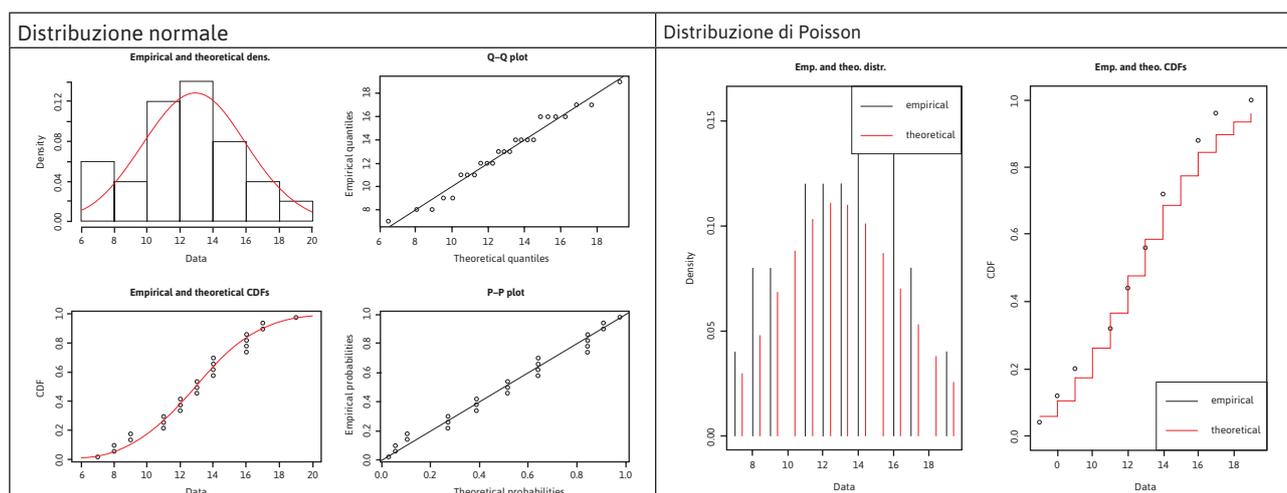


Tabella 3.34: LM e GLM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 1 ha).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili	AIC	Adj R ²	p
M1	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	122.06	0.404	0.005
M2	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	128.93		
M3	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	123.97	0.3748	0.013
M4	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	130.91		
M5	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	119.44	0.4918	0.004
M6	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	130.54		
M7	Normale	LM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	117.52	0.5169	0.015
M8	Poisson	GLM	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	128.54		
M9	Normale	LM	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	116.77	0.5176	0.0007
M10	Poisson	GLM	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	127.18		
M11	Normale	LM	THD, N >70 SHA, VnecTer	119.46	0.4457	0.0014
M12	Poisson	GLM	THD, N >70 SHA, VnecTer	127.77		

per le piante >a 70 cm di diametro), VnecTer (volume di necromassa a terra).

Nella tabella 3.35 sono riportati i segni e i livelli di significatività (*p*) per le variabili utilizzate nei LM e GLM: il LM M9 presenta segno positivo e significatività statistica in tutte le variabili, eccetto *CI* (*p* = 0.55).

Nella tabella 3.36 è riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili presenti nel LM M9.

Anche in questo caso per ogni LM e GLM descritto in tabella 3.34 si è andati a determinare il corrispondente GLMM. Il GLMM con più basso AIC è risultato essere per uno scarto minimo il MM7, ma per analogia a quanto visto con i LM e GLM di tabella 3.34, si è deciso di approfondire il dettaglio del modello MM9, con variabili THD, CI, N>70, VnecTer e distribuzione normale (tab. 3.37).

Tabella 3.35: segno e significatività (*p*) delle variabili utilizzate nei modelli per N tipi microhabitat (aree di saggio di 1 ha). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

	THD		CI		DS_DBH		N>70 SHA		Nsnag		VnecTer	
	segno	<i>p</i>	segno	<i>p</i>	segno	<i>p</i>	segno	<i>p</i>	segno	<i>p</i>	segno	<i>p</i>
M1	+	0.04	+		-	0.12	+	0.01	---		---	
M2	+		+		-		+	0.056	---		---	
M3	+	0.09	+		-	0.12	+	0.015	+		---	
M4	+		+		-		+	0.056	+		---	
M5	+	0.058	+		-		+	0.003	+		+	0.03
M6	+		+		-		+	0.02	+		+	
M7	+	0.02	+		-		+	0.002	---		+	0.02
M8	+		+		-		+	0.02	---		+	
M9	+	0.02	+	0.055	---		+	0.003	---		+	0.01
M10	+		+		---		+	0.03	---		+	0.06
M11	+	0.003	---		---		+	0.004	---		+	0.018
M12	+	0.03	---		---		+	0.03	---		+	0.08

Tabella 3.36 - Dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili nel LM M9 (N tipi microhabitat aree di saggio di 1 ha).

Source	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> t)
(Intercept)	-5.775	5.673	-1.018	0.321
THD	6.584	2.702	2.436	0.024
CI	0.084	0.041	2.032	0.056
N > 70 Shannon	4.411	1.308	3.372	0.003
VnecTer	0.033	0.012	2.815	0.011

Tabella 3.37: GLMM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 1 ha).

Id modello	Distribuzione	Metodo	Variabili	AIC
MM1	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	117.7
MM2	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA	130.9
MM3	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	119.2
MM4	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag	132.9
MM5	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	120.5
MM6	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, Nsnag, VnecTer	132.5
MM7	Normale	LMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	118.7
MM8	Poisson	GLMER	THD, CI, DS DBH, N >70 SHA, VnecTer	130.5
MM9	Normale	LMER	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	118.8
MM10	Poisson	GLMER	THD, CI, N >70 SHA, VnecTer	129.2
MM11	Normale	LMER	THD, N >70 SHA, VnecTer	119.2
MM12	Poisson	GLMER	THD, N >70 SHA, VnecTer	128.8

Nel GLMM MM9 si riscontra significatività e segno positivo in tutte le variabili (tab. 3.38).

Nella tabella 3.39 è inoltre riportato un report di dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili fisse nel MM9.

Per ultima cosa, sono stati comparati tra loro i metodi LM M9 e GLMM MM9 al fine di valutare il peso della variabile *random* sui modelli. La comparazione è stata eseguita mediante il metodo *anova* del pacchetto *stats* di R (R Core Team, 2013) e il metodo *rand* del pacchetto *R lmer Test* (Kuznetsova et al., 2017). Sia l'analisi *anova* ($p = 1$) che *rand* ($p = 1$) hanno permesso di osservare che non vi è differenza statistica tra i modelli e che di conseguenza la variabile *zona* non ha un peso rilevante. Le variabili contenute nel migliore modello individuato sembrano anche in questo caso replicare i risultati ottenuti con l'analisi multivariata condotta sulle aree di saggio di 1 ha con l'unica differenza rappresentata dalla variabile DS DBH, che non rientra nel miglior LM individuato (tab. 3.15).

Riassumendo, alcune variabili sembrano influenzare maggiormente la distribuzione dei *dendromicrohabitat* (tab. 3.40):

a) **Deviazione standard del diametro degli alberi:** utile per definire la variabilità dimensionale, che è un

importante elemento della struttura forestale. L'influenza di questa variabile è più consistente nelle aree di 400 m². Non è un indicatore immediato in quanto richiede delle operazioni di calcolo successive al rilievo in campo. Può pertanto essere tradotto in altro modo, ad esempio come *numerosità per classi diametriche*;

- b) **Indice di diversità ipsometrica (THD):** utile per definire la variabilità delle altezze e quindi della struttura verticale del popolamento forestale. Nella pratica può essere tradotto in maniera più semplice come *numerosità per classi ipsometriche*;
- c) **Complexity Index (CI):** presenta un funzionamento concorde su entrambe le scale spaziali. È un indice composito, pertanto complesso in ottica gestionale tant'è che può risultare utile scorporarlo nelle sue componenti che sono facili da misurare in campo;
- d) **Indice di Winkelmass riferito all'abete bianco (UAI AA):** questo indice quantifica il grado di aggregazione degli alberi (in questo caso dell'abete bianco), un importante elemento della struttura orizzontale della foresta. Su ampie superfici è di complessa determinazione poiché richiede il dato di posizione delle piante (che viene rilevato solo nelle aree di dettaglio di 400 m²). A scala maggiore è quindi preferibile un parametro sostitutivo che ne avvicini

Tabella 3.38: segno e significatività statistica (p) delle variabili utilizzate nei modelli GLMM per N tipi microhabitat (aree di saggio di 1 ha). I colori delle celle nella tabella permettono di apprezzare la significatività statistica delle variabili: la significatività è decrescente passando rispettivamente dal verde scuro > verde chiaro > giallo > arancione > grigio.

	THD		CI		DS_DBH		N>70 SHA		Nsnag		VnecTer	
	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p	segno	p
MM1	+	0.08	-		-	0.018	+	0.001	---		---	
MM2	+		+		-		+	0.06	---		---	
MM3	+	0.06	-		-	0.019	+	0.001	-		---	
MM4	+		+		-		+	0.06	+		---	
MM5	+	0.04	+		-	0.07	+	0.001	-		+	
MM6	+		+		-		+	0.02	+		+	
MM7	+	0.04	+		-	0.08	+	0.001	---		+	
MM8	+		+		-		+	0.02	---		+	
MM9	+	0.011	+	0.03	---		+	0	---		+	0.004
MM10	+		+		---		+	0.03	---		+	0.06
MM11	+	0.02	---		---		+	0.003	---		+	0.10
MM12	+	0.03	---		---		+	0.03	---		+	0.08

Tabella 3.39: dettaglio dei parametri di stima, significatività statistica ed errore standard delle variabili nel GLMM MM9 (N tipi microhabitat aree di saggio di 1 ha).

Variabile	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-5.775	5.074	25.000	-1.138	0.266
THD	6.584	2.417	25.000	2.724	0.012
CI	0.084	0.037	25.000	2.272	0.032
N70_SHA	4.410	1.169	25.000	3.770	< .001
VnecTer	0.033	0.010	25.000	3.147	0.004

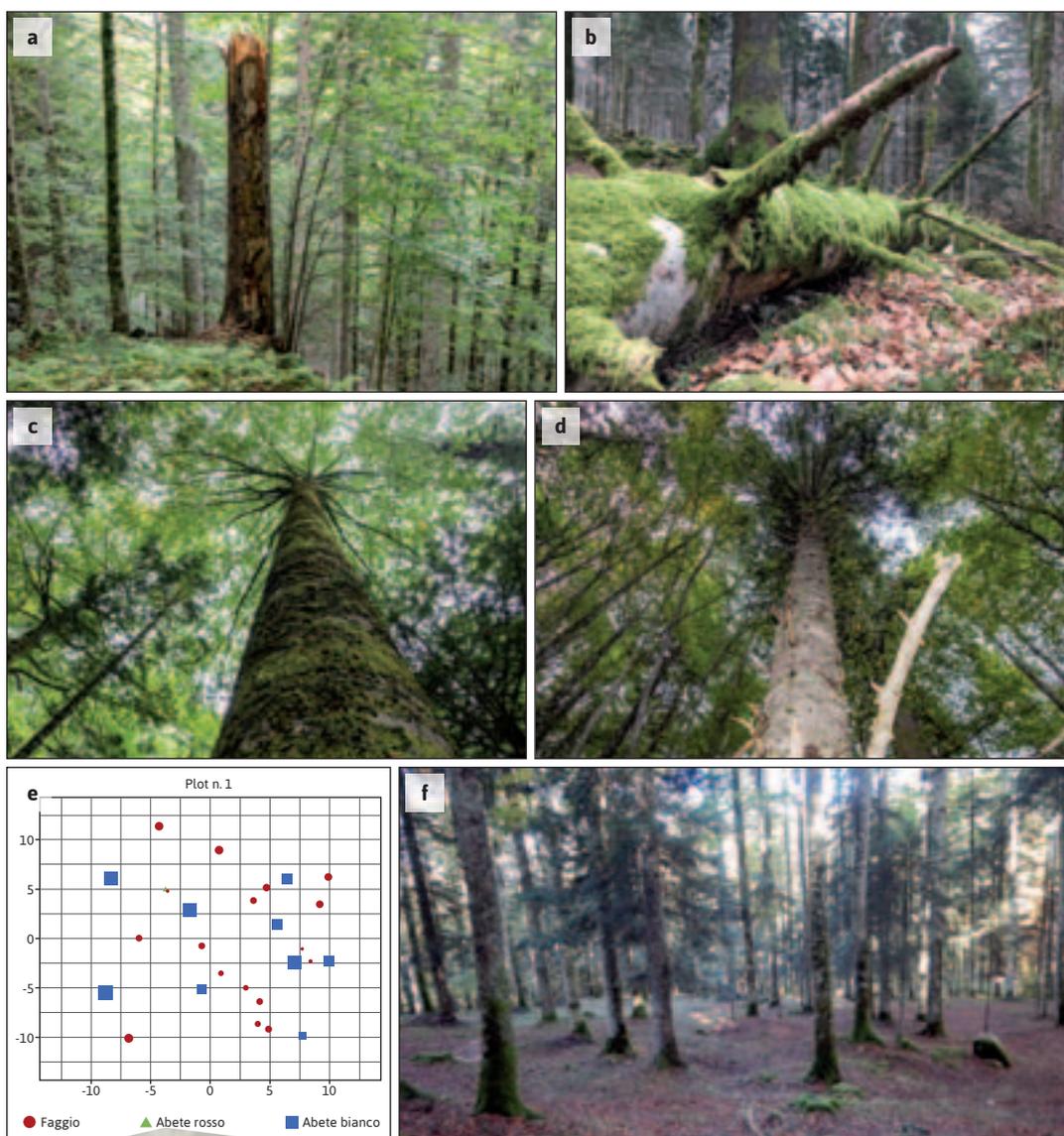
il significato strutturale, ad esempio la *presenza di nuclei di aggregazione*;

- e) **L'indice di Shannon riferito alle piante di grandi dimensioni:** alla scala di 1 ha presenta una correlazione positiva molto marcata con la presenza di *microhabitat*. In ottica gestionale può essere interpretato favorendo il rilascio di individui di grandi dimensioni e di varie specie;
- f) **La necromassa a terra:** variabile importante alla scala spaziale di 1 ha, in linea con il sistema di campionamento utilizzato (LIS);
- g) **La necromassa in piedi (*snag*):** variabile importante alla scala dei 400 m², presenta una moderata correlazione con la presenza di *microhabitat*.

Tabella 3.40: le variabili selezionate tramite l'analisi multivariata con relativa disponibilità del dato in base ai rilievi effettuati e indicazione della scala spaziale di funzionamento ottimale.

Indice	Disponibilità dato		Funzionamento ottimale	
	400 m ²	1 ha	400 m ²	1 ha
Necromassa in piedi	✓	✓	✓	✗
Necromassa a terra	✓	✓	✗	✓
N>70 Shannon	✓	✓	✗	✓
UAI AA	✓	✗	✓	✓
Dev. std. DBH	✓	✓	✓	✗
THD	✓	✓	✓	✓
Complexity index	✓	✓	✓	✓

Figura 3.25: necromassa in piedi (a) e a terra (b). L'indice di Shannon riferito alle piante di grandi dimensioni quantifica la variabilità specifica (c, d). L'indice UAI esprime la variabilità nella struttura orizzontale della foresta e tiene conto delle varie specie (e). Infine la deviazione standard dei diametri e l'indice THD quantificano la variabilità delle dimensioni degli alberi, rispettivamente quella diametrica e quella ipsometrica (f).



3.9 Analisi delle radure in foresta

Le radure in foresta rappresentano degli elementi di grande importanza poiché oltre a contribuire a mantenere una eterogeneità a scala di paesaggio andando a costituire soluzioni di continuità nella copertura forestale, influenzano il ciclo dei nutrienti, le dinamiche di successione e rinnovazione forestale, aumentano la diversità di habitat e suolo, preservando una notevole diversità specifica.

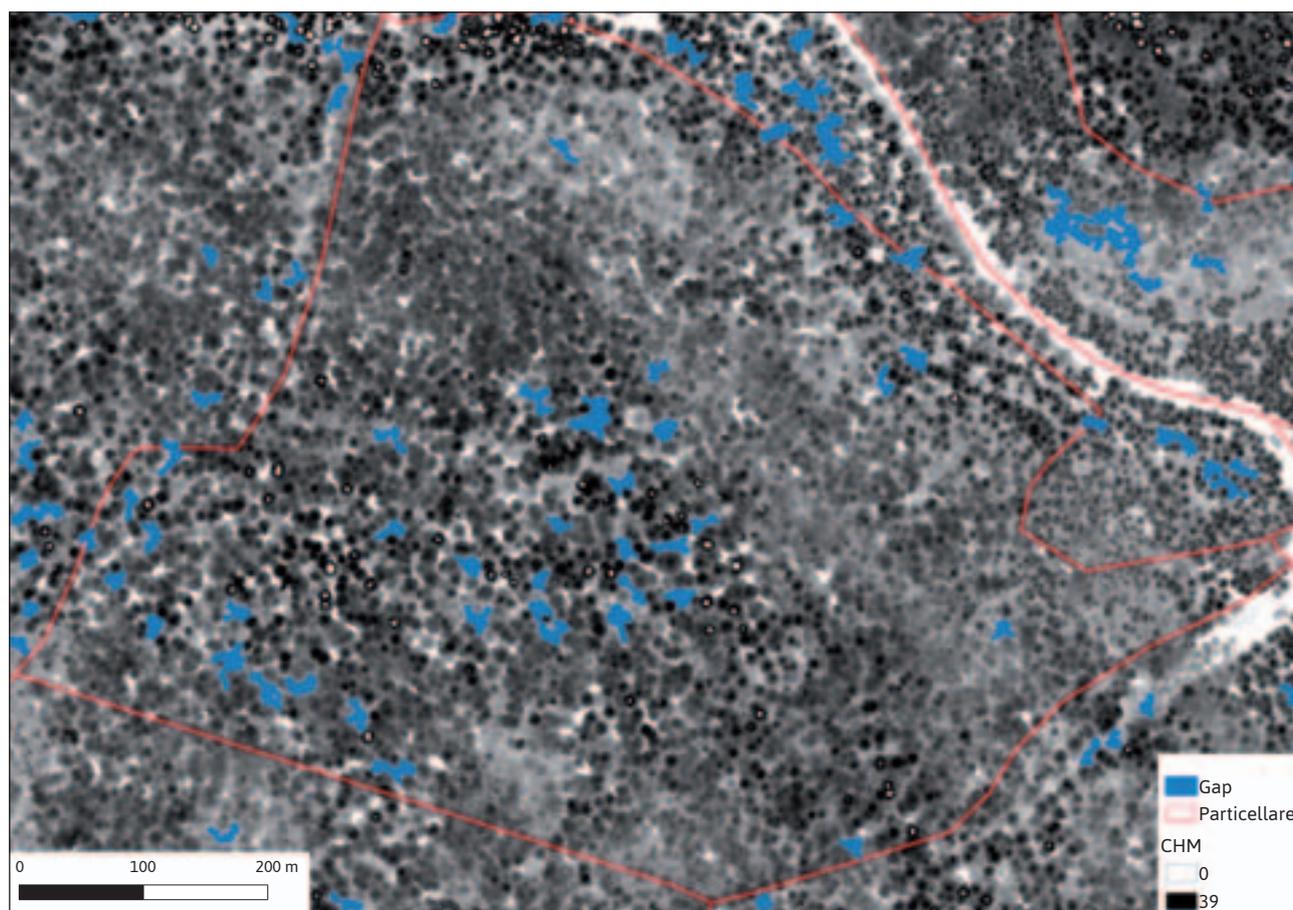
Un aspetto molto studiato è l'aumento della radiazione solare incidente rispetto alle zone limitrofe in cui vi è copertura, con conseguente modificazione del microclima locale. Le ricadute sono non solo a livello della composizione specifica (che ne risulta modificata), ma riguardano anche la mineralizzazione della sostanza organica che aumenta notevolmente, tanto da definire queste aree come degli "hot spot" per quanto concerne i nutrienti (Schliemann e Bockheim, 2011). Le radure sono di fatto un elemento di diversità, soprattutto a scala di paesaggio, per tale motivo la loro presenza è stata inclusa nel set di indicatori BIOΔ4.

Per esaminare la struttura delle radure, ovvero la loro dimensione, forma e distribuzione, e per determinare un metodo per il loro campionamento che fosse accoppiabile al rilievo di campo degli altri indicatori, si è fatto ricorso a dati LiDAR (*Light Detection And Ranging*). Nelle aree considerate si è impiegato un prodotto derivato, ovvero il modello digitale delle chiome (*Canopy Height Model - CHM*), disponibile sul portale cartografico della Regione del Veneto (volo 2017, fig. 3.26).

Inizialmente sono state definite come radure tutte le porzioni di bosco di superficie compresa tra 25 e 5000 m², in cui l'altezza degli eventuali alberi presenti fosse inferiore a 10 m. Successivamente le radure sono state mappate in modo automatico tramite il software R (R Core Team, 2013).

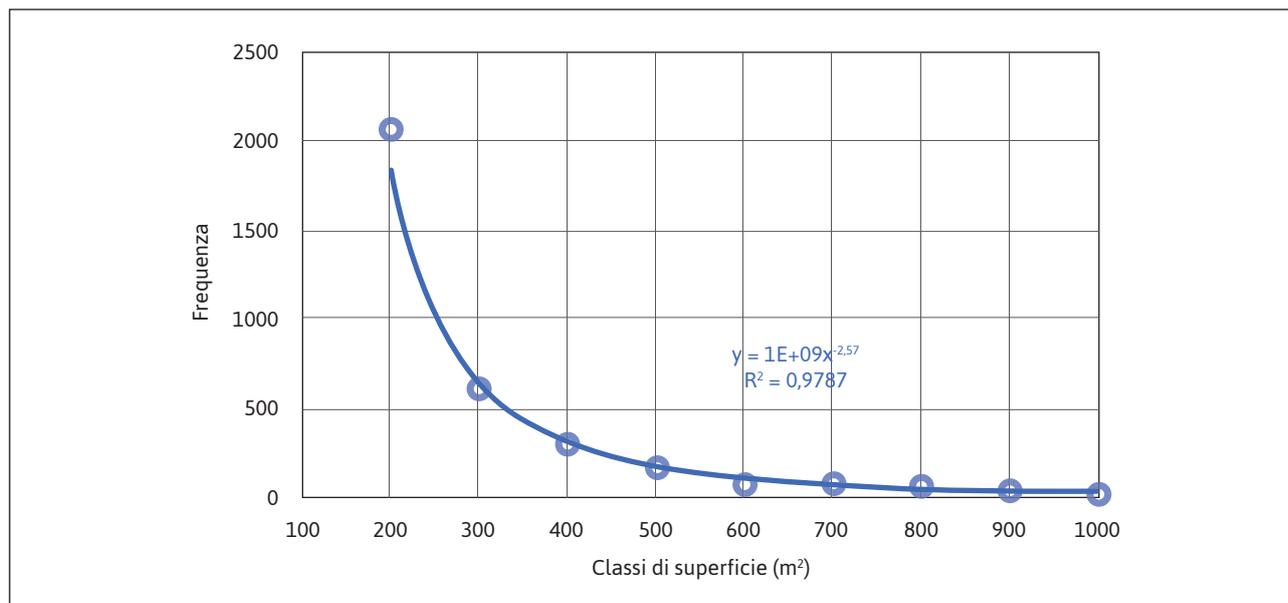
Si è quindi potuto osservare come la distribuzione delle radure nonché la distribuzione di frequenza relativa alle dimensioni segua la legge di potenza inversa¹, così come riscontrato anche in letteratura (Lingua et al., 2011) (fig. 3.27).

Figura 3.26: mappatura delle radure ("gap") sul modello digitale delle chiome (CHM) nella particella 52a, in Cansiglio. In blu sono evidenziate le radure, in rosso i confini di particella.



¹ La distribuzione segue l'andamento tipico osservato nei soprassuoli soggetti a disturbi abiotici: poche radure di grandi dimensioni e, viceversa, molte di piccole dimensioni.

Figura 3.27: la distribuzione per dimensione delle radure segue la legge di potenza inversa (reverse J-shape) secondo cui si hanno molte radure di piccole dimensioni e poche di grandi dimensioni.



Partendo dalla carta delle radure così determinata è stata calcolata la cosiddetta “gap fraction”, ovvero la percentuale di superficie del popolamento forestale occupata da radure. Il parametro viene facilmente calcolato in ambiente GIS. Le prime soglie dell’indicatore n. 9 erano state determinate considerando proprio il valore di gap fraction. Qualora sia disponibile il dato LiDAR, ovvero un CHM per l’area di interesse, questa procedura è da ritenersi rapida ed accurata. Nel caso questo dato non fosse disponibile o risultasse datato (situazione ancora comune, anche se progressivamente le acquisizioni stanno coprendo gran parte del territorio nazionale), è stato messo a punto un metodo di stima speditiva da applicare in campo. Questo metodo prevede di approssimare la gap fraction alla percentuale del percorso di rilievo degli indicatori BIOΔ4 contenuta all’interno delle radure.

Per testare il metodo sono stati generati in ambiente GIS 10 aree rettangolari di 20 ha (500 x 400 m), per ognuna delle due aree di studio. All’interno di queste sono stati collocati i transetti (come da protocollo di rilievo), in modo da comprendere zone con densità e dimensioni dei gap diverse. (fig. 3.28). Si è quindi calcolata la lunghezza del percorso all’interno di radure, simulando il percorso a piedi di un rilevatore. Da una prima analisi è stato possibile osservare come le maggiori criticità di campionamento, ovvero la discrepanza tra la percentuale misurata lungo il transetto e la gap fraction totale dell’area, si ottengano quando sono presenti pochi gap di piccole dimensioni (fig.

3.29) oppure quando le radure sono distribuite in maniera fortemente eterogenea, ovvero concentrate (fig. 3.30), e dunque la collocazione del percorso potrebbe alterare notevolmente il risultato. L’obiettivo primario del progetto BIOΔ4 è quello di creare indicatori semplificati e speditivi: per tale motivo, a seguito di diversi test e confronti con esperti, si è deciso di considerare solamente le radure che rispondano a criteri dimensionali più restrittivi, ovvero una superficie compresa tra 400 e 2000 m² e altezza degli eventuali alberi presenti all’interno inferiore al metro. Queste prime correzioni contribuiscono anche ad eliminare il rumore generato dalle piccole interruzioni di continuità della copertura arborea ed escludono grandi aperture già potenzialmente classificabili come diverso uso suolo: in questo modo si ottiene una buona correlazione tra la gap fraction così stimata e i valori di riferimento ottenuti tramite GIS ($R^2 = 0.707$, fig. 3.31). Attraverso ulteriori confronti e simulazioni, si è inoltre osservato come un risultato di analoga accuratezza si ottenga con il semplice conteggio delle radure. La relazione esistente tra il numero di gap e la gap fraction è infatti molto buona ($R^2 = 0.941$, fig. 3.32), avendo eliminato la parte iniziale della distribuzione vista in fig. 3.27.

Ai fini pratici questo risultato è di grande importanza, in quanto semplifica e velocizza notevolmente i rilievi in campo. In tutte le occasioni in cui i dati LiDAR siano disponibili, si consiglia comunque sempre il ricorso ai dati telerilevati.

Figura 3.28: esempio di plot rettangolare per il calcolo della gap fraction. La linea nera rappresenta il transetto da seguire che interseca i gap, evidenziati in arancione.

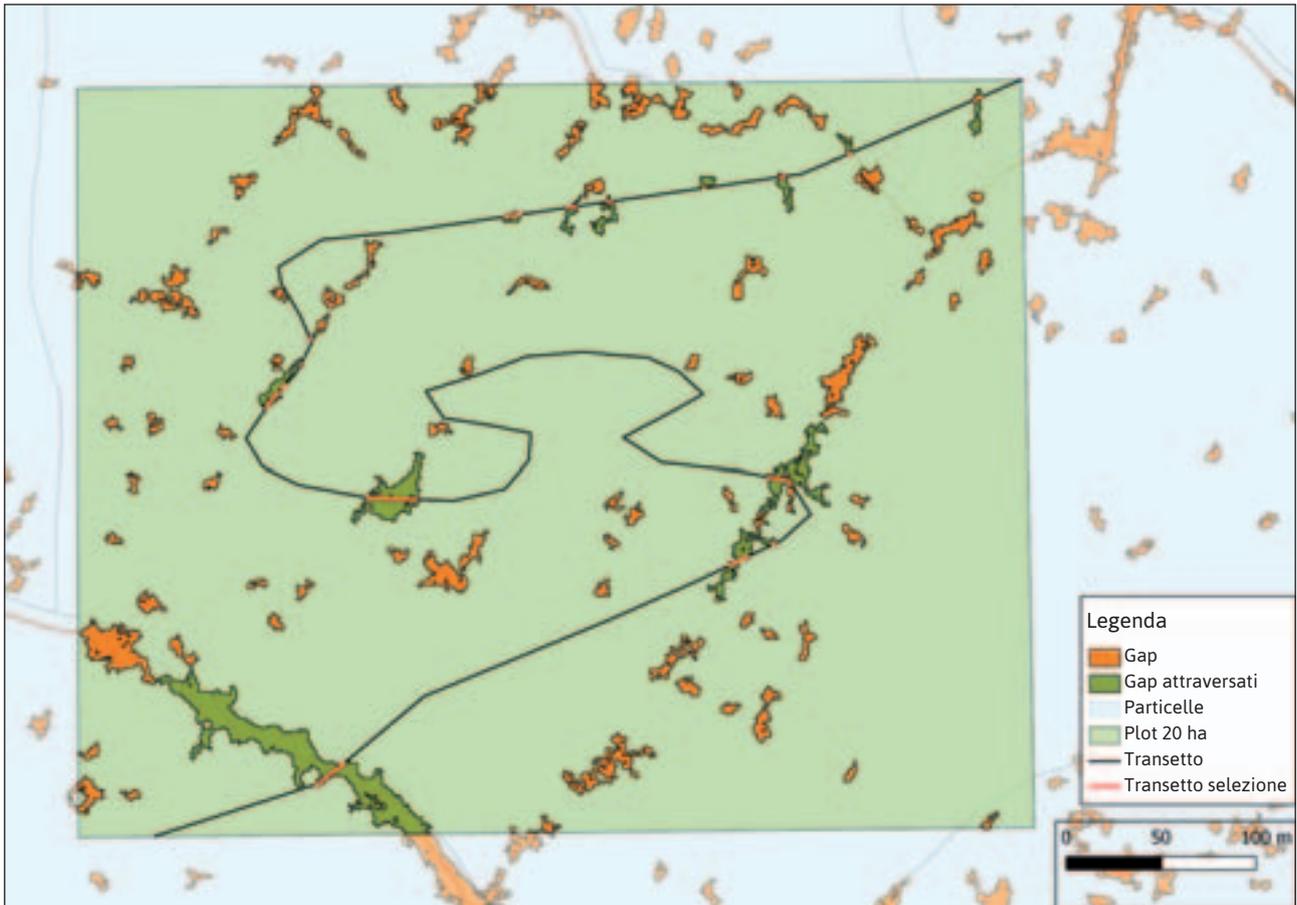


Figura 3.29: esempio di plot rettangolare con poche radure di piccole dimensioni.



Figura 3.30: esempio di plot rettangolare con radure concentrate.

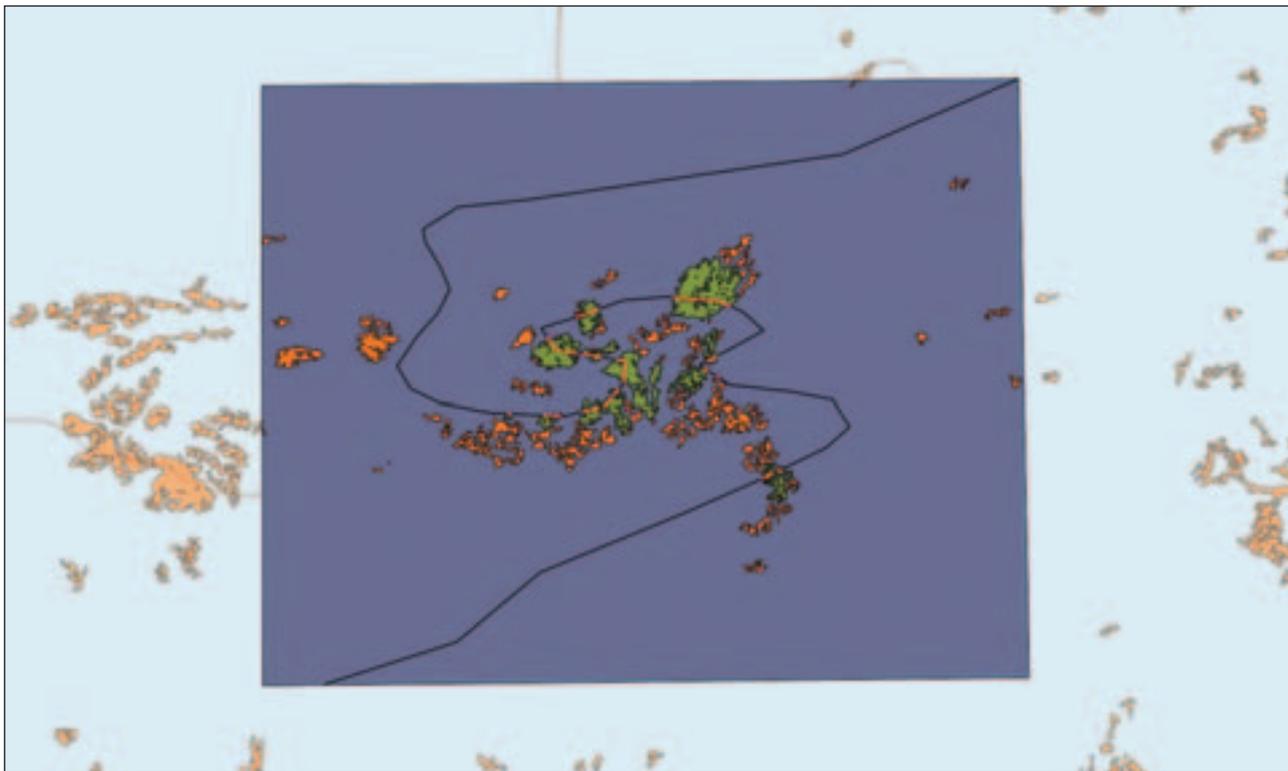


Figura 3.31: confronto tra i valori di gap fraction ottenuti tramite metodo speditivo simulato in campo e quelli di riferimento. ($R^2 = 0.707$).

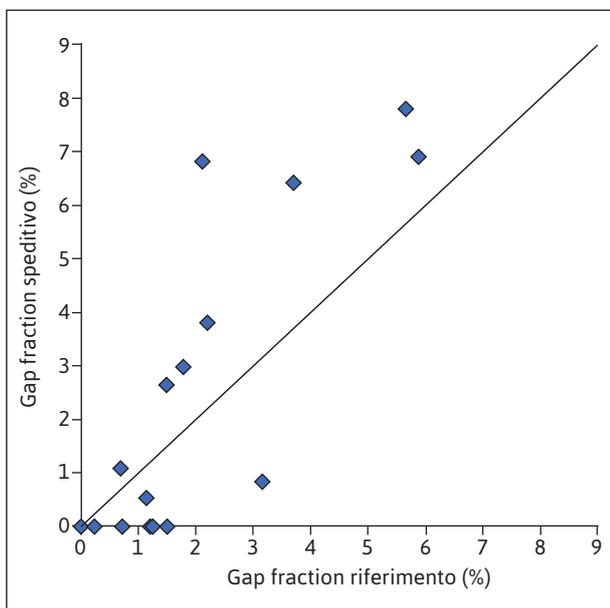
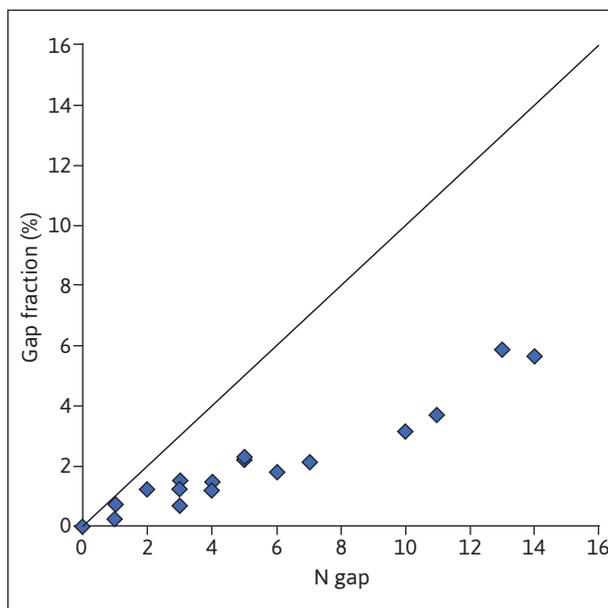


Figura 3.32: grafico della correlazione tra gap fraction e il numero di radure ($R^2 = 0.941$).



3.10 Giudizio esperto

In parallelo rispetto alla ricerca delle correlazioni e delle variabili più influenti sui *dendromicrohabitat*, si è cercato di dare una valutazione a tutti gli indicatori tramite un "giudizio esperto". Ad ogni indicatore è stato assegnato un livello (alto, medio, basso) a seconda del raggiungimento di determinate soglie quali-quantitative di seguito elencate (tab. 3.41):

1. La significatività nel rappresentare il livello di biodiversità;
2. La competenza necessaria per misurare l'indicatore;
3. Il tempo impiegato per misurare l'indicatore;
4. Il margine di errore nella raccolta del dato;
5. La complessità nell'elaborazione del dato;
6. La variabilità del dato nel tempo;
7. L'efficacia in termini di prodotto legnoso commercializzato;
8. Quanti *brand* sarebbero disposti a sostenere il prodotto legnoso e il servizio ecosistemico correlato;

9. Validità e trasferibilità in termini comunicativi.

Per altre caratteristiche la valutazione non ha seguito soglie prefissate bensì la logica binaria presenza/assenza (tab. 3.42):

10. Possibilità di raccogliere il dato in un unico sopralluogo;
11. Significatività in relazione alla frequenza di reperimento su scala geografica;
12. Possibilità di derivare il dato da altri strumenti o piani;
13. Disponibilità all'implementazione nello schema PEFC;
14. Disponibilità al recepimento nella pianificazione forestale;
15. Necessità di rilievo sul campo;
16. Indicatore già utilizzato in altri sistemi.

È stata inoltre fornita anche l'indicazione dei fattori che prevalentemente condizionano l'indicatore (pedoclimatici, esterni o relativi alla gestione forestale) (tab. 3.41).

Tabella 3.41: dettaglio di sintesi del giudizio esperto relativo ai vari parametri attribuiti agli indicatori misurati (soglie quanti-qualitative).

INDICATORE/1	Significatività nel rappresentare il livello di biodiversità			Competenza necessaria per misurare l'indicatore			Impiego di tempo necessario per il rilevamento			Margine di errore nella raccolta del dato			Complessità nell'elaborazione del dato			Variabilità del dato nel tempo			Efficacia in termini di tracciabilità del prodotto legnoso commercializzato			Brand a sostegno del prodotto legnoso e/o servizio ecosistemico			Validità e trasferibilità in termini comunicativi		
	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso
Copertura della vegetazione			X	X			X			X		X			X				X			X					X
Altezza della vegetazione		X		X			X			X		X			X				X			X					X
Rilievo fitosociologico	X			X			X			X		X			X				X			X					X
Specie di interesse conservazionistico	X			X			X			X		X			X				X			X					X
Specie baccifere		X		X			X			X		X			X				X			X					X
Diversità floristica (n. specie vegetali)		X		X			X			X		X			X				X			X					X
Articolazione della struttura del bosco			X	X					X		X		X		X				X			X					X
Molteplicità delle specie arboree	X			X					X		X		X		X				X			X					X
N. specie alloctone		X		X					X		X		X		X				X			X					X
Presenza di piante con <i>Lobaria pulmonaria</i>		X		X			X			X				X					X			X					X
Vicinanza al tipo forestale potenziale		X		X			X			X				X					X			X					X
Piante morte (o deperienti) in piedi	X					X					X		X		X				X			X			X		X
Legno morto a terra	X				X			X			X		X		X				X			X			X		X
Piante di grandi dimensioni	X				X						X		X		X				X			X			X		X
Rinnovazione affermata di Abete bianco		X						X		X			X		X				X			X					X
Coacervi di formica			X			X			X			X			X				X			X			X		X
Dendro - Microhabitat	X				X			X		X			X				X		X			X			X		X
Danni da ungulati (scortecciatura e brucatura)		X*			X			X		X			X		X				X			X			X		X
Cavità scavate da picidi - 1		X			X			X		X			X		X				X			X			X		X

INDICATORE/1	Significatività nel rappresentare il livello di biodiversità			Competenza necessaria per misurare l'indicatore			Impiego di tempo necessario per il rilevamento			Margine di errore nella raccolta del dato			Complessità nell'elaborazione del dato			Variabilità del dato nel tempo			Efficacia in termini di tracciabilità del prodotto legnoso commercializzato			Brand a sostegno del prodotto legnoso e/o servizio ecosistemico			Validità e trasferibilità in termini comunicativi		
	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso
Cavità scavate da picidi - 2	X			X		X			X			X			X			X			X	X					
Presenza di habitat acquatici		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				X	
Presenza di habitat rocciosi		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				X	
Presenza di forme morfologiche	X			X		X			X		X	X		X		X		X		X		X			X		
N. specie faunistiche rare/protette	X			X		X			X			X		X		X	X		X	X		X			X		
N. specie floristiche rare/protette	X			X		X			X			X		X		X	X		X	X		X			X		
Presenza aree aperte	X			X		X			X		L	X		X		X		X		X		X			X		
Continuità temporale della foresta		X		X		X			X			X		X		X		X		X		X			X		
Superficie interna/esterna aree protette, parchi, riserve, biotopi, ecc.	X			X		X			X			X		X		X	X		X		X			X			
Superficie interna/esterna Natura 2000	X			X		X			X			X		X		X	X		X		X			X			
Superficie interna/esterna ad habitat di interesse comunitario	X			X		X			X			X		X		X	X		X		X			X			

*: dato indiretto; L = dati LiDAR

Tabella 3.42: dettaglio di sintesi del giudizio esperto relativo ai vari parametri attribuiti agli indicatori misurati (presenza/assenza).

INDICATORE/2	Possibilità di raccogliere il dato in un unico sopralluogo		Significatività in relazione alla frequenza di reperimento su scala geografica		Possibilità di derivare il dato da altri strumenti o piani		Disponibilità all'implementazione nello schema PEFC		Disponibilità al reperimento nella pianificazione forestale		Necessità di rilievo sul campo		Indicatore già utilizzato in altri sistemi		Indicatore condizionato principalmente da		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	fattori pedoclimatici	fattori esterni alla gestione	gestione
Copertura della vegetazione	X		X			X		X		X	X		X			X	X
Altezza della vegetazione	X		X			X		X		X	X		X			X	X
Rilievo fitosociologico	X		X			X	X			X	X		X	X			X
Specie di interesse conservazionistico	X		X			X	X		X		X		X			X	X
Specie baccifere	X		X			X	X		X		X		X	X		X	X
Diversità floristica (n. specie vegetali)	X		X			X	X		X		X		X			X	
Articolazione della struttura del bosco	X		X			X	X		X		X		X				X
Molteplicità delle specie arboree	X		X			X	X		X		X		X				X
N. specie alloctone	X		X			X	X		X		X		X			X	X
Presenza di piante con <i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	X		X			X		X		X		X		X			X
Vicinanza al tipo forestale potenziale	X		X			X	X		X		X		X				X
Piante morte (o deperienti) in piedi	X		X			X	X		X		X		X	X			X

INDICATORE/2	Possibilità di raccogliere il dato in un unico sopralluogo		Significatività in relazione alla frequenza di reperimento su scala geografica		Possibilità di derivare il dato da altri strumenti o piani		Disponibilità all'implementazione nello schema PEFC		Disponibilità al recepimento nella pianificazione forestale		Necessità di rilievo sul campo		Indicatore già utilizzato in altri sistemi		Indicatore condizionato principalmente da		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	fattori pedoclimatici	fattori esterni alla gestione	gestione
Legno morto a terra	X		X			X	X		X		X		X				X
Piante di grandi dimensioni	X		X		X	X	X		X		X		X				X
Rinnovazione affermata di abete bianco	X		X			X	X		X		X		X	X		X	
Coacervi di formica	X		X			X		X	X		X		X	X	X	X	
Dendro Microhabitat	X		X			X	X		X		X		X	X	X	X	X
Danni da ungulati (scortecciatura e brucatura)	X		X			X	X		X		X		X	X		X	
Cavità scavate da picidi - 1	X		X		X	X	X		X		X		X	X			X
Cavità scavate da picidi - 2		X		X	X	X	X		X		X		X				X
Presenza di habitat acquatici		X		X	X	X		X		X		X	X		X	X	
Presenza di habitat rocciosi		X		X	X	X		X		X		X		X	X	X	
Presenza di forme morfologiche		X		X	X	X	X		X		X		X		X	X	
N. specie faunistiche rare/protette		X		X	X	X	X		X		X		X			X	X
N. specie floristiche rare/protette		X		X	X	X	X		X		X		X			X	X
Presenza aree aperte		X		X	X	X		X	X		X	L	X			X	X
Continuità temporale della foresta	-	-		X	X		X		X			X	X			X	X
Superficie interna/esterna aree protette, parchi, riserve, biotopi, ecc.	-	-	X		X		X		X			X	X		-	-	-
Superficie interna/esterna Natura 2000	-	-	X		X		X		X			X	X		-	-	-
Superficie interna/esterna ad habitat di interesse comunitario	-	-	X		X		X		X			X	X		-	-	-

L = dati LiDAR

4

IL SET DI INDICATORI BIOΔ4

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi statistiche, dal giudizio esperto del *pool* di specialisti e dalle informazioni ricavate dalla letteratura tecnica e scientifica, è stato elaborato il set di indicatori BIOΔ4, composto da 12 elementi (tab. 4.1). Gli indicatori hanno carattere sia qualitativo che quantitativo e riguardano la componen-

te faunistica, floristica e strutturale della biodiversità. Una volta selezionati e individuati i 12 indicatori, è stata effettuata una disamina atta a verificare quanti di questi fossero già in uso, nella formulazione qui proposta o in modalità analoghe, in altri sistemi considerati e presentati sinteticamente nel cap. 2.4 (tab. 4.2).

Tabella 4.1: il set di 12 indicatori di biodiversità del progetto BIOΔ4.

INDICATORI BIOΔ4		
1	ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO	Conteggio del numero di strati in cui è articolata in verticale la vegetazione
2	SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	Conteggio del numero di specie rare/protette di flora e fauna
3	NUMEROSITÀ DI SPECIE CHE COMPONGONO LO STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO	Conteggio del numero di specie arboree e arbustive (escluse le alloctone)
4	NECROMASSA IN PIEDI	Conteggio del numero e della diffusione di fusti morti in piedi
5	NECROMASSA A TERRA	Conteggio del numero e della diffusione di tronchi morti a terra (e/o ceppaie)
6	NUMERO PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI	Conteggio del numero e della varietà di alberi di grandi dimensioni
7	DENDROMICROHABITAT	Conteggio del numero e della varietà dei dendromicrohabitat sugli alberi viventi
8	SITI RIPRODUTTIVE E ZONE DI ALLEVAMENTO DI SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	Verifica di presenza e conteggio di tane, rendez-vous, arene di canto, zone di allevamento della covata, nidi e/o fori di picchi, di specie faunistiche qualificate
9	PRESENZA DI RADURE	Misura dell'incidenza di radure erbacee o basso-arbustive che contribuiscono all'articolazione della struttura orizzontale della vegetazione
10	HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE	Verifica di presenza e stima della varietà di habitat umidi o rocciosi che contribuiscono all'articolazione geomorfologica del sito forestale
11	SUPERFICIE INTERNA AD AREE PROTETTE O SOGGETTA A SPECIFICI REGOLAMENTI O IMPEGNI	Incidenza delle superfici specificatamente regolamentate ai fini della tutela ambientale
12	FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ	Verifica di presenza di condizioni o attività a determinismo antropico in grado di limitare (direttamente o indirettamente) in misura rilevante la biodiversità: <ul style="list-style-type: none"> – Perdita di rinnovazione per eccessiva brucatura; – Presenza di formazioni forestali sostitutive e/o antropogene o di specie alloctone; – Rilevanza di altri disturbi/danni legati alla presenza antropica (infrastrutture, turismo ecc.)

Tabella 4.2: confronto tra gli indicatori del progetto BIOΔ4 con gli indicatori di altri sistemi di certificazione e/o valutazione.

INDICATORI BIOΔ4		INDICATORI PEFC		IBP - parametri		FANALP parametri		Austrian Forest Biodiversity Index			
1	ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO	4.3.b	Variazione nella proporzione di boschi misti monostratificati	B	Struttura verticale della vegetazione	GH2	Estensione habitat erbacei				
2	SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	4.8.b	Salvaguardia di habitat e di specie a rischio			Z1-F1	Numero di specie animali e vegetali in Direttiva				
						Z4-F3	Numero specie animali e vegetali in Lista rossa				
						ES1	Specie endemiche o al limite di areale				
3	NUMEROSITÀ DI SPECIE CHE COMPONGONO LO STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO	4.3.a	Variazione nella proporzione di boschi misti costituiti da 2 o più specie	A	Specie autoctone						
4	NECROMASSA IN PIEDI	4.6.a	Alberi morti, monumentali, storici e appartenenti a specie rare	C	Alberi morti in piedi di grossa circonferenza	FH9	Legno morto	I3	Legno morto		
5	NECROMASSA A TERRA			D	Alberi morti al suolo di grossa circonferenza						
6	PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI	4.7.a	Presenza di boschi monumentali e zone umide (es. torbiere) e loro gestione	E	Alberi viventi di grandi dimensioni	FH11	Presenza di piante mature	I4	Grandi alberi		
7	DENDRO-MICROHABITAT			F	Alberi viventi portanti dendromicrohabitat						
8	SITI RIPRODUTTIVE E ZONE DI ALLEVAMENTO DI SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO					AS/	Status e trend gallo cedrone				
						ASA10	Status e trend fagiano di monte				
						AS9	Numero arene gallo cedrone				
9	PRESENZA DI RADURE			G	Ambienti aperti	FH8	Superficie interventi di apertura a fini faunistici	I8	Frammentazione		
10	HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE	4.7.a	Presenza di boschi monumentali e zone umide (es. torbiere) e loro gestione	I	Ambienti acquatici	RH	Numero biotopi umidi				
				J	Ambienti rocciosi	BPH1	Estensione habitat rocce e ghiaioni				
11	SUPERFICIE INTERNA AD AREE PROTETTE O SOGGETTA A SPECIFICI REGOLAMENTI O IMPEGNI	4.4.a	Direttive o prescrizioni per le attività di utilizzazione forestale e costruzione di infrastrutture in ecosistemi rari,					I10	Riserve naturali		
		4.8.a	Indicazioni selvicolturali e pianificatorie sulle utilizzazioni forestali					I11	Riserve genetiche		
		4.8.c	Indicazioni selvicolturali e pianificatorie sulle utilizzazioni forestali in aree sensibili					I12	Boschi da seme		
12	FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ	4.2.a	Differenziazione tra specie autoctone ed introdotte					I13	Vivai		
								19	domestici o selvatici)		
								Z3 - F4	Numero e distribuzione specie animali e vegetali alloctone	I2	Neofite
								F5	Trend e diffusione di specie floristiche alloctone		
								FH15	Copertura specie alloctone in habitat prioritari		
FH4	Naturalità compositiva della fitocenosi	I1	Specie del tipo potenziale								
FM1	Massa per ettaro										

4.1 Aspetti metodologici

Per attribuire il valore che i singoli indicatori possono raggiungere e ottenere una valutazione complessiva derivante dalla loro combinazione, si è optato per l'impiego di un sistema a punti. Per ognuno degli indicatori individuati si è così proceduto:

1. Proposta di un criterio generale di valutazione;
2. Definizione di una serie di regole pratiche per ricondurre il criterio base a specifiche soglie di punteggio;
3. Definizione e test di un set di soglie atte a delineare un sistema di giudizio articolato in tre classi (insufficiente, sufficiente ma migliorabile, buono).

A titolo di esempio, nel caso dell'indicatore "*dendromicrohabitat*" si è inizialmente eseguita una valutazione del loro numero e variabilità. In questo caso l'intento è stato quello di premiare situazioni caratterizzate da molti alberi con *dendromicrohabitat* di differenti tipi. È stata in seguito compilata una lista di 10 tipi di *dendromicrohabitat* a cui fare riferimento.

Per le regole pratiche di conteggio si veda la scheda specifica "Indicatore 7 - *Dendromicrohabitat*" (cap. 4.2).

Il numero di alberi con *dendromicrohabitat* viene infine confrontato con le soglie che stabiliscono in quale delle tre classi di punteggio ricada il caso in esame. Le classi di punteggio si riferiscono al numero di alberi ad ettaro (per ogni *microhabitat* è possibile rilevare al massimo due alberi/ettaro). Il massimo punteggio teorico ottenibile per i 10 *dendromicrohabitat*, è quindi equivalente a 20 punti (ovvero 10x2); le tre classi sono state così definite:

- Classe bassa, punteggio <10;

- Classe media, valore compreso tra i 10 e i 15 punti;
- Classe alta >15 punti.

Si tenga comunque presente che le soglie proposte hanno validità per gli abieti-piceo-faggeti montani in cui si è operato. Un'eventuale estensione ad altri ambienti ed in particolare ad ambienti estremi, di tipo subalpino o viceversa (sub)mediterraneo, potrebbe richiedere la revisione di alcuni valori.

Una volta stabilito come attribuire le valutazioni ai singoli indicatori, si è proceduto alla scelta di come comporre i diversi punteggi parziali in un punteggio di sintesi.

Un sistema a punti in relazione a soglie predefinite, come quello qui proposto, consente di comporre le singole valutazioni parziali in una valutazione complessiva di sintesi, mediante una semplice somma algebrica di valori "adimensionali".

Per fare ciò, analogamente a quanto proposto per la Francia con l'*Indice di biodiversità potenziale*, (IBP), il giudizio alto-medio-basso è stato tradotto, salvo poche eccezioni, nel punteggio 5-2-0. L'asimmetria degli intervalli ci consente di differenziare la classificazione delle situazioni eterogenee (nelle quali ad esempio, siano presenti varie insufficienze ed altrettante eccellenze) dalle situazioni uniformemente mediocri.

Nel sistema proposto una singola eccellenza consente di guadagnare 3 punti rispetto alla media e quindi di compensare più di una insufficienza che al massimo comporta la perdita di 2 punti.

Nel paragrafo seguente vengono riportate le schede degli indicatori con la definizione dei criteri e delle regole pratiche di conteggio dei punti, in relazione alle soglie individuate. Il campo note contiene alcune delle considerazioni sulle quali sono state basate le scelte più determinanti.

4.2 Gli indicatori BIOΔ4

INDICATORE									
1	ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO								
<p>Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero di strati in cui è articolata la vegetazione nel piano verticale.</p> <p>Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di strati vegetazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distinguendo tra i seguenti strati: <ol style="list-style-type: none"> a) Alto arboreo (h >20 m); b) Basso arboreo (h = 5-20 m); c) Arbustivo (h = 0.5-5 m); d) Erbaceo (compresi muschi e specie legnose di altezza <0.5 m). - Computando come strato arboreo o arbustivo solo quelli che presentano una copertura fogliare $\geq 20\%$ della superficie campione (stima visiva). Per lo strato erbaceo è richiesta invece una copertura $\geq 40\%$ del terreno. <p>Soglie – Punteggi:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Numero di strati/Area di Saggio</th> <th>Punteggio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 o 2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note – Il metodo ricalca quanto proposto dall'IBP francese, con la differenza che la soglia di altezza tra lo strato arbustivo ed arboreo è stata abbassata da 7 a 5 m, per adeguarsi ai valori generalmente in uso per i rilevamenti vegetazionali e anche in considerazione della fertilità dei boschi a sud delle Alpi, mediamente non elevata.</p> <p>Altra differenza riguarda l'inserimento nello strato inferiore anche dello strato muscinale, oltre che di quello erbaceo, vista l'importanza di questo tipo di copertura del suolo negli ambienti montani e subalpini in cui si è operato. Di conseguenza è stata alzata la soglia minima di copertura da 20 a 40%.</p> <p>In prospettiva futura, qualora si disponesse di dati LiDAR sufficientemente dettagliati, le stime visive potrebbero essere sostituite dai dati telerilevati per i singoli strati. Ne risulterebbe una valutazione più veloce ed oggettiva.</p>		Numero di strati/Area di Saggio	Punteggio	1 o 2	0	3	2	4	5
Numero di strati/Area di Saggio	Punteggio								
1 o 2	0								
3	2								
4	5								

Figura 4.1: la stratificazione verticale del popolamento forestale è un importante elemento della diversità strutturale. Anche all'interno dello strato arboreo si possono evidenziare due piani: alto e basso di Biogradska Gora.



Figura 4.2: lo strato arbustivo, in questo caso rappresentato da rinnovazione affermata di faggio e abete rosso.



Figura 4.3: lo strato erbaceo e muscinale.



INDICATORE**2 SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO**

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero di specie rare/protette di flora e fauna.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di specie di flora e fauna presenti in uno o più dei seguenti documenti:

- Allegati II e IV Direttiva Habitat;
- Allegato I Direttiva Uccelli;
- Categorie NT (solo per flora), VU, EN, CR di Lista Rossa, facendo riferimento alla Lista Rossa nazionale o regionale o provinciale con le valutazioni più restrittive. Eventuali altre specie (ad esempio specie di interesse locale) potranno essere aggiunte facendo riferimento a documenti ufficiali, a convenzioni o a piani sovraordinati con valore legale (ad esempio Piani Forestali d'area approvati) che ne certifichino il valore.

Fauna e Flora si conteggiano separatamente e come valore definitivo si tiene quello dei due che risulta più elevato.

Soglie – Punteggi FAUNA:

Numero di specie	Punteggio
≤3	0
4-7	2
≥8	5

Punteggi FLORA:

Numero di specie	Punteggio
0	0
1-2	2
≥3	5

Note – A differenza della maggior parte degli indicatori sin qui illustrati, questo indicatore (come in parte anche gli indicatori 3 ed 8) non si limita a individuare aspetti di biodiversità potenziale (ovvero strutture o “materiali” differenziati in grado di ospitare una elevata diversità), ma è volto a mettere direttamente in evidenza la presenza di elementi fortemente rappresentativi di biodiversità reale. Ovvero si prefigge di “ancorare” la stima di biodiversità potenziale ad alcune osservazioni reali e “qualificate”.

La differenza nelle valutazioni tra flora e fauna è forte. Per la fauna si sono fissate soglie alte per premiare solo le situazioni di effettivo pregio. Inoltre non sono state considerate le specie endemiche, a meno che non risultino minacciate a qualsiasi livello geografico.

Figura 4.4: esempio di *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., prezioso bioindicatore, qui sul tronco di un faggio.



Figura 4.5: *Salamandra atra* Laurenti, specie di interesse comunitario ai sensi della Direttiva Habitat.



INDICATORE**3** NUMEROSITÀ DI SPECIE CHE COMPONGONO LO STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero di specie arboree e arbustive.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di specie presenti, escluse le alloctone:

- Nello strato arboreo (h >5 m);
- Nello strato arbustivo (h = 0.5-5 m).

Considerando nelle arbustive (esclusi i mirtilli) anche le specie arboree di altezza compresa tra 0.5 e 5 m, se non già presenti nello strato arboreo. Valutare separatamente le soglie in relazione ai due strati, dopodiché mediare i punteggi ottenuti. Se il numero totale di specie arboree eccede quello massimo necessario alla formulazione del punteggio (>5), quelle soprannumerarie possono essere contate nello strato arbustivo, purché presenti anche in esso.

Soglie – Punteggi:

Numero di specie/Area di Saggio	Punteggio
≤2	0
3-4	2
≥5 non contare oltre dentro una stessa area di saggio	5

Note – L'IBP francese considera solo le specie arboree a livello di genere.

L'*Austrian Forest Biodiversity Index* considera le specie arboree coerenti con il tipo forestale.

Altri sistemi prevedono il rilevamento floristico completo, cosa attuata anche inizialmente in questo progetto, ma poi scartata perché ritenuta troppo onerosa in termini di tempo.

Il metodo qui proposto circoscrive il rilevamento a tutte le specie legnose, anche arbustive, a livello di specie, escludendo solo quelle evidentemente estranee al popolamento naturale. La varietà di specie arbustive spontanee è un indicatore di biodiversità del sottobosco, non altrettanto preciso, ma estremamente più speditivo e facilmente rilevabile di un rilievo floristico completo. Consente comunque di integrare i dati di diversificazione specifica dello strato dominante con una valutazione della diversificazione anche nello strato dominato. La diffusione delle specie arbustive è inoltre un indicatore indiretto di disturbi a carico del sottobosco (pascolo, brucatura di selvatici).

La valutazione separata dei due strati e la successiva media rispondono alla logica che si tratta di due sistemi almeno in parte distinti, per cui, ad esempio, la presenza di uno strato arbustivo anche molto ricco non supplisce completamente alla povertà di uno strato arboreo monospecifico.

Figura 4.6: *Daphne mezereum* L. nello strato arbustivo.



Figura 4.7: foglia di acero di monte, pianta che compone lo strato arboreo.



Figura 4.8: l'abete bianco va a comporre lo strato arboreo. Evidente in verde chiaro il getto dell'anno in corso.



INDICATORE**4** NECROMASSA IN PIEDI

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero di fusti morti in piedi (*snag*).

Regole pratiche di conteggio – Contare il numero di fusti morti in piedi con altezza ≥ 1 m e diametro a petto d'uomo ≥ 30 cm e stimarne l'altezza cumulata nell'ettaro (H_{cum}) al fine di assegnare i bonus.

Soglie – Punteggi:

N. snag/ha	Punteggio	Bonus	
		$H_{cum} > 15$ m	$H_{cum} > 30$ m
≤ 1	0	+1	+2
2-4	2	+1	+2
≥ 5	5	-	-

Note – La misura della biomassa morta avviene frequentemente in termini di m^3/ha sopra la soglia di 10 cm di diametro, valutando poi il dato anche in rapporto alla provvigione (ad es. *Austrian Forest Biodiversity Index*).

Il metodo IBP francese si limita ad un conteggio degli spezzoni di almeno 1 m di altezza e con diametro superiore a 40 cm (o per alcune situazioni 20), semplificando enormemente il rilievo di campo, a rischio però di un'eccessiva imprecisione.

Il metodo qui delineato si propone di mantenere l'impianto semplificato, affinando nel contempo la precisione nella stima dei volumi, seppure in via indiretta, basandosi sulla sola annotazione dell'altezza complessiva degli *snag*.

La soglia diametrica minima di 30 cm è ripresa da Kovac et al. (2020).

In linea di massima, a parità di biomassa morta complessiva, una distribuzione delle piante morte per piccoli gruppi è più favorevole di una distribuzione regolare per piante singole (Krauss e Krumm, 2013).

Figura 4.9: esempio di necromassa in piedi, un cosiddetto "snag", nella foresta di Ampezzo.



Figura 4.10: esempio di necromassa in piedi, un cosiddetto "snag", nella foresta di Ampezzo.



INDICATORE
5 NECROMASSA A TERRA

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero e della diffusione di fusti morti a terra (log) e/o delle ceppaie.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di tronchi morti a terra aventi lunghezza ≥ 1 m e diametro ad almeno una delle due estremità ≥ 30 cm. Si tenga presente che qualora a terra si osservino più spezzoni, evidentemente riconducibili ad un unico tronco segmentato, ai fini del conteggio questi verranno considerati come un unico log, ma ai fini della valutazione della lunghezza verranno presi in considerazione tutti i segmenti, anche se sotto diametro minimo, "ricomponendo" idealmente il fusto originario.

Successivamente stimare la lunghezza cumulata dai log nell'ettaro (L_{cum}) al fine di assegnare i bonus.

Se i tronchi morti a terra sono solo "recenti" (classe di decomposizione = 1 (Fogel et al., 1973)) il massimo punteggio attribuibile è 2.

Caratteristiche LOG	Classe di decomposizione LOG				
	1	2	3	4	5
Corteccia	intatta	intatta	tracce	assente	assente
Rametti <3 cm	presenti	assenti	assenti	assenti	assenti
Tessitura del legno	intatta	da intatta a parzialmente molle	frammenti duri, grossi	frammenti piccoli, molli e a blocchetti	molle e polverosa
Forma del tronco	circolare	circolare	circolare	da circolare a ovale	ovale
Colore del legno	colore originale	colore originale	da colore originale a colore sbiadito	da marrone chiaro a marrone sbiadito o giallastro	da sbiadito a giallo chiaro o grigio
Porzione del tronco a terra	tronco sollevato rispetto al punto di appoggio	tronco sollevato rispetto al punto di appoggio ma imbarcato lievemente	tronco imbarcato in prossimità del suolo	tronco completamente appoggiato al suolo	tronco completamente appoggiato al suolo

Contare le ceppaie solo se non sono presenti tronchi morti a terra in misura sufficiente. Il punteggio massimo raggiungibile è 2 con almeno 20 ceppaie/ha superiori a 60 cm di diametro (misurati sulla superficie di taglio) e classe di decomposizione >1 (ovvero non contando le ceppaie recenti ancora inalterate). Oppure 1 log e almeno 10 ceppaie con eguali caratteristiche.

Soglie – Punteggi:

N. log/ha	Punteggio	Bonus	
		$L_{cum} >15$ m	$L_{cum} >30$ m
≤ 3	0	+1	+2
4-5	2	+1	+2
≥ 6	5	-	-

Note – La misura della biomassa morta avviene frequentemente in termini di m^3/ha sopra la soglia di 10 cm di diametro, valutando poi il dato anche in rapporto alla provvigione (ad es. *Austrian Forest Biodiversity Index*).

Il metodo IBP francese si limita ad un conteggio degli spezzoni di almeno 1 m di lunghezza e con diametro superiore a 40 cm (o per alcune situazioni 20), semplificando enormemente il rilievo di campo, a rischio però di un'eccessiva imprecisione.

Il metodo qui proposto si propone di mantenere l'impianto semplificato, affinando al contempo la precisione della stima dei volumi.

Un altro aspetto importante nel valutare la disponibilità di legno morto è il grado di decomposizione. Di norma, dove la disponibilità è buona, gli stadi di decomposizione sono abbastanza differenziati. Potrebbe però verificarsi il caso di un popolamento con scarsa disponibilità di legno morto "promosso", a causa di un unico disturbo recente (ad es. schianto da vento).

Figura 4.11: in primo piano un esempio di pianta stroncata a circa un metro e mezzo da terra. La porzione superiore cadrà e diventerà necromassa a terra. In secondo piano invece è evidente uno snag.



Figura 4.12: esempio di necromassa a terra ad un limitato stadio di decomposizione.



Figura 4.13: esempio di necromassa a terra frammentata e ad un avanzato stadio di decomposizione.



Figura 4.14: esempio di necromassa a terra ad un elevato stadio di decomposizione. Il tronco è ormai parte del terreno.



Figura 4.15: corpi fungini su necromassa a terra.



Figura 4.16: anche le ceppaie sono un'importante componente della necromassa a terra e possono costituire una sede preferenziale per l'insediamento della rinnovazione.



Figura 4.17: rinnovazione più che affermata su ceppaia. La pianta sviluppa un apparato radicale che raggiunge il terreno sottostante mentre nel frattempo la ceppaia continua a decomporsi fino a lasciare l'albero "sui trampoli"



INDICATORE**6** NUMERO PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero e della varietà di alberi di grandi dimensioni.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di alberi di grandi dimensioni, valutati separatamente (specie per specie) rispetto alle seguenti soglie diametriche:

- Diametro ≥ 70 cm, per conifere e faggio;
- Diametro ≥ 20 cm, per salicene (*Salix caprea* L.) e sorbi;
- Diametro ≥ 40 cm, per altre latifoglie.

Successivamente assegnare un bonus che si va a sommare al valore base dell'indicatore, in relazione al numero di specie diverse presenti.

Soglie – Punteggi:

N. snag/ha	Punteggio	Bonus	
		2 specie diverse	3 specie diverse
≤ 1	0	0	0
2-5	2	+2	+3
≥ 6	5	-	-

Note – Il metodo *Austrian Forest Biodiversity Index* considera la percentuale di area basimetrica di alberi sopra soglia rispetto all'area basimetrica totale. La soglia per qualificare un albero come "grande" varia specie per specie nei diversi tipi forestali. Inoltre la relazione quadratica tra diametro e superficie premia fortemente incrementi di diametro sopra soglia anche modesti. Nel caso austriaco queste valutazioni sono rese possibili grazie alla presenza di una rete di aree inventariali soggette a regolare aggiornamento; in assenza di questi dati la valutazione diviene eccessivamente complessa.

Il metodo IBP francese si limita ad un conteggio degli individui con diametro a petto d'uomo superiore a 70 cm (per alcune situazioni caratterizzate da scarsa fertilità 40 cm), semplificando notevolmente il rilievo di campo, ma equiparando tutte le piante sopra soglia.

Il metodo qui delineato si propone di mantenere l'impianto semplificato, premiando però situazioni in cui le piante di grandi dimensioni appartengono a più specie e definendo soglie dimensionali più articolate. Il valore della varietà specifica degli alberi grandi è suffragato da apposite elaborazioni (cap. 6).

Figura 4.18: individuo di faggio di grandi dimensioni.



Figura 4.19: individuo di abete bianco di grandi dimensioni.



INDICATORE**7** DENDRO-MICROHABITAT

Criterio generale di valutazione - Conteggio del numero e della varietà dei *dendro-microhabitat* sugli alberi.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di alberi con *dendro-microhabitat*, rifacendosi alle seguenti regole metodologiche e ai tipi più sotto elencati:

- Un albero è contato più volte se ospita *dendro-microhabitat* differenti;
- Un albero ospitante più *dendro-microhabitat* di uno stesso tipo è contato una sola volta;
- Contare al massimo due alberi/ha per tipo di *dendro-microhabitat*.

Tipi di *dendro-microhabitat*:

- 1 Cavità sul tronco;
- 2 Dendrotelmi e microsuoili;
- 3 Scortecciamento/alburno esposto/fuoriuscite di linfa o resina;
- 4 Fratture sul tronco e nella chioma;
- 5 Fessure e cicatrici;
- 6 Tasche nella corteccia;
- 7 Cavità nei contrafforti radicali;
- 8 Cancri, scopazzi e riscoppi;
- 9 Corpi fruttiferi fungini e mixomiceti;
- 10 Fanerogame e crittogame.

Soglie – Punteggi:

Numero di specie/Area di Saggio	Punteggio
<10	0
10-15	2
≥16	5

Per l'identificazione dei *dendro-microhabitat* si rimanda a Kraus et al. (2016), con alcune varianti o specificazioni:

- Sono da contare tutte le cavità di alimentazione originate da picidi sul tronco, sia su piante viventi che su legno morto in piedi; non sono invece da contare le cavità di nidificazione che afferiscono all'indicatore 8 sui siti riproduttivi;
- In casi dubbi la differenza tra scortecciamenti e fratture si valuta in base alla profondità, ovvero alla presenza di ferite che interessano o meno anche il legno;
- Per la copertura di epifite quali briofite, licheni e liane si propone una soglia minima pari ad almeno 40% del tronco principale (orientativamente fino a 10 m di altezza).

Note - Il metodo ricalca quanto proposto dall'IBP francese, con alcune differenze. L'insieme dei tipi di *dendro-microhabitat* da rilevare è stato parzialmente rivisto, come da elenco sopra riportato. In particolare dall'elenco sono state escluse le cavità scavate da picchi, che sono confluite in un altro indicatore autonomo (vedi "Indicatore 8 - Siti riproduttivi e zone di allevamento di specie di interesse conservazionistico").

Le soglie sono state rese più severe, per adeguarsi alla situazione dei boschi in esame.

Figura 4.20: cavità nei contrafforti radicali di abete rosso, un dendromicrohabitat molto comune in foresta.



Figura 4.21: tipico dendrotelma con acqua stagnante e formazione di microsuolo.



Figura 4.22: microsuolo nello spazio compreso tra il fusto di 3 polloni di faggio.



Figura 4.23: fessurazione solo parzialmente cicatrizzata su tronco di faggio. Anche in questo caso si parla di dendromicrohabitat per la possibile formazione di microsuolo.



Figura 4.24: ferita con scortecciamento e parziale cicatrizzazione su abete bianco.



Figura 4.25: cavità con accumulo di suolo nel tronco di un piccolo faggio.



INDICATORE**8 SITI RIPRODUTTIVI E ZONE DI ALLEVAMENTO DI SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO**

Criterio generale di valutazione - Verifica di presenza e conteggio di tane, *rendez-vous*, arene di canto, zone di allevamento della covata, nidi e/o fori di picchi, di specie faunistiche qualificate.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero totale di fori di picchi anche nel caso di alberi con più fori ciascuno. Inoltre, rilevare l'eventuale presenza di altri siti riproduttivi o zone di allevamento per le seguenti specie:

UCCELLI

- Picchio nero (*Dryocopus martius* L.) (cavità di nidificazione);
- Rapaci diurni come il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus* L.), il nibbio bruno (*Milvus migrans* Boddaert), l'astore (*Accipiter gentilis* L.), lo sparviere (*Accipiter nisus* L.), la poiana comune (*Buteo buteo* L.), il lodolaio (*Falco sub-buteo* L.), l'aquila reale (*Aquila chrysaetos* L.), il falco Pellegrino (*Falco peregrinus* Tunstall) (nidi);
- Gufo comune (*Asio otus* L.) e gufo reale (*Bubo bubo* L.) (nidi);
- Fagiano di monte (*Lyrurus tetrix* L.) (arene di canto);
- Gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) (arene di canto e zone di allevamento della covata).

MAMMIFERI

- Orso (*Ursus arctos* L.) (tana);
- Gatto selvatico europeo (*Felis silvestris* Schreber) (tana);
- Lupo (*Canis lupus* L.) (tana, *rendez-vous*).

Soglie – Punteggi per i fori di picchi:

fori di picchio/ettaro	Punteggio
<0,1	0
0,1-0,25	2
≥0,25	5

NB: la presenza di cassette nido (meglio se di differenti dimensioni) può integrare il conteggio dei fori sopra riportato.

In presenza di almeno un altro sito tra quelli sopra elencati, attribuire punteggio 5.

Note - Come riferito trattando l'indicatore precedente, anche questo indicatore non trova riscontro nei principali sistemi speditivi di valutazione della biodiversità utilizzati per confronto, ma è stato introdotto appositamente per "ancorare" la stima di biodiversità potenziale ad alcune osservazioni reali e "qualificate". Anche in questo caso si sono fissate soglie alte, per premiare solo le situazioni di effettivo pregio.

Si sottolinea inoltre l'intento di promuovere (in situazioni non del tutto ottimali) azioni gestionali virtuose, quali la posa di cassette nido e/o la creazione di una banca dati da arricchire con osservazioni progressive estese nel tempo, sulle piante nido (con loro eventuale contrassegnatura) e sulle presenze faunistiche più rilevanti.

Figura 4.26: tipico nido di picchio.



I FORI SCAVATI DAI PICCHI

I fori scavati dai picchi sono molto importanti per numerosissime specie, non di primario interesse conservazionistico, ma che aumentano di molto la biodiversità del bosco, quali: il ghio (*Glis glis* L.), la martora (*Martes martes* L.), le cince (cinciarella (*Cyanistes caeruleus* L.), cinciallegra (*Parus major* L.), cincia bigia (*Poecile palustris* L.), cincia alpestre (*Poecile montanus* Conrad von Baldenstein), cincia dal ciuffo (*Lophophanes cristatus* L.), cincia mora (*Periparus ater* L.), lo storno (*Sturnus vulgaris* L.), l'alocco (*Strix aluco* L.), l'assiolo (*Otus scops* L.), il codirosso (*Phoenicurus phoenicurus* L.), il pigliamosche (*Muscicapa striata* Pallas) e, fra gli insetti, varie specie di vespe.

Le cavità sono importantissime anche per i chiroterri forestali.

PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
È un buon indicatore: la presenza di fori di nidificazione indica che ci sono non solo i picchi (già sono valutati nell'indicatore 2 - "Specie di interesse conservazionistico"), ma anche un corredo di altre specie che incrementano la biodiversità del bosco.	Il rilievo dell'indicatore è oneroso in termini di tempo.
È un indicatore stabile; una volta definito può valere anche per tutto il periodo di durata del piano, quanto meno come numero minimo auspicabile.	
È un indicatore facilmente riconoscibile e di conseguenza rilevabile.	

Il numero di cavità si può incrementare attraverso la posa di cassette nido perseguendo alti punteggi dell'indicatore anche "artificialmente". Le cassette nido, infatti, funzionano benissimo per tutti gli animali, anche meglio di una cavità naturale.

I FORI SCAVATI DAI PICCHI

Picchio nero

In Cansiglio, in tre anni di indagine, sono stati trovati 100 fori di nidificazione su 4000 ettari (Luise, 1990). Ciò vuol dire 0.025 fori/ettaro.

In media una coppia di picchio nero occupa circa 200 ettari.

Se supponiamo che una coppia di picchio nero nel suo territorio faccia 5 fori (fra vecchi e nuovi), possiamo prevedere di rilevare $5/200 = 0.025$ fori/ettaro.

Picchio rosso maggiore

Il picchio rosso maggiore è un'altra specie presente in Cansiglio e, più in generale, nelle foreste montane.

Il territorio di picchio rosso maggiore può comprendere 10 ettari di foresta e una coppia può disporre di 5 fori/territorio. In questo caso avremmo $5/10 = 0.5$ fori/ettaro.

TOTALE FORI: $(0.025+0.5)/ettaro = 0.575$ fori/ettaro

Altri picchi che possono essere presenti sono: il **picchio muratore** (*Sitta europaea* L.) che non è un vero picchio, ma sa scavare le cavità, il **picchio cenerino** (*Picus canus* J. F. Gmelin), il **picchio verde** (*Picus viridis* L.) e il **picchio tridattilo** (*Picoides tridactylus* L.); soprattutto gli ultimi tre, sono spesso vicarianti. I boschi veneti tradizionalmente non ospitano densità elevate di picchi di specie diverse (così come invece avviene in Appennino, nei Balcani o in Polonia a Białowieża).

A giudizio esperto, si può valutare il Cansiglio come un buon ambiente per i picchi, abbastanza ricco di cavità, ma non eccezionale. Quindi, un numero di cavità come quelle del Cansiglio può essere considerato un valore ottimale.

Si possono quindi articolare i range come segue:

PUNTEGGIO	RANGE
0:	<0.2 fori/ettaro
2:	0.2-0.5 fori/ettaro
5:	≥0.5 fori/ettaro

Quindi in una foresta di 4000 ettari, paragonabile al Cansiglio, sarebbero necessarie 2000 cavità per raggiungere il punteggio massimo.

Un gestore di una foresta dove ci siano pochi fori (o dove non si trovino), potrebbe decidere di posizionare alcune cassette nido. Per raggiungere un punteggio pari a 2, il gestore dovrebbe posizionare 0.2 cassette/ettaro x 4000 ettari = almeno 800 cassette nido in una proprietà di 4000 ettari.

Tuttavia, mentre i fori del picchio nero sono abbastanza facilmente rinvenibili, poiché la specie scava le cavità per nidificare nella prima parte del fusto generalmente libera da rami, questo non è analogamente vero per le cavità del picchio rosso maggiore e per gli altri picchi, che possono utilizzare anche grossi rami nella chioma o la parte superiore dei fusti, i quali non sono visibili da terra e quindi possono sfuggire al rilevamento.

Tenendo conto di tale aspetto, si è quindi deciso di dimezzare le soglie e quindi l'attribuzione finale del punteggio avviene come nella tabella seguente:

PUNTEGGIO	RANGE
0:	<0.1 fori/ettaro
2:	0.1-0.25 fori/ettaro
5:	≥0.25 fori/ettaro

È opportuno che le eventuali cassette nido sostitutive siano di dimensioni eterogenee (ad esempio dimensioni grandi sono da ritenersi più adeguate a picchio nero, civetta capogrosso, martora, mentre picchio rosso maggiore, cince, ghiri prediligono dimensioni più piccole).

È necessario che il gestore della foresta implementi una banca dati, utile a ottimizzare la gestione delle utilizzazioni forestali nei boschi in aree della Rete Natura 2000.

Letteratura consultata: Wesolowski e Tomiałojć, 1986; Zenatello, 1990; Martin e Eadie, 1999; Brichetti e Fracasso, 2007; Kosiński et al., 2006; Luise et al., 2013.

INDICATORE**9** PRESENZA DI RADURE

Criterio generale di valutazione - Misura dell'incidenza di radure a copertura erbacea o basso-arbustiva che contribuiscono all'articolazione della struttura orizzontale della vegetazione.

Regole pratiche di conteggio – Valutazione dell'incidenza complessiva di aree aperte o con vegetazione di altezza inferiore a 1 m, a livello di popolamento/particella. Non si considerano chiarie di superficie inferiore a 400 m² o superiore a 2000 m². La valutazione si basa su elaborazioni di dati LiDAR se disponibili (*Gap fraction*); altrimenti si annota semplicemente il numero delle aree aperte intersecate percorrendo un transetto in campo (cap. 5).

Soglie – Punteggi:

Gap fraction (GP)	Numero corrispondente (gap/1000 m di transetto)	Punteggio
GP <1%	0-2	0
1% ≤ GP ≤ 5%	3-9	2
5% < GP ≤ 10%	10-17	5
GP >10%	>17	2

Note - L'*Austrian Forest Biodiversity Index* si propone di premiare la presenza di discontinuità naturali, ma al contempo di penalizzare la frammentazione dell'ecosistema forestale di origine antropica. Sono cioè da ricercare popolamenti di specie erbacee o basso-arbustive autoctone, legati a radure, piccoli lembi di prateria, tagliate, bordure ecc.

Nel metodo proposto, le dimensioni delle radure a cui si fa riferimento e la scelta delle soglie si propongono di premiare un'articolazione strutturale fine o media, escludendo ampie aperture (ad esempio tagli raso o anche interruzioni nella copertura corrispondenti a piste, tagliate da elettrodotto o presenza di altre infrastrutture). NB: sono comunque da escludere le aperture legate ad attività o infrastrutture considerate come disturbo al punto 12 o viceversa situazioni di copertura colma e uniforme. In altri termini, da un lato si vuole premiare la presenza di aperture tali da consentire la penetrazione diretta della luce fino al suolo, dall'altro penalizzare gli ambienti fortemente artificiali o comunque diversi dal bosco.

Analogamente a quanto previsto dal metodo IBP francese, il quale tuttavia prevede valori ottimali complessivamente più bassi, le soglie saranno da differenziare nel caso in futuro si voglia applicare queste valutazioni ai boschi subalpini, costituzionalmente più ricchi di aperture (tessitura per collettivi) o caratterizzati da copertura rada e luminosa (lariceti a parco).

Figura 4.27: la radura del Pian dei Lovi, in Cansiglio.



Figura 4.28: radura in cui è evidente la zona centrale priva di copertura e una fascia intermedia in cui si hanno individui di faggio di giovane età prima di passare al bosco circostante di abete rosso.



INDICATORE**10** HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE

Criterio generale di valutazione - Verifica di presenza e stima della varietà di *habitat* umidi o rocciosi che contribuiscono all'articolazione geomorfologica del sito forestale.

Regole pratiche di conteggio - Contare il numero di *habitat* afferenti ai tipi e con i criteri di seguito elencati:

HABITAT LEGATI ALLE ROCCE E ALLA MORFOLOGIA

- Falesie;
- Campi solcati;
- Ghiaioni instabili;
- Ammucchiamento di blocchi stabili;
- Affioramenti di ghiaie (fuori dal letto);
- Blocchi sparsi >2m³;
- Rocce di altezza inferiore a quella del popolamento;
- Grotte;
- Doline.

HABITAT LEGATI ALLE ACQUE

- Raccolte d'acqua permanenti (acque lentiche), comprese eventuali "rinaturalizzazioni";
- Ruscelli e corsi d'acqua (acque lotiche);
- Piccoli affioramenti idrici - sorgenti - raccolte d'acqua temporanee;
- Torbiere e/o zone umide con vegetazione igrofila -

Di norma la presenza dell'*habitat* si computa ove questo presenti una superficie minima di almeno 100 m², anche non planimetrici nel caso di rocce o falesie. Per grotte (imboccatura), sorgenti o ruscelli sono sufficienti anche presenze puntiformi o lineari. *Habitat* estesi, esclusi dal particellare forestale (ad esempio fiumi, laghi o grandi pareti rocciose), si contano solo in caso siano adiacenti all'area forestale in esame.

Nello stimare la presenza e l'estensione degli *habitat* associati, in caso di dubbi, si consideri l'effettivo ruolo di arricchimento rispetto all'*habitat* forestale circostante: ad esempio nel caso di presenza di rocce sparse nel sottobosco, con condizioni "limite" rispetto alle soglie descritte, il loro conteggio è da favorire ove queste rappresentino effettivamente un fattore di diversità biologica (presenza di vegetazione rupicola, fessure, ripari ecc.).

Soglie – Punteggi:

tipi di habitat/particella	Punteggio
≤1	0
2-3	2
≥4	5

Note - Il metodo ricalca quanto proposto dall'indice IBP francese, unificando due gruppi di indicatori: quelli relativi agli ambienti acquatici e quelli degli ambienti rocciosi. Per ogni gruppo è stata inoltre rivista l'articolazione di dettaglio, integrandola con ulteriori casistiche (doline) e modificando di conseguenza le soglie. Altri sistemi tendono a escludere la valutazione di questi *habitat* in quanto extra-forestali. Il riferimento a un unico indicatore anziché a due gruppi ne limita il peso all'interno del sistema complessivo.

Anche in questo caso si esplicita l'intento di promuovere (in situazioni non del tutto ottimali) azioni gestionali virtuose, quali la realizzazione o il ripristino di pozze idriche artificiali (ad esempio bacini antincendio), purché progettate in modo da risultare idonee alla colonizzazione da parte di piante e animali selvatici.

Figura 4.29: l'impluvio è un habitat legato all'azione erosiva delle acque.



INDICATORE**11** SUPERFICIE INTERNA AD AREE PROTETTE O SOGGETTA A SPECIFICI REGOLAMENTI O IMPEGNI

Criterio generale di valutazione - Incidenza delle superfici specificatamente regolamentate ai fini della tutela ambientale.

Regole pratiche di conteggio - Misurare la percentuale di superficie della particella ricadente all'interno di aree protette (AAPP) o di zone soggette a specifici regolamenti o impegni funzionali alla tutela ambientale (comprese aree destinate alla libera evoluzione o eventuali impegni per il rispetto di isole di senescenza - IDS).

Soglie – Punteggi:

Superficie aree protetta/superficie totale	Punteggio
<50%	0
≥50%	2

Superficie Isole di senescenza o similari/superficie totale	Punteggio
<5%	0
5-10%	2
>10%	5

Si applica la somma dei punteggi relativi a AAPP e IDS, con un tetto massimo pari a 5.

Note - L'*Austrian Forest Biodiversity Index* valuta positivamente la presenza di riserve naturali, riserve genetiche, boschi da seme e altre iniziative di conservazione a scala regionale.

L'IBP francese non considera invece questo indicatore, riferendosi piuttosto alla continuità temporale della foresta, grazie anche alla disponibilità di una carta nazionale delle foreste vetuste.

Nel nostro caso si è ritenuto di premiare l'inserimento in un'area protetta di livello nazionale o regionale o comunque dotata di strumenti di pianificazione specifici/aggiuntivi a supporto della tutela ambientale.

L'*Association des propriétaires forestiers (Forêt Suisse)*, l'*Institut fédéral de recherches WSL* svizzero, nonché il progetto ManFor (De Cinti et al., 2016), sottolineano l'importanza delle isole di senescenza. Anche a questo proposito l'assunzione di impegni aggiuntivi volontari è da considerarsi come un elemento premiante. Si tratta però di garantire che l'assunzione di impegno sia formalizzata in un documento adeguato, come ad esempio nel caso di iscrizione della presenza delle IDS nel Piano Forestale, con l'impegno che queste siano mantenute (ovvero riportandone la presenza nelle successive revisioni) sino ad invecchiamento indefinito degli individui presenti al momento dell'istituzione (da contrassegnare stabilmente), oppure in caso di popolamenti coetanei, per un periodo pari ad almeno il doppio del turno.

INDICATORE

12 FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ

Criterio generale di valutazione - Verifica di presenza di condizioni o attività antropiche in grado di limitare (direttamente o indirettamente) in misura rilevante la biodiversità:

- Perdita di rinnovazione per eccessiva brucatura;
- Presenza di formazioni forestali sostitutive e/o antropogene o di specie alloctone;
- Rilevanza di altri disturbi/danni legati alla presenza antropica (infrastrutture, turismo ecc.).

Regole pratiche di conteggio – Si declinano in relazione alla seguente casistica:

BRUCATURA DI UNGULATI SELVATICI E DOMESTICI

Danni a rinnovazione naturale rilevati mediante transetti o altri metodi atti a stimare il rapporto tra la rinnovazione brucata e quella totale. Ad esempio è possibile tracciare una fascia di 25x2 m, scelta come rappresentativa e posta all'interno o nelle vicinanze di ogni area di saggio e si mediano i risultati a livello di particella o popolamento. Sono da valutare solo le situazioni in cui la rinnovazione è attesa: popolamenti maturi, radure e aree soggette al taglio. In presenza di rinnovazione molto numerosa limitare il conteggio alle prime 100 piantine. Ove il danno non è valutabile per assenza di plantule rifarsi ad aree adiacenti o stimare la brucatura sugli arbusti. Nel peggiore dei casi rifarsi al valore medio di particelle confrontabili in cui si attende la rinnovazione.

LONTANANZA DALLA VEGETAZIONE POTENZIALE

Stime di copertura in campo o anche sulla base della carta delle tipologie forestali o di altri dati dei piani, in funzione dell'estensione delle formazioni sostitutive/antropogene con specie fuori stagione o della presenza di specie alloctone (anche non invasive) nei popolamenti che compongono la particella.

PRESENZA DI ALLOCTONE INVASIVE

Stime di copertura considerando sia le specie arboree, sia queste arbustive ed erbacee. Valutare solo la copertura totale nella particella, indipendentemente dall'eventuale contributo di diverse specie alloctone co-presenti. Per l'esatta indicazione di quali specie considerare negli ambienti alpini indagati si faccia riferimento a: Prosser e Bertolli (2015), Carpanelli e Valecic (2016).

ALTRI FATTORI DI DISTURBO

Giudizio esperto sulla rilevanza di disturbi/danni legati alla presenza antropica nella particella su:

- Viabilità aperta al transito;
- Danni da impatto antropico derivante da turismo;
- Piste da sci;
- Elettrodotti;
- Interventi eccezionali di rinnovazione artificiale.

Soglie – Punteggi:

BRUCATURA DI UNGULATI SELVATICI

Superficie brucatura/superficie area di indagine	Punteggio
<30%	0
30-70%	-1
≥70% o assenza di rinnovazione in situazioni dove è attesa, ma azzerata	-2

LONTANANZA DALLA VEGETAZIONE POTENZIALE

Superficie coperta da vegetazione indesiderata/superficie totale	Punteggio
0%	0
<75%	-1
≥75%	-2

PRESENZA DI ALLOCTONE INVASIVE

Superficie coperta da alloctone invasive/superficie totale	Punteggio
0%	0
<5%	-1
≥5%	-2

ALTRI FATTORI DI DISTURBO

Numero di fattori	Punteggio
0	0
1	-1
≥2	-2

In caso di più condizioni di disturbo si applica la somma delle detrazioni, con un tetto massimo pari a -5 punti.

Note - L'individuazione di sistema di fattori di detrazione consente di focalizzare immediatamente l'attenzione sui fattori di disturbo che abbassano la qualità del bosco e di conseguenza di prevenire situazioni sfavorevoli e/o di mettere in campo eventuali azioni di correzione o ripristino. Anche l'*Austrian Forest Biodiversity Index* considera i danni da pascolamento e la presenza di neofite o altre specie estranee al tipo forestale.

Figura 4.30: esempio di brucamento di foglie di faggio da parte di ungulati.



Figura 4.31: pecceta secondaria artificiale in Cansiglio, esempio di lontananza dalla vegetazione potenziale tipica dell'area.



4.3 L'indicatore sintetico BIOΔ4

Una volta ottenuti i valori per il set dei 12 indicatori di biodiversità, viene calcolato l'indicatore sintetico BIOΔ4 a livello di proprietà forestale attraverso tre fasi successive:

1. Determinazione di un valore unico per ognuno degli indicatori, a livello di particella forestale, calcolato come media dei risultati ottenuti nelle diverse aree di saggio.

Alcuni indicatori sono già stati rilevati a livello di particella, quindi il loro valore è quello definitivo.

2. Determinazione di un unico indicatore di sintesi a livello di singola particella forestale. Si sommano i valori relativi ai 12 indicatori, mantenendo distinte le diverse particelle forestali e coinvolgendo tutti gli indicatori, indipendentemente dal sistema di campionamento.

Il valore massimo potenzialmente ottenibile dalla somma degli indicatori è 55, pari a 5 punti per tutti i primi 11 indicatori e nessuna detrazione relativa al dodicesimo. In via teorica, l'utilizzo di una somma comporta l'attribuzione della stessa importanza a tutti gli indicatori; va tuttavia ricordato che l'assegnazione di diverse soglie agli indicatori indirettamente attribuisce un peso agli stessi.

3. Determinazione dell'indicatore sintetico BIOΔ4 su scala di intera proprietà forestale. I valori ottenuti per le varie particelle forestali vengono sintetizzati in un valore unico, riferito a una singola proprietà e/o piano di gestione. Si tratta evidentemente di un passaggio necessario per l'attribuzione del conseguente giudizio di certificabilità.

I risultati relativi alle diverse particelle si combinano tra loro operando una media ponderata, con peso stabilito in funzione delle superfici interessate. A seguito di una campagna di rilievi in campo mirati, con successive elaborazioni dei dati e valutazioni esperte (par. 6.2), la soglia di sufficienza dell'indicatore sintetico BIOΔ4 è stata stabilita pari a 15 punti, mentre quella di eccellenza pari a 25 punti. Vengono così a delinearsi tre possibili scenari (tab 4.3):

- L'indicatore sintetico risulta inferiore alla soglia di sufficienza, non è consentita la certificazione;
- L'indicatore sintetico è compreso tra 15 e 25 punti, è consentita la certificazione ma si richiede la formulazione di una serie di azioni di miglioramento;
- L'indicatore sintetico è pari a 25 o più punti, si richiede solamente di mantenere la biodiversità con periodiche verifiche.

Un esempio di calcolo dell'indicatore sintetico BIOΔ4 è presentato nel capitolo 6.2.2.

Tabella 4.3: i tre casi possibili del valore dell'indicatore sintetico BIOΔ4, evidenziati con colorazione differente (rosso: insufficiente, giallo: sufficiente, verde: eccellente).

	Punteggio totalizzato	Giudizio
Caso 1	<15	Insufficiente, non certificabile.
Caso 2	15-25	Sufficiente, certificabile ma richiede miglioramenti.
Caso 3	≥25	Eccellente, richiede solamente verifiche periodiche.

5

IL METODO DI CAMPIONAMENTO BIOΔ4

In via ipotetica, qualora ci trovassimo ad operare in una foresta di superficie molto limitata, si potrebbe procedere ad una valutazione puntuale di tutta la proprietà. Nella pratica, a fronte di proprietà forestali con ampiezza di varie decine o centinaia di ettari (se non migliaia), sembra più opportuno proporre un metodo di rilevamento per aree campione.

Il campionamento può essere effettuato con due diverse modalità:

1. Campionamento sistematico uniforme distribuendo le aree campione su di una griglia predefinita:

- Questa opzione potrebbe trovare applicazione qualora si applicasse un analogo metodo di campionamento sistematico per il rilievo dei dati dendrometrici (rilievi relascopici) ma nel complesso appare impegnativa e difficilmente percorribile;
- I rilievi andrebbero collocati sulla griglia predefinita con andamento regolare, identificando aree circolari più o meno estese, a seconda della visibilità, della pendenza e dell'accessibilità del sito;

- Preferibilmente le aree dovrebbero avere estensione pari ad 1 ha (ovvero raggio di circa 56,5 m) in quanto molti parametri si riferiscono a soglie basate su questa superficie (cap. 4);
- Qualora questo non fosse possibile occorrerà riferirsi a superfici pari a 0.5 o 0.25 ha, tenendo successivamente conto, in fase di elaborazione, della necessità di accorpate le stesse in gruppi di 2 o di 4 in modo da rendere le superfici comparabili tra loro;
- La densità ottimale delle aree di rilievo è legata all'eterogeneità del soprassuolo. Indicativamente la superficie delle aree di saggio dovrebbe coprire circa il 20% della superficie totale.

2. Campionamento guidato: lo schema di campionamento deve essere adattato ai parametri da rilevare. Le aree di saggio vengono localizzate in stazioni ritenute rappresentative.

Gli indicatori sono suddivisibili in due gruppi, a seconda della scala spaziale di rilievo (tab. 5.1):

- Indicatori che per la loro valutazione richiedono l'esplorazione attenta di un'unica area circo-

Tabella 5.1: il set finale di indicatori con la scala spaziale alla quale vengono rilevati. In viola sono evidenziati i parametri misurabili tramite area di saggio circolare, in verde quelli misurabili tramite transetto o diffusamente nella particella, in arancione l'indicatore 12 che è misto.

1	ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO	aree di saggio
3	NUMEROSITÀ DI SPECIE CHE COMPONGONO LO STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO	
4	NECROMASSA IN PIEDI	
5	NECROMASSA A TERRA	
6	NUMERO PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI	
7	DENDROMICROHABITAT	
2	SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	
8	SITI RIPRODUTTIVI E ZONE DI ALLEVAMENTO DI SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	
9	PRESENZA DI RADURE	
10	HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE	
11	SUPERFICIE INTERNA AD AREE PROTETTE O SOGGETTA A SPECIFICI REGOLAMENTI O IMPEGNI	
12	FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ - Per la brucatura o per altri fattori	aree di saggio particella

scritta, in modo da poterla percorrere minimizzando gli spostamenti al suo interno. Questi indicatori vengono generalmente rilevati tramite aree di saggio circolari (in tab. 5.2 è riportata la scheda di campo dei rilievi effettuati a scala spaziale di 1 ha);

- Indicatori che riguardano aspetti “irregolarmente diffusi”, o rari, o costituzionalmente puntiformi, da ricercare estesamente in tutta la particella, sia mediante acquisizione di dati pregressi (bibliografici o da altra fonte), sia direttamente in campo, preferibilmente spostandosi lungo un itinerario o transetto, progettato in modo tale da esplorare più estesamente lo spazio (in tab. 5.3 è riportata la scheda di campo dei rilievi effettuati a scala spaziale di particella).

Risulta utile individuare all'interno della foresta le **formazioni il più possibile omogenee** per storia, struttura e composizione, ad esempio incrociando la cartografia dei tipi forestali con quella dei tipi strutturali: in questo modo è possibile ridurre la densità delle aree di rilievo, sia operando con campionamento sistematico, sia procedendo ad un campionamento guidato.

Nel caso del campionamento guidato l'unità di rilievo può dunque fare riferimento alla particella forestale, agganciandosi così alla normale pianificazione già in essere. Anche in questo caso eventuali informazioni pregresse circa la composizione e la struttura dei popolamenti sono comunque preziose per guidare le scelte inerenti la distribuzione delle aree di saggio. La

densità delle aree dovrebbe sempre essere modulata in modo che la somma delle superfici di campionamento arrivi a **coprire il 15-20% della superficie totale**, adattandosi alle condizioni di omogeneità e percorribilità delle diverse particelle forestali. Al contempo la forma e la lunghezza degli itinerari dovrebbero essere programmate in modo da consentire una sufficiente esplorazione della particella, prevedendo **transetti lunghi 75-100 m/ha**, in funzione della visibilità e della percorribilità della particella (almeno il 50% della particella dovrebbe risultare visibile durante la ricognizione operata nell'area).

Ad esempio: in una particella forestale di circa 20 ha e poco omogenea, nella quale si alternano popolamenti diversi per composizione e/o struttura, si prevedono 4 aree di saggio circolari estese 1 ha, rappresentative di circa 5 ha ciascuna. Andranno quindi trascurate eventuali zone eterogenee di modesta estensione (minori di 3-4 ha) in quanto le aree verranno collocate proporzionalmente nelle situazioni più diffuse. Nelle aree di saggio così definite verranno quindi valutati gli indicatori 1 (*Articolazione della struttura del bosco*), 3 (*Numerosità di specie che compongono lo strato arboreo e arbustivo*), 4 (*Necromassa in piedi*), 5 (*Necromassa a terra*), 6 (*Alberi di grandi dimensioni*), 7 (*Dendromicrohabitat*) e 12 (*Fattori di disturbo per la biodiversità*), quest'ultimo per gli aspetti di brucatura.

Per procedere al rilievo degli indicatori fin qui non considerati sarà necessario identificare un itinerario con lunghezza di almeno 1500 m. Anche in questo caso l'itinerario dovrà interessare i diversi popolamenti, in proporzione alla superficie occupata (fig. 5.1).

Figura 5.1: esempio di applicazione del metodo di campionamento BIOΔ4 su una particella forestale di 20 ha. Viene campionato il 20% della particella tramite 4 aree di saggio circolari (raggio 56 m) e un transetto di almeno 1500 m. Il piano di campionamento considera solo i popolamenti estesi su circa il 20% della particella, prevedendo al loro interno aree di saggio e percorsi in proporzione alla superficie occupata. Non si considerano eventuali popolamenti estesi su meno del 10-20%. L'esempio rappresenta 3 popolamenti: il primo occupa circa 2/3 della superficie; il secondo 1/4; il terzo 1/12.

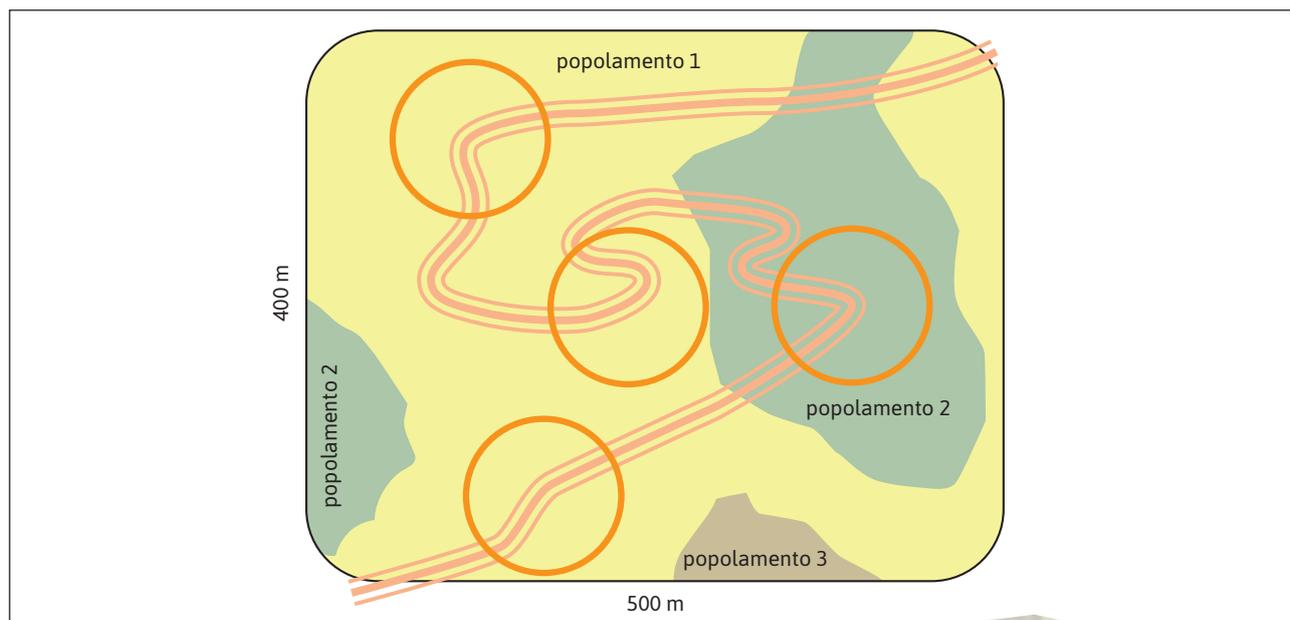


Tabella 5.2: scheda di campo dei rilievi degli indicatori. Scala spaziale: area di saggio (1 ha).

N° AREA DI SAGGIO:		1 ha (r = 56 m)							
Località:		N° particella:			Data:				
Nome del rilevatore/i:				Coordinate geografiche:					
Altitudine (m s.l.m.):		Esposizione:			Inclinazione (°):				
1 ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO									
Copertura (alto arborea >20 m):				<20%	≥20%				
Copertura (medio arborea 5-20 m):				<20%	≥20%				
Copertura (arbustiva e basso arborea 0,5-5 m):				<20%	≥20%				
Copertura al suolo (muscinale ed erbacea, compresa rinnovazione arborea non affermata h <50 cm):				<40%	≥40%				
3 NUMEROSITÀ DI SPECIE CHE COMPONGONO LO STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO									
(elenco arboree.....)									
(elenco arbustive.....)									
Eventuale elenco (consigliato) e conteggio del numero di specie arboree e arbustive (escluse le alloctone e i Mirtilli), presenti nello strato:									
- arboreo (h >5 m)				1	2	3	4	5	(...)
- arbustivo (h 0,5-5 m) (compresa la rinnovazione di altri alberi non già presenti)				1	2	3	4	5	(...)
4 NECROMASSA IN PIEDI									
n° piante morte (o morenti) con: - diametro ≥30 cm - altezza ≥1 m NB - n° max =5		n°:		Altezza cumulata degli snag - Addendi:					
5 NECROMASSA A TERRA									
<input type="checkbox"/> Barrare se presenti tronchi (min 1xha) in stadio di decomposizione > 1 (cfr. Fogel et al, 1973)									
n° piante tronchi con: - diametro ≥30 cm - altezza ≥1 m NB - n° max =6		n°:		Lunghezza cumulata dei log - Addendi:					
Ceppaie >60 cm - compilare solo se il numero di tronchi è minore di 2/ha - n° max da contare nella particella =20 con zero log (10 con 1 log)						n°:			
6 NUMERO DI PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI				Classe diametro		Specie			
n° piante con diametro: ≥70 cm, per conifere e faggio ≥20 cm, per salicome e sorbi ≥40 cm, per altre latifoglie NB - n° max =6 (specificare classe diametrica da 10 cm e specie)									

7	DENDRO-MICROHABITAT	N° 1	N° 2
n° piante (max 2 per ogni tipo di dendro-microhabitat) della seguente lista - un albero è contato più volte se porta dendro-microhabitat differenti - un albero portante più dendro-microhabitat di uno stesso tipo è contato una sola volta	Cavità sul tronco		
	Dendrotelmi e microsuoli		
	Scortecciamento/alburno esposto/fuoriuscite di linfa o resina		
	Fratture sul tronco e nella chioma		
	Fessure e cicatrici		
	Tasche nella corteccia		
	Cavità nei contrafforti radicali		
	Cancri, scopazzi e riscoppi		
	Corpi fruttiferi fungini e mixomiceti		
Fanerogame e crittogame epifite			

Tabella 5.3: scheda di campo dei rilievi degli indicatori. Scala spaziale riferita alla particella forestale.

N° PARTICELLA				
Località:		N° particella:	Superficie part. (ha):	
Data/e: - (1°) - (2° sopralluogo) - ...		Nome del rilevatore/i:		
Altitudine (m s.l.m.):		Esposizione:	Inclinazione (°):	
Coordinate geografiche:			TRANSETTO (m):	
2.1	SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	FAUNA specie	Tipo di osservazione	Presenza
Si annotano le presenze in tutta la particella, independentemente da area di saggio o transetto delle specie segnalate dai seguenti documenti: - allegati II e IV Direttiva Habitat; - allegato I Direttiva Uccelli; - categorie VU, EN, CR di Lista Rossa				
2.2	SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	FLORA specie	Tipo di osservazione	Presenza
Si annotano le presenze in tutta la particella, independentemente da area di saggio o transetto delle specie segnalate dai seguenti documenti: - allegati II e IV Direttiva Habitat; - categorie NT, VU, EN, CR di Lista Rossa				

8 SITI RIPRODUTTIVI E ZONE DI ALLEVAMENTO DI SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO		
Si annotano le presenze in tutta la particella, indipendentemente da area di saggio o transetto delle situazioni qui specificate.	Contare il numero totale di fori di picchi, anche nel caso di alberi con più fori ciascuno	
	Cavità di nidificazione di Picchio nero	
Nidi di rapaci diurni e notturni	Falco pecchiaiolo	
	Nibbio bruno	
	Astore	
	Sparviere	
	Poiana	
	Lodolaio	
	Aquila reale	
	Pellegrino	
	Gufo comune	
	Gufo reale	
	Civetta nana	
Civetta capogrosso		
Arene di canto	Fagiano di monte	
	Gallo cedrone	
Zone di allevamento della covata	Gallo cedrone	
Tane	Orso	
	Gatto selvatico	
	Lupo	
Rendez-vous	Lupo	
9 PRESENZA DI RADURE		
n° (in relazione alla lunghezza del transetto)		
10 HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE		
Si annotano le presenze in tutta la particella, indipendentemente da area di saggio o transetto dei seguenti habitat legati alle ROCCE e alla MORFOLOGIA (superficie minima 100 mq anche NON planimetrici cadauno, salvo per grotte e acque)	raccolte d'acqua permanenti (acque lentiche)	
	ruscelli e corsi d'acqua (acque lotiche)	
	piccoli affioramenti idrici - sorgenti - raccolte d'acqua temporanee	
	torbiera e/o zone umide con vegetazione igrofila	
	(note su acque)	
	falesie	
	campi solcati	
	ghiaioni instabili	
	ammucchiamento di blocchi stabili	
	affioramenti di ghiaie (fuori dal letto)	
	blocchi sparsi >2 mc	
	rocce di altezza inferiore a quella del popolamento	
	grotte	
	doline	
(note su rocce)		

11	SUPERFICIE INTERNA AD AREE PROTETTE O SOGGETTA A SPECIFICI REGOLAMENTI O IMPEGNI	
note (di norma da compilare a tavolino)		
12.1 FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ		
Brucatura di ungulati selvatici e domestici	Preferibilmente all'interno o nelle vicinanze delle aree di saggio, in situazioni in cui è attesa la presenza di rinnovazione (aree mature/rade, tagliate e radure) conteggio in transetto 25x2 m	N° totale MAX 100
		N° piante brucate
12.2 FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ		
Si annotano le presenze in tutta la particella, indipendentemente da area di saggio o transetto delle situazioni qui specificate	Incidenza delle formazioni sostitutive/antropogene con specie fuori stazione o della presenza di alloctone	
	Presenza di specie alloctone invasive	
	ALTRO: - viabilità aperta al transito - evidenti segni di impatto antropico derivante da turismo - piste da sci - elettrodotti - interventi eccezionali di rinnovazione artificiale	

6

CALIBRAZIONE E VERIFICA DEGLI INDICATORI DI BIODIVERSITÀ

Il set di indicatori BIOΔ4 presentati nel capitolo 4, è il frutto di un lavoro di messa a punto e calibrazione continua, sviluppatosi man mano che nuovi dati sono stati resi disponibili al team di esperti. L'ultima fase, che è servita per testare la metodologia in altri popolamenti forestali e apportare eventuali ritocchi alle soglie adottate, si è articolata secondo due approcci differenti: confronto fra le due aree di studio di Cansiglio e Ampezzo con altre foreste del panorama Europeo e campagna di rilievi supplementari in particelle forestali caratterizzate da differenti livelli di biodiversità in aree limitrofe.

6.1 Confronto con altre foreste in ambito europeo

Per quanto riguarda la componente prettamente strutturale, ovvero gli indicatori di articolazione della struttura del bosco, necromassa in piedi e a terra e piante di grandi dimensioni, è stato possibile eseguire un confronto con un *database* di parametri dendrometrici relativo a foreste europee, disponibile presso il Dipartimento TESAF e ulteriormente integrato con dati reperiti in letteratura.

Le formazioni selezionate all'interno del database soddisfano sia il criterio di confrontabilità che quello di solidità. Sono quindi state selezionate formazioni forestali con composizione specifica simile e che avessero un numero di aree di saggio o dimensione campionata sufficiente per poter catturare la variabilità strutturale. I popolamenti selezionati sono stati:

- Foreste vetuste (*old-growth*) dei Balcani e Carpazi, rispettivamente Lom in Bosnia (Lingua et al., 2011), Biogradska Gora in Montenegro (Motta et al., 2015) e Slatioara in Romania (Carrer et al., 2018);
- Particelle forestali lasciate a libera evoluzione, aree di monitoraggio permanente nella Riserva Naturale Orientata Pian di Landro - Baldassare in Cansiglio e nella Riserva Forestale "Bosco Testimone delle Clôise" ad Asiago (VI) (Sambugaro et al., 2013);
- Foreste gestite dell'Altopiano di Asiago, delle Prealpi Vicentine (Comuni di Tortima e Valli del Pasubio) e delle Dolomiti Bellunesi, con dati provenienti sia da progetti conclusi che da tesi di laurea (Betetto et al., 2019; Bettella et al., 2018; Bino e Marchi,

2015; Eysn et al., 2015; Zanrosso et al., 2019a; Zanrosso et al., 2019b);

- Foreste boreali gestite dell'Estonia, rappresentate da formazioni ad abete rosso, pino silvestre e miste con anche latifoglie (Pöldveer et al., 2020).

Articolazione della struttura del bosco

Il primo parametro estratto per ogni categoria forestale e per ogni area è stato il numero medio di strati della componente arborea. Tale numero è risultato essere compreso tra 0 e 2 (gli strati erbaceo ed arbustivo non sono stati considerati in quanto raramente presenti nel *database*).

Le categorie forestali che presentano un numero medio di strati di vegetazione arborea più elevato risultano essere le foreste miste a diversa partecipazione di abete bianco, abete rosso e faggio (tab. 6.1, fig. 6.1). Quest'ultima specie, se non dominante, garantisce infatti la presenza di uno strato dominato pronto a occupare lo spazio non appena questo si libera (ad esempio a seguito di disturbi). La foresta di Ampezzo raggiunge sempre il livello massimo (ovvero sono sempre presenti i due strati superiori), cosa che al contrario non sempre si riscontra in Cansiglio.

Figura 6.1: numero medio di strati di vegetazione arborea nelle formazioni analizzate suddivise in funzione delle specie arboree presenti (AA: *Abies alba*, PA: *Picea abies*, FS: *Fagus sylvatica*, LD: *Larix decidua*, PC: *Pinus cembra* L.). I valori più alti si riscontrano in formazioni miste di conifere e latifoglie.

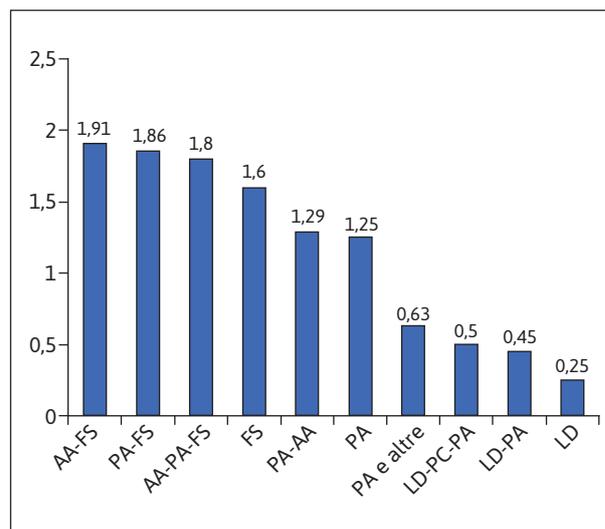


Tabella 6.1: numero medio di strati di vegetazione arborea, divisi per tipologia forestale e area di appartenenza.

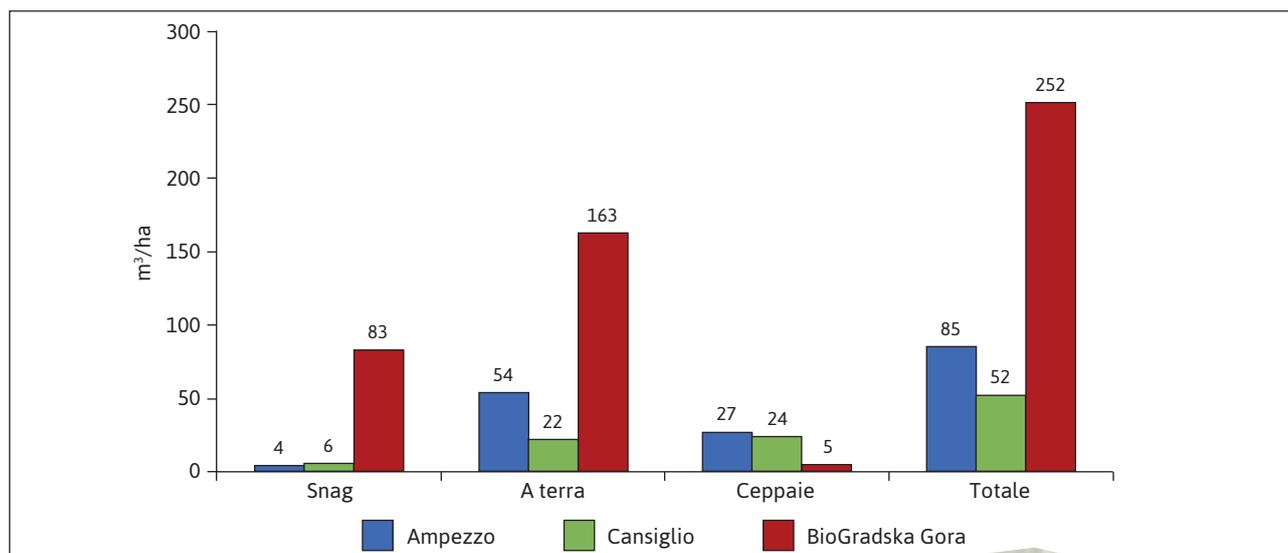
	BIOΔ4 Ampezzo	BIOΔ4 Cansiglio	IFT - Dolomiti Bellunesi	Tesi Dolomiti Bellunesi	Lorenzago (BL)	Altopiano di Asiago (VI)	Baldassare (Cansiglio)	Lom (Slovenia)	Slatioara (Romania)	Media
Abieti-faggeto		1,89				2,00				1,91
Piceo-faggeta	2,00	2,00	1,00			2,00				1,86
Abieti-piceo-faggeto	2,00	1,33			2,00	1,75	2,00	2,00	2,00	1,80
Faggeta pura	2,00		2,00			1,33				1,60
Piceo-abietetto					2,00	1,00				1,29
Pecceta pura			2,00			1,00				1,25
Pecceta con specie accessorie				0,63						0,63
Larici-cembra con abete rosso				0,50						0,50
Misto larice e abete rosso			2,00	0,38						0,45
Lariceto puro				0,25						0,25
Media	2,00	1,74	1,75	0,44	2,00	1,51	2,00	2,00	2,00	

Necromassa

Se confrontiamo il volume di necromassa delle due aree di studio BIOΔ4 con quello della foresta vetusta di Biogradska Gora in Montenegro, ne risulta una differenza rilevante. Infatti, normalmente la quantità di necromassa è maggiore nelle foreste vetuste, rispetto a quelle ordinariamente gestite (Lombardi et al., 2008; Jonsson e Siitonen, 2012a; Bombi et al., 2016) e anche questo caso non fa eccezione, con valori di circa 3 volte superiori per la necromassa in piedi e addirittura 5 volte superiori per quella a terra. Questo trend si inverte nel caso delle ceppaie, che presentano volumi

più elevati nelle aree BIOΔ4 rispetto alla foresta di Biogradska Gora (fig. 6.2). Il risultato non sorprende e si riscontra anche in altri studi che comparano aree gestite con aree lasciate a libera evoluzione (Sitzia et al., 2012). In effetti la ceppaia è l'elemento di necromassa sempre presente nei boschi gestiti (Lingua et al., 2008), in quanto risultato degli interventi selvicolturali. Nelle foreste naturali invece, è unicamente il risultato degli stroncamenti, spesso delle piante morte in piedi e quindi già in fase di decomposizione, con una permanenza che risulta essere spesso più limitata.

Figura 6.2: quantità di necromassa in piedi, a terra, di ceppaie e totale nelle aree di studio di Cansiglio e Ampezzo e nella foresta vergine di Biogradska Gora.



Per quanto concerne la necromassa in piedi (i cosiddetti "snag"), in un primo momento l'indicatore sviluppato si basava solamente sul conteggio degli elementi al di sopra dei 30 cm di diametro a petto d'uomo. In seguito si è deciso di pesare anche il parametro dell'altezza cumulata, ovvero l'altezza totale ad ettaro dei vari snag presenti, al fine di fornire un risultato che tenesse conto, indirettamente, anche dell'aspetto volumetrico.

L'esame del database delle foreste gestite in ambito europeo, ha permesso di definire delle soglie per l'altezza cumulata pari a 15 e 30 m. L'altezza media degli snag con diametro superiore a 30 cm è di circa 17 m, con il 62.5% di essi che supera i 15 m e il 4.2% che supera i 30 m (N = 24, dv. std. = 8.2). Si è quindi deciso di assegnare un bonus (che si va a sommare al valore base dell'indice), pari a "+1" nel caso di $H_{cum} > 15$ m e "+2" nel caso di $H_{cum} > 30$ m (tab. 6.2).

I valori puri e degli indicatori di necromassa in piedi nei siti di Ampezzo (13.2 snag/ha) e Cansiglio (5.0 snag/ha) sono stati messi a confronto con quelli ottenuti in alcune foreste gestite e in tre aree permanenti a libera evoluzione, rappresentate dall'area permanente nella Riserva Naturale Orientata Pian di Landro - Baldassare (Cansiglio), dal bosco testimone di Cloise (Asiago, VI) e dalla foresta vergine di Slatioara (Romania). Come è possibile osservare in tabella 6.2, le due aree BIOΔ4 presentano valori dell'indicatore finale di necromassa tra i più elevati.

Nella stessa tabella è possibile apprezzare come il bonus contribuisca a valorizzare le situazioni intermedie, in cui il numero di snag/ha non è superiore a 5.

Risulta evidente che le foreste vetuste hanno una

quantità maggiore di necromassa in piedi e che gli snag stessi siano di dimensioni maggiori rispetto alle foreste gestite. Nelle foreste *old-growth* la mortalità si concentra nei piani dominanti, per cui a un numero eventualmente ridotto di alberi morti in piedi, corrisponde un elevato volume di necromassa.

Numero di alberi di grandi dimensioni

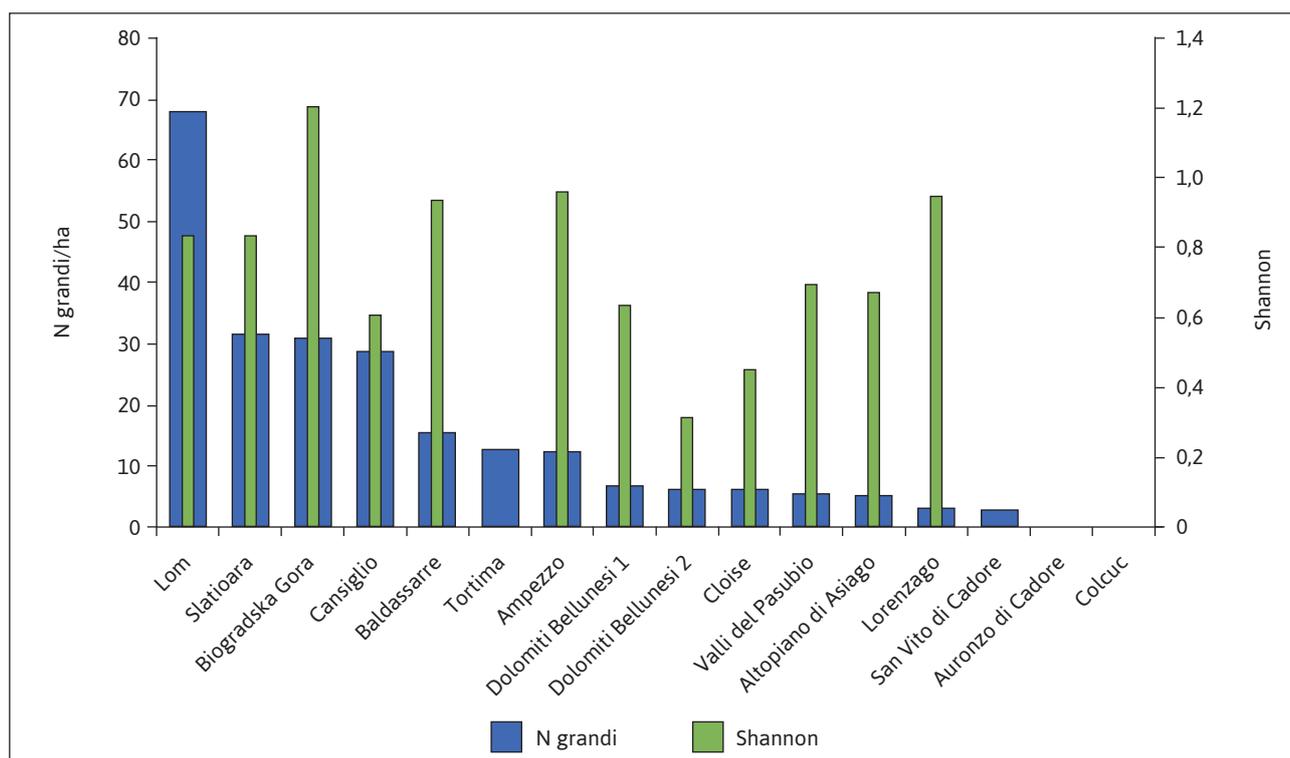
Un'analoga comparazione tra aree BIOΔ4, foreste gestite e vetuste, è stata effettuata per il numero di alberi di grandi dimensioni. Per quanto concerne questo parametro, le aree in Cansiglio e Ampezzo si collocano ben al di sopra della media rispetto alle altre foreste gestite (fig. 6.3). Interessante il caso delle aree BIOΔ4 del Cansiglio, nelle quali si riscontra un valore superiore rispetto alla limitrofa particella di Baldassare, lasciata a libera evoluzione. In Cansiglio, il numero di piante di grandi dimensioni è pari a 28,7 ad ettaro, in gran parte abete bianco (23,5/ha). Questo valore è del tutto paragonabile a quello delle foreste vetuste (si considera solamente il numero di piante che superano la soglia minima, non le dimensioni in termini assoluti), anche se la mescolanza specifica calcolata tramite l'indice di Shannon (H) è inferiore ($H = 0.609$). Ad Ampezzo invece, dove è minore il numero di piante di grandi dimensioni (12,2/ha), si ha una mescolanza superiore ($H = 0.961$), che supera anche quella delle particelle a libera evoluzione, con l'eccezione di Biogradska Gora.

Nelle aree gestite esaminate, l'indice di Shannon mostra valori mediamente elevati (fig. 6.3), tuttavia il numero di piante di grandi dimensioni è sempre inferiore rispetto alle aree BIOΔ4 di Cansiglio e Ampezzo, con un minimo che viene toccato in Cadore, dove non sono presenti piante di grandi dimensioni (tab. 6.3)

Tabella 6.2: esempio di calcolo dell'indicatore del numero di snag/ha. Il numero di snag determina un indicatore base che viene poi corretto in funzione della lunghezza cumulata dagli snag per ottenere l'indicatore finale.

	N snag/ha	Indicatore base	H_{cum}/ha (m)	Bonus	Indicatore finale
Slatioara	27.0	5	364		5
BIOΔ4 Ampezzo	13.2	5	166		5
Biogradska Gora	10	5	214		5
Estonia (misto)	7.2	5	ND	ND	5
Estonia (Pecceta)	5.2	5	ND	ND	5
BIOΔ4 Cansiglio	5.0	5	98		5
Estonia (Picea-Pinus)	3.5	2	ND	ND	≥2
Dolomiti Bellunesi	3.1	2	38	+2	4
Baldassare (Cansiglio)	2.5	2	46	+2	4
Estonia (Pineta)	2.2	2	ND	ND	≥2
Altopiano di Asiago (VI)	1.9	2	41	+2	4
Clöise	1.0	0	19	+1	1

Figura 6.3: numero di piante di grandi dimensioni (blu) e indice di Shannon (verde) nelle varie aree considerate. Il numero di piante di grandi dimensioni delle due aree di studio BIOΔ4 si colloca su valori decisamente elevati, soprattutto in Cansiglio. L'indice di Shannon è invece più elevato nella foresta di Ampezzo, che mostra un valore inferiore solo alla foresta vergine di Biogradska Gora.



Per ogni area considerata è stato poi calcolato l'indicatore base e quello finale, considerando i bonus (si veda cap. 4.2, Indicatore 6 - Piante di grandi dimensioni). Ancora una volta è possibile notare come il bonus rivesta una grande importanza nelle situazioni intermedie (tab. 6.3). La foresta di Lorenzago ha un numero

medio di piante grandi che è inferiore rispetto ad altre, tuttavia grazie alla sua diversità specifica, riesce ad ottenere un valore più elevato dell'indicatore finale. Da notare inoltre come nelle aree di Auronzo di Cadore e Colcuc non siano presenti piante di grandi dimensioni e il valore dell'indicatore risulti perciò 0 (tab. 6.3).

Tabella 6.3: esempio di calcolo dell'indicatore di piante di grandi dimensioni. È evidenziato il numero di piante grandi ad ettaro per ogni area e il numero di specie presenti con relativi indicatore base, bonus ed indicatore finale.

	P grandi/ha	N specie	Indicatore base	Bonus	Indicatore finale
Lom	68	3	5		5
Slatioara	31,3	3	5		5
Biogradska Gora	30,9	4	5		5
BIOΔ4 Cansiglio	28,7	3	5		5
Baldassarre	15,5	3	5		5
Tortima	12,6	1	5		5
BIOΔ4 Ampezzo	12,2	4	5		5
Dolomiti Bellunesi 1	6,7	2	5		5
Dolomiti Bellunesi 2	6,2	2	5		5
Cloise	6	2	5		5
Valli del Pasubio	5,4	2	2	+2	4
Altopiano di Asiago	5	2	2	+2	4
Lorenzago	2,9	3	2	+3	5
San Vito di Cadore	2,8	1	2		2
Auronzo di Cadore	0	0	0		0
Colcuc	0	0	0		0

Deviazione standard dei diametri

La deviazione standard dei diametri non ha sempre fornito dei risultati consistenti nelle analisi effettuate e di conseguenza è stata inclusa solo indirettamente nel set finale di indicatori BIO Δ 4. Tuttavia questo parametro viene spesso considerato un buon indicatore per confrontare foreste diverse, per cui è stato analizzato in dettaglio per verificare la variabilità dei diametri nelle due aree di studio BIO Δ 4, rispetto agli altri casi europei.

I risultati del confronto evidenziano come le aree BIO Δ 4 si collochino al di sopra delle altre foreste gestite, con l'area del Cansiglio che presenta una variabilità anche superiore alla limitrofa particella di Baldassarre, lasciata a libera evoluzione e quindi rappresentativa di un caso particolarmente virtuoso in termini di biodiversità (fig. 6.4).

6.2 Rilievi forestali supplementari

Le aree individuate nell'ambito del progetto BIO Δ 4 presentano determinate caratteristiche che le collocano in una situazione di partenza con un buon livello di biodiversità, già per il semplice fatto di essere popolamenti misti e di essere sottoposti ad una gestione forestale appropriata (sostenibile e certificata). Per riuscire a valutare in modo oggettivo la bontà del set di indicatori selezionati, si è avvertita l'esigenza di operare un con-

fronto con valori ottenuti in popolamenti differenti. Una ulteriore campagna di rilievo è stata quindi intrapresa applicando la metodologia elaborata nella sua interezza. I siti individuati per questa seconda fase di rilievo in campo sono stati scelti in base ai seguenti criteri: collocazione geografica, fascia altimetrica, tipo forestale, importanza naturalistica, struttura del popolamento.

La maggior parte dei rilievi effettuati ha riguardato Abieteti, ma sono stati eseguiti rilievi anche all'interno di Faggete trattate a tagli successivi uniformi, Peccete secondarie montane, Piceo-Abieteti e Peccete altimontane (fig. 6.6-6.14). L'inclusione delle diverse tipologie forestali elencate trova ragione nel fatto che la metodologia, per come è stata costruita, si dovrebbe adattare bene a diversi tipi forestali della fascia montana e altimontana. Di seguito si riportano sia una mappa in cui sono rappresentate le varie aree rilevate (fig. 6.5), che una descrizione dei popolamenti rilevati.

Abieteti esomesalpici delle Bocchette (Grappa) e del Monte Avena

Sono formazioni di abete bianco poste nel distretto fitogeografico esomesalpico prealpino, ricche di faggio e analoghe alle formazioni riscontrabili in Cansiglio. Sono state individuate per completare la gamma degli abieteti prealpini (regolarmente utilizzati) da confrontare con quelli presenti in Cansiglio. Sono stati effettuati dei rilievi sulla particella tramite il posizionamento di aree di saggio.

Figura 6.4: deviazione standard dei diametri nelle varie aree analizzate. Le aree BIO Δ 4 di Cansiglio e Ampezzo presentano valori medio-alti.

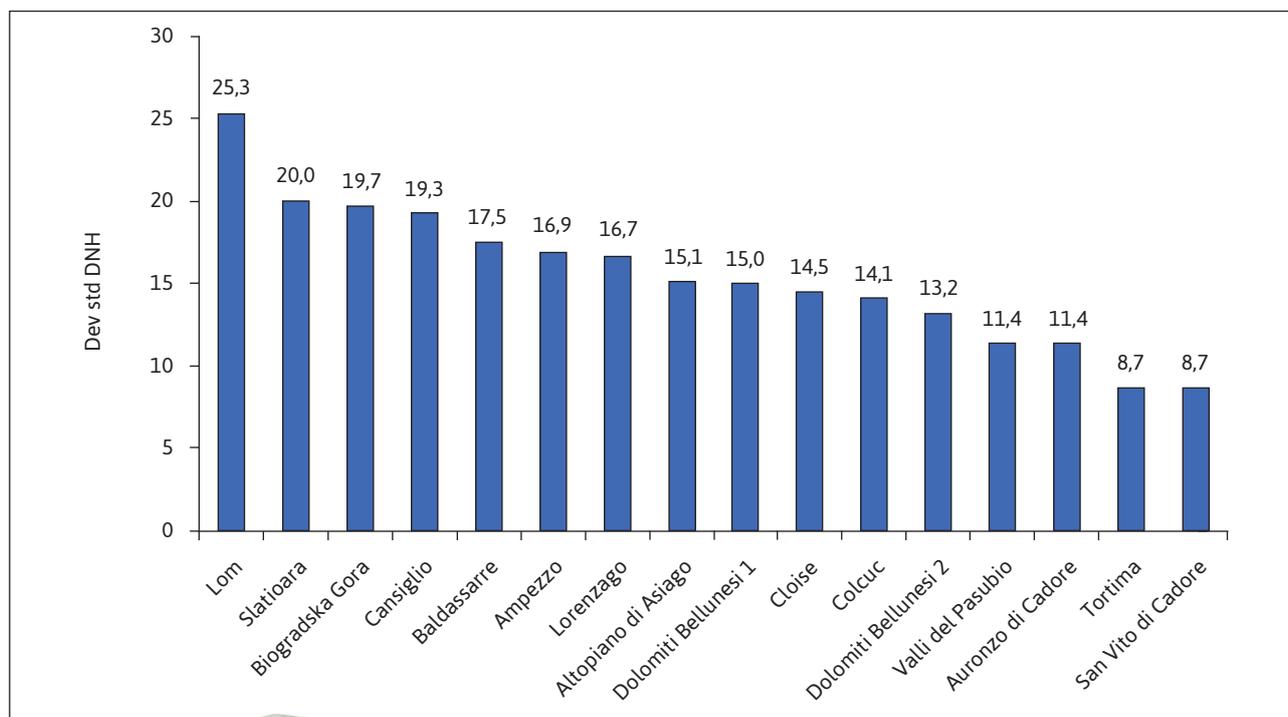


Figura 6.5: localizzazione dei rilievi supplementari.

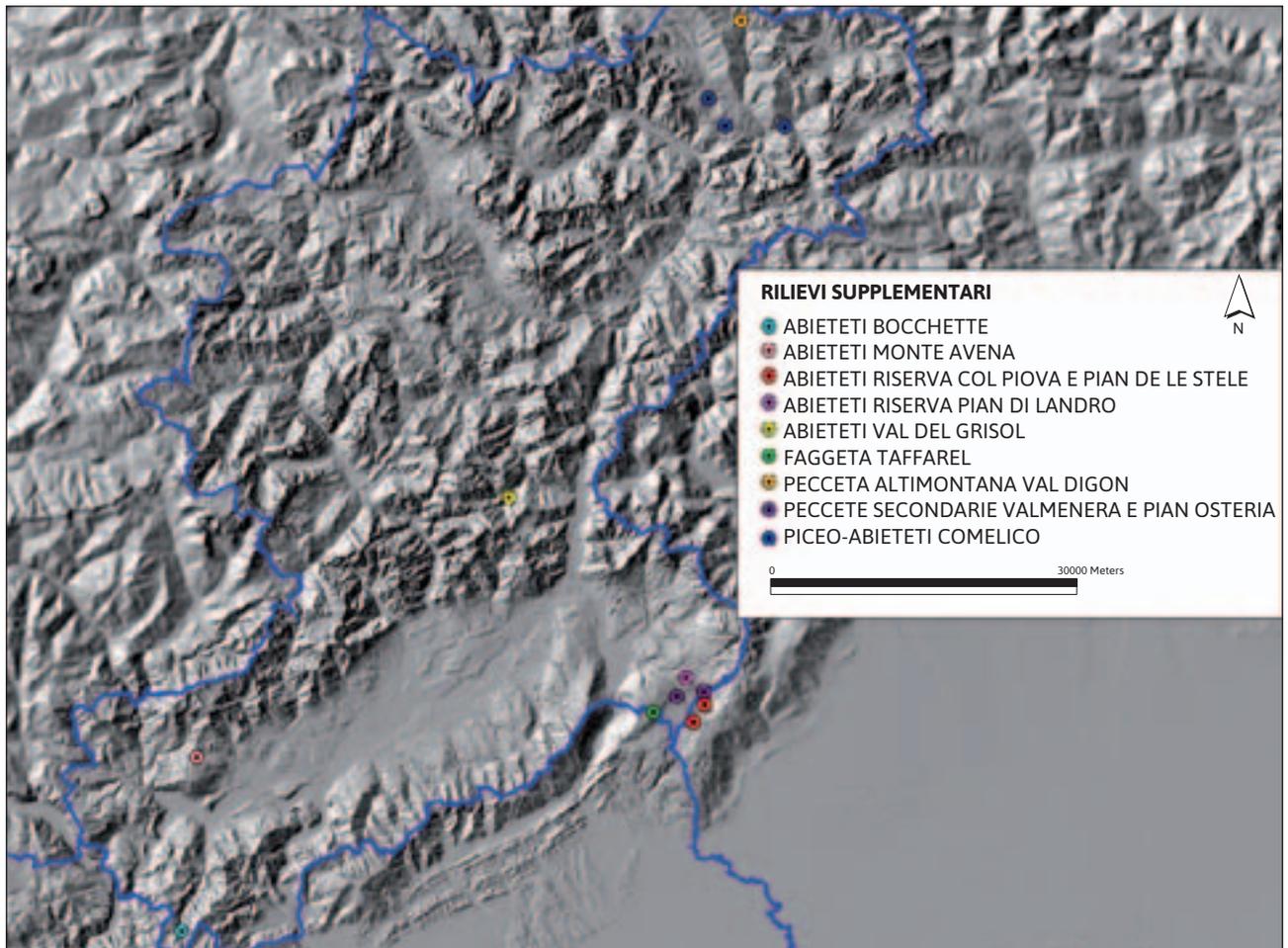


Figura 6.6: Abieteti esomesalpici delle Bocchette.



Figura 6.7: Abieteti esomesalpici del Monte Avena.



Abieteti delle riserve di Pian di Landro e del Friuli Venezia Giulia

Le riserve del Cansiglio sono state rilevate perché ritenute di estremo interesse per la biodiversità: considerata la totale esclusione di attività selvicolturale negli

ultimi decenni, risultano utili alla verifica dei punteggi massimi raggiungibili. Sono stati effettuati dei rilievi a livello di particella nella riserva Pian di Landro-Baldassare (part. 29/1), Col Piova (18E e 17H) e Pian de le Stele (porzione di abieteto della particella 15E).

Figura 6.8: Abieteti della Riserva di Col Piova.



Figura 6.9: Grande accumulo di legno morto nella Riserva di Pian de le Stele.



Faggete trattate a tagli successivi uniformi del Cansiglio (Taffarel)

Le Faggete trattate a tagli successivi sono popolamenti molto rappresentativi della Foresta del Cansiglio, ma allo stesso tempo molto semplificati nella struttura. Per questo motivo sono stati eseguiti dei rilievi al

loro interno, al fine di verificare la loro performance secondo il metodo BIO Δ 4, e soprattutto se potessero raggiungere la sufficienza.

La scelta è ricaduta su una particella matura lungo la strada del Taffarel (la particella 48/1).

Figura 6.10: Faggete della particella 48/1 in Cansiglio.



Peccete secondarie montane del Cansiglio

Analogamente alle Faggete trattate a tagli successivi, anche le Peccete secondarie sono formazioni caratterizzate da una bassa naturalità rispetto alle aree pilota in Cansiglio e Ampezzo individuate dal progetto BIOΔ4, rappresentando quindi un riferimento in “negativo” per la biodiversità.

Come esempio di pecceta secondaria montana si è scelto di rilevare, in Cansiglio, le particelle 60/2 (interna alla Riserva Naturale Integrale Orientata Pian di

Landro-Baldassare) e 53/1 (sopra Pian Osteria). L’origine di queste peccete secondarie va ricercata sia nella ricolonizzazione naturale di superfici pascolive abbandonate, che in seguito a rimboscimento artificiale.

Abieteti submontani della Val del Grisol (BL)

Gli Abieteti submontani sono un tipo forestale raro e presente in Veneto sostanzialmente solo in Val del Grisol (Del Favero e Lasen, 1993). Si caratterizzano per la ricchezza di specie in cui alle conifere dominanti (abe-

Figura 6.11: Pecceta secondaria in Valmenera.



Figura 6.12: Abieteteto in Val del Grisol. In primo piano *Tilia platyphyllos* L.



te bianco e abete rosso) si associano specie arboreo/arbustive termofile (carpino nero e orniello), tipiche della fascia submontana, ma anche mesofile (tiglio, acero di monte, frassino maggiore), legate alla presenza di suoli umidi e ambienti di forra (fondo di valli strette con ristagno di umidità). L'obiettivo dei rilievi in queste formazioni è stato soprattutto quello di verificare il punteggio relativo all'indicatore 3 (*Numerosità di specie che compongono lo strato arboreo e arbustivo*), concentrandosi sul livello massimo che può essere raggiunto. In Val del Grisol i rilievi non sono stati effettuati per particella ma solo per aree di saggio.

Piceo-abieteti del Comelico (BL)

Ulteriori rilievi sono stati compiuti nelle formazioni miste di abete bianco e rosso più interne, in cui solitamente sono le peccete a dominare il contesto forestale. In questi boschi l'abete rosso riveste un ruolo im-

portante, mentre il faggio è assente o più spesso sotto copertura. Sono aree di lunga tradizione selvicolturale che presentano forti tratti strutturali legati al loro indirizzo produttivo: rappresentano quindi una situazione del tutto differente rispetto agli abieteti delle zone prealpine, sia i termini ecologici che di gestione. Anche in questo caso non sono stati effettuati dei rilievi per particella ma soltanto per area di saggio. Le aree individuate sono localizzate rispettivamente nei Comuni di Danta di Cadore, Comelico Superiore (località Sant'Anna) e Santo Stefano di Cadore.

Peccete altimontane del Comelico (BL)

Un rilievo è stato effettuato anche in una pecceta altimontana localizzata in Val Digon (Comelico Superiore) a 1600 metri di quota: si tratta di una formazione semplificata sia nella struttura che nella composizione, ma di notevole interesse faunistico.

Figura 6.13: esempio di Piceo-abieteto con faggio sottoposto.



Figura 6.14: Pecceta altimontana in Val Digon.



6.2.1 Schema di rilievo e localizzazione delle aree

Si è deciso di operare un rilievo completo per particella in quattro delle tipologie forestali delle località elencate in precedenza (cap. 6.2), come riportato in tabella 6.4. In queste particelle è stato previsto un transetto lineare di lunghezza proporzionata alla superficie da esplorare.

Sono stati rilevati la presenza di fauna o flora protette, habitat rocciosi, zone umide, radure ed altre particolarità o criticità. I dati raccolti sono stati integrati con altre osservazioni, anche non sistematiche.

In tutte le altre zone rilevate, invece, è stato eseguito solamente un rilievo localizzato su un'area di saggio circolare di 1 ha (raggio = 56 m). Sono stati rilevati i parametri di composizione e strutturali, la presenza di legno morto sia in piedi che a terra, le piante di grandi dimensioni, i *dendromicrohabitat* e gli eventuali segni di disturbi. I rilievi, in generale, hanno interessato circa il 20% della superficie della particella.

La collocazione delle aree e del percorso nella particella è stata preventivamente decisa a tavolino, basandosi sui dati cartografici disponibili (carta dei tipi

Tabella 6.4: esempio di calcolo del numero di aree di saggio e di lunghezza del transetto da percorrere lungo la particella.

	N° particella	Superficie totale (ha)	Superficie campionabile (ha)	N° aree di saggio	Lunghezza percorso (m)
Abieteti riserva Pian di Landro-Baldassare	48/1	26,37	5,274	5	1666
Faggeta "Taffarel"	29/1	27,87	5,57	5	1670
Abieteti riserva Col Piova	18E e 17H	3,42	0,7	1	333
Abieteti riserva Pian de le Stele	15E	15,97*	3,194	3	1000

forestali, dei tipi strutturali, geomorfologia della particella in base alla CTR, altre cartografie disponibili). L'obiettivo generale è stato quello di rilevare il maggior numero di situazioni possibili in modo da implementare la casistica testata. Viene riportata di seguito l'estratto di una cartina con le localizzazioni dei rilievi effettuati in Cansiglio in località Taffarel (fig. 6.15).

6.2.2 Calcolo dell'indicatore sintetico BIOΔ4

I dati raccolti tramite i rilievi supplementari, sono stati elaborati attraverso le tre fasi successive previste per il calcolo dell'indicatore sintetico BIOΔ4 (cap. 4.3).

STEP 1 – Obiettivo: ottenere un valore unico per ognuno degli indicatori in ogni particella mediando i risultati ottenuti nelle diverse aree di saggio. Alcuni indicatori sono già stati rilevati a livello di particella, in questi casi il loro valore è quello definitivo.

La tabella 6.5 riporta i valori medi per ogni indicatore in quattro aree del Cansiglio. In altri casi (Valmenera "3", Pian Osteria, Col Piova, ecc.) in cui sono stati eseguiti rilievi singoli, in situazioni rappresentative di località o situazioni particolari, questo passaggio

Figura 6.15: esempio di aree di saggio e transetto nella particella 48/1 del Cansiglio.

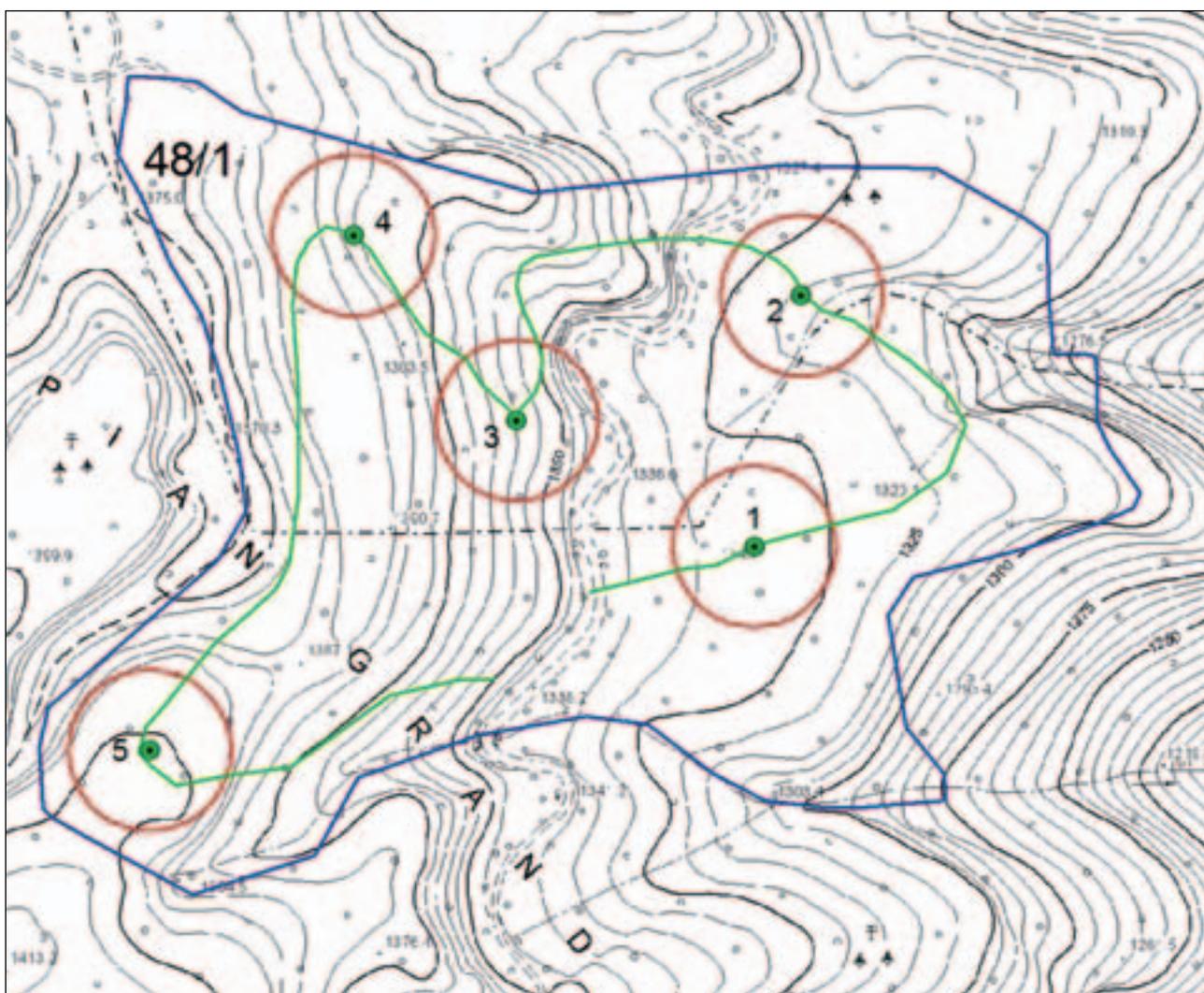


Tabella 6.5: ad ogni indicatore viene attribuito un valore univoco che varia da 0 a 5 e derivante dalla media dei valori rilevati nelle diverse aree di saggio della particella (n° ADS: numero dell'area di saggio, n° PF: numero della particella forestale, i numeri indicano i vari indicatori).

n° ADS	n° PF	Località	1	2	7	4	5	6	3	8	9	10	11	12
1	60/2	Valmenera	2	0	2	5	5	2	Vedi transetto o particella					-4
2			2	0	2	5	5	0						-4
Media 1-2 Valmenera			2	0	2	5	5	1	0	0	5	0	5	-4
1	15/E	Pian de le Stele	5	2	2	Vedi transetto o particella								-2
2			5	1	5									-2
3			5	1	5									-2
Media Pian de le Stele			5	1.3	4	5	5	5	2	0	2	2	5	-2
1	29/1	Pian di Landro	5	1	5	Vedi transetto o particella								-2
2			2	1	5									-2
3			2	1	2									-2
4			5	0	2									-2
5			5	0	5									-2
Media Pian di Landro			3.8	0.6	3.8	5	4	5	2	0	2	2	5	-2
1	48/1	Taffarel	2	1	5	Vedi transetto o particella								-2
2			2	0	5									-2
3			2	0	2									-2
4			2	0	2									-2
5			2	0	2									-2
Media Taffarel			2	0.2	3.2	0	4	0	2	0	0	2	2	2

di accorpamento intra-particellare non è stato ovviamente eseguito. In quei casi il rilievo è stato effettuato in un'unica area di saggio, considerata come rappresentativa dell'intera particella forestale. In una futura applicazione ordinaria del metodo si dovrà comunque prevedere l'esecuzione di più rilievi per particella, provvedendo poi alla loro sintesi mediata, come da protocollo.

STEP 2 – Obiettivo: ottenere un unico indicatore di sintesi per ogni particella. Si sommano i valori relativi ai dodici indicatori, mantenendo distinte le diverse particelle forestali. Riguarda tutti gli indicatori indipendentemente dal sistema di campionamento.

Dall'analisi dei dati di sintesi relativi a tutte le particelle forestali in cui si è operato nel biennio 2019-2020 (tab. 6.6), si possono fare alcune considerazioni. Gli indicatori 3 (*Numerosità di specie che compongono lo strato arboreo e arbustivo*) e 9 (*Presenza di radure*), assumono complessivamente valori medio-bassi. La scarsità di valori elevati (per Ampezzo e soprattutto per il Cansiglio, meno per i rilievi di controllo) corrisponde ad una effettiva situazione di bosco chiuso/continuo con sottobosco impoverito e fortemente

pascolato da cervi (indicatore 12 - *Fattori di disturbo per la biodiversità*). Si tenga inoltre presente che per l'indicatore 9 il dato è quello medio stimato per ampie zone e non riferito alle singole particelle, in modo tale da acquisire un maggiore significato dal punto di vista metodologico. Un'applicazione "puntuale" riferita alle singole particelle sarebbe risultata inutile in quanto il dato telerilevato è del 2017, precedente alla tempesta Vaia e quindi non idoneo a rappresentare la situazione attuale. Il valore dell'indicatore 5, relativo alla *necromassa a terra*, risulta essere complessivamente molto alto per via della naturalità dei boschi del Cansiglio e di Ampezzo. Questo valore non risulta altrettanto elevato nei rilievi di controllo del 2020 svolti fuori Cansiglio. Anche gli indicatori 4 (*Necromassa in piedi*), 6 (*Piante di grandi dimensioni*) e 7 (*Dendromicrohabitat*) risultano nel complesso più contenuti nei rilievi di controllo, soprattutto quelli in faggeta a tagli successivi e in pecceta secondaria. L'indicatore 12 (*Fattori di disturbo per la biodiversità*) corrisponde ad una situazione quasi uniformemente rilevata in tutte le aree, ovvero l'eccessivo carico degli ungulati selvatici, generalmente cervo, onnipresente soprattutto in Cansiglio. Una maggior detrazione riguarda solamente le peccete secondarie di Valmenera e Pian Osteria.

Tabella 6.6: valori di ogni indicatore per particella forestale considerata. Viene assegnato un colore scalare da verde (5) a rosso (-5). Nella colonna a destra il voto finale di sintesi calcolato come somma del punteggio di ogni singolo indicatore. Il voto finale è evidenziato in verde se supera il punteggio di 25, in giallo se compreso tra 15 e 25 e in rosso se inferiore a 15 (n° PF: numero di particella forestale). L'ordine degli indicatori è stato volutamente mantenuto identico a quello in tab. 6.5.

	n° PF	Località	PUNTEGGIO INDICATORE 1 - Struttura	PUNTEGGIO INDICATORE 3 - Composizione	PUNTEGGIO INDICATORE 7 - Microhabitat	PUNTEGGIO INDICATORE 4 - Necro IP	PUNTEGGIO INDICATORE 5 - Necromassa AT	PUNTEGGIO INDICATORE 6 - Piante grandi	PUNTEGGIO INDICATORE 2 - Specie rare	PUNTEGGIO INDICATORE 8 - Siti riproduttivi	PUNTEGGIO INDICATORE 9 - Radure	PUNTEGGIO INDICATORE 10 - Altri habitat	PUNTEGGIO INDICATORE 11 - Aree tutelate	PUNTEGGIO INDICATORE 12 - Fattori di disturbo	Voto
Ampezzo rilievi 2019	37	Bosco Flobia	5	2	5	3	5	5	2	2	2,1	5	0	-1	35,1
	37a	Bosco Flobia	0	2,5	5	5	5	2	2	2	2,1	5	0	0	30,6
	9	Bosco Bernone	2	0,5	2	2,5	5	5	2	2	2,1	0	0	-2	21,1
	8	Bosco Bernone	1	0,5	2	4,5	5	5	2	0	2,1	2	0	-2	22,1
	20	Bosco della Stua	2,5	2	4,3	3,5	5	4,5	2	0	2,1	2	0	-1	26,9
	19	Bosco della Stua	3,8	0,8	2,6	3	5	4,2	2	0	2,1	2	0	-2	23,5
Cansiglio rilievi 2019	5/1	Pian dei Lovi	3,5	0	3,5	3	5	5	2	0	1,1	5	2	-2	28,1
	5/2	Pian Scalon	2	2,5	5	5	5	5	2	2	1,1	5	2	-2	34,6
	21/1	Pian dei Lovi	3	0	4	2,7	4	3,3	2	5	1,1	5	2	-2	30,1
	21/2	Pian Rosada	0	1	2	3	5	4	2	0	1,1	2	2	-2	20,1
	21/3	Calvario	2	0	2	5	5	4	2	2	1,1	5	2	-2	28,1
	55/2	Lama del Porzel	2,6	1,1	1,2	2,2	4,4	4,2	2	2	1,1	2	2	-2	22,8
	20/1 (5/2)	Pian dei Lovi	2	1	5	3	5	5	2	0	1,1	5	2	-2	29,1
20/3 (20/1)	Costa Canella	2	0	5	5	5	4	2	0	1,1	0	2	-2	24,1	
Cansiglio rilievi 2020	60/2	Valmenera 1 e 2	2	0	2	5	5	1	0	0	5	0	5	-4	21
	60/1	Valmenera 3	2	0	0	0	5	0	2	0	2	0	2	-4	9
	53/1	Pian Osteria	5	1	0	2	4	0	2	0	2	0	2	-4	14
	15E	Pian Stele	5	1,3	4	5	5	5	2	0	2	2	5	-2	34,3
	17E+18E	Col Piova	2	1	5	5	5	5	2	0	2	0	5	-2	30
	29/1	Pian di Landro	3,8	0,6	3,8	5	4	5	2	0	2	2	5	-2	31,2
48/1	Taffarel	2	0,2	3,2	0	4	0	2	0	0	2	2	-2	13,4	
Altri rilievi 2020	44+47/1+50/1	Val del Grisol	5	5	2	2,6	5	1,3	2	0	0	5	2	-1	28,9
	142+131+31	Comelico	5	2,3	1,3	0,3	1	0,7	2	0	2	5	2	0	21,6
	210	Val Digon	2	0	2	0	1	0	2	2	5	2	2	0	18
	16+17	Monte Grappa	3,5	1,5	1	4	5	0	2	0	2	2	2	-1	22
	-	Monte Avena 1 e 2	2	1	0	4	5	2	2	0	2	0	2	-1	19
-	Monte Avena 3	2	2,5	0	1	2	0	2	0	2	0	2	-0,6	12,9	

STEP 3 – Obiettivo: determinare l'indicatore sintetico BIOΔ4 a livello di località, mediando i valori relativi a tutte le particelle oggetto di certificazione.

Nel caso dei rilievi eseguiti nel corso del presente lavoro, l'indicatore è stato calcolato prima per le varie località (tab. 6.7) e poi è stata effettuata una sintesi a livello di tutta la Foresta del Cansiglio e di Ampezzo. I rilievi in Val del Grisol, Comelico, Val Digon, Monte Grappa e Monte Avena non hanno subito accorpamenti in quanto sono stati effettuati in maniera puntuale, in zone separate.

La tabella 6.7 evidenzia che, a livello di macro-area, il punteggio più alto (32.2 punti) appartiene al gruppo di

rilievi eseguiti nelle riserve forestali di Pian delle Stele, Col Piova e Pian di Landro. Seguono, pressoché a pari merito, i boschi misti del Cansiglio e di Ampezzo, rispettivamente con 27.6 e 26.9 punti. Altre formazioni particolarmente ricche sono gli abieteti submontani della Val del Grisol, molto articolati dal punto di vista strutturale e compositivo (28.9 punti).

Potenzialmente, tutte queste proprietà sono pienamente certificabili senza alcuna necessità di ulteriori miglioramenti o impegni.

Viceversa, le peccete secondarie della Valmenera (ril. 3, parte fuori riserva) e di Pian Osteria, con in media 12.7 punti, totalizzano i punteggi più bassi tra le aree indagate nel progetto. Valori analoghi si riscontrano anche nelle faggette trattate a tagli successivi uniformi

Tabella 6.7: calcolo dell'indicatore sintetico BIO Δ 4 per ogni proprietà forestale. Il voto finale è evidenziato in verde se supera il punteggio di 25, in giallo se compreso tra 15 e 25 e in rosso se inferiore a 15.

	N° particella forestale	Località	Superficie particella di riferimento (ha)	Indicatore sintetico	Medie ponderate in base alla superficie	
Ampezzo rilievi 2019	37	Bosco Flobia	36	35.1	Ampezzo 2019	26.9
	37a	Bosco Flobia	20	30.6		
	9	Bosco Bernone	27	21.1		
	8	Bosco Bernone	28	22.1		
	20	Bosco della Stua	30	26.9		
	19	Bosco della Stua	22	23.5		
Cansiglio rilievi 2019	5/1	Pian dei Lovi	36	28.1	Cansiglio 2019	27.6
	5/2	Pian Scalon	35	34.6		
	21/1	Pian dei Lovi	29	30.1		
	21/2	Pian Rosada	21	20.1		
	21/3	Calvario	26	28.1		
	55/2	Lama del Porzel	40	22.8		
	20/1 (5/2)	Pian dei Lovi	39	29.1		
	20/3 (20/1)	Costa Canella	15	24.1		
Cansiglio rilievi 2020	60/2	Valmenera 1 e 2	30	21.0	Peccete secondarie	24.5
	60/1	Valmenera 3	16	9.0		
	53/1	Pian Osteria	44	14.0		
	15E	Pian Stele	16	34.3	Riserve	
	17E+ 18E	Col Piova	3	30.0		
	29/1	Pian di Landro	28	31.2		
	48/1	Taffarel	26	13.4		
Altri rilievi 2020	44+47/1+50/1	Val del Grisol	123	28.9		
	142+131+31	Comelico	32	21.7		
	210	Val Digon	13	18.0		
	16+17	Monte Grappa	50	22.0		
	-	Monte Avena 1 e 2		19.0		
	-	Monte Avena 3		12.9		

(loc. Taffarel, con 13.4 punti) o in aree a forte e/o recente utilizzazione, come nel caso di alcune porzioni della faggeta sul Monte Avena (ril. 3, con 12.9 punti). Più in generale, è possibile ipotizzare che le peccete secondarie o le faggete pure, uniformi e fortemente sfruttate, difficilmente riescano a raggiungere la soglia di certificabilità.

Un caso particolare è dato dalla porzione di peccete secondarie della Valmenera inserita in riserva forestale (ril. 1 e 2): in questi boschi il rilascio di piante di grandi dimensioni e l'accumulo di legno morto permettono il superamento del punteggio minimo, pur permanendo la necessità di miglioramento. In prospettiva, la riaffermazione delle specie potenziali (faggio e abete bianco) rispetto a quella sostitutiva (abete rosso) porterà ad un miglioramento compositivo e strutturale e consentirà quindi di migliorare il punteggio, permettendo di uscire dalla attuale situazione di "marginale". Alla categoria dei "promossi con riserva", e quindi con

richiesta di miglioramento futuro, appartengono quasi tutte le altre località di confronto (Comelico, Val Digon, Monte Grappa, Monte Avena). In queste aree, la situazione già complessivamente buona potrebbe essere facilmente migliorata mediante il rilascio di alcune piante di grandi dimensioni, di legno morto o la creazione di isole di senescenza, con ricadute anche sulla struttura dei popolamenti. Nel capitolo 9 verranno fornite indicazioni di carattere selvicolturale utili a migliorare la performance in termini di biodiversità dei popolamenti gestiti.

La raccomandazione di attuare miglioramenti, pur partendo da una situazione complessivamente positiva, vale anche per la foresta del Cansiglio considerata nel suo complesso (come risulta dall'insieme dei dati raccolti sia dai rilievi 2019 che 2020). Nel paragrafo seguente si presentano i risultati del calcolo dell'indice sintetico BIO Δ 4 per la Foresta del Cansiglio, tenendo conto dell'effettiva articolazione e dell'estensione dei

vari tipi di bosco, al fine di giungere ad un valore ponderato maggiormente significativo, per quanto comunque originato da una stima sintetica.

Si è scelto di seguire un metodo speditivo e sintetico, partendo dalla Carta dei Tipi Forestali (Del Favero et al. 2006) (fig. 6.16) e dalla distribuzione delle aree soggette a differenti tipi di trattamento. Successivamente, i dati relativi alle varie particelle sono stati estesi alle tipologie forestali e poi mediati su tutta l'area del Cansiglio (tab. 6.8). Il risultato ottenuto, pari ad un punteggio medio di 22.6, supera la sufficienza (>15) e consentirebbe la certificabilità.

Non si tratta però di un punteggio valido per ogni settore della Foresta, in quanto alcuni raggruppamenti

(anche molto estesi, si pensi alle faggete a tagli successivi) da soli non sarebbero certificabili. Ne consegue la necessità di preservare le situazioni di maggior naturalità, quali quelle degli abieteti e delle riserve forestali. Nelle aree che totalizzano un punteggio inferiore a 15, è necessario intervenire in modo da raggiungere la soglia minima richiesta per la certificazione; nel caso specifico, sarà necessario curare il sistema di radure, in particolare con la riduzione dei danni causati dall'eccessiva brucatura, con conseguente cambiamento nella composizione dello strato arbustivo. Sono infine da acquisire dati in modo sistematico sulla distribuzione dei siti di presenza e riproduzione delle specie di interesse conservazionistico.

Figura 6.16: raggruppamenti forestali boschi del Cansiglio.

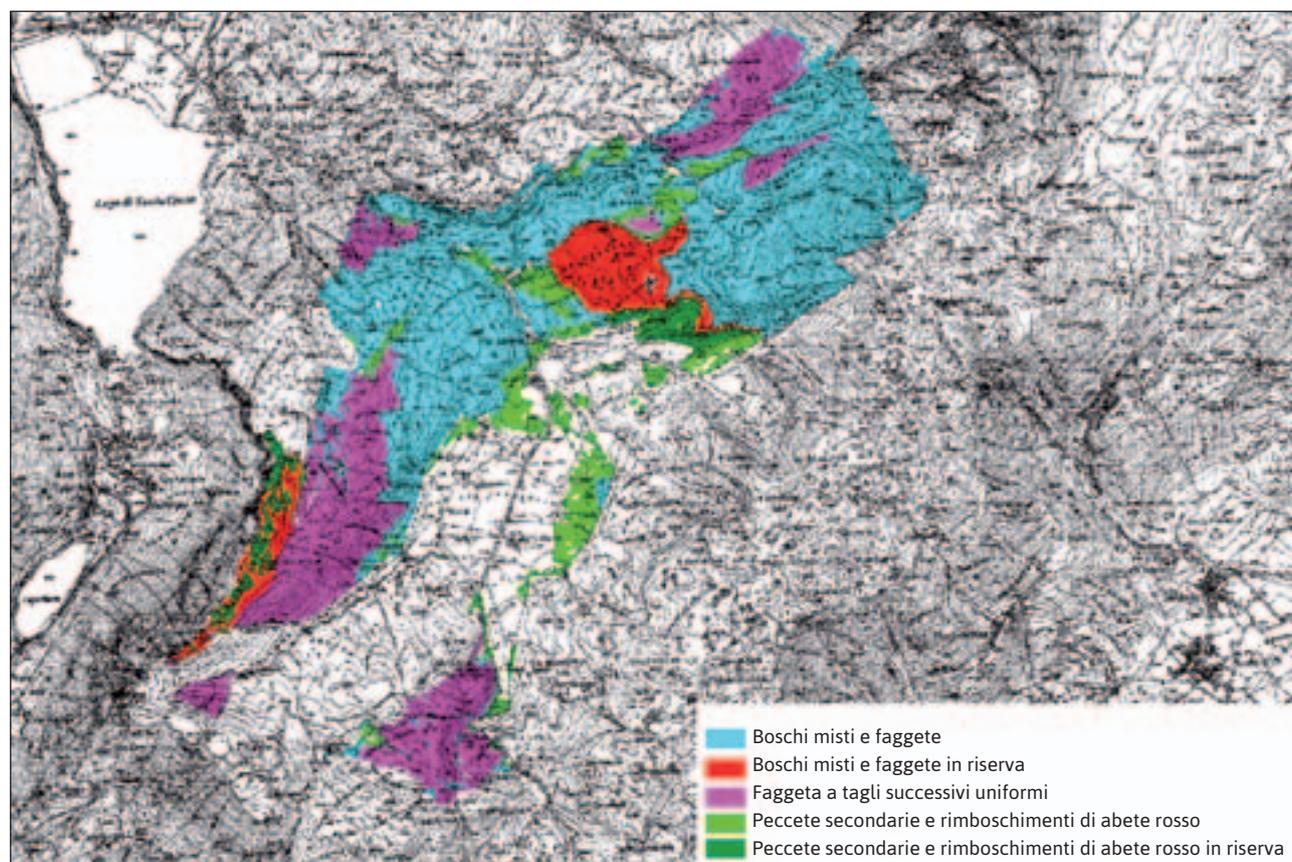


Tabella 6.8: valore dell'indicatore sintetico ottenuto per alcune categorie forestali in Cansiglio e media ponderata in base alla superficie di ciascuna.

RAGGRUPPAMENTO	Superficie (ha)	Indicatore sintetico	Media ponderata dell'indicatore
Boschi misti e faggete	1884	27,6	22,6
Boschi misti e faggete (in riserva)	266	32,2	
Faggete a tagli successivi uniformi	866	13,4	
Peccete secondarie e rimboschimenti di abete rosso	371	12,7	
Peccete secondarie e rimboschimenti di abete rosso (in riserva)	121	21,0	

7

VALIDITÀ DEL METODO BIOΔ4 NELLE FORESTE DEL TRIVENETO

L'ambito geografico del Progetto BIOΔ4 è incentrato sulle aree alpine e prealpine del Veneto e del Friuli Venezia Giulia. A queste zone è possibile assimilare altre aree delle Alpi Centro-Orientali italiane, sino almeno a comprendere l'intero Triveneto, di fatto facendo riferimento anche ai boschi della Provincia Autonoma di Trento.

Gli indicatori messi a punto, e in particolare le soglie indicate, si riferiscono principalmente a boschi della fascia montana, puri o misti.

Prendendo a riferimento i **Tipi forestali del Veneto** (Del Favero, 2000; Del Favero e Lasen, 1993) l'elenco delle formazioni interessate dal progetto risulta essere il seguente:

- Abieteto dei substrati carbonatici;
- Abieteto dei substrati silicatici;
- Abieteto dei suoli mesici (tipico/con faggio);
- Abieteto esomesalpico (submontano/montano);
- Faggeta altimontana (tipica/ dei suoli acidi carbonatici) (fustaia);
- Faggeta montana dei suoli xerici (fustaia);
- Faggeta montana tipica (esalpica/esomesalpica/ mesalpica) (fustaia);
- Lariceto in successione con pecceta;
- Pecceta con frassino e/o acero;
- Pecceta dei substrati carbonatici altimontana;
- Pecceta dei substrati silicatici dei suoli mesici a megaforie;
- Pecceta dei substrati silicatici dei suoli mesici altimontana;
- Pecceta dei substrati silicatici dei suoli xerici altimontana;
- Pecceta dei substrati silicatici dei suoli xerici montana;
- Pecceta secondaria (montana/altimontana);
- Piceo-faggeto (dei suoli mesici/dei suoli xerici);
- Rimboschimenti di abete rosso o altre conifere.

Nei **Tipi forestali del Friuli Venezia Giulia** (Del Favero, 1998) troviamo invece:

- Abieti-Piceo-Faggeto dei substrati carbonatici (esalpico/montano/altimontano);
- Abieti-Piceo-Faggeto dei suoli mesici (montano/altimontano);
- Abieti-Piceo-Faggeto altimontano dei suoli acidi;
- Faggeta montana dei suoli xerici (fustaia);
- Faggeta montana dei suoli acidi (fustaia);
- Faggeta montana tipica esalpica (fustaia);
- Faggeta montana tipica con abete bianco;

- Faggeta mesalpica;
- Faggeta altimontana dei substrati silicatici (fustaia);
- Faggeta subalpina (fustaia);
- Pecceta dei substrati carbonatici altimontana;
- Pecceta montana dei suoli acidi (tipica/in successione con faggeta);
- Pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici;
- Pecceta di sostituzione (dei substrati gessosi/dei suoli mesici/dei suoli acidi);
- Pecceta secondaria (montana/altimontana);
- Pecceta azonale extrazonale (su alluvioni/ad asplenio);
- Piceo-Faggeto dei suoli xerici;
- Piceo-Faggeto dei suoli mesici carbonatici (montano/altimontano);
- Piceo-Faggeto dei suoli acidi;
- Piceo-Faggeto dei suoli mesici (montano/altimontano);
- Rimboschimenti di abete rosso o altre conifere.

Nei **Tipi forestali del Trentino** (Odasso et al. 2018) troviamo infine:

- Abieteto calcicolo;
- Abieteto silicicolo dei suoli acidi;
- Abieteto dei suoli mesici
- Faggeta silicicola;
- Faggeta altimontana;
- Faggeta tipica a dentarie;
- Faggeta mesalpica con conifere;
- Faggeta submontana dei suoli mesici;
- Lariceto secondario e sostitutivo;
- Pecceta montana xerica;
- Pecceta altimontana tipica;
- Pecceta altimontana xerica;
- Pecceta a megaforie;
- Pecceta secondaria e sostitutiva.

Negli altri tipi di boschi, in particolare quelli della fascia subalpina (peccete, lariceti, larici-cembreti), pinete, boschi planiziali e collinari dei versanti esterni (querco-carpineti, carpineti/aceri-frassineti, aceri-tiglieti, orno-ostrieti, ostrio-querzeti), nonché le faggete governate a ceduo e le formazioni litorali, andranno invece adattati alcuni parametri, in particolare le soglie di altezza e diametro, l'eventuale presenza di alcune specie (es. grandi alberi) e i valori di necromassa. In queste formazioni inoltre, considerando la vastità degli ambiti geografici coinvolti, nonché i diversi ele-

menti qualificanti rispetto alla morfologia e alle acque, potrebbero essere presenti differenti fattori di disturbo per la biodiversità. Anche i siti riproduttivi e zone di allevamento di specie di interesse conservazionistico andranno adattati alla realtà del singolo tipo forestale (o raggruppamento di tipi).

In fase di certificazione si dovrà quindi fare riferimento, nella scelta dei parametri, al Tipo forestale così come riportato nella carta del Piano di Riassetto.

Le formazioni primitive di seguito elencate, se di fatto non interessate da utilizzazioni o interventi selvicolturali, rientreranno nell'ambito della proprietà forestale certificata nonostante siano escluse dal rilievo e dalla valutazione, anche in termini di superfici:

Tipi forestali del Veneto:

- Arbusteto costiero;
- Pseudomacchia;
- Orno-ostrieto primitivo (di forra/di rupe/di falda detritica);
- Faggeta primitiva (di rupe/di falda detritica);
- Mugheta macroterma;
- Mugheta mesoterma;
- Mugheta microterma;
- Mugheta a sfagni;
- Pineta di pino silvestre primitiva (di rupe/di falda detritica);
- Lariceto primitivo;
- Alneta di ontano verde.

Tipi forestali del Friuli Venezia Giulia:

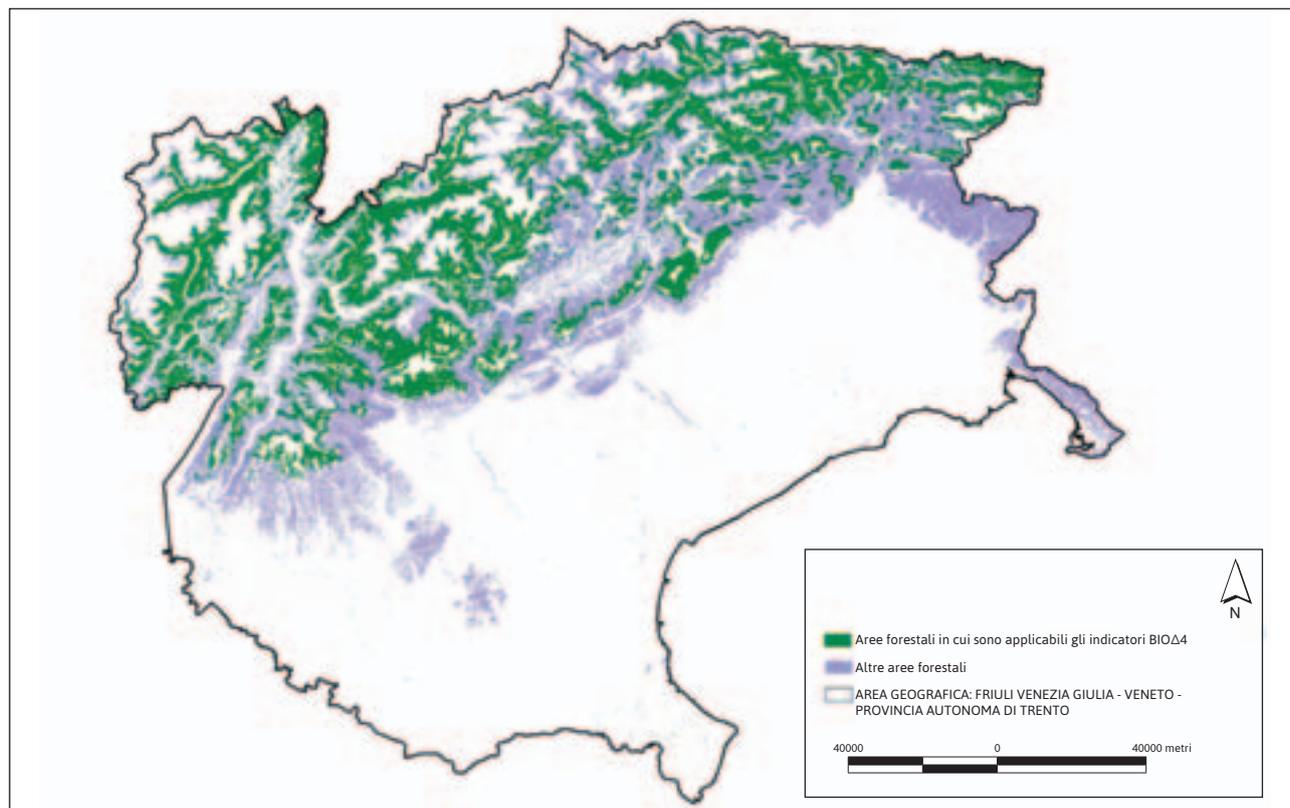
- Orno-ostrieto primitivo (di forra/di rupe);
- Faggeta primitiva (di rupe/di falda detritica);
- Mugheta macroterma;
- Mugheta mesoterma (esomesalpica/mesoendalpica);
- Mugheta microterma;
- Piceo-Faggeto primitivo;
- Pineta di pino nero primitiva (di rupe/di falda detritica);
- Pineta di pino silvestre primitiva (di rupe/di falda detritica);
- Alneta di ontano verde.

Tipi forestali del Trentino:

- Lecceta mesofila xerica;
- Lecceta ontaneta di ontano verde;
- Orno-ostrieto primitivo;
- Mugheta calcicola;
- Mugheta silicicola;
- Mugheta di invasione su pascolo.

Il potenziale ambito di applicazione nel territorio del triveneto del metodo implementato dal progetto BIOΔ4 è illustrato nella cartina di fig. 7.1. Il territorio interessato potenzialmente dal metodo proposto copre circa la metà delle foreste del Triveneto, ed in particolare la metà più interessante anche dal punto di vista produttivo.

Figura 7.1: ambito di potenziale applicabilità del metodo BIOΔ4 nel Triveneto.



Le foreste concorrono in modo significativo alla fornitura di servizi ecosistemici per la collettività (Thompson et al., 2011). Per questo motivo, il settore forestale sta affrontando una pressione crescente da parte della società nel tener conto esplicitamente della multifunzionalità del bosco (Lexer e Brooks, 2005; Marcot et al., 2012). Alcuni servizi ecosistemici possono essere forniti sinergicamente, mentre altri, come biodiversità e produzione di legname, sono difficilmente compatibili: questo porta ad un conflitto di indirizzi gestionali (Pohjanmies et al., 2017; Boscolo e Vincent, 2003, Duncker et al., 2012, Eyvindson et al., 2018). Per questi motivi, l'interesse politico e scientifico nella valutazione dello stato della biodiversità negli ecosistemi sta crescendo.

Il mancato successo nello sviluppo di politiche per la biodiversità è in parte collegato a lacune nel monitoraggio della biodiversità stessa. Uno studio ha visionato gli indicatori di biodiversità presenti nei rapporti della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) e, conseguentemente, i vari sistemi di monitoraggio nazionali, dimostrando che i paesi europei non selezionano gli indicatori di biodiversità congruenti con le caratteristiche geografiche e socio-economiche della propria nazione, pur potendo liberamente scegliere tra vari indicatori presenti negli atti della Convenzione (Ette e Geburek, 2020). Inoltre, si fa utilizzo molto più massivo di indicatori di diversità specifica ed ecosistemica rispetto a quelli di diversità genetica. Anche le segnalazioni relative alla diversità specifica differiscono da quella che è l'effettiva ricchezza di specie in Europa. Questi risultati indicano rilevanti lacune nello sviluppo della CBD: di conseguenza i report CBD nazionali e i sistemi di monitoraggio europei non sono effettivamente attendibili (Ette e Geburek, 2020).

La produttività dell'ecosistema forestale e la sua multifunzionalità sono strettamente collegate alla biodiversità (Liang et al., 2016). Pertanto, gli schemi di gestione dovrebbero sforzarsi di mantenere dei livelli di biodiversità sufficienti negli ecosistemi forestali (Augustynczyk et al., 2019). Molti metodi di stima della biodiversità si concentrano unicamente sulla sua perdita, non considerando che l'interconnessione tra le componenti del paesaggio e la biodiversità è altamente complessa e bidirezionale (Gaudreault et al., 2016). Per questo motivo indicatori e realtà sono difficili da interpretare: risulta quindi necessario definire dei riferimenti adeguati e la serie di indicatori deve essere esauriente.

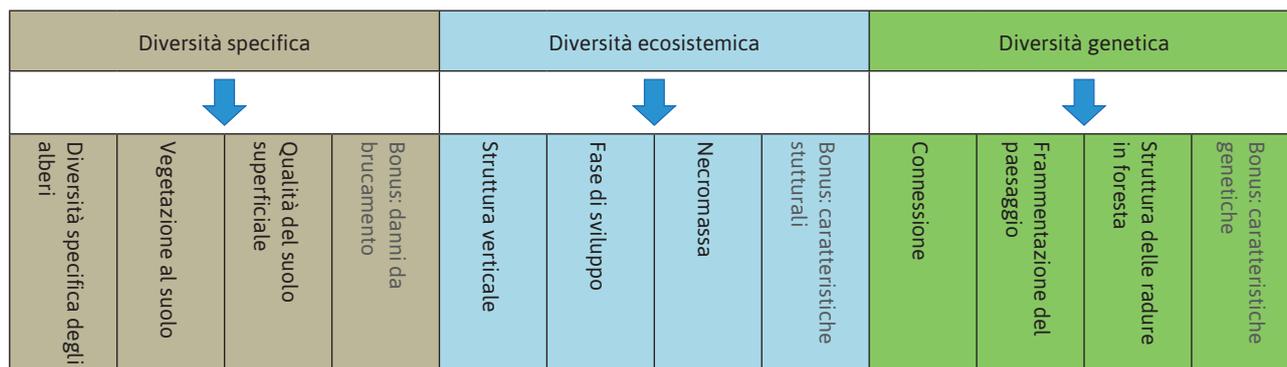
Nelle pratiche di gestione forestale, ci saranno sempre effetti positivi e negativi sugli elementi della biodiversità, a seconda delle condizioni del paesaggio, dei gruppi tassonomici e della scala temporale e spaziale di analisi (Gaudreault et al., 2016, Toraño Caicoya et al., 2018). Per fronteggiare varie problematiche emergenti, la gestione forestale deve diventare più flessibile e utilizzare nuovi mezzi, come previsioni tramite l'uso di modelli (Mori et al., 2017). In linea teorica, con l'aiuto degli indicatori di biodiversità, è possibile ottimizzare i diversi compromessi tra gli obiettivi applicando una pianificazione della gestione forestale diversificata su base ecosistemica (Toraño Caicoya et al., 2018).

L'approccio adottato in territorio austriaco è differente rispetto a quello presentato nei capitoli precedenti in quanto si applica all'intera regione tirolese, utilizzando dati derivati da inventari nazionali. In Tirolo, nell'ambito del progetto BIOΔ4, è stato creato ed applicato un innovativo indice per la stima e valutazione della biodiversità forestale, in linea con la Convenzione sulla Diversità Biologica. L'indice BIOΔ4 si basa parzialmente sul metodo proposto da Grabherr et al. (1998) in cui ogni indicatore è composto da quattro sotto-indicatori cui viene assegnato un valore. I risultati possono essere così comparati con i valori di riferimento, stimati o campionati, per la tipologia forestale. In Tirolo gli indicatori proposti sono 12 (9 indicatori standard e 3 indicatori "bonus") e considerano equamente la diversità ecosistemica, specifica e genetica (fig. 8.1).

Il calcolo è basato sui dati disponibili dell'inventario forestale nazionale austriaco (ÖWI), delle riserve naturali (NWR), dei tipi forestali del Tirolo, dei dati inventariati dei parchi nazionali (Np Berchtesgaden), da un caso studio (Np High Tauern) e da dati GIS. I valori di riferimento delle riserve forestali e degli inventari dei parchi naturali non sono da considerare come obiettivi per foreste produttive, ma sono usati come riferimento per valutare la biodiversità forestale. L'indice BIOΔ4 è calcolato sommando i valori delle sue tre componenti.

Grazie alla griglia di maglia 4 km dell'inventario forestale nazionale austriaco, è possibile valutare in modo stratificato la biodiversità col metodo BIOΔ4 fino al livello di comunità o di intera area. A livello regionale e locale, questi risultati forniscono indicazioni preziose ai fini delle utilizzazioni forestali e di politica forestale. Uno degli obiettivi principali del progetto BIOΔ4 è stato creare un indicatore di biodiversità con un si-

Figura 8.1: schema di calcolo della biodiversità in Tirolo.



stema semplice, modulare e trasferibile in linea con i requisiti CBD.

La stima della biodiversità in foresta è pertanto basata sui dati disponibili ed è facilmente comunicabile al pubblico. Questo nuovo approccio permette di valuta-

re le conseguenze di diverse gestioni e scenari forestali sulla biodiversità forestale a diversa scala spaziale, permettendo di impiegare in modo più efficiente le limitate risorse finanziarie stanziare per il mantenimento e il miglioramento della biodiversità forestale.

Figura 8.2: vista sui boschi del Tirolo.



9

INTERVENTI SELVICOLTURALI A FAVORE DELLA BIODIVERSITÀ

Attraverso una gestione forestale sostenibile è possibile mantenere alti livelli di biodiversità e, adottando particolari accorgimenti, anche incrementarla. Infatti, implementando nella gestione ordinaria delle semplici operazioni volte a rendere più diversificata la struttura forestale, ad esempio salvaguardando elementi con particolari caratteristiche, si possono potenzialmente ottenere degli incrementi nella biodiversità dei popolamenti gestiti (Hansen et al. 1991).

Gli indicatori individuati nell'ambito del progetto BIOΔ4 e presentati nei capitoli precedenti catturano direttamente alcuni parametri legati a diversi aspetti della diversità che a cascata contribuiscono maggiormente ad incrementare la biodiversità dei popolamenti forestali. I valori di alcuni di questi indicatori possono essere facilmente migliorati direttamente attraverso la gestione forestale, e questo è stato uno dei motivi che hanno contribuito alla loro scelta.

La parola chiave è sicuramente "diversificare", ovvero rendere un po' più complessa una struttura che è stata semplificata in passato per finalità produttive. Il rilascio di alberi di **specie diverse** da quella principale nei diversi interventi selvicolturali (tagli intercalari, tagli di curazione, tagli di utilizzazione...) chiaramente contribuisce in modo diretto all'aumento di biodiversità dello strato arboreo così come un generalizzato passaggio a formazioni miste. Queste ultime non solo garantiscono più elevati livelli di biodiversità, ma potenzialmente anche maggiore resistenza e resilienza ai disturbi naturali e ai cambiamenti climatici (Pretzsch et al., 2017).

La diversificazione dei popolamenti forestali gestiti deve anche passare attraverso una **diversificazione dimensionale** degli alberi. Questa si ottiene facilmente all'interno delle fustaie gestite a taglio saltuario, con la caratteristica distribuzione diametrica con andamento esponenziale negativo, in cui troviamo alberi nelle diverse classi diametriche. Nelle formazioni coetaniformi (fustaie monoplane) occorre invece attivamente diversificare le dimensioni degli alberi. Questo si può ottenere attraverso la creazione e il mantenimento di **isole di senescenza**. Queste aree non soggette ad interventi selvicolturali possono garantire la presenza di alberi di diverse dimensioni ed età all'interno della proprietà. A scala di popolamento però questo non è sufficiente e occorre rilasciare singoli **individui ad invecchiamento indefinito**, in modo da creare una

sorta di rete all'interno della superficie gestita che si colleghi alle isole di senescenza, ove presenti. Questi esemplari devono essere scelti tra le piante più grandi e dovrebbero essere auspicabilmente di specie differenti. Gli individui di grande dimensione presentano spesso anche *dendromicrohabitat*, cavità, presenza di epifite, zone marcescenti, ed inoltre, soprattutto se latifoglie, una componente rilevante di necromassa nella chioma costituita da rami anche di notevoli dimensioni. La dimensione di questi alberi rilasciati dovrebbe essere superiore ai 40 cm, anche se per alcune specie si possono selezionare diametri inferiori (si veda a tal proposito l'indicatore 6 - *Numero di piante di grandi dimensioni*). Risulta comunque imperativo rilasciare prioritariamente gli alberi che già presentano cavità di nidificazione, indipendentemente dalla specie e dalla dimensione.

L'**eterogeneità spaziale** va ricercata sia nella componente verticale che orizzontale. La martellata dovrebbe quindi essere eseguita non in maniera omogenea su tutta la superficie, ma alternando zone a maggior densità di prelievo a zone con maggior rilascio di piante in piedi. Nel caso dei popolamenti studiati si è infatti osservato come valori più elevati di vari parametri di biodiversità si riscontrassero nelle strutture più raggruppate, soprattutto considerando le piante di abete bianco. La struttura a gruppi si riscontra in effetti nella maggior parte dei popolamenti vetusti, soprattutto nelle classi diametriche e cronologiche inferiori e intermedie (Lingua et al., 2011; Carrer et al., 2018). Concentrando la martellata in aree circoscritte si possono quindi aumentare le soluzioni di continuità della copertura forestale. La creazione di **aperture** o radure è infatti un metodo per ricreare velocemente una gradualità di habitat luminosi all'interno dei popolamenti gestiti che possono venire occupati da diverse specie erbacee e arbustive, che a loro volta agiscono da volano, ad esempio per la ricchezza specifica ornitica e dell'entomofauna. La creazione di questi *gap* può avvenire in modo classico con l'asportazione del materiale, oppure rilasciando il materiale a terra o anche tramite l'uccisione delle piante dello strato dominante. Da recenti studi si evince come le interruzioni della copertura generate dalla presenza di piante morte in piedi supportano una maggiore quantità di diversità specifica sia in termini di numero di specie che di individui rispetto a radure senza snag o a snag isolati (Lewandowski et al., 2021). In questo modo si riesce al



tempo stesso anche ad aumentare il budget di necromassa che nei boschi gestiti è presente normalmente in quantità esigua e spesso di ridotte dimensioni. Il legno morto è considerato infatti essere l'habitat più ricco di biodiversità in una foresta sana (Kirby in Dudley e Vallauri, 2004), e da esso dipende oltre il 30% della sua biodiversità (AAVV, 2018). Tutti gli interventi selvicolturali dovrebbero sempre considerare la possibilità di rilasciare una maggior quantità di legno morto in bosco in quanto di fondamentale importanza non solo per mantenere elevati livelli di biodiversità, ma anche diversi processi e relazioni trofiche (Thorn et al., 2020). Per aumentare velocemente questo elemento si può ricorrere alla sua creazione artificiale. Per ricreare **necromassa** a terra si possono scegliere diverse modalità, con un diverso livello di difficoltà. La più semplice è l'abbattimento di un albero con il rilascio del materiale a terra. Rilasciare la sola ramaglia ed i cimali, seppur pratica da perseguire, non è sufficiente in quanto si creano unicamente elementi di necromassa di dimensione ridotta. La scelta del fusto da abbattere dovrebbe ricadere comunque all'interno delle classi diametriche maggiori che garantiscono al tempo stesso grandi volumi e dimensioni diversificate (ovvero elevate alla base del fusto e ridotte in posizione distale). In questo caso si possono selezionare anche gli individui peggiori, mal conformati, che rivestono un limitato interesse commerciale e non presentano un genotipo da perpetuare. Non dovrebbero però essere selezionate per l'abbattimento piante che nelle loro malformazioni ospitano *dendromicrohabitat*, che dovrebbero invece essere preservati come **alberi habitat**.

Eseguito il taglio ad una certa altezza invece che prossimo al suolo, si possono ricreare con lo stesso intervento sia necromassa a terra che in piedi. In questo modo si simula uno stroncamento di una pianta viva oppure quello che avviene naturalmente con il crollo degli *snag* (che difficilmente vengono sradicati in quanto la resistenza meccanica del fusto è compromessa a causa della decomposizione ed alterazione del tessuto legnoso) (fig. 9.2). L'intervento viene eseguito facendo la tacca di direzione all'altezza desiderata (2-4 m), lasciando con il taglio di abbattimento un'ampia cerniera. Attraverso l'uso di un verricello (trazione diretta o indiretta) si procederà a spezzare il fusto. Se l'accessibilità lo consente, l'operazione può essere eseguita molto velocemente ed in sicurezza attraverso l'uso di harvester (Humphrey e Bailey, 2012). Se l'intervento di abbattimento per ricreare necromassa a terra viene eseguito semplicemente con l'utilizzo di motosega e la superficie di taglio risulta facilmente accessibile, è consigliabile creare una superficie irregolare in modo che maggiore superficie venga esposta e che possa dare origine a diversi *microhabitat* che si generano nelle diverse nicchie e anfratti che raccolgono acqua e materiale organico (fig. 9.1).

Figura 9.1. Particolare della superficie di una ceppaia alta in cui la superficie è stata intagliata con la motosega. Si notino i vari anfratti e nicchie createsi e il materiale accumulatosi.



In alcune situazioni si può optare per la creazione artificiale di piante sradicate attraverso l'uso di mezzi meccanici come trattori forestali dotati di verricello (con o senza rinvio) o escavatori (a spinta). Queste operazioni hanno l'indubbio vantaggio di ricreare quei *microhabitat* legati alla presenza di estrusione parziale o totale del piatto radicale. In questo modo si generano microrilievi molto importanti per la rinnovazione e avvallamenti con esposizione di suolo nudo e scheletro utilizzati da diversi animali (es. gallo cedrone). L'utilizzo di queste tipologie di mezzi e l'attuazione di queste operazioni deve comunque essere svolta solo dove sia possibile riuscire ad osservare tutte le regole di sicurezza. All'interno delle foreste gestite o ad alta fruizione risulta invece non sempre consigliabile la creazione di alberi morti pendenti, inclinati ed appoggiati su alberi limitrofi, per ovvie ragioni produttive (danno diretto alle piante "supporto") e questioni legate alla sicurezza.

In alcuni ambiti è stato testato anche l'uso di esplosivo per ricreare artificialmente necromassa, andando a ricreare quei particolari elementi (fig. 9.3) che si vengono a formare sia con gli stroncamenti da vento o da neve, sia a causa di fulmini. Queste operazioni possono essere condotte sia con candelotti che con miccia detonante (fig. 9.4). Esperienze di questo tipo sono state ad esempio condotte in Italia all'interno del Bosco Fontana (Cavalli e Mason, 2003) o in foreste boreali in Finlandia (Similä e Junninen, 2012), ma le esperienze risultano ancora circoscritte ad interventi dimostrativi o eseguiti a scopo scientifico, in numero ancora troppo limitato per consentire una valutazione dei risultati ed indicare il metodo come perseguibile su ampia scala. Al momento sicuramente presenta ovvie difficoltà e limitazioni per poter essere integrato nella gestione ordinaria (es. necessità di personale specializzato ed autorizzato).

La creazione di *snag*, ovvero di **alberi morti in piedi**, può essere effettuata tramite la cercinatura di alcuni individui. Le piante scelte devono avere un DBH superiore ai 30 cm, in quanto piante più piccole non garantiscono gli stessi habitat e soprattutto crollano dopo pochi anni. La velocità di crollo delle piante morte in piedi è in effetti funzione della loro dimensione (Marzano et al., 2012). L'intervento di cercinatura consiste nell'asportazione della corteccia e di uno strato sottostante (fino ad asportare il cambio e ad interrompere il passaggio della linfa) in un anello di ampiezza sufficiente (almeno 10 cm di altezza) o in una serie di 2-3 anelli. La mortalità può avvenire anche dopo diverse stagioni vegetative ricreando in questo modo una scala di ambienti luminosi mano a mano che aumenta la trasparenza della chioma, nonché una eterogeneità di livelli di decomposizione. Il ricorso alla cercinatura risulta molto utile nelle stazioni in cui l'apertura di buche potrebbe creare delle problematiche per la funzione di protezione svolta dai popolamenti (ad esempio nei confronti della caduta massi) o anche nel limitare l'ingresso di specie invasive marcatamente eliofile. Attraverso l'uso della motosega si possono ricreare

artificialmente *dendromicrohabitat*. Si possono realizzare alla base dei fusti dei catini basali ovvero delle nicchie dove si possa accumulare acqua e si possano instaurare fenomeni di marcescenza. In questo modo si vengono a creare artificialmente siti che verranno occupati dalla fauna saproxilica. I catini dovrebbero essere creati in numero di 2-3 per albero in modo che al progredire dei fenomeni di degradazione si venga a formare una vera e propria cavità.

Allo stesso modo, nella parte più distale del fusto, si possono creare artificialmente cavità di nidificazione per l'avifauna andando a rimuovere un tassello dal fusto che, opportunamente forato e ridimensionato nello spessore per creare una camera interna, verrà poi riposizionato. Le dimensioni del tassello, così come quelle del foro di entrata varieranno a seconda della specie che si vuole favorire, ad esempio dimensioni minori nel caso di paridi, maggiori per gli strigiformi.

Se la dimensione dell'albero è sufficientemente grande questi due interventi possono coesistere sullo stesso fusto, mentre se il fusto è di ridotte dimensioni verranno eseguiti solo i catini basali.

Figura 9.2: piante stroncate a diversa altezza forniscono habitat differenti producendo allo stesso tempo necromassa in piedi e a terra, oppure sospesa, all'interno delle foreste. Queste strutture possono essere facilmente ricreate artificialmente.



Figura 9.3: attraverso l'uso di esplosivo si possono ricreare strutture particolari simili a quelli che si generano con i disturbi naturali.



Figura 9.4: esempio di utilizzo di miccia detonante per creare alberi stroncati ad una certa altezza dal suolo.



Tabella 9.1: esempio di appendice di valutazione degli effetti dell'intervento sulla biodiversità.

INTERVENTI		INDICATORI BIOΔ4												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	Tagli di maturità	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
B	Miglioramenti boschivi (sfolli, diradamenti, ripuliture)	X		X					X		X			X
C	Tagli fitosanitari, raccolta schianti, installazione trappole per scopi fitosanitari				X	X	X	X	X	X	X		X	X
D	Tagli di manutenzione o mantenimento sicurezza elettrodotti/piste da sci/fabbricati/strade/ impianti idroelettrici/acquedotti					X	X		X					X
E	Esbosco (installazione linee di gru a cavo temporanee, impiego di harvester/skidder/forwarder)		X						X	X	X			X
F	Raccolta/smaltimento della biomassa di sfrido					X			X		X			
G	Estirpazione/fresatura ceppaie					X		X						
H	Concessione diritti di legnatico							X	X					X
I	Reimpianto/rinnovazione artificiale	X		X						X				X
L	Conversione	X		X										
M	Mutamento di specie arborea (eventuale reimpianto)			X										X
N	Riduzione di superficie boscata									X				X
O	Pascolo, manutenzione, abbandono delle superfici pascolate (recinzioni, punti di abbeveraggio, aree di sosta)													X
P	Raccolta funghi, erbe, radici e/o piccoli frutti *		X						X					X
Q	Caccia *								X					X
R	Costruzione/manutenzione di viabilità provvisoria/permanente (strade, piste, piazzole, aree di sosta)		X				X		X	X	X			X
S	Imposizione variazione regime di regolamentazione viabilità silvopastorale													X
T	Sistemazioni idrogeologiche (ripristino, stabilizzazione, drenaggio, regimazione, bonifica, opere paramassi e paravalanghe)		X						X					X
U	Potenziamento o manutenzione degli itinerari turistici*								X		X			X
V	Realizzazione di fasce taglia fuoco *									X				
Z	Impegni volontari per la riqualificazione/valorizzazione ecosistemi di interesse naturalistico (es. torbiere, zone umide, cassette nido, percorsi didattici).		X		X	X			X		X		X	X
Y	Indagini, studi, monitoraggi, ecc.		X						X		X			X

La certificazione del settore forestale

Nell'ambito della filiera foresta-legno italiana il panorama della certificazione volontaria è dominato dai sistemi di gestione sostenibile del bosco (GFS o anche noto come SFM dall'acronimo inglese di *Sustainable Forest Management*), che costituiscono il fondamento delle catene di custodia del legno (CoC).

Gli *standard* di certificazione forestale più diffusi (FSC®, PEFC™) non si addentrano nel campo della valutazione della qualità tecnologico-funzionale del prodotto legnoso ma si propongono di enfatizzare la provenienza del legno da un sistema organizzato di conduzione del bosco e di controllo della filiera commerciale, rispondente all'istanza di rispetto delle risorse naturali e dei diritti fondamentali dell'uomo. Tali principi caratterizzano sempre di più le scelte di una vasta platea di consumatori.

L'ampio ricorso in vari settori al termine "sostenibilità" ha finito per assuefare il consumatore a un concetto talora abusato o divenuto talmente generico da risultare poco chiaro e attrattivo.

Più recentemente EUTR (*EU Timber Regulation*, Reg. CE n. 995/2010, conosciuto semplicemente come *Timber Regulation*) si è di fatto sovrapposto e intrecciato alle certificazioni volontarie di origine del legno, trasformando in requisito obbligatorio ciò che in Europa fino al 2013 era prerogativa del legname certificato, ovvero la garanzia dell'origine legale. Benché la legalità rappresenti solamente una componente della sostenibilità della gestione forestale, il confine tra i due termini è divenuto labile al punto che il significato del secondo viene spesso frainteso o percepito come ridondante anche dall'utente informato.

Nel contesto del progetto BIOΔ4, l'intento di elaborare uno schema prototipale di certificazione della gestione della biodiversità risponde a questa nuova esigenza di sostenibilità, offrendo nella fattispecie l'opportunità di portare all'attenzione del consumatore l'impegno del gestore nel mantenere e/o migliorare il livello di biodiversità del bosco.

In tale contesto, è opportuno premettere che il prefisso "BIO", ampiamente sfruttato nel comparto agroalimentare per segnalare l'origine biologica di particolari prodotti, si riferisce alla diversità biologica delle componenti che costituiscono l'ecosistema forestale e non al metodo di produzione del legno e/o dei suoi derivati.

Certificazione di sistema o certificazione di prodotto

Nel settore forestale, come in altri settori economici, gli schemi di certificazione volontaria si applicano alternativamente al sistema di gestione o al prodotto e alla sua filiera. La costruzione di uno schema fa riferimento alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2017 per il sistema di gestione e alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065:2012 per la certificazione di prodotto.

Più recentemente, la certificazione di prodotto si è arricchita della norma ISO 38200:2018, che offre la possibilità di certificare la catena di fornitura e commercializzazione (*chain of custody* - CoC) del legno, consentendo la tracciabilità dei prodotti al fine di fornire prove della loro origine e conformità ai requisiti legali.

Benché il settore primario della gestione forestale sia escluso dall'applicazione dello *standard*, ISO 38200 è applicabile a vari prodotti legnosi e derivati a partire dalla fase successiva all'abbattimento e costituisce uno strumento utile per dimostrare la gestione responsabile delle risorse e la loro provenienza legale.

Lo schema così costituito può quindi facilitare le comunicazioni *business-to-business*, fornendo un'impostazione comune alle aziende della filiera legno/carta.

Al pari dei sistemi privati e obbligatori, lo *standard* richiede l'applicazione di un sistema di *Dovuta Diligenza* (*Due Diligence System* o DDS), basato su tecniche di gestione del rischio di tutto il materiale che entra nella filiera.

Non sono previsti diritti di licenza per l'uso del logo, sicché le aziende possono utilizzare loghi ed etichette, previa concessione del proprietario del marchio.

Attualmente gli *standard* privati FSC® e PEFC™ offrono possibilità per il proprietario di apporre il logo sul legname proveniente dai propri boschi certificati per la GFS. La certificazione della GFS rappresenta infatti il presupposto fondamentale per la CoC. "A valle" del bosco certificato, il logo FSC® o PEFC™ viene trasferito dai soggetti della filiera di utilizzazione del legname che godono di certificazione, fino al consumatore finale.

Tracciabilità e due diligence

Il denominatore comune di tutti i sistemi di certificazione della CoC è rappresentato dal DDS, ovvero dal sistema di verifica della legalità dei prelievi legnosi dal bosco.

L'organizzazione che si dovesse certificare BIOΔ4, essendo costituita da un proprietario forestale, si trova in cima alla filiera ed è quindi in grado, in fase di vendita,

di esibire agevolmente tutta la documentazione necessaria a garantire il rispetto della *due diligence*, anche nel caso in cui il lotto boschivo sia venduto in piedi e il proprietario non si configuri come operatore EUTR. Ne consegue che, dati gli obblighi EUTR, eventualmente integrati dagli impegni volontari assunti nell'ambito di un sistema di catena di custodia FSC o PEFC, l'adozione dello schema BIOΔ4 non implichi la predisposizione di un'ulteriore procedura di implementazione della *due diligence*.

Il Piano di riassetto: un requisito fondamentale

La volontà di fissare come obiettivo della certificazione la provenienza del legno da boschi caratterizzati da una gestione che ne preservi una elevata biodiversità implica l'esigenza di delimitare le aree di origine di una siffatta materia prima.

Il sistema assestamentale attualmente in vigore rappresenta l'unico riferimento sia per quanto riguarda la suddivisione della proprietà forestale in unità di gestione (particelle forestali), sia per quanto attiene alla metodologia di raccolta dei dati dendrometrici ed ecosistemici, alla pianificazione degli interventi e alla cadenza di controllo dei parametri ad esse riferiti.

Lo schema di certificazione della biodiversità può dunque innestarsi sull'esistente impianto della certificazione di origine del legno da boschi gestiti in maniera sostenibile, sviluppando un nuovo aspetto della valutazione della bontà della gestione che qualifica l'origine del legno.

Nel corso dei lavori di revisione del piano di riassetto di una proprietà è dunque possibile individuare quelle aree che, in virtù della tipologia forestale prevalente, della sua evoluzione potenziale e degli obiettivi di gestione selvicolturale, sono meritevoli di particolare attenzione sotto l'aspetto dell'elevato livello di biodiversità riscontrato in fase di rilievo.

Il protocollo di certificazione della biodiversità affiancherebbe quindi l'esistente sistema di gestione della proprietà, integrandone i contenuti senza stravolgerne né le procedure di autorizzazione, né l'attuazione dei programmi e il controllo dei risultati.

Sotto l'aspetto operativo, il sistema si fonda sulla verifica dell'adempimento da parte della proprietà candidata di requisiti preliminari di sistema, sintetizzabili nell'esistenza di un piano di gestione che contempli la determinazione, per ciascuna unità di gestione, di un valore di biodiversità ottenuto dalla misura degli specifici indicatori messi a punto nell'ambito del progetto.

Il livello di biodiversità di ciascuna unità gestionale è stato determinato tramite l'indicatore sintetico BIOΔ4, calcolato tramite sommatoria dei 12 indicatori riferiti ai vari elementi della biodiversità (cap x). In questo modo è possibile distinguere le particelle ad elevata soglia rispetto a quelle che, per caratteristiche naturali

intrinseche e/o scelte di conduzione, non possono prevedibilmente raggiungere la *baseline* prefissata dallo standard di certificazione.

Sulla base dell'indicatore sintetico BIOΔ4, il piano di gestione permette al proprietario di proporre per ciascuna particella gli obiettivi di mantenimento/miglioramento della biodiversità e le misure concrete da attuare per il raggiungimento di tali obiettivi entro l'arco temporale di validità del piano, predisponendo eventuali scadenze intermedie di monitoraggio di quei parametri che evolvono con maggior rapidità.

La revisione periodica del piano consente di constatare il risultato della gestione e individuare le eventuali azioni correttive nella prospettiva del miglioramento continuo delle *performance* di biodiversità del comprensorio.

Quale parte della proprietà assestata certificare

Nell'ambito dell'elaborazione della metodologia di applicazione degli indicatori alla realtà forestale candidata alla certificazione della biodiversità è stato necessario compiere una prima scelta strategica: certificare la sola parte della proprietà sottoposta a gestione attiva o sottoporre allo screening BIOΔ4 tutta la proprietà, comprese le particelle non in gestione (es. particelle di protezione o ambiti di tutela).

Si è optato per applicare gli indicatori BIOΔ4 di gestione della biodiversità all'intera proprietà assestata, in modo da far corrispondere un certificato ad un intero particellare forestale amministrato dal medesimo proprietario: ad un certificato di biodiversità corrisponde un piano di riassetto forestale.

Scopo dello standard BIOΔ4

Lo scopo dello schema di certificazione della biodiversità consiste nel mettere a disposizione del proprietario forestale uno strumento di facile applicazione, in grado di fornire una metodologia rigorosa e attendibile per la determinazione del livello di biodiversità del bosco e per la verifica della coerenza delle azioni intraprese rispetto all'obiettivo di mantenimento e miglioramento di questo aspetto della gestione forestale sostenibile.

Il set di indicatori proposto valuta la biodiversità potenziale dell'ecosistema, in quanto considera la componente ecologica come la "casa", il "contenitore" che, tenuto conto delle caratteristiche misurate, si presume possa garantire le condizioni per ospitare la varietà biologica attesa.

È sulla biodiversità potenziale che agiscono direttamente gli interventi di gestione attiva del bosco operati dal proprietario.

Il sistema autoportante BIOΔ4

L'approccio è quello tradizionale del PDCA, il quale guida l'implementazione del sistema attraverso i consueti *steps* del "Plan, Do, Check, Act".

La coerenza della prassi di conduzione della proprietà certificata nella prospettiva di mantenimento/miglioramento dell'indice di biodiversità viene valutata attraverso gli indicatori gestionali, che dunque definiscono l'effetto dell'attività antropica sulla biodiversità potenziale.

La *checklist* (CL), mediante la quale l'*auditor* interno dell'organizzazione candidata/certificata e l'ispettore dell'ente di certificazione testano il sistema per verificarne la conformità allo standard, discende dalla formulazione degli indicatori di stato e gestionali, i quali, a loro volta, sono l'oggetto rispettivamente dell'istruttoria di prima certificazione (o di rinnovo periodico) e della sorveglianza annuale.

La CL costituisce anche la base del programma di formazione dell'ente di certificazione, il quale prepara i propri ispettori alla verifica degli aspetti e delle evidenze documentali segnalati dalla CL.

Indicatori di stato e indicatori di gestione

Lo *standard* si articola su una griglia di valutazione costituita da indicatori di stato e indicatori di gestione.

I 12 indicatori di stato descrivono le componenti della biodiversità, quantificandole e classificandole. Nell'ambito del calcolo dell'indicatore sintetico BIOΔ4, rappresentato dalla media ponderata degli indicatori, a ciascun indicatore viene attribuito un peso.

Tali indicatori forniscono una "istantanea" della biodiversità caratterizzante il bosco e costituiscono l'oggetto della prima verifica ispettiva di certificazione, la quale deve accertare se, in seguito all'applicazione del set di indicatori di stato alla proprietà candidata, l'indicatore sintetico di biodiversità raggiunge la soglia minima (*baseline*) fissata dallo *standard*. Se il valore finale risulta inferiore a 15, la proprietà non può accedere alla certificazione del sistema di gestione della biodiversità.

Gli indicatori di stato fotografano uno stadio della continua e graduale evoluzione di un parametro di biodiversità nel lungo periodo (5-10 anni) ed è quindi comprensibile che l'*audit* annuale del sistema di gestione non possa rilevare variazioni sostanziali del livello di biodiversità. Nella maggior parte dei casi, infatti, l'intervallo tra le due sorveglianze annuali successive è troppo breve per riuscire a cogliere differenze sostanziali.

Per tale motivo è stata prevista la verifica quinquennale degli indicatori di stato, coincidente con la verifica di rinnovo, degli indicatori di gestione e della sorveglianza alla quale viene sottoposto ogni anno il bosco certificato.

In occasione della visita di sorveglianza annuale non si procede a rideterminare il valore dei singoli indicatori di stato e dell'indicatore sintetico, ma si verificano le concrete misure attuate dal gestore rispetto agli obiettivi di gestione articolati in interventi e azioni stabiliti in sede di prima certificazione o rinnovo.

La valenza della certificazione BIOΔ4 come strumento di valorizzazione

Dal punto di vista degli strumenti di valorizzazione dei servizi ecosistemici, la certificazione, insieme al labelling, al mercato dei crediti di carbonio e ad alcune tipologie di contratti di gestione delle risorse naturali tra privati o tra pubblico e privato, è una tipologia di Pagamento per Servizio Ecosistemico (vedi paragrafo 13.2). In questa tipologia di meccanismo, il consumatore, in modo indiretto, viene chiamato a riconoscere e remunerare il servizio connesso allo standard previsto nello schema prototipale. E, infatti, la certificazione BIOΔ4 è uno dei vari meccanismi proposti per le aree di studio e testati attraverso la consultazione dei portatori di interesse prevista dal WP4.

Quando il legname certificato viene commercializzato, il sistema di certificazione prevede la possibilità di riportare nella fattura di vendita la dichiarazione che il legname e/o il lotto boschivo proviene da un bosco gestito mantenendo un elevato livello di biodiversità. L'eventuale trasferimento di tale informazione (e dell'eventuale corrispondente logo) sul prodotto potrà avvenire lungo la filiera seguente qualora le aziende risultino provviste di un sistema certificato di CoC (FSC, PEFC, ISO 38200).

In alternativa, è possibile dichiarare che tutto il legname prodotto dalla proprietà certificata per la biodiversità proviene da boschi sottoposti al monitoraggio periodico della biodiversità.

Riguardo alla definizione e impiego del logo vale la pena di precisare che la procedura di certificazione di parte terza implica l'esistenza di tre figure fondamentali: l'estensore proprietario dello standard di certificazione (*schemeowner*), l'ente di certificazione che esegue le verifiche e rilascia il certificato di conformità del bosco allo *standard* e il proprietario forestale aderente allo *standard*.

La proprietà del logo rimane dello *schemeowner*, il quale concede all'aderente una licenza d'uso temporanea valida fintantoché l'ente di certificazione conferma la validità del certificato di gestione della biodiversità.

In questo senso, il ruolo del progetto BIOΔ4 si risolve nell'elaborazione tecnico-scientifica del presente documento, che viene messo a disposizione di qualsiasi organizzazione (istituzione pubblica o privata, organismo di certificazione, ente di normazione) interessata a configurarsi come promotore di un nuovo *standard* di certificazione della biodiversità forestale.

La tracciabilità del legno è garantita dalle informazioni desumibili dalla documentazione connessa alle procedure di gestione attiva già esistenti (piano dei tagli, piano degli interventi a favore della biodiversità, progetti di taglio, capitolati tecnici per le utilizzazioni, bandi di gara, aste di vendita del legname, contratti di utilizzazione, verbali di consegna e collaudo, registrazione della contabilità).

INDICATORI DI STATO - REQUISITI DI PRIMA CERTIFICAZIONE

N	INDICATORI DI STATO (prima certificazione e rinnovo quinquennale)	EVIDENZE DOCUMENTALI	Obbligatorio	Facoltativo
1	L'Organizzazione rispetta tutte le leggi regionali, nazionali e comunitarie di settore.	<ul style="list-style-type: none"> - Autorizzazioni lavori in bosco (normativa regionale di settore). - Salute e sicurezza dei lavoratori e dei luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/2008). - Tracciabilità dei prodotti legnosi (EUTR). - Pianificazione forestale (normativa regionale di settore). - Tutela degli ambiti di interesse naturalistico (Natura 2000, siti di importanza naturalistica o biotopi della rete ecologica comunale/provinciale). 	X	
2	Il sistema di gestione forestale dell'Organizzazione risulta già certificato per la gestione forestale sostenibile (GFS) e fa uso del relativo logo.	<ul style="list-style-type: none"> - Manuale del sistema di GFS. - Certificato GFS e licenza uso del logo. 		X
3	Nell'ambito della gestione forestale l'Organizzazione non fa uso di pesticidi, erbicidi, fertilizzanti, OGM e non pratica lavorazioni agronomiche del suolo.	<ul style="list-style-type: none"> - Dichiarazione. 	X	
4	L'Organizzazione ha provveduto all'elaborazione di un Piano di gestione forestale o documento equipollente, che risulta validato dall'autorità preposta o in corso di approvazione/collaudato.	<ul style="list-style-type: none"> - Piano di gestione forestale o documento equipollente. - Verbale di consegna del Piano. - Verbale di collaudo del Piano. 	X	
5	L'Organizzazione ha predisposto un programma di formazione del proprio personale interno in merito alla tutela della biodiversità in conformità al sistema di gestione BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Attestati di formazione. 		X
6	In caso di affidamento a soggetti esterni di incarichi (piani, progetti, interventi) che possono avere ricadute sulla biodiversità, l'Organizzazione dispone di una procedura di verifica del possesso dei requisiti minimi previsti per i lavori forestali e di informazione dei terzisti in merito ai contenuti operativi del sistema di gestione BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Patentino di idoneità forestale o documento equipollente. - Informativa riservata ai terzisti operanti all'interno della proprietà forestale. - Certificato di CoC dell'operatore forestale esterno (in caso di vendita dei lotti in piedi). 		X
7	Nell'ambito dell'applicazione dello standard BIOΔ4 alla proprietà forestale candidata, l'Organizzazione ha provveduto a incaricare per la verifica degli indicatori di stato un dottore agronomo forestale o equipollente, di provata competenza specifica in materia di biodiversità.	<ul style="list-style-type: none"> - Convenzione/contratto con dottore agronomo forestale o laureato in scienze naturali o equipollenti. - Curriculum del tecnico incaricato a dimostrazione dell'autorevolezza dell'estensore della Relazione di applicazione dello standard BIOΔ4 alla proprietà forestale candidata. - Eventuale attestato di frequentazione da parte del tecnico di corsi di formazione per auditor BIOΔ4. 	X	
8	Il tecnico incaricato ha provveduto a definire il livello di biodiversità della proprietà candidata mediante la verifica secondo la metodologia BIOΔ4 di ciascuno dei seguenti indicatori di stato.	<ul style="list-style-type: none"> - Piano di riassetto forestale. - Relazione tecnica di applicazione dello standard BIOΔ4 alla proprietà forestale candidata. 	X	
1	1 - ARTICOLAZIONE DELLA STRUTTURA DEL BOSCO	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
2	2 - SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
3	3 - NUMERO DI SPECIE STRATO ARBOREO E ARBUSTIVO	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
4	4 - NECROMASSA IN PIEDI	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
5	5 - NECROMASSA A TERRA	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
6	6 - NUMERO PIANTE DI GRANDI DIMENSIONI	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
7	7 - DENDROMICROHABITAT	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		

	8 - SITI RIPRODUTTIVI E DI SOSTA DI SPECIE ANIMALI	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
	9 - PRESENZA DI RADURE	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
	10 - HABITAT LEGATI ALLA MORFOLOGIA E ALLE ACQUE	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
	11 - AREE INTERNE O ESTERNE A AREE PROTETTE	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
	12 - FATTORI DI DISTURBO PER LA BIODIVERSITÀ	- Parametro, fonte/metodo di rilievo.		
9	La determinazione dell'indice complessivo di biodiversità della proprietà candidata è stata ottenuta mediante l'applicazione all'intera proprietà pianificata degli indicatori di biodiversità BIOΔ4 e in conformità alla metodologia dello standard.	<ul style="list-style-type: none"> - Il campo di applicazione del sistema certificato BIOΔ4 coincide con l'intera superficie oggetto del Piano di riassetto forestale di riferimento (un Piano - un certificato). - Relazione tecnica di applicazione dello standard BIOΔ4 alla proprietà forestale candidata. 	X	
10	Il tecnico incaricato ha calcolato l'indicatore sintetico BIOΔ4 nella proprietà candidata secondo la metodologia proposta. L'indicatore risulta superiore alla soglia minima di 15.	<ul style="list-style-type: none"> - Relazione tecnica di applicazione dello standard BIOΔ4 alla proprietà forestale candidata. 	X	
11	L'Organizzazione si è dotata di una procedura di valutazione della gestione della proprietà rispetto all'obiettivo di mantenimento e miglioramento dell'indicatore sintetico di biodiversità, definendo i criteri e gli aspetti che la progettazione degli interventi deve preventivamente valutare al fine di prevedere i potenziali effetti sulla biodiversità.	<ul style="list-style-type: none"> - Modello di appendice di valutazione degli effetti potenziali della gestione attiva sulla biodiversità. - Documento di valutazione dei progetti, dei provvedimenti e degli interventi previsti e realizzati nell'arco di validità del Piano di riassetto. 	X	
12	L'Organizzazione ha provveduto a definire linee di condotta e/o provvedimenti per il contenimento dei fattori di disturbo della biodiversità, mirati a ridurre l'incidenza dell'Indicatore n. 12 sull'indicatore sintetico.	<ul style="list-style-type: none"> - Verbali di riesame della Direzione. - Capitolati tecnici delle utilizzazioni forestali e degli interventi sul territorio. 		X
13	L'Organizzazione si è dotata di una procedura di valutazione quinquennale della propria capacità prevedere e verificare l'impatto della gestione sugli indicatori e sull'indicatore sintetico di biodiversità, a dimostrazione dell'impegno e dell'efficienza nel perseguimento dell'obiettivo di mantenimento/miglioramento dell'indice di biodiversità.	<ul style="list-style-type: none"> - Documento quinquennale di valutazione della propria capacità di verifica l'impatto della gestione sugli indicatori e sull'indicatore sintetico di biodiversità. 		X
14	Nell'ambito della vendita dei prodotti legnosi, l'Organizzazione dispone di un Sistema di Diligenza Dovuta (DDS - Due Diligence System) conforme agli obblighi EUTR ed eventualmente integrato da procedure certificate secondo la norma ISO 38200.	<ul style="list-style-type: none"> - Evidenza della dichiarazione della località di provenienza del legname all'interno dei documenti amministrativi (es. contratti) e commerciali (es. documenti di trasporto, fatture). - Registri e contabilità dell'operatore EUTR (vendite di prodotti legnosi a strada, clienti, autorizzazioni, valutazione del rischio). - Registro delle utilizzazioni boschive (vendite di bosco in piedi). - Procedure conformi alla norma ISO 38200 a integrazione del EUTR-DDS. 	X	
15	Durante il processo di produzione del prodotto legnoso proveniente da boschi certificati BIOΔ4, l'Organizzazione segue una procedura per la segregazione del materiale legnoso in termini di spazio, tempo o marchiatura del legno. Qualora l'Organizzazione abbia conseguito un certificato di Chain of Custody (CoC), l'approccio adottato a garanzia della provenienza del legno è costituito esclusivamente dalla prassi di separazione fisica (spaziale o temporale).	<ul style="list-style-type: none"> - Relazione tecnica BIOΔ4. - Piano dei tagli. - Manuale di CoC. - Registri CoC. - Evidenze desunte da sopralluoghi ed ispezioni nell'ambito della verifica della separazione fisica nell'ambito della CoC. 		X
16	Nei contratti e capitolati con i terzi l'organizzazione specifica le procedure stabilite per garantire la tracciabilità.	<ul style="list-style-type: none"> - Contratti e capitolati. 	X	

INDICATORI DI GESTIONE - REQUISITI DI MANTENIMENTO DELLA CERTIFICAZIONE

N	INDICATORI DI GESTIONE (sorveglianza annuale)	EVIDENZE DOCUMENTALI	Obbligatorio	Facoltativo
1	Nel corso dell'anno l'Organizzazione ha progettato/ eseguito interventi di gestione attiva della proprietà forestale certificata BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Studi di fattibilità. - Progetti preliminari/definitivi/esecutivi e varianti. - Progetti/relazioni di taglio. - Contratti e capitolati speciali di esecuzione degli interventi. - Piano della viabilità silvo-pastorale. 		X
2	L'Organizzazione ha provveduto alla formazione del proprio personale interno in merito alla biodiversità e alla sua tutela in conformità al sistema di gestione BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Attestati di formazione. 		X
3	In caso di affidamento a soggetti esterni di incarichi che possono avere ricadute sulla biodiversità, l'Organizzazione ha verificato il possesso dei requisiti minimi previsti per i lavori forestali e ha informato i terzisti in merito ai contenuti operativi dello standard BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Patentino di idoneità forestale o documento equipollente. - Informativa riservata ai terzisti operanti all'interno della proprietà forestale. - Certificato di CoC dell'operatore forestale esterno (in caso di vendita dei lotti in piedi). 		X
4	I progetti/interventi hanno conseguito tutte le autorizzazioni/pareri previsti dalla normativa vigente e rispettano tutte le precauzioni, le direttive e le raccomandazioni indicate dalle autorità preposte e dalla buona prassi rispetto al mantenimento/miglioramento dell'indicatore sintetico BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Autorizzazioni/pareri. - PMPF. - Prontuario operativo per la gestione forestale. - Misure di conservazione ZSC. - Piani di gestione delle aree Natura 2000. - Contratti e capitolati speciali di esecuzione degli interventi. - Appendice di valutazione degli effetti dell'intervento sulla biodiversità. 	X	
5	I progetti/interventi di gestione attiva sono sottoposti alla preventiva verifica delle potenziali ricadute di lungo periodo degli interventi/provvedimenti sulla biodiversità, specificando: <ul style="list-style-type: none"> - gli indicatori di biodiversità per i quali è prospettabile una variazione positiva o negativa a seguito dell'attuazione della scelta gestionale; - il prevedibile impatto che la scelta gestionale può generare sull'indicatore sintetico BIOΔ4. 	<ul style="list-style-type: none"> - Progetti preliminari/definitivi/esecutivi e varianti. - Valutazioni di incidenza ambientale (Vinca - Dir. 92/43/CEE). - Valutazioni di impatto ambientale (VIA). - Appendice di valutazione degli effetti dell'intervento sulla biodiversità. 	X	
6	In caso di previsione di una variazione significativamente negativa di uno o più indicatori, il progetto di intervento individua opportune misure di mitigazione e/o compensazione mirate a minimizzare gli effetti della gestione sull'indicatore sintetico di biodiversità.	<ul style="list-style-type: none"> - Progetti preliminari/definitivi/esecutivi e varianti. - Valutazioni di incidenza ambientale (Dir. 92/43/CEE). - Valutazioni di impatto ambientale. - Appendice di valutazione degli effetti dell'intervento sulla biodiversità. 	X	
7	Nel corso e a seguito dell'esecuzione degli interventi di gestione l'Organizzazione applica procedure di verifica del rispetto delle previsioni progettuali, delle prescrizioni e degli effettivi risultati di attuazione delle scelte gestionali. A tal fine individua il soggetto delegato al controllo di tali aspetti (es. direttore dei lavori, responsabile delle operazioni di taglio, guardia boschiva, tecnico esperto responsabile di operazioni di monitoraggio ambientale).	<ul style="list-style-type: none"> - Contratti e capitolati speciali di esecuzione degli interventi. - Piani di monitoraggio. - Verbali di cantiere. - Verbali di riesame della Direzione. 		X

8	L'Organizzazione implementa e/o programma nel breve periodo azioni volontarie mirate al miglioramento della biodiversità (es. cassette-nido per specie, isole di senescenza) valutandone le ricadute rispetto all'indicatore sintetico BIOΔ4.	<ul style="list-style-type: none"> - Progetti di miglioramento della biodiversità della proprietà certificata. - Verbali di riesame della Direzione. 		X
9	L'Organizzazione ha istituito un fondo per le migliori boschive volte al mantenimento e promozione della biodiversità. Tale fondo prevede che almeno 5% del ricavo della vendita dei prodotti forestali sia investito a questo scopo.	<ul style="list-style-type: none"> - Istituzione del fondo per le migliori boschive volte al mantenimento e promozione della biodiversità 		X
10	L'Organizzazione dispone di una licenza d'uso del logo BIOΔ4 e lo impiega secondo le indicazioni contenute nel disciplinare per il suo utilizzo.	<ul style="list-style-type: none"> - Sito internet. - Materiale divulgativo. - Prodotti forestali. - Regolamento di utilizzo del logo 	X	



11

STUDIO E SVILUPPO DI MECCANISMI PES DELLE FORESTE

Lo studio e sviluppo di meccanismi di Pagamenti per Servizi Ecosistemici (PES) è stato l'obiettivo principale del WP4, che si propone di studiare, progettare e sperimentare, nelle stesse aree di studio dove sono stati definiti gli indicatori di biodiversità BIO Δ 4, e a partire da questi, un set di modelli operativi per contribuire alla conservazione e all'arricchimento della biodiversità forestale.

La logica attraverso cui agiscono i meccanismi PES è quella di trasformare un servizio ecosistemico in un prodotto che viene immesso sul mercato e in esso scambiato, cioè compravenduto, al pari di qualsiasi altro bene o servizio. Perché questo avvenga, è necessario non solo definire in modo chiaro e univoco l'oggetto dello scambio, cioè quale servizio ecosistemico, ma anche definirne quantità e valori. Ciò richiede di avere a disposizione sistemi e unità di misura adeguate e misurabili. La misura della biodiversità proposta dal metodo BIO Δ 4 è pertanto l'anello di congiunzione con i meccanismi PES del WP4, dato che fornisce le basi ecologiche per quantificare sia la baseline (il livello di partenza nella situazione senza il PES), che l'addizionalità a seguito dell'implementazione del PES, definendo quindi le corrette e necessarie premesse per progettare meccanismi efficaci ed efficienti. Quando invece il PES si basa su relazioni ecosistema-servizio ecosistemico solo presunte e non misurate attraverso appropriati indicatori, si va incontro a fallimenti o inefficienze dei PES.

Il WP4 ha alla base un approccio di economia e politica ambientale. Pertanto, a differenza del WP3, ha come oggetto di studio i sistemi socio-ecologici, dove la componente umana - gli attori - e le regole ed istituzioni che questa si è data giocano un ruolo fondamentale nel definire sia offerta e domanda di servizi ecosistemici che il corretto assetto delle relazioni che si instaurano tra i portatori di interesse, che assicura la sostenibilità nel tempo del PES. Pertanto, il WP4, oltre ad analizzare il contesto legale ed istituzionale relativo ai diritti di proprietà sui servizi ecosistemici e a studiare come i diritti di proprietà sulle risorse forestali vengono definiti ed assegnati, si è concentrato sul coinvolgimento dei portatori di interesse in ogni fase del lavoro, dalla ideazione, alla progettazione alla verifica dei PES.

Nei capitoli che seguono, dopo un breve inquadramento concettuale, vengono riportate le attività svolte documentandone passaggi operativi, problematiche e soluzioni esplorate per arrivare alla creazione di meccanismi PES. Il fine ultimo è quello di fornire materiale di supporto per decisori politici, tecnici, proprietari e gestori delle risorse forestali ed altri operatori del territorio che volessero promuovere forme di uso e gestione delle foreste ispirate ai principi dei Pagamenti per Servizi Ecosistemici per valorizzare la biodiversità forestale come definita da BIO Δ 4.

12

SERVIZI ECOSISTEMICI FORESTALI E BIODIVERSITÀ

Negli ultimi vent'anni il concetto di servizio ecosistemico (SE), formalizzato per la prima volta dal Millennium Ecosystem Assessment (MEA) nel 2005, è diventato il paradigma dominante nell'approccio alla gestione e conservazione degli ecosistemi naturali (fig. 12.1).

Secondo la definizione del MEA, i SE sono

Benefici, prodotti degli ecosistemi che migliorano, sia direttamente che indirettamente, il benessere delle comunità umane.

In letteratura sono state proposte diverse classificazioni dei SE, rispettivamente dal MEA, dal TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) e dal CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*). La classificazione del MEA ha tentato una sistematizzazione iniziale e generale dei SE, invece la

classificazione del TEEB è orientata soprattutto alla necessità di valutarli dal punto di vista economico. La classificazione CICES dell'*European Environment Agency* (Haines-Young e Potschin, 2018) è una classificazione gerarchica con alcune centinaia di voci elementari, funzionale all'inclusione del capitale naturale e dei SE nella contabilità economica nazionale a livello europeo. La classificazione del MEA considera i SE sotto forma sia di flusso che di stock, mentre TEEB e CICES, solo sotto forma di flusso.

Oltre ad essere più evoluta, la classificazione CICES utilizza l'approccio *cascade* (Haines-Young e Potschin, 2010) che ha il vantaggio di chiarire la distinzione e relazione esistente tra ecosistema, funzione, servizio, beneficio e valore economico, evidenziando il ruolo della biodiversità (fig. 12.2).

Figura 12.1: numero di articoli scientifici per anno e database, che riportano il termine "servizio ecosistemico" nel titolo, nelle keywords o nell'abstract (McDonough et al., 2017).

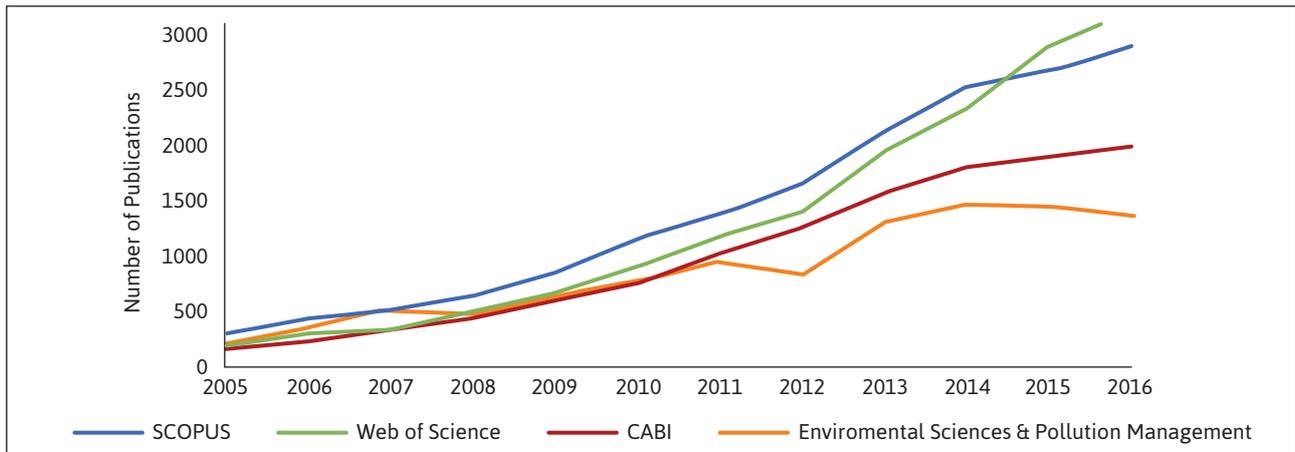
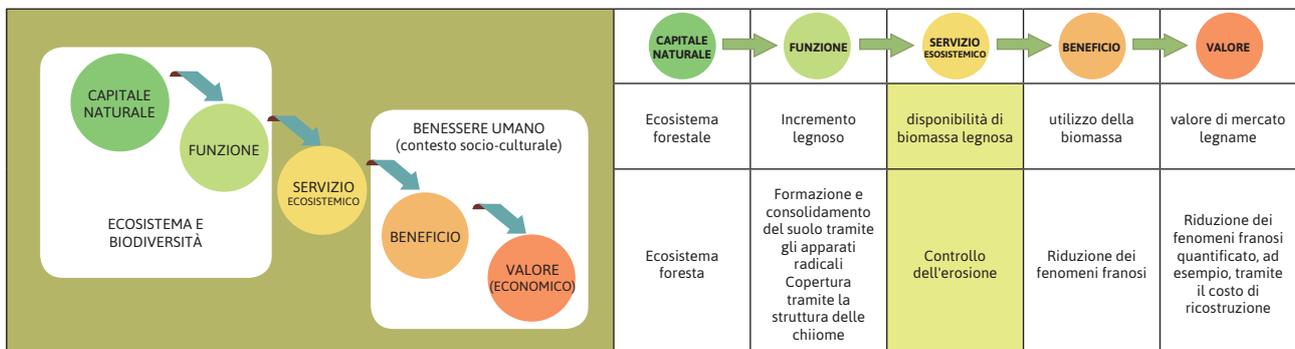


Figura 12.2: schema cascade dei Servizi Ecosistemici (Haines-Young e Potschin, 2010).



La classificazione CICES distingue tre categorie di SE che, visti nel contesto forestale, possono essere descritti come:

- **Servizi ecosistemici di fornitura:** comprendono i benefici materiali che si possono ricavare dalle foreste, tra cui i più comuni sono la legna e il legname. La categoria comprende anche altri prodotti forestali in senso più tradizionale, quali la fornitura di acqua potabile, di piante, frutti e funghi edibili, di piante medicinali, estratti, resine e selvaggina. Generalmente i servizi di fornitura non possiedono gli attributi del concetto di 'servizio' in senso economico, cioè l'intangibilità e l'impossibilità di stoccaggio;
- **Servizi ecosistemici di regolazione:** comprendono i servizi relativi alle funzioni di buffering prodotte dagli ecosistemi nei riguardi degli individui, delle comunità e delle infrastrutture: la protezione dall'erosione del suolo, i cicli biogeochimici, l'impollinazione, la fornitura di habitat per la flora e la fauna selvatica, la mitigazione di eventi estremi legati al clima, la fissazione di CO₂.
Si tratta di servizi intangibili per la maggior parte dei casi, difficili da percepire e pertanto spesso trascurati nelle scelte decisionali, nonostante il loro notevole impatto a diversa scala. Se persi o degradati, il loro ruolo emerge in modo evidente, sono difficili da ripristinare e generano notevoli perdite economiche;
- **Servizi ecosistemici culturali:** comprendono i servizi non materiali e soggettivi che gli ecosistemi forniscono, quali il godimento del paesaggio come elemento estetico, l'uso ricreativo delle foreste, l'identità culturale e storica associata ad un certo ambiente/paesaggio, i valori spirituali e religiosi associati a certi luoghi naturali. Questi benefici sono

spesso quelli più facilmente compresi ed associati alle foreste, perché collegati ad esperienze dirette e personali degli individui: pertanto è importante che vengano considerati nelle scelte gestionali delle foreste pubbliche, come nel caso delle foreste oggetto di studio in BIOΔ4.

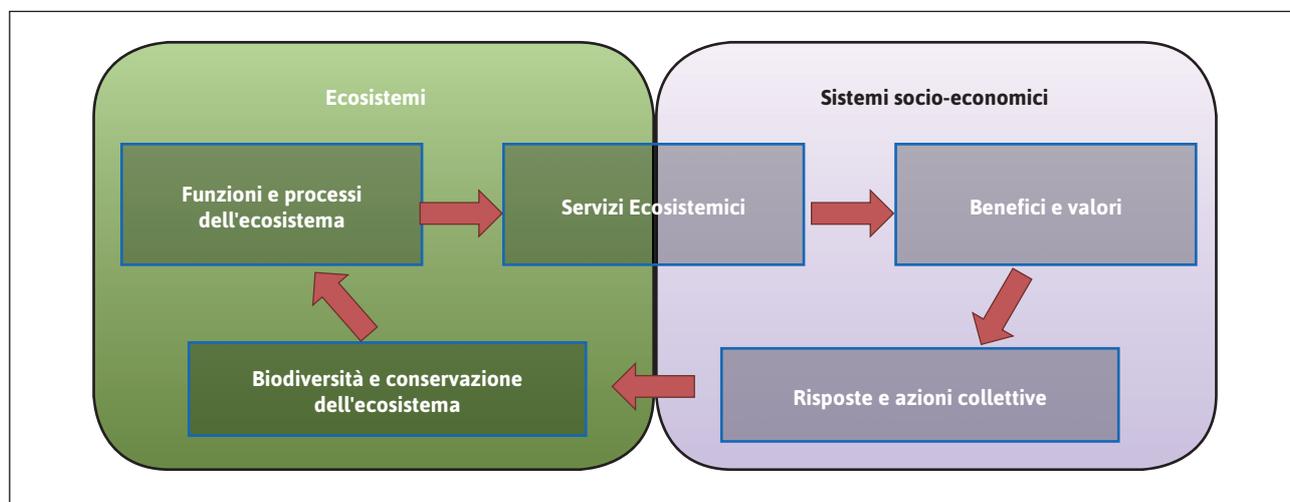
12.1 Biodiversità e servizi ecosistemici nella gestione forestale

Come rappresentato in figura 12.3, la biodiversità non è un servizio ecosistemico di per sé, quanto piuttosto un attributo dello stock di capitale naturale che può essere oggetto di azioni collettive da parte dei sistemi socio-economici volte alla sua conservazione e valorizzazione.

La biodiversità può venire definita a tre diversi livelli, ovvero genetica, specifica ed ecosistemica (cap. 2.1) e considerato che il progetto BIOΔ4 intende esaminarla soprattutto a livello ecosistemico, si sono ricercate componenti del concetto di biodiversità ecosistemica sia tra i SE di fornitura, che di regolazione, che culturali.

Molte iniziative economiche e politiche a livello nazionale, sovranazionale o globale che riguardano la tutela della biodiversità, incorporano il concetto di SE. Tra le più importanti ricordiamo il TEEB, un processo che mira a introdurre i concetti di biodiversità e di SE nei processi decisionali (de Groot et al., 2010), l'IPBES (*Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*), che ha come obiettivo il rafforzamento dei legami tra ricerca e decisioni politiche nell'ambito della tutela e conservazione della biodiversità e dei SE (Díaz et al., 2015), e, infine, il programma *Ecosystem Marketplace* dell'ONG *Forest Trends*, che pubblica

Figura 12.3: relazione tra biodiversità e servizi ecosistemici (modificato da Liqueste et al., 2016).



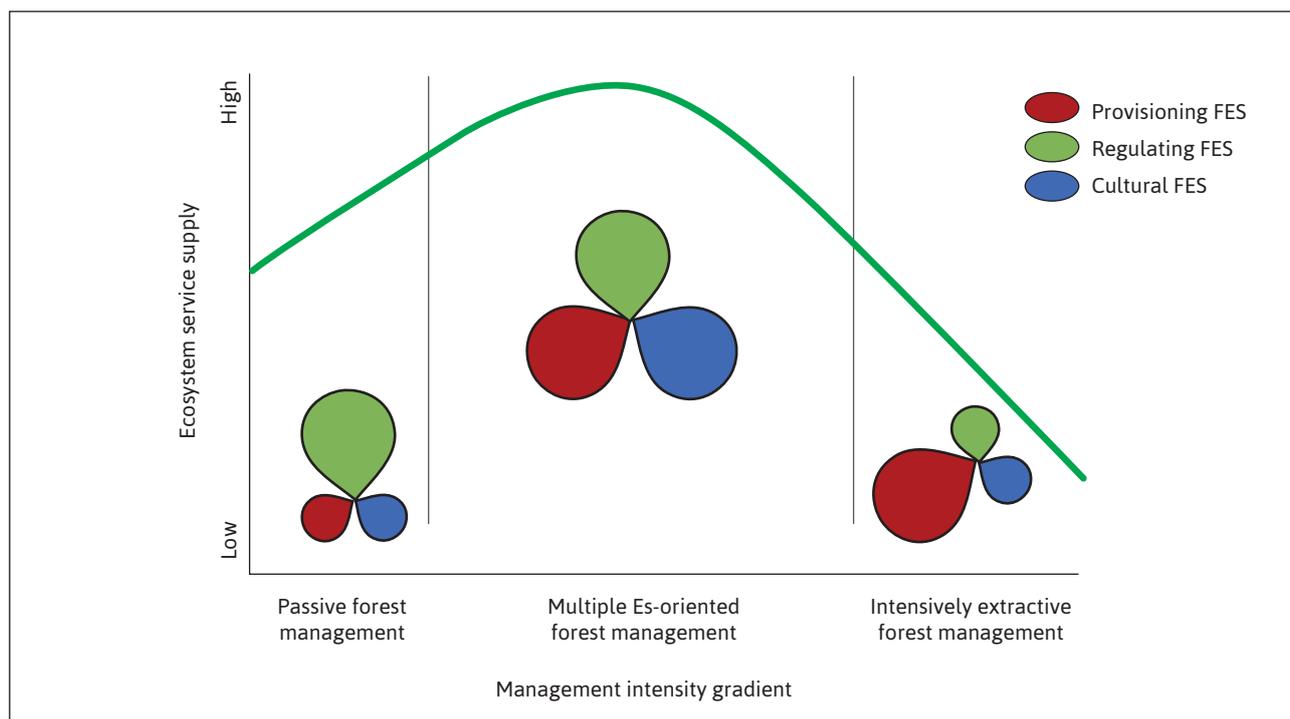
report e aggiornamenti sulle principali iniziative di mercato per la tutela e valorizzazione dei SE. A livello europeo, in ottemperanza alla Strategia per la Conservazione della biodiversità EU 2020 (E.C., 2011), la Commissione Europea richiede a tutti gli stati membri un impegno nella mappatura e valutazione dello stato degli ecosistemi e dei relativi SE (Maes et al., 2013).

Oggi il concetto di SE si propone come un approccio interdisciplinare ed innovativo, capace di esprimere le dimensioni biofisiche, economiche e socio-culturali del valore di un ambiente naturale e della sua biodiversità, di integrare diverse metodologie di valutazione e di incentivare la valutazione partecipata e il coinvolgimento dei portatori di interesse nei processi decisionali.

Il linguaggio e gli approcci ispirati ai concetti di SE sono oggi progressivamente utilizzati anche nell'ambito forestale, dove hanno sostituito i più tradizionali concetti di 'funzione' e di 'multifunzionalità', permettendo di rappresentare in modo più efficace la molteplicità di beni e servizi offerti dal bosco (Miura et al., 2015). I punti di forza degli approcci basati sui SE stan-

no nella capacità di integrare le diverse prospettive di gruppi sociali e portatori di interesse nelle scelte di gestione forestale. Infatti, a differenza dei paradigmi classici della gestione forestale, che assumono interdipendenza e linearità tra le diverse funzioni forestali (teoria della scia), il concetto di SE evidenzia come le relazioni di beni e servizi possano essere tra loro indifferenti o addirittura competitive, generando relazioni di sostituzione (*trade-off*) in funzione dei diversi valori attribuiti dai portatori di interesse. In figura 12.4 sono esemplificate le relazioni tra offerta di SE e intensità di gestione forestale: una gestione forestale intensiva persegue obiettivi economici a scapito della conservazione del capitale naturale e dei valori sociali della foresta; una gestione passiva e conservatrice potenzia la produzione di SE di regolazione a spese di quelli di fornitura e culturali; infine, una gestione multifunzionale che promuove la mescolanza di specie forestali diverse, l'eterogeneità della struttura forestale, la presenza di grandi alberi e di radure nel bosco porta ad una produzione ampia e diversificata di SE (van der Plas et al., 2016; Felipe-Lucía et al., 2018).

Figura 12.4: relazioni tra offerta di SE e intensità di gestione forestale (Bottaro et al., 2018).



13

PAGAMENTI PER SERVIZI ECOSISTEMICI

13.1 Definizioni

La biodiversità a livello globale continua a diminuire (Dirzo, 2014), perciò si cercano e sperimentano soluzioni per arrestarne la perdita. Una possibilità è rappresentata dalla sua valorizzazione: rendere la biodiversità un elemento fondamentale per la società, anche economicamente e in maniera esplicita, può aiutare a raggiungere questi obiettivi (Balmford, 2002). Infatti, non è nuova l'importanza della biodiversità per la vita sulla Terra e la sua qualità, come riconosciuto dalla comunità internazionale, secondo la *Convention on Biological Diversity* (CBD).

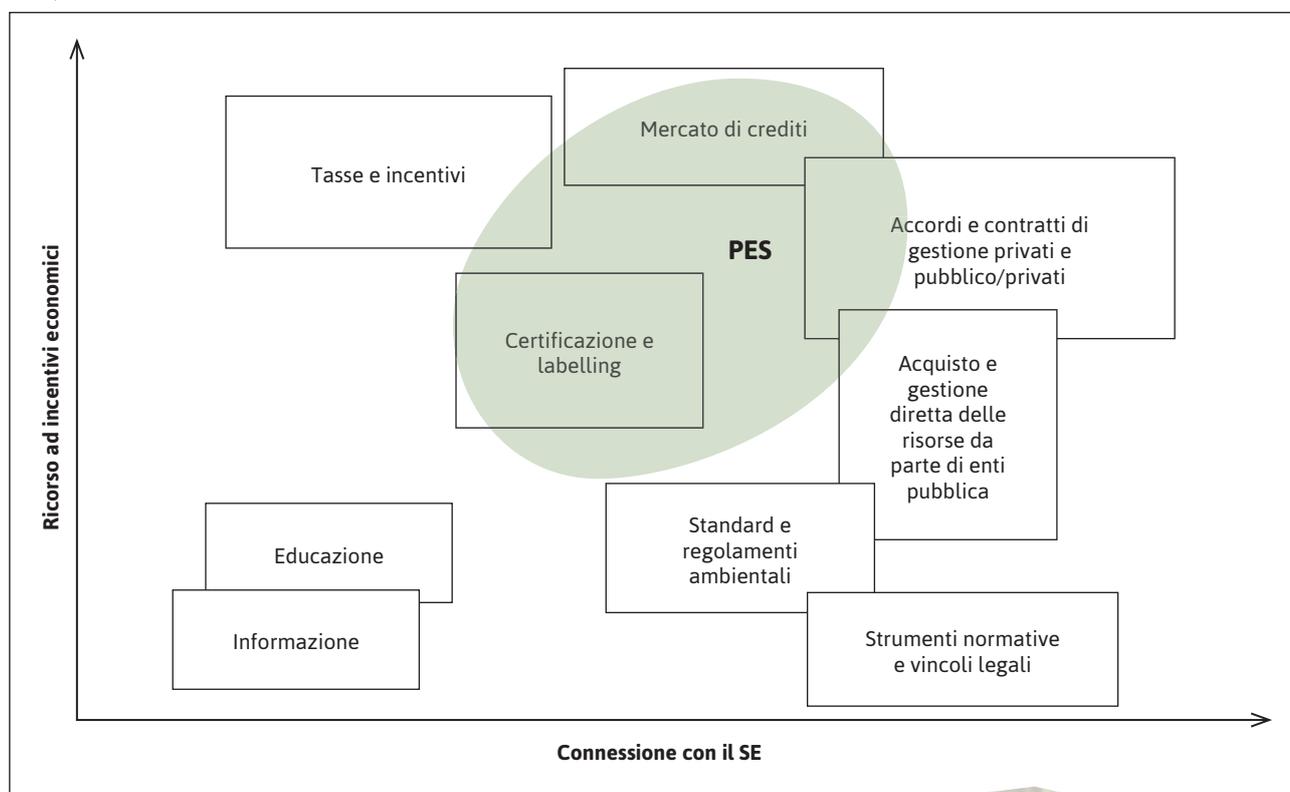
Diversi sono gli strumenti di politica ambientale che si possono applicare per conservare e valorizzare la biodiversità e i servizi ecosistemici (fig 13.1). Tra questi, i Pagamenti per Servizi Ecosistemici (PES) fanno parte della famiglia degli strumenti di mercato, che si distinguono per il ricorso ad un incentivo di tipo economico.

In particolare, i PES sono basati sull'idea di transazione diretta tra due parti: i produttori di servizi ecosistemici (proprietari/gestori di risorse naturali o semi-naturali) da un lato e i consumatori degli stessi (tutti coloro che, direttamente o indirettamente, beneficiano di un SE generato dalle risorse e dalle correlate azioni di manutenzione) dall'altro. Recentemente, i PES sono oggetto di un forte interesse internazionale, per le loro potenziali capacità di tutelare gli ecosistemi in modo efficace, efficiente ed equo.

La definizione di PES più accreditata è quella di Wunder del 2015, che l'autore stesso ha aggiornato a partire da una definizione del 2005. Secondo questa definizione un PES è:

“una transazione volontaria tra fruitori e produttori di un servizio ecosistemico, condizionata al rispetto di specifici accordi di gestione di una risorsa naturale concordati tra le parti, gestione che generi servizi ecosistemici anche offsite”.

Figura 13.1: strumenti di mercato per la valorizzazione e conservazione degli ecosistemi e delle risorse naturali (modificato da Wunder, 2006).



Se ne deduce che caratteristiche fondamentali di un meccanismo PES sono:

- **Volontarietà:** il PES non deve essere imposto da una legge, norma o regolamento (anche se può essere stimolato a livello normativo o di iniziativa politica), ma fare leva su un interesse reciproco tra le parti;
- **Addizionalità:** il PES deve risultare nella produzione di un nuovo SE, o di una maggiore quantità di un SE già prodotto, rispetto ad uno status quo (*baseline*).

La definizione implica che il flusso di moneta o di beni generato dall'implementazione di un meccanismo PES derivi dall'utilizzo o godimento diretto o indiretto di uno o più servizi ecosistemici e deve essere destinato esclusivamente a sostenere la produzione di tali servizi nel tempo, al netto dei costi di implementazione e gestione.

Il fatto che un PES sia uno strumento di mercato implica la presenza di una negoziazione tra i principali portatori di interesse coinvolti, perciò i PES sono visti come strumenti partecipati ed attenti all'equità sociale. Tuttavia, molte voci critiche hanno evidenziato come distribuzioni asimmetriche dell'informazione e del potere negoziale, in molti casi non permettano di soddisfare la dimensione sociale e solidale di un PES.

13.2 Modelli di PES

Anche se la definizione di Wunder (2015) è quella più citata, dalla letteratura emerge come lo stesso concetto di PES sia in continua discussione. Secondo molti au-

tori, infatti, la definizione di Wunder identificerebbe solo i PES cosiddetti puri, o *core-PES*, mentre vi sono altre iniziative che soddisfano solo in parte i requisiti di Wunder (fig. 13.2). Queste iniziative vengono generalmente indicate come *quasi-PES*.

Esempi di PES (tab 13.1) che rientrano nel concetto 'ombrello' (tutti e tre i livelli di fig. 13.2), sono i mercati dei crediti di carbonio o di habitat (mercati regolamentati), le misure agro-ambientali o silvo-ambientali all'interno dei piani di sviluppo rurale, in cui le istituzioni svolgono un ruolo di intermediario/distributore di fondi pubblici (mercati mediati) e gli accordi diretti di gestione tra privati o tra pubblico e privati (mercati diretti). Tutte e tre queste forme hanno elevato grado di connessione con il SE. Rientrano nel concetto anche forme di PES con un minore grado di connessione con il SE, o con una connessione indiretta, come gli strumenti di certificazione e *eco-labelling* dei prodotti agricoli/forestali, in cui il valore aggiunto ambientale di un prodotto che ingloba il servizio ecosistemico viene legato ad un disciplinare di produzione, valorizzato attraverso attività di *marketing* e concretizzato nelle scelte di acquisto del consumatore (mercati indiretti) (*Forest Trends and the Ecosystem Marketplace*, 2008). Questi mercati indiretti sono rilevanti ai fini della valorizzazione della biodiversità nell'ambito del progetto BIOΔ4: a livello internazionale si riscontrano numerosi esempi di iniziative di prodotti *biodiversity-friendly* o *eco-friendly*, come ad esempio nell'ambito della pesca (es.: *salmon-friendly*, *dolphin-safe*) o di alcuni prodotti agro-alimentari (es.: *biodiversity-friendly coffee*), con la definizione di veri e propri standard di certificazione (*Rainforest Alliance Certification*, standard FSC e PEFC per i prodotti forestali legnosi e non legnosi).

Figura 13.2: PES tra core e periferia (Wunder, 2008).

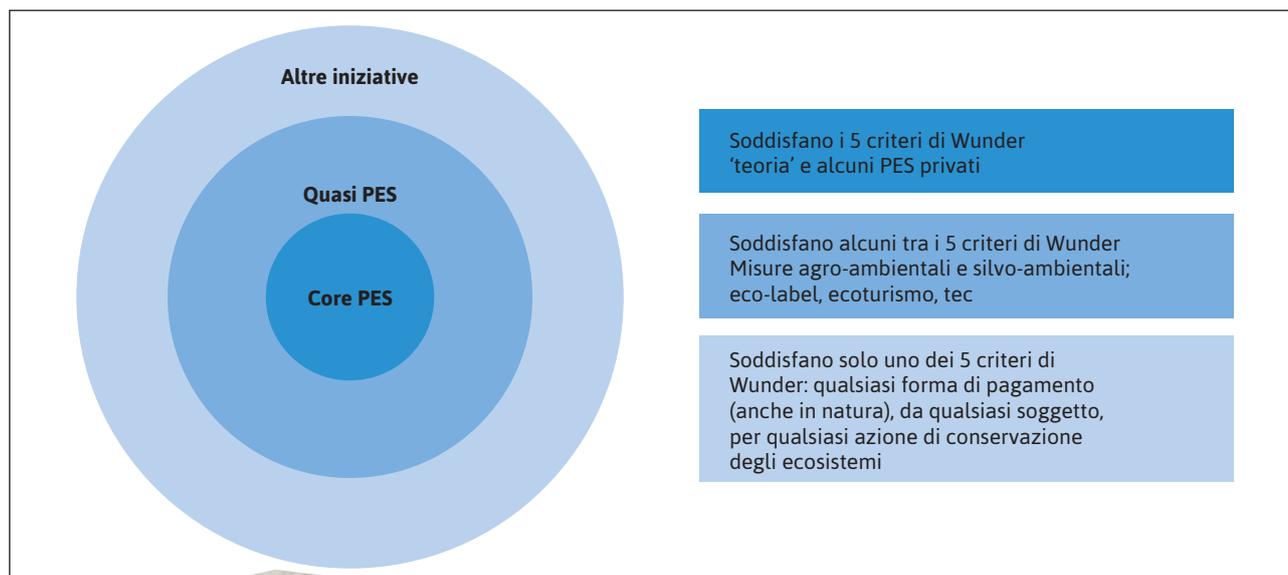


Tabella 13.1: modelli ed esempi di PES.

	Mercati regolamentati		Mercati mediati	Mercati diretti	Mercati indiretti
	Sostenuti dal quadro legale (norme e regolamenti)		Sostenuti da iniziative e fondi pubblici	Sostenuti da iniziative private e da motivazioni etiche	
Modelli PES	Istituzione di quote e creazione di mercati di scambio compravendita di crediti/debiti (<i>cap and trade</i>)	Quote, licenze e permessi di raccolta	Contratti e accordi di gestione con intermediari pubblici	Contratti diretti tra fruitori e produttori del servizio in mercati completamente volontari	Responsabilità sociale d'impresa, certificazione, eco-labelling
Esempi	Crediti di carbonio in mercati regolamentati (es. Accordi di Parigi), <i>Habitat banking</i>	Permessi di caccia, permessi di raccolta funghi	Misure agro-ambientali e silvo-ambientali	Parchi avventura, biglietti di accesso ai parchi, Crediti di Carbonio sul mercato liberi	Certificazione forestale, <i>Fair-trade</i> , certificazioni di qualità, <i>marketing territoriale</i>

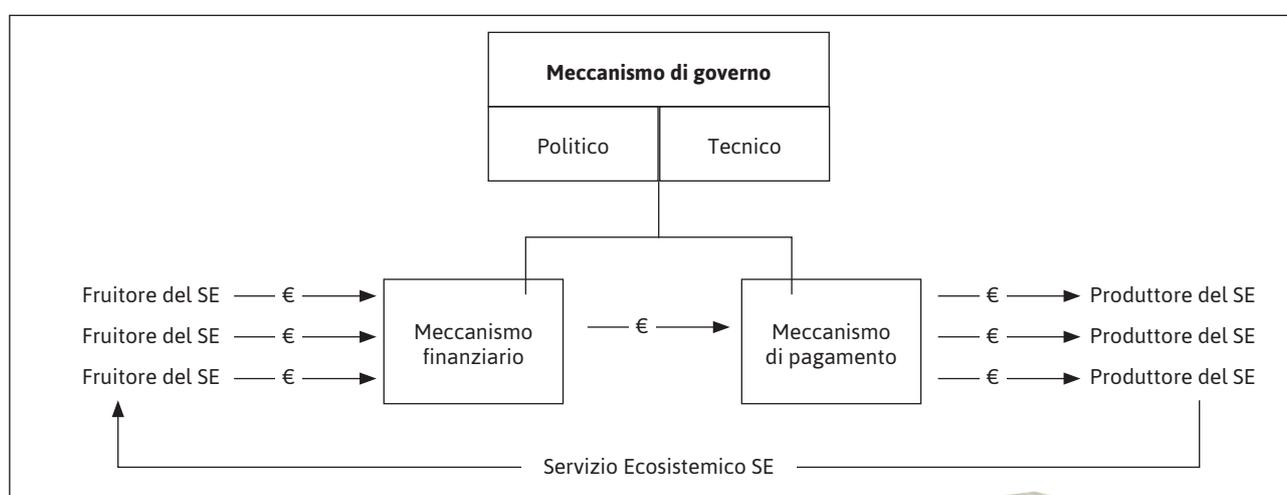
13.3 Struttura di un meccanismo PES

Nella figura 13.3 viene rappresentata la struttura di un meccanismo PES.

Gli elementi fondamentali di un PES sono:

- *I fruitori del SE*: i consumatori finali che, riconoscendo il valore di un SE, decidono volontariamente di acquistarlo, pagandone il prezzo;
- *I produttori del SE*: i proprietari dei fondi o i gestori di aziende che, orientando in forme specifiche la gestione agricola o forestale dei propri terreni, garantiscono la produzione di SE e ricevono, per questo, il relativo prezzo;
- *Il meccanismo finanziario*, che definisce le modalità (prezzo, veicolo di pagamento) con cui i fruitori corrispondono il pagamento per il SE di cui usufruiscono. Alcuni esempi sono il biglietto di accesso ad un'area protetta, il prezzo pagato per una visita guidata ad un'area naturale e il canone ambientale pagato sulla tariffa idrica. Il meccanismo finanziario è gestito da personale con competenze gestionali-amministrative e contabili;
- *Il meccanismo di pagamento*, che definisce le modalità (valori e criteri di distribuzione) con cui i finanziamenti generati dal PES vengono distribuiti ai produttori in funzione del loro specifico contributo alla produzione del servizio ecosistemico. Il meccanismo di pagamento è gestito da personale tecnico che promuove l'implementazione del PES, fornisce assistenza tecnica ai produttori del servizio circa le azioni e pratiche da implementare, gestisce gli aspetti contrattuali e mette in atto le azioni di monitoraggio;
- *Il meccanismo di governo*, che ha un ruolo sia politico che tecnico. Nel ruolo politico rappresenta la sede in cui vengono negoziati gli accordi tra le parti, composti e risolti i contenziosi ed è formato dai rappresentanti di tutti i portatori di interesse coinvolti nel PES. Nel ruolo tecnico ha il compito di identificare i SE, individuare e aggiornare periodicamente le azioni e le pratiche oggetto del PES e definire le azioni di monitoraggio. È rappresentato da personale con competenze prevalentemente tecniche.

Figura 13.3: struttura e componenti di un meccanismo PES (Pagiola e Platais, 2005).



13.4 Sviluppi legati ai PES nel contesto italiano

Con l'entrata in vigore della legge 28 dicembre 2015, n. 221, il concetto di SE e dei relativi strumenti di valorizzazione ha preso forza anche nel nostro paese. È stato istituito il Comitato per il Capitale Naturale (art. 67) ed è stata data delega al governo per l'introduzione di sistemi di PES (Art. 70).

La recente pubblicazione del Secondo Rapporto sul Capitale Naturale in Italia 2018, ha fatto chiarezza circa lo stato delle informazioni biofisiche ed economiche inerenti i SE, già iniziata con il primo Rapporto. Questo è un risultato importante ai fini del raggiungimento degli obiettivi dell'Art. 70, infatti la progettazione di meccanismi PES può basarsi solo su una buona base conoscitiva dello stato degli ecosistemi e della loro potenziale capacità di produrre SE. Ciò permette di individuare lo status quo dell'ambiente in funzione del quale valutare le sue evoluzioni nell'assenza di interventi (*baseline*) e i possibili scenari di introduzione di PES.

Ad oggi è stata prodotta una Carta degli Ecosistemi d'Italia (Blasi et al., 2017), basata sull'uso del suolo e sulla vegetazione, che ha individuato 84 tipologie di ecosistemi naturali e semi-naturali, al cui interno si trovano 43 tipologie di ecosistemi forestali. A livello di singolo servizio ecosistemico e/o di particolari ambiti territoriali, sono state inoltre individuate le connessioni tra ecosistemi, funzioni e flussi di servizi ecosistemici prodotti secondo il modello *cascade*, la cosiddetta "Contabilità biofisica e monetaria del Servizio". Questa è disponibile in via sperimentale per i servizi ricreativi (Vallecillo et al., 2018) e per il servizio di purificazione delle acque (La Notte et al., 2017). L'ISPRA ha inoltre prodotto una mappa della Qualità degli *Habitat* a scala nazionale elaborata tramite l'utilizzo di software dedicati (InVEST). L'*output* prodotto restituisce un valore relativo rispetto alle condizioni ottimali (o peggiori, nel caso del degrado) presenti sul territorio oggetto di studio e non un indice economico o biofisico assoluto. Si tratta comunque di studi a scala nazionale, quindi non adeguata al progetto BIOΔ4, dove i modelli operativi da attuare richiedono la definizione di qualità (e relativi indicatori) a scala di dettaglio regionale o locale.

13.5 Buone pratiche di PES nel contesto italiano: alcuni esempi

Nel report "Modelli di *governance* per PES e autofinanziamento gestione Natura 2000", pubblicato dal WWF Italia (2014), si trovano alcuni interessanti esempi di buone pratiche di schemi PES che possono fornire spunti ed indicazioni utili al progetto BIOΔ4. Essi sono brevemente descritti di seguito.

Permessi di raccolta funghi e tartufi nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. I permessi sono gratuiti per i residenti all'interno dell'Area Protetta (AP), mentre ammontano a 25 € per i residenti in comuni limitrofi e 65 € per i non residenti. Il ricavato viene impiegato per la manutenzione della rete sentieristica, miglioramenti ambientali, monitoraggio sulla raccolta nell'ecosistema e informazione sulla tematica dei funghi e sul loro ruolo nell'ecosistema. Dalla tabella 2.13 si può comprendere come questo schema rientri tra i modelli PES sostenuti da un quadro legale legato alle licenze, e permessi di raccolta.

Concessioni a fini pascolivi dei terreni del Parco Nazionale del Pollino. Un altro esempio efficace di pagamento per un SE è la concessione a fini pascolivi dei terreni dell'AP. Caso simile è quello della "fida pascolo", una tassa di usufrutto di origine antica che a volte è stata ereditata dall'AP. Spesso l'estensione dei pascoli non è sufficiente a garantire un reddito importante all'AP, tuttavia i benefici di carattere ambientale sono quelli della conservazione della biodiversità tipica del pascolo e del pascolo stesso, che altrimenti verrebbe sostituito da bosco tramite un processo di successione naturale. Esempio di questo schema è quello presente nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi e il Parco Nazionale del Pollino, quest'ultimo avendo diritto alla fida. Anche questo modello, facendo riferimento alla tabella 13.1, si può inquadrare nei meccanismi di permessi, licenze e quote.

Sosta auto dei parcheggi gestiti del Parco Naturale della Maremma. Un caso studio di PES per servizi estetici (paesaggistici) e ricreativi (attività turistiche, sportive etc.) è lo schema impiegato dal Parco Naturale della Maremma, nell'unico punto di accesso nei pressi di una spiaggia, raggiungibile senza dover camminare. In questo sito è stata disposta un parcheggio la cui tariffa è di 2 €/ora per i non residenti, mentre per i residenti è 0.50 €/ora.

Attività didattica con le scuole del Parco Naturale Adamello Brenta. L'organizzazione di attività didattica in bosco rappresenta un'altra forma di PES per l'AP che la organizza e per la sua stessa natura può solo beneficiare da una maggiore biodiversità presente nell'area. Questo schema è attivo nel Parco Naturale Adamello Brenta, dove vengono offerte lezioni, se si tratta di classi di residenti, a 40 € per mezza giornata per 25 studenti oppure a 70 € per tutta la giornata. Il prezzo è maggiorato per classi provenienti al di fuori dei Comuni limitrofi.

Gestione della fauna del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena. La gestione della fauna è un altro potenziale SE valido per lo sviluppo di un PES. Nel Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena questo tipo di ES viene sfruttato, in quanto l'Ente Parco è conduttore di gran parte dei terreni, e la gestione di



cervi e daini è un'importante fonte di reddito. Il Parco pratica la cattura degli ibridi di cinghiale-maiale e si fa pagare 1 €/kg di carne concessa al soggetto che si occupa del prelievo e trasporto degli animali. Utilizzando come riferimento la tabella 13.1, questo modello di PES rientra tra quelli dotati di un quadro legale relativo a permessi, licenze e quote.

Attività commerciali e vendita del Parco dei Monti Sibillini. L'esternalizzazione del *merchandising* può rappresentare un elemento aggiuntivo importante per aumentare gli introiti dell'AP e sfruttarne la notorietà per commercializzare materiali provenienti dalla stessa. Il Parco dei Monti Sibillini ha avviato una simile procedura, affidando la gestione del marchio e dei suoi proventi ad una impresa esterna riuscendo ad annullare i costi della gestione diretta del *merchandising*.

Altri esempi provengono dallo studio preparato dal progetto SINCERE (Bottaro et al., 2018).

Ecopay-connect Oglio Sud. Un esempio di PES legato alla "Responsabilità sociale d'impresa, certificazione, *eco-labelling*" (tab. 13.1) è quello di *Ecopay-connect Oglio Sud*. Il Parco Oglio Sud, per via della presenza di allevamenti e rispettive coltivazioni di mangimi, è stato impoverito nella varietà di paesaggi e le sue acque sono state inquinate nel tempo da fertilizzanti e pesticidi. Nelle aree marginali della zona, lungo i corsi d'acqua, vi sono pioppeti impiegati nella filiera legnosa importante su scala nazionale.

Per la necessità di certificarsi, una proprietà di 300 ha ha raggiunto un accordo con FSC per finanziare il ripristino degli ecosistemi nell'area del Parco per un'area equivalente al 10% della superficie da certificare, invece di destinare il 10% del proprio terreno, come richiesto dalla certificazione, alla rinaturalizzazione. L'ammontare annuo pagato è di qualche migliaio di euro e il contratto dura 5 anni.

Bosco Limite. Un altro esempio di PES nato da un'iniziativa privata, per responsabilità sociale d'impresa, certificazione ed *eco-labelling*, (tab. 13.1) è il caso di *Bosco Limite*.

Bosco Limite è un bosco nato per contrastare l'impoverimento della falda acquifera nella pianura veneta per via del suo eccessivo sfruttamento. Una piantagione di mais di 2.35 ha è stata convertita in una foresta di 2300 alberi di 55 specie diverse su terreno privato. La foresta è stata progettata con la funzione di massimizzare il suo effetto di infiltrazione e depurazione dell'acqua, ma al tempo stesso offre numerosi altri servizi ecosistemici tra cui un rifugio per la fauna selvatica, regolazione locale del clima, e ha un forte valore educativo. Sono stati negoziati dei contratti tra il proprietario e il Comune locale, Carmignano, per finanziare il mantenimento e il miglioramento del bosco che offre servizi idrici alla municipalità e per tenere aperta l'area al pubblico. Il proprietario ha stimato una perdita di 744 €/ha all'anno, tuttavia la vendita dei servizi sopra citati riceve 1500 € all'anno dal Comune per aprire giornalmente al pubblico e rendere possibili attività educative. Riceve anche 1200 € all'anno dal Consorzio di bonifica del Brenta per il servizio di infiltrazione. Altre aziende locali comprano crediti di carbonio per compensare le proprie emissioni.

GAS Bosco. Il GAS Bosco è un Gruppo che acquista piante e gestisce alberi per compensare le emissioni di CO₂ prodotte dai trasporti dei loro acquisti non locali. L'area di piantumazione è nei pressi del Parco Naturale Serio ed è posseduta da un agricoltore che ha messo a disposizione gratuitamente al Parco il terreno a condizione che venisse utilizzato per iniziative di riforestazione. Questo schema rientra tra i meccanismi nati da iniziative private legate a "Contratti diretti tra fruitori e produttori del servizio in mercati completamente volontari" menzionati nella tabella 13.1.

14.1 Metodi partecipativi e PES

Il **processo partecipativo** indica un processo pianificato che ha lo specifico scopo di lavorare con un identificato gruppo di persone, connesse sia da posizione geografica, che da interessi particolari che da affiliazioni. Tra cittadini o rappresentanti di gruppi/associazioni di qualche natura e le amministrazioni si crea un rapporto collaborativo che mira ad una risoluzione di una situazione collettiva percepita come problematica o per l'assunzione di una decisione di interesse pubblico. In altre parole, si affrontano problemi che influenzano il benessere della comunità, considerando massimo il grado di inclusione dei cittadini e facendo in modo che la partecipazione attiva produca di per sé un miglioramento nelle facoltà individuali e collettive dei soggetti che vi prendono parte (Whiting et al., 2005; Yeaeger et al., 2015; Nanz et al., 2013).

Vi sono molteplici ragioni che spiegano la necessità di adottare processi partecipativi ampi e inclusivi nella progettazione e implementazione di PES:

- Le risorse naturali a cui i PES si rivolgono sono, nella maggior parte dei casi, beni pubblici o collettivi, pertanto richiedono il coinvolgimento di tutti gli aventi diritto;
- I PES sono strumenti che coinvolgono una molteplicità di attori e portatori di interesse, agenzie e istituzioni con diversi e complessi ruoli;
- I PES si fondano su un atto volontario di partecipazione, motivato sia da interessi individuali che collettivi.

È stato osservato come la partecipazione, pur con i limiti dovuti alla difficoltà di coinvolgere molteplici attori e inglobare le loro prospettive nel processo decisionale, porti benefici nelle decisioni di carattere ambientale e nelle misure di gestione (Cooke e Kothari, 2001; Sattler e Matzdorf, 2013). Essa permette di sviluppare un processo decisionale trasparente, che limita i conflitti che emergono da approcci *top-down*, che coinvolgono solo pochi attori, e porta ad una maggiore accettabilità dei risultati (Reed, 2008).

È necessario tuttavia prestare attenzione ad alcune problematiche che possono insorgere nell'utilizzo di un approccio partecipato (Reed et al., 2008):

- La partecipazione può avere l'effetto perverso di rafforzare il ruolo di gruppi o individui privilegiati nella situazione di partenza, mentre e l'interazione

all'interno di un gruppo può limitare gli interventi delle minoranze;

- Può subentrare un aspetto relativo alla 'fatica' nella consultazione, soprattutto se i portatori di interesse percepiscono che il loro coinvolgimento non porti a nessun risultato rispetto alle loro aspettative, e soprattutto alle loro possibilità di influenzare le decisioni;
- I partecipanti possono non avere le competenze tecniche e l'esperienza per partecipare al processo decisionale per poter contribuire efficacemente al processo.

Il funzionamento dell'approccio partecipato nei PES si basa pertanto sulla capacità di individuare e coinvolgere tutti i soggetti potenzialmente interessati dall'implementazione dei meccanismi. Per raggiungere questi obiettivi, nei casi studio di BIO Δ 4 sono stati utilizzate l'analisi dei portatori di interesse, la tecnica dei *Focus Group* e la mappatura partecipata.

L'analisi dei portatori di interesse (in inglese *Stakeholder Analysis*, SHA, dove *stakeholder* significa portatori d'interesse), permette di individuare chi siano i portatori di interesse e quale sia il loro ruolo nell'area di implementazione del PES.

Dopo aver definito gli aspetti di un fenomeno sociale e naturale influenzato da una decisione o un'azione, la SHA è un processo che (Reed et al., 2009):

- Identifica gli individui, i gruppi, e le organizzazioni che possono influenzare il fenomeno o subirne gli effetti;
- Attribuisce priorità a questi soggetti per il loro coinvolgimento nel processo decisionale.

La SHA facilita l'attuazione trasparente di decisioni e il raggiungimento degli obiettivi, permette di comprendere il contesto politico in cui si attuano e consente di stabilire la fattibilità di decisioni future (Brugha e Varvasovsky, 2000).

Per capire con quanta probabilità ogni gruppo imprimerà le sue aspettative sul progetto e con quali conseguenze future, i portatori d'interesse vengono classificati secondo la struttura di una matrice *potere/interesse*. Il *potere* indica il livello di influenza che il portatore di interesse può avere sull'impostazione, sull'esecuzione, sui risultati del progetto. L'*interesse* indica il livello di influenza che il progetto ha sull'ambito di business del portatore di interesse, in termini di obiettivi, atti-

vità, risultati (Reed et al., 2009). A seconda dei valori (basso/alto) assunti dalle due variabili, si individuano quattro quadranti di una matrice, a cui corrispondono quattro tipologie di portatori di interesse.

La fase successiva alla SHA è il vero e proprio coinvolgimento dei portatori di interesse nel processo decisionale. Questo può avvenire tramite diverse metodologie, tra cui le più diffuse sono i *focus group* e la mappatura partecipata.

Il focus group (FG) è una tecnica basata su una discussione, solo apparentemente informale, tra un piccolo gruppo di persone considerato il più idoneo a soddisfare gli obiettivi cognitivi preposti, alla presenza di un moderatore e di un osservatore, su un argomento stabilito dal ricercatore e dal gruppo di ricerca (Acocella, 2008). Questo strumento presenta due caratteristiche principali che lo differenziano da altri strumenti di raccolta di informazioni nella ricerca sociale: in un FG la fonte informativa è un gruppo e il valore della ricerca è nel tipo di interazione che emerge durante il dibattito (Acocella, 2012). Invece di fare domande a turno a ciascuna persona, questa tipologia di ricerca incoraggia i partecipanti a parlare tra loro, facendosi domande, scambiando aneddoti e commentando i punti di vista e le esperienze gli uni con gli altri. In questo modo si sottolinea come il valore aggiunto di questo metodo sia l'interazione che si instaura tra i partecipanti alla discussione, grazie alla quale si genera l'informazione (Acocella, 2008). Ciò determina che questa sia una tecnica "non standardizzata" di rilevazione di informazione, dove non è stabilito a priori il testo e l'ordine delle domande, e non è previsto nessuno schema preordinato di classificazione delle alternative di risposta (Acocella, 2008). Il FG presenta sia punti di forza che di debolezza: è in grado di fornire informazioni sufficientemente dettagliate in un breve lasso di tempo e a basso costo (Acocella, 2012), ma non sempre porta a condivisione piena delle conclusioni a cui giungono i differenti gruppi (Ambrose-Oji et al., 2011).

La mappatura partecipata è un'attività che può essere utilmente impiegata nella valutazione partecipata dei SE. Consiste nel rappresentare su una mappa le informazioni di interesse, ottenuta tramite il coinvolgimento delle comunità e attori locali. La mappatura dà quindi anche informazioni spaziali a varie scale, informazioni che poi possono essere facilmente trasferite su modelli GIS per essere introdotte nel processo decisionale. Nel nostro caso, la mappatura partecipata, dopo aver individuato in via definitiva i SE prioritari su cui concentrare lo sviluppo dei meccanismi PES, può aiutare a mappare la distribuzione spaziale dei valori di biodiversità e dei possibili rischi di perdita a cui essi sono soggetti (Nahuelhual et al., 2016).

Nella figura 14.1 è riportato un esempio di mappatura partecipata dei SE.

14.2 Metodi di stima del valore dei servizi ecosistemici

Visti in una prospettiva strettamente economica, i SE sono in gran parte beni pubblici, con escludibilità e rivalità nulle, liberamente fruibili e caratterizzati dall'assenza di specifici mercati. Mancando il segnale del prezzo emergente dall'incontro tra domanda ed offerta, il loro valore risulta essere di difficile determinazione.

A livello internazionale, gli economisti hanno iniziato sin dagli anni '50 ad occuparsi del problema; in Italia, i primi studi per la determinazione del valore dei beni pubblici ambientali sono degli anni '80. Gli approcci più diffusi sono presentati nella figura 14.2.

I metodi che fanno riferimento al mercato cercano di collegare il valore dei beni ambientali al prezzo di beni privati correlati al SE di cui si vuole stimare il valore. Ad esempio, il SE può venire stimato in base ai redditi prodotti in usi alternativi della risorsa (costo opportunità), in funzione dei costi di produzione o riproduzione delle risorse (costo di ricostruzione), alle spese attuate per rimediare o prevenire le conseguenze della cattiva gestione delle stesse (spese difensive o preventive).

I metodi che fanno riferimento alla curva di domanda riproducono una situazione di mercato dove far emergere tale domanda. Con le preferenze rivelate (costo del viaggio, prezzo edonico), il valore del bene si deduce facendo riferimento a comportamenti effettivi del consumatore nel mercato, da cui si deduce la funzione di domanda. Con le preferenze dichiarate (Valutazione Contingente, Esperimenti di Scelta) il valore del bene si ottiene attraverso la costruzione di mercati ipotetici, contingenti. Nella Valutazione Contingente al consumatore viene chiesto di dichiarare direttamente la sua disponibilità a pagare per godere di un certo SE o ad accettare un compenso in caso di perdita del SE. Con gli Esperimenti di Scelta viene proposto al consumatore di optare tra coppie di livelli di SE in diverse combinazioni, a ciascuna delle quali corrisponde un determinato valore monetario o variazione di utilità.

Ciò che guida nella scelta del metodo sono considerazioni legate alle caratteristiche proprie dell'oggetto della stima e la disponibilità di dati. In linea generale, gli approcci che fanno riferimento a funzioni di domanda sono i soli in grado di cogliere anche valori d'opzione e di non uso. Il metodo della Valutazione Contingente risulta essere finora quello più impiegato, ma, recentemente, gli economisti ambientali sono più orientati verso metodi basati sugli Esperimenti di Scelta, più flessibili nella stima di specifiche caratteristiche di un bene ambientale e meno soggetti ad errori di diversa natura.

Trasversale a tutti i metodi descritti è poi il *Benefit Transfer* (BT), attraverso cui valori secondari già esi-

Figura 14.1: risultati di un esercizio di mappatura partecipata (Nahuelhual et al., 2016).

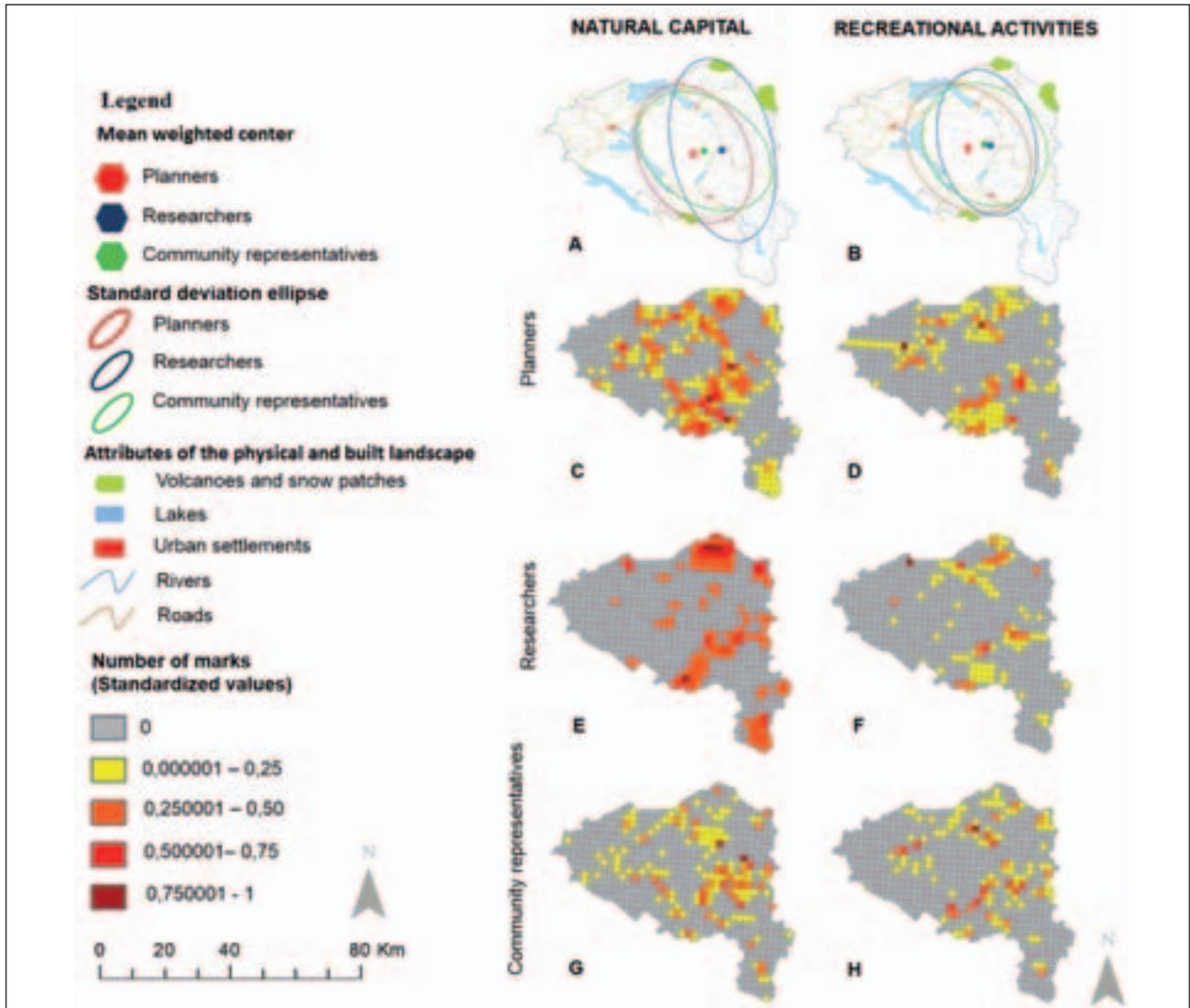
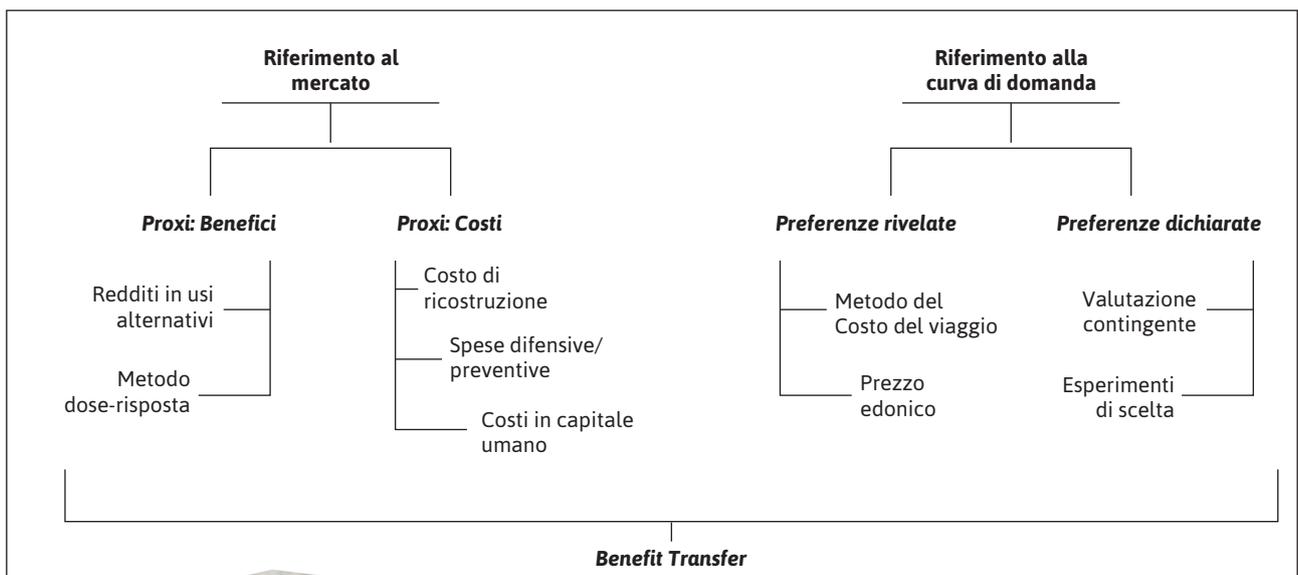


Figura 14.2: metodi di stima dei SE.



stenti in letteratura vengono adattati al contesto di riferimento tramite:

- Il trasferimento di un 'beneficio' unitario: il valore mediano della disponibilità a pagare per il SE a persona, o a famiglia, o per unità di superficie viene trasferito direttamente al sito da valutare e poi moltiplicato per il numero di persone/famiglie/superficie nel sito oggetto di studio;
- Trasferimento di un 'beneficio' unitario adattato: il valore mediano della disponibilità a pagare per il SE a persona viene adattato in riferimento alle condizioni socioeconomiche del sito da valutare, con aggiustamenti in base al reddito e all'elasticità di reddito.

Dato che i valori SE sono altamente legati alle caratteristiche ecologiche e sociali del sito che li ha generati, il BT genera risultati di una certa affidabilità solo quando i siti da valutare sono geograficamente vicini, hanno scale comparabili e simile contesto socio-economico ed istituzionale.

Per la specificità dei dati prodotti dagli esercizi di valutazione dei SE risulta estremamente difficile dare dei valori di riferimento. Indicazioni più operative ai fini dell'implementazione dei PES verranno fornite nel capitolo 18.

Per dare tuttavia un'idea del notevolissimo valore che i SE rivestono a livello economico a scala nazionale, si riportano nella tabella 14.1 i dati pubblicati recentemente dal III Rapporto sul Capitale Naturale (Comitato Capitale Naturale, 2019), relativi a tutti gli ecosistemi forestali e non forestali presenti nel territorio italiano.

14.3 Sistemi Socio-Ecologici

L'approccio alla conservazione dell'ambiente e dei SE attraverso i Sistemi Socio Ecologici è da ricollegare ad una vasta letteratura interdisciplinare ispirata a principi di *resilience thinking* e degli studi di Elinor Ostrom e che sottolinea l'importanza di considerare il contesto ecologico e sociale in cui le iniziative di conservazione e valorizzazione vengono implementate. Ostrom propone pertanto un *framework* concettuale, detto appunto SES, che riconosce il ruolo di diverse variabili contestuali e fornisce un approccio diagnostico per comprendere le cause dei e le soluzioni ai problemi ambientali. Il *framework* SES si basa su cinque componenti di primo livello (fig. 14.3): i) il sistema delle risorse; ii) le risorse unitarie; iii) il sistema di *governance*; iv) gli attori; v) le azioni, in cui avvengono interazioni tra le altre componenti, che a loro volta producono i risultati.

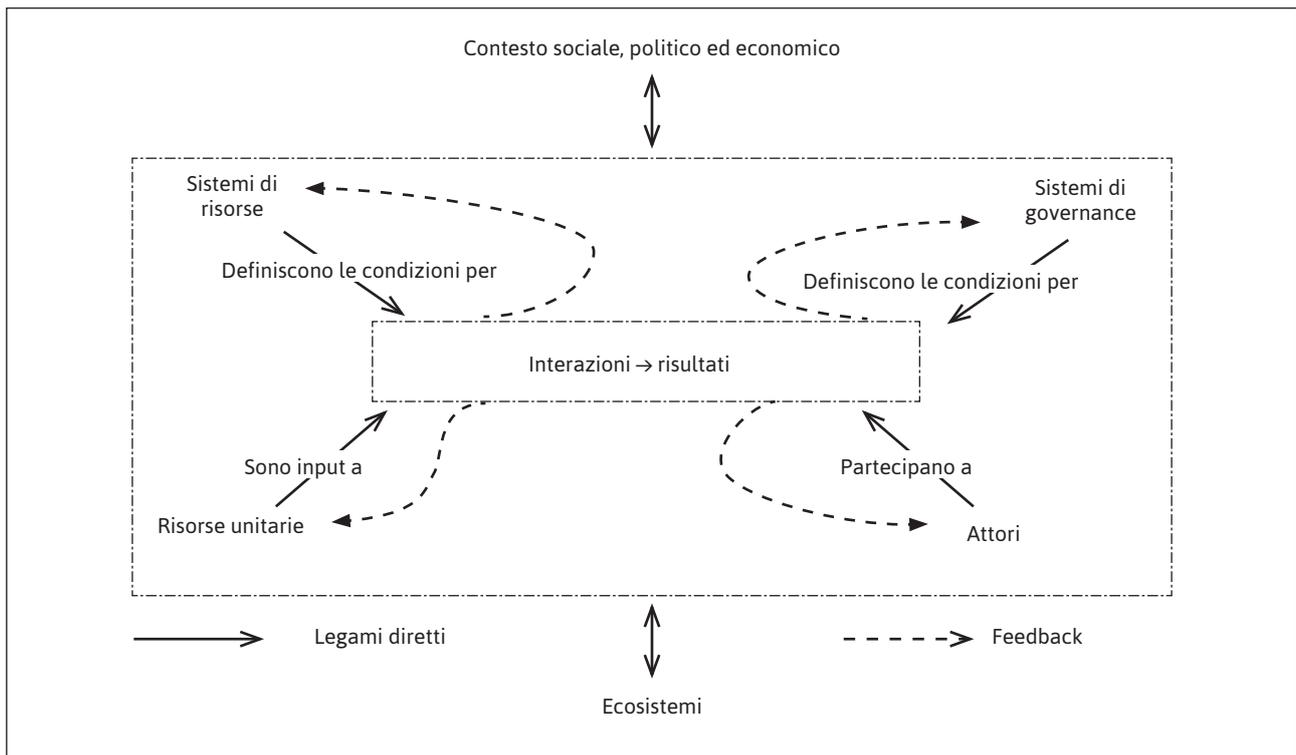
L'utilità di un approccio SES alla progettazione di PES sta nella sua capacità di analizzare come le iniziative PES si collochino all'interno di uno specifico contesto socio-economico ed ecologico. In questa prospettiva, un PES è un'interazione tra attori all'interno di uno specifico SES, dove i fruitori del SE investono in risorse unitarie (ad esempio un determinato tipo di ecosistema forestale presente in un certo luogo) allo scopo di conservare od aumentare la produzione di SE dai sistemi di risorse, L'interazione avviene entro uno specifico sistema di *governance* che dà un significato legale agli accordi tra attori e si occupa di monitorare i risultati (Bennet e Goswell, 2015).

Tabella 14.1: valore dei SE in Italia in milioni di euro (Mod. da Comitato Capitale Naturale, 2019).

Servizi ecosistemici	Anno*	Unità economiche beneficiarie						Totale
		Agricoltura	Foreste	Industria	Servizi	Famiglie	Società globale	
Generazione di Biomassa agricola	2012	925,0						925,0
Generazione di biomassa forestale	2012		648,0					648,0
Regolazione del clima	2012						897,0	897,0
Controllo del rischio inondazioni	2012	799,1		2402,0	1348,0	11726		16311,1
Impollinazione agricola	2012	44,0						44,0
	2018	1939,0						1939,0
Attività ricreativa outdoor	2012					5249,0		5249,0
	2018					8357,0		8357,0
Disponibilità idrica	2018	87,9				1224,21		1321,08
Controllo del rischio alluvioni	2018			7770		39070		46840
Totale	2012	1891,0	648,0	2402,0	1384,0	16975,0	897,0	24074,1
	2018	2026,9		7770		48651,21		58448,08

*I dati 2012 provengono da stime del JRC, mentre i dati del 2018 sono di stime dell'ISPRA.

Figura 14.3: rappresentazione del Sistema Socio-ecologico (Bennet e Goswell, 2005).



14.4 Diritti di proprietà

Un meccanismo PES presume una chiara e ben definita allocazione dei diritti di proprietà sul SE. Infatti, il percorso di sviluppo di un PES richiede un progressivo esercizio delle caratteristiche di escludibilità (e rivalità) che rendono il SE un bene con caratteristiche di bene privato almeno dal punto di vista dell'offerta. In altre parole, è necessario che i produttori del SE ne posseggano il diritto di proprietà, che è la prerogativa per poter immettere il SE in un sistema di transazioni. Il diritto di proprietà è definito come "Il diritto di godere e disporre delle cose in modo pieno ed esclusivo, entro i limiti e con l'osservanza degli obblighi stabiliti dall'ordinamento giuridico" (Art. 842 del Codice Civile Italiano).

Gli economisti studiano e considerano il diritto di proprietà come uno strumento di regolamentazione dell'uso delle risorse, definendolo "un insieme di titoli che definiscono diritti, privilegi limitati nell'utilizzo delle risorse" (Tietenberg e Lewis, 2009). Secondo Bromley (1991), i diritti di proprietà presumono un riconoscimento sociale e un'autorità garante di tale riconoscimento. Tuttavia, le diverse autorità con competenza sulle risorse naturali, le istituzioni internazionali, lo Stato, le Regioni, gli Enti locali, agiscono contemporaneamente nel definire privilegi e limiti degli individui nell'utilizzo delle risorse, appropriandosi al contempo,

nell'ottica di un interesse pubblico prevalente, di alcuni diritti, ad esempio le decisioni in ambito pianificatorio o di espropriazione.

Grazie alla teoria dei diritti di proprietà, è possibile quindi rileggere oggi il significato delle varie norme, leggi e regolamenti emanati per regolare l'uso delle risorse in un certo territorio. Questa teoria mette in luce che i diritti di proprietà non sono monolitici, quanto piuttosto un insieme complesso e composto di diversi diritti, tutti coesistenti per la stessa risorsa, che possono essere attribuiti anche a diversi soggetti grazie al pluralismo legale-istituzionale (Meinzen-Dick et al., 2004) delle democrazie moderne. Si distinguono "diritti d'uso" e "diritti di controllo" (Schlager e Ostrom, 1992).

Dei diritti d'uso fanno parte:

- Il diritto di accesso (entrare in una certa proprietà): definisce chi può accedere alla risorsa naturale (ad esempio il bosco) ed esercitarvi degli usi che non esauriscono il bene, come ad esempio effettuare una passeggiata al suo interno;
- Il diritto di raccolta/prelievo (raccolgere ed estrarre/utilizzare i prodotti di una risorsa): definisce chi può usufruire in modo specifico dei prodotti legati alla risorsa. Esempi di questo diritto in ambito forestale sono la raccolta del legname e dei prodotti forestali non legnosi.

Dei diritti di controllo fanno parte:

- Il diritto di gestione: definisce chi può regolamentare l'uso della risorsa, trasformarla e/o migliorarla (ad esempio decidere per una diversa forma di gestione forestale, o addirittura per un cambio d'uso del suolo);
- Il diritto di esclusione: definisce chi può decidere sul diritto di accedere alla risorsa, che requisiti gli individui devono soddisfare a tal fine e in che modo questo diritto possa essere trasferito;
- Il diritto di alienazione: definisce chi il diritto di vendere o di allocare a un altro individuo o gruppo tutti gli altri diritti. In ambito forestale chi è in possesso di questo diritto può decidere per esempio di vendere la proprietà di cui è il detentore.

Mentre i diritti d'uso sono generalmente posseduti dagli individui, i diritti di controllo afferiscono ad azioni di scelta collettiva. La distinzione tra diritti d'uso e diritti di scelta collettiva (di decisione), è cruciale, perché riguarda la differenza tra l'esercizio di un diritto e la possibilità di partecipare alla definizione del modo in

cui i diritti potranno venire esercitati nel futuro, quindi di cambiare le regole di esercizio e trasferimento dei diritti stessi. L'autorità di concepire i futuri diritti è ciò che rende forti i diritti di scelta collettiva.

Schlager e Ostrom (1992) evidenziano poi un ulteriore aspetto riguardante i diritti di proprietà, ovvero la distinzione tra diritti *de jure* e diritti *de facto*. I primi sono acquisiti tramite atti formali legali o giuridici che concedono esplicitamente tali diritti agli utilizzatori delle risorse. I diritti *de facto* sono invece diritti informali ma consuetudinari che si originano direttamente tra gli utilizzatori delle risorse. Tali utilizzatori agiscono come se avessero diritti *de jure*, collaborando tra loro per definirli e rinforzarli, oppure entrando in conflitto se i diritti contrastano l'uno con l'altro. In alcuni contesti, i diritti *de facto*, vengono successivamente riconosciuti in sedi legali, ma finché questo non avviene, sono meno sicuri dei diritti *de jure*. In alcune situazioni o per una certa risorsa, i diritti *de jure* e *de facto* possono coesistere, sovrapporsi, completarsi o addirittura avere relazioni conflittuali e competitive l'uno con l'altro.

Per la molteplicità di SE legati alla biodiversità che BIOΔ4 intende affrontare, si è ritenuto opportuno adottare un concetto ampio di PES, che comprenda al suo interno la maggior parte dei modelli presentati nella tabella 13.1. Un PES è stato quindi inteso come:

Una transazione volontaria tra fruitori e fornitori di un determinato servizio ecosistemico. La transazione è subordinata al rispetto di condizioni e regole relative alla gestione di un ecosistema o una risorsa ambientale, accettate da ambo le parti e finalizzate ad accrescere la quantità di uno o più servizi ecosistemici prodotti o a impedirne la diminuzione rispetto ad uno scenario di rischio di degrado ambientale.

Dalla definizione emergono due aspetti importanti:

- i. Si parla di transazioni e non strettamente di pagamenti. Ciò significa che le transazioni possono avvenire anche in forma diversa dalla moneta, e cioè come altri beni o altri servizi. Questa possibilità, che si riscontra in modelli già esistenti, è stata valutata essere un fattore di successo per i PES;
- ii. lo scenario di *baseline* (o *status quo*) rispetto al quale si deve considerare l'addizionalità PES è sia quello che mira ad aumentare la quantità di servizi ecosistemici forniti che quello che considera l'eventuale perdita o deterioramento di SE in caso di gestione che non riesca a salvaguardare la biodiversità forestale.

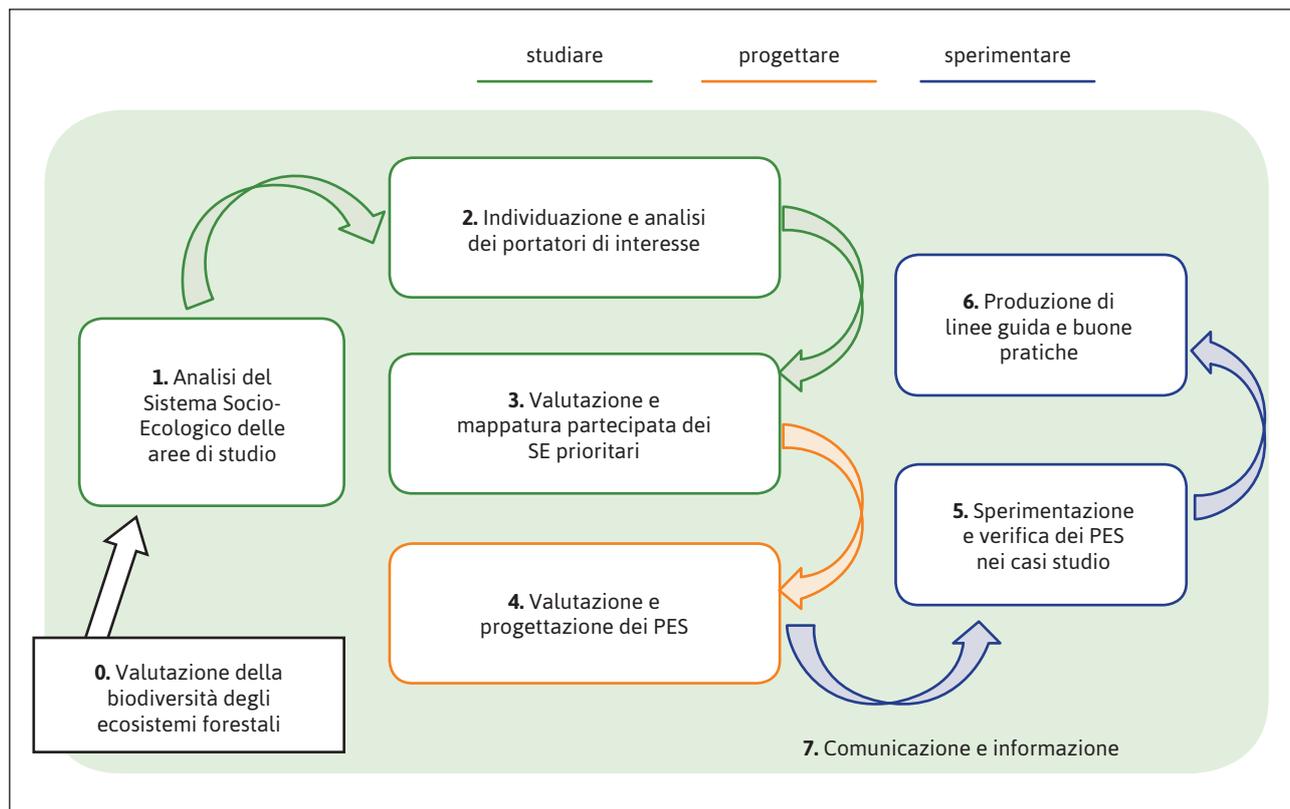
BIOΔ4 ha due casi studio in Italia: la Foresta del Consiglio e la Foresta di Ampezzo. Lavorare per singoli casi studio presume che ciascun caso venga utilizzato singolarmente per verificare o confutare la validità di ipotesi di ricerca, senza confronto tra situazioni concettualmente simili come nell'approccio multi-caso (Yin, 2003). I casi studio sono il laboratorio in cui i PES vengono testati e sviluppati. Dai casi studio si possono

trarre indicazioni più generali per trasferire metodi e risultati e idee ad altri sistemi socio-economici.

Utilizzando la strumentazione teorico-concettuale presentata nei capitoli precedenti, è stato disegnato lo schema metodologico per raggiungere gli obiettivi del progetto, che sviluppa le attività del WP4 in tre fasi: studiare, progettare e sperimentare e in sette attività a cascata (fig. 15.1):

1. Analisi del Sistema Socio-ecologico: sono state descritte le caratteristiche del sistema socio-ecologico secondo quanto descritto nel capitolo 16;
2. Individuazione e analisi dei portatori di interesse: sono stati analizzati i portatori d'interesse secondo la metodologia di SHA presentata nel capitolo 14;
3. Valutazione e mappatura partecipata dei SE prioritari: ai portatori di interesse coinvolti nei focus group (cap. 14) è stato proposto di individuare e mappare i SE prioritari (cap. 16);
4. Valutazione e progettazione dei PES: si è proceduto alla valutazione e progettazione dei PES seguendo i principi illustrati nel capitolo 13;
5. Sperimentazione e verifica dei PES nei casi studio: i PES proposti sono stati testati, per alcuni aspetti, nelle aree di studio tramite coinvolgimento dei fruitori e dei produttori di SE (cap. 18);
6. Produzione di linee guida e buone pratiche: dalle lezioni apprese sono state tratte alcune linee guida per la progettazione di meccanismi PES finalizzati al miglioramento della biodiversità forestale e contestuali buone pratiche di progettazione legate soprattutto ad assicurare una progettazione partecipata in tutte le fasi (cap. 20);
7. Comunicazione e informazione: tutta l'attività sperimentale e operativa è stata accompagnata da iniziative di comunicazione e informazione, in linea con quanto già predisposto nel Piano di Comunicazione preparato dal LP.

Figura 15.1: schema metodologico ed operativo delle attività WP4 in BIOΔ4.



16.1 Selezione dei servizi ecosistemici

Dalle discussioni avviate con il LP e con gli altri partner di progetto, sono emerse due classi prioritarie di SE per valorizzare la biodiversità dell'ecosistema forestale:

a. SE di fornitura (contrassegnati da codice 1 nella classificazione CICES): relativi a prodotti legnosi ottenuti da una gestione forestale che ha come obiettivo il conseguimento di un certo livello di biodiversità, con relativa valorizzazione lungo la filiera dei prodotti legnosi.

b. SE culturali (contrassegnati da codice 3 nella classificazione CICES): legata a un'offerta di prodotti ricreativi ottenuti da una gestione forestale che ha come obiettivo il conseguimento di un certo livello di biodiversità, accompagnate da attività informazione/formazione ai visitatori delle foreste nelle aree di studio circa il valore dei SE collegati alla tutela della biodiversità.

Nella tabella 16.1 è riportata una selezione di possibili SE connessi alla biodiversità ecosistemica negli ambienti in cui sono collocate le aree studio del progetto.

Tabella 16.1: possibili SE target del progetto BIOΔ4 (su base classificazione CICES 5.1).

Servizio Ecosistemico				
Sezione	Divisione	Gruppo	Classe	SE nelle aree di studio BIOΔ4
Servizi di fornitura	Biomassa	Piante coltivate come fonte di alimenti, materiali o energia	Fibre e altri materiali da piante, funghi, alghe e batteri coltivati per uso come materiali grezzi o trasformati	Legname da opera
			Piante coltivate come fonte di energia (compresi funghi e alghe)	Legna da ardere
		Piante spontanee usate come fonte di alimenti, materiali o energia	Fibre e altri materiali da piante, funghi, alghe e batteri spontanei per uso diretto e/o previa trasformazione	Prodotti forestali non legnosi
			Animali selvatici per alimentazione	Specie di interesse venatorio
	Acqua	Acque sotterranee usate per alimentazione, materiali o energia	Acque sotterranee e sub-superficiali per uso potabile	Riserve idriche sotterranee o superficiali utilizzate per uso potabile
			Acque sotterranee e sub-superficiali per uso idroelettrico	Riserve idriche sotterranee o superficiali utilizzate per produzione di energia idroelettrica
Servizi di regolazione e mantenimento	Regolazione delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche dell'ecosistema	Regolazione dei deflussi di base e degli eventi estremi	Controllo dei tassi di erosione	Controllo dell'erosione del suolo
			Regolazione del ciclo idrologico e dei flussi idrici	Quantità, qualità e regimi idrici
		Mantenimento dei cicli vitali, degli habitat e del pool genetico	Mantenimento delle riserve genetiche e degli habitat	Conservazione delle riserve genetiche
		Controllo delle infestazioni e delle malattie	Controllo delle infestazioni da insetti	Resilienza dalle infestazioni da insetti
			Controllo delle malattie	Resilienza dalle malattie fungine e batteriche

Servizio Ecosistemico				
Sezione	Divisione	Gruppo	Classe	SE nelle aree di studio BIOΔ4
Servizi culturali	Interazioni dirette in ambiente, che richiedono la presenza fisica nell'ambiente	Interazioni fisiche ed esperienziali con l'ambiente naturale	Caratteristiche degli ecosistemi che consentono attività che migliorano la salute, il recupero o il divertimento tramite attività attive o immersive	Ricreazione in foresta - escursionismo, mountain bike
			Caratteristiche degli ecosistemi che consentono attività che migliorano la salute, il recupero o il divertimento tramite attività passive o di osservazione	<i>Bird-watching</i> , osservazione bramito del cervo, <i>forest bathing</i> , <i>forest therapy</i> , yoga in foresta
		Interazioni intellettuali con l'ambiente naturale	Caratteristiche degli ecosistemi che permettono l'educazione e la formazione	Educazione ambientale
			Caratteristiche degli ecosistemi rilevanti in termini culturali o storici	Valore storico e culturale della foresta
	Interazioni indirette e remote con gli ecosistemi, spesso in ambiente interno, che non richiedono la presenza fisica	Interazioni spirituali e simboliche con l'ambiente naturale	Elementi degli ecosistemi con significato simbolico	Valore simbolico di alcuni elementi della foresta (es. grandi alberi)
			Elementi degli ecosistemi usati per intrattenimento o rappresentazione	Film, riprese naturalistiche

16.2 Sistema Socio-Ecologico della Foresta del Cansiglio

Sistemi di risorse e risorse unitarie: la Foresta del Cansiglio (fig. 16.1) è in gran patrimonio forestale indisponibile della Regione Veneto ed è affidata in gestione a Veneto Agricoltura. Nell'area vi sono anche due riserve, una delle quali integrale (Piaie Longhe), e una orientata (Pian di Landro - Baldassare). Dal Piano di Gestione della ZPS (2010) si evince come l'intera Foresta del Cansiglio, su una superficie di 5.060 ha, che comprende anche le zone umide, è stata ri-

conosciuta come Sito di Interesse Comunitario (SIC) e Zona di Protezione Speciale (ZPS) dalla delibera 448/2003, rendendo così la Foresta parte di RETE NATURA 2000. L'87% del territorio della ZPS è coperto da foreste, principalmente boschi gestiti. Il profilo forestale è caratterizzato dalle faggete, dalle abieti-faggete e, su superfici minori, dalle peccete, al loro limite stagionale e perciò suscettibili ad eventi atmosferici e parassitari, e da abetine pure, in un'area a nord-ovest del Cansiglio. La faggeta pura del Cansiglio è trattata con tagli successivi, previsti dal piano di riassetto; il bosco misto (faggeta con partecipazione di conifere), viene invece gestito di modo da favorire l'abete bianco, portando quindi a trattamenti differenziati, a seconda di struttura, densità e composizione. I boschi puri di conifere sono trattati con un obiettivo di stabilizzazione, mettendo in luce i nuclei di rinnovazione naturale e le aree interne dove è possibile espandere il faggio. Il 12% è invece occupato da prati, pascoli e formazioni erbacee. Vi sono anche biotopi umidi, che ospitano diverse specie a rischio. La superficie agricola totale, che comprende pascoli e prati, occupa 453 ha. Abbondante è la presenza di fauna selvatica, dal cervo, simbolo della zona, ai vari mustelidi, anfibi e uccelli. In virtù del carsismo che caratterizza l'area, non vi sono fiumi sotterranei, né sorgenti, se non alla base dell'altopiano. La foresta ha una lunga tradizione di utilizzazioni, che iniziarono già sotto la Serenissima Repubblica di Venezia, che impiegava il legname, soprattutto di faggio, per la costruzione dei remi delle navi. Ancora oggi la foresta è fonte di legname da opera e legna da ardere,

Figura 16.1: l'altopiano del Cansiglio e la foresta.



in misura maggiore, ed è gestita secondo i dettami di una selvicoltura naturalistica che mira ad ottenere un bosco ecologicamente stabile. Tuttavia, alcune zone sono lasciate ad evoluzione naturale. In particolare, la faggeta pura è trattata con tagli successivi, previsti dal piano di riassetto; il bosco misto invece, inteso come faggeta con partecipazione di resinose, viene gestito di modo da favorire l'abete bianco, portando quindi a trattamenti differenziati, a seconda di struttura, densità e composizione. Infine, vi è il trattamento dei boschi puri di conifere: in questi casi il trattamento previsto dal piano di riassetto è la stabilizzazione, mettendo in luce i nuclei di rinnovazione naturale e le aree interne dove è possibile espandere il faggio. Il piano di gestione della ZPS evidenzia tuttavia come gli aspetti selvicolturali, pur essendo importanti, non devono identificarsi con l'essenza della Foresta del Cansiglio.

Per quanto riguarda l'accessibilità dell'altopiano del Cansiglio, e quindi della Foresta, questo è connesso a nord alla conca dell'Alpago attraverso la statale 422 Alpago-Cansiglio, che sale da Tambre, attraversa la piana e arriva all'area pedemontana a sud fino a Vittorio Veneto e alla pianura. La conca dell'Alpago connette l'altopiano alla pianura e al resto della provincia di Belluno tramite l'autostrada A27, la ferrovia Venezia-Calalzo e la strada statale 51.

All'interno dei confini della Piana vi è una fitta rete sentieristica, sviluppata sia dal Corpo Forestale dello Stato (CFS), sia dal Club Alpino Italiano (CAI), al quale si aggiungono dei percorsi ad anello costruiti da Veneto Agricoltura, come l'Anello della Biodiversità, l'Anello del Cansiglio e l'Anello della Riserva.

Sistemi di governance: la Foresta del Cansiglio è stata gestita fin dall'antichità, ma non è mai stata particolarmente popolata per via del clima autunnale e invernale rigido e la mancanza di riserve d'acqua permanenti. Una caratteristica degna di nota è la presenza della popolazione di cimbri provenienti dall'altopiano di Asiago. I Cimbri, appartenenti ad una stirpe germanica della Baviera, si insediarono nell'area creando diversi villaggi (Vallorch, Le Rotte, Pian Osteria e altri) e si dedicarono all'artigianato, lavorando il legno e il latte. I Cimbri furono incoraggiati a trasferirsi dall'altopiano di Asiago a quello del Cansiglio dai veneziani, che avevano bisogno di manovalanza esperta in bosco per la costruzione delle flotte della Repubblica. I primi villaggi i cui abitanti divennero stanziali vennero costruiti dopo il 1869. Ad oggi (2020) sono rappresentati attraverso l'associazione culturale Cimbri del Cansiglio, che ha come scopo principale il recupero del patrimonio storico-culturale di questa popolazione.

Lo studio dei diritti di proprietà del Cansiglio è stato svolto tramite lo studio del Piano di Gestione forestale e della legislazione nazionale e regionale. Il diritto di accesso è garantito al pubblico, in quanto foresta demaniale, pur avendo Veneto Agricoltura il diritto di

esclusione per motivazioni previste dalla legislazione regionale, nazionale o da Convenzioni internazionali (ad esempio in situazioni di rischio per i visitatori, come avviene durante le utilizzazioni in bosco). Il diritto di estrazione delle risorse, di gestione e di imporre restrizioni all'accesso è di Veneto Agricoltura, in quanto ente gestore per la Regione, e di chi è in possesso di licenza, nel caso della raccolta dei funghi. Il diritto di gestione, accesso ed estrazione di risorse sono comunque regolati dai vincoli imposti dallo status di ZPS del sito della Foresta del Cansiglio e attribuiti a Veneto Agricoltura per legge istitutiva (art. 2 Legge Regionale n. 37 del 28 novembre 2014). Il diritto di alienazione invece non è applicabile, in quanto la foresta demaniale è bene patrimoniale indisponibile per legge, come confermato al passaggio dei beni forestali dallo stato alle regioni, tramite il D.P.R. del 24 luglio 1977, n. 616. Da un punto di vista amministrativo la ZPS del Cansiglio si divide tra i Comuni di Alpago, Tambre, Fregona, per quanto riguarda il Veneto, e Caneva, in Friuli Venezia Giulia. Le funzioni di controllo del rispetto della legge sono esercitate dai Carabinieri, nella parte della Foresta in Veneto, e dall'Ispettorato forestale di Pordenone per la parte della Foresta in Friuli Venezia Giulia.

Portatori d'interesse: i portatori d'interesse (o *stakeholder*) sono stati individuati tramite analisi della letteratura, intervista ad esperti e *snowball sampling*: istituzioni pubbliche e private, enti locali proprietari forestali, imprese della prima e seconda trasformazione del legno, ONG, imprese del settore turistico, fruitori delle foreste collocate nelle aree di studio.

Dopo essere stati individuati, i portatori d'interesse sono stati inseriti nella matrice potere/interesse, che è riportata nella Figura 16.2. I quattro quadranti della matrice individuano altrettante tipologie di portatori di interesse:

- A. Portatore di interesse operativo (alto interesse/basso potere) Sono le entità coinvolte in maniera significativa dal progetto in termini di ricadute organizzative, attività svolte, output rilasciati, che hanno però scarsa influenza sulle decisioni di progetto. Questo gruppo dovrà intraprendere azioni particolari per proteggere i propri interessi;
- B. Portatore di interesse chiave (alto interesse/alto potere) Sono le figure con un ruolo focale nella vita del progetto, perché interessati in prima persona ai risultati del progetto e con un forte potere di intervento nelle decisioni sul progetto stesso. Ovviamente, nella progettazione del PES, dovrà venire particolarmente curata la relazione con questo gruppo;
- C. Portatore di interesse marginale (basso interesse/basso potere) Sono le figure di contorno del progetto, che vivono indirettamente il progetto senza

poterlo influenzare in modo incisivo. Si tratta di un gruppo che ha influenza limitata nel progetto e non è pertanto prioritario;

- D. Portatore di interesse istituzionale (basso interesse/alto potere). Sono tutti i soggetti che partecipano indirettamente al progetto, esercitando però un controllo aziendale e/o una funzione di supporto. Questo gruppo potrebbe essere fonte di rischio per il progetto perché ha un forte potere di influenzarlo ma uno scarso interesse nella sua attuazione.

La matrice in figura 16.2 riguarda i SE fornitura.

Gli elementi menzionati nel riquadro A (fig. 16.2), ovvero i portatori d'interesse operativi, sono principalmente segherie e imprese boschive che operano nella Foresta del Cansiglio gestita da Veneto Agricoltura. L'eccezione è rappresentata da ITLAS s.r.l., un'azienda di seconda lavorazione che ha sviluppato il prodotto "Assi del Cansiglio", riscuotendo successo nel comparto pavimenti. Per il fatto che questa è l'unica azienda che si è dimostrata in grado di dare valore al prodotto legnoso e rappresenta il maggiore acquirente del legname di faggio di qualità (comunicazione interna di Veneto Agricoltura) è stata inserita nel riquadro B. I

riquadri C e D non hanno rappresentanti a questo livello di studio, in quanto le imprese boschive, le segherie e le aziende di seconda lavorazione hanno potenzialmente un alto interesse, ma non un ruolo decisionale. Gli attori dei SE culturali sono descritti nella matrice di figura 16.3.

Nel riquadro A (fig. 16.3) si possono vedere quali sono i portatori d'interesse identificati come quelli con maggior interesse, ma meno potere, nelle iniziative del progetto. Rientrano principalmente la categoria delle guide naturalistiche e culturali, associazioni ambientaliste e alcuni ristoratori, concentrati nella piana. Nel riquadro C invece rientrano soprattutto ristoratori che non si trovano nella piana, ma nelle aree circostanti, oltre alle aziende agricole. Il riquadro B invece contiene i portatori d'interesse con maggior interesse e potere, tra cui rientrano Veneto Agricoltura, l'Associazione dei Cimbri, la Pro Loco di Fregona e il Consorzio Alpago-Cansiglio.

Veneto Agricoltura ha questa posizione per via del suo ruolo di ente gestore dell'area. L'Associazione dei Cimbri invece è inquadrata in questa posizione per via del suo legame con gli abitanti storici del Cansiglio, ora spesso residenti nel bellunese, e per il suo coin-

Figura 16.2: la matrice potere-interesse per i portatori d'interesse dei SE di fornitura in Cansiglio.

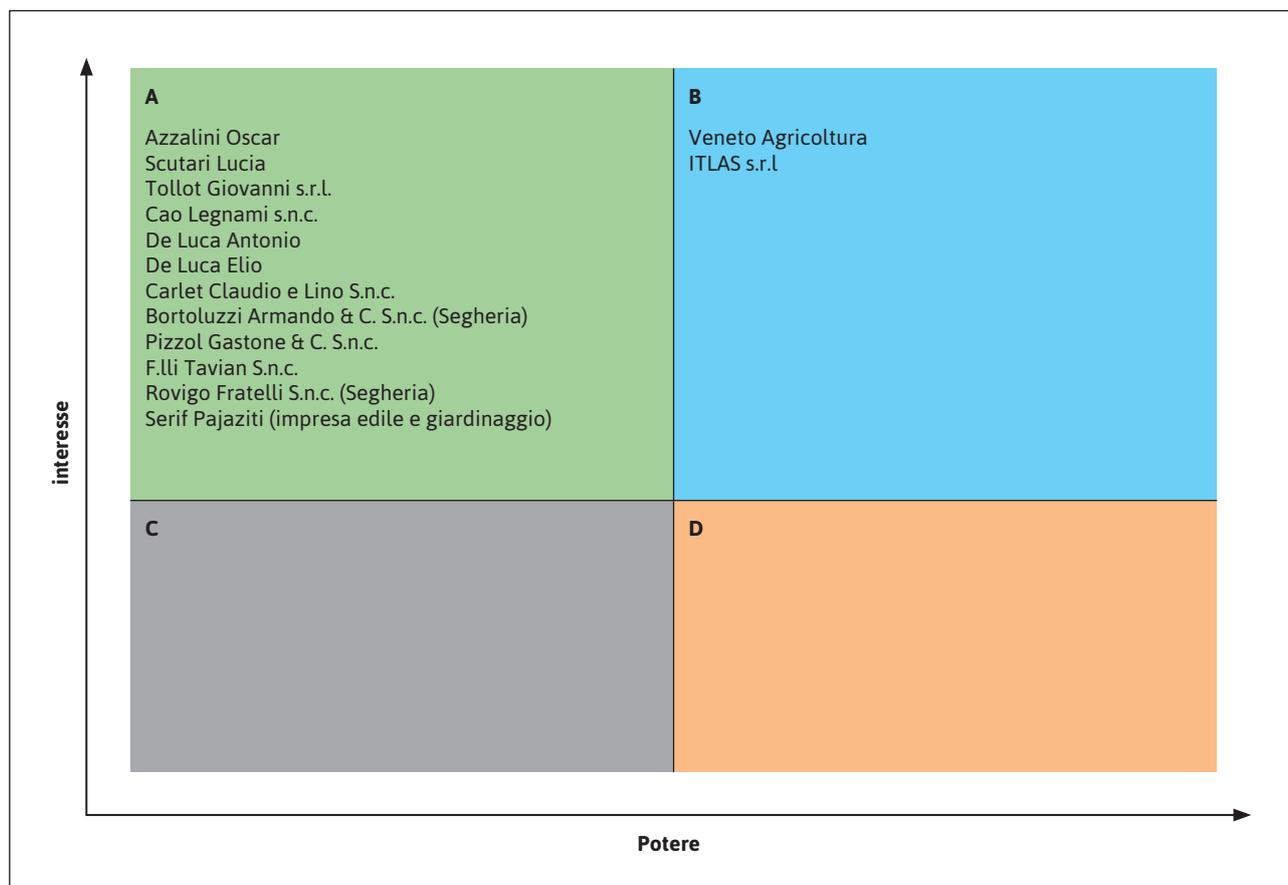
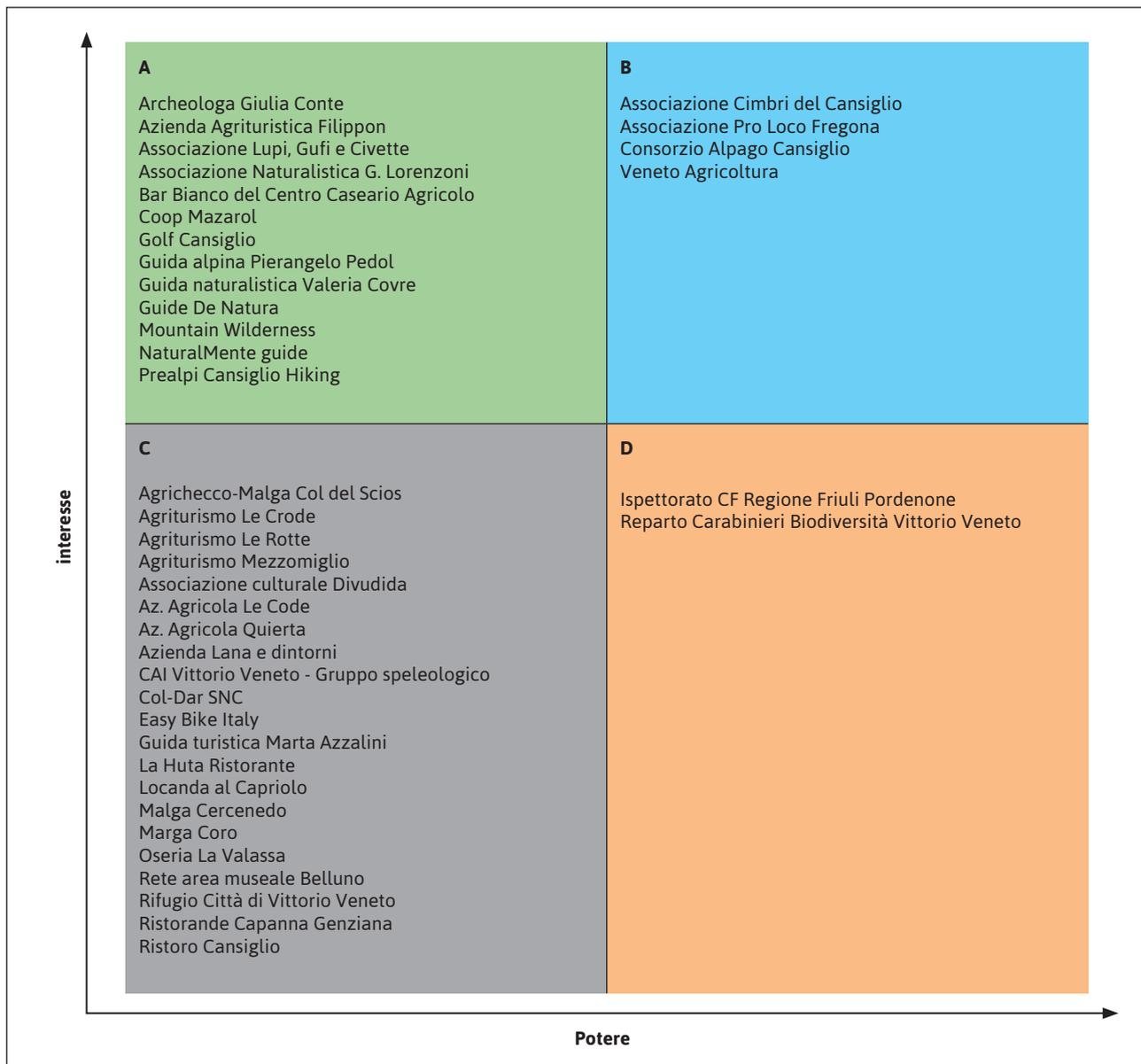


Figura 16.3: la matrice potere-interesse dei portatori d'interesse dei SE culturali in Cansiglio.



volgimento in diverse iniziative culturali nell'area del Cansiglio, oltre naturalmente ai legami con i numerosi villaggi cimbri della Foresta. La Pro Loco Fregona è stata posta nel quadro B per il suo legame con l'Associazione dei Cimbri, emerso durante i primi incontri partecipati.

Il Consorzio, riunendo molti dei portatori d'interesse all'interno della sua struttura, rappresenta gli interessi "e di conseguenza il peso" di tutti i suoi membri.

Nel riquadro D invece rientrano le autorità di controllo legate al Corpo Forestale del Friuli Venezia Giulia e ai Carabinieri forestali per la parte veneta della Foresta. A causa della loro attività di controllo hanno indubbiamente un ruolo forte, che è tuttavia accompagnato da uno scarso interesse per lo sviluppo di iniziative legate

ai servizi ecosistemici, con una scarsa propensione ad essere elementi di innovazione o con funzioni propositive per il territorio.

Lo sviluppo del processo di approccio partecipato e gli esiti degli incontri sono riassunti nella tabella 16.2.

Dal processo partecipato in Cansiglio sono quindi emersi come prioritari i servizi ecosistemici legati all'educazione ambientale, all'osservazione della fauna selvatica, al benessere in foresta e al valore storico-culturale della foresta.

La selezione dei servizi ecosistemici prioritari da sviluppare in meccanismi PES è stata eseguita, durante il primo *workshop*, dai portatori d'interesse stessi, tra servizi ecosistemici forniti dall'ecosistema considerato nell'area. Lo studio e successiva progettazione dei

Tabella 16.2: riassunto dell'approccio partecipato in Cansiglio.

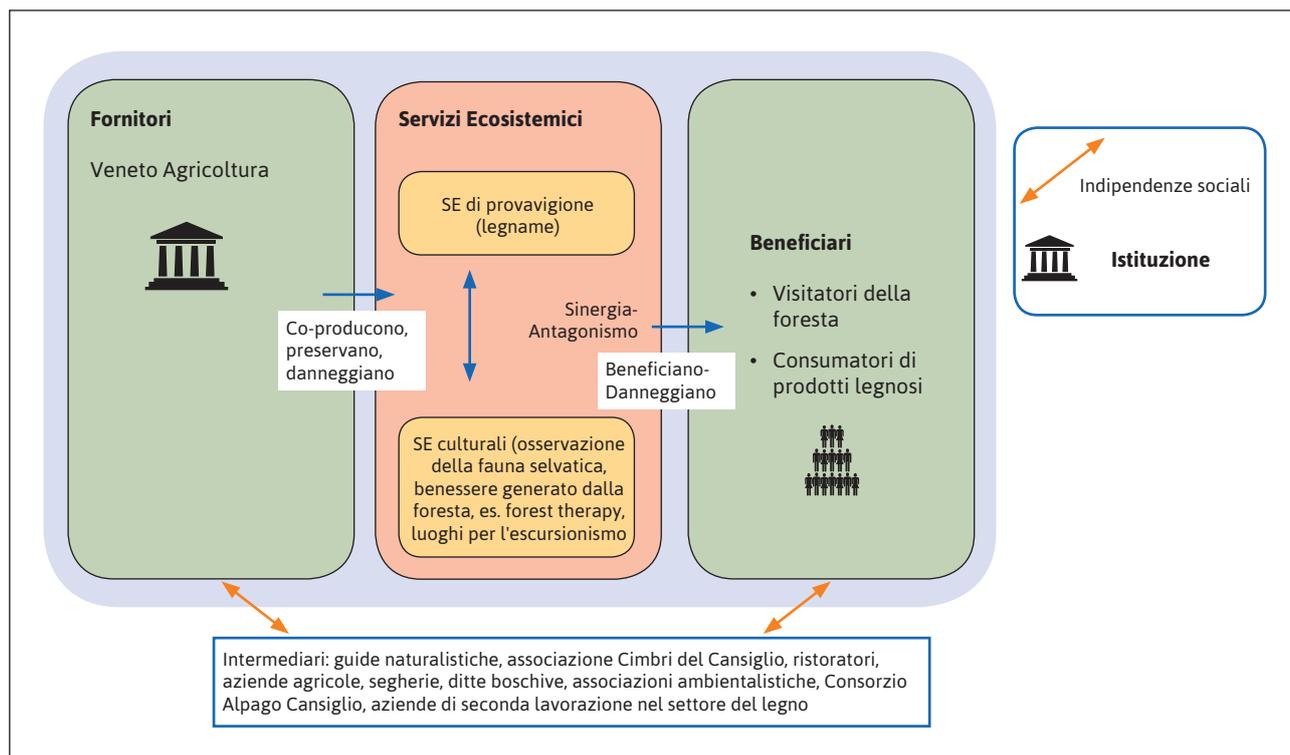
N° workshop e tipologia	Data	Classe di SE	N° partecipanti e tipologia	Contenuti e risultati in sintesi
1 (Focus)	21/02/2019	Culturali	13 (guide naturalistiche, ristoratori, aziende agricole, associazioni naturalistiche, ambientaliste e culturali, Veneto Agricoltura)	Introduzione del progetto e selezione SE prioritari: 1) valore educativo della foresta (educazione ambientale), 2) valore storico-culturale della foresta, 3) Presenza di fauna selvatica (osservazione del cervo al bramito), 4) foresta come luogo di benessere (<i>forest bathing</i>).
2 (Focus e seminario)	17/05/2019	Culturali	15 (guide naturalistiche, ristoratori, aziende agricole associazioni naturalistiche, ambientaliste e culturali, Veneto Agricoltura)	Mappatura partecipata del SE Osservazione del cervo al bramito e seminario di presentazione del <i>forest bathing</i>
3 (Focus)	11/11/2019	Fornitura	9 (Ditte boschive, Segherie, Consorzio ditte boschive del triveneto, liberi professionisti del settore forestale)	Introduzione del progetto e analisi delle possibilità della valorizzazione del legno del Cansiglio. Sono stati raccolti i pareri dei partecipanti su un eventuale marchio di BIOΔ4, certificatore di biodiversità e sulle problematiche del settore legno in Cansiglio. Sono emersi come problemi maggiori il fatto che la certificazione non garantisca un prezzo premium e che la qualità della materia prima non sia buona a sufficienza per essere valorizzata.
4 (riunione operativa)	13/11/2019	Culturali	11 (Guide Naturalistiche, Associazione naturalistica, Veneto Agricoltura, ristoratori)	Sono state portate avanti alcune proposte del 17/5/19. Nello specifico si è discusso sull' <i>info-point</i> , la possibile posizione e il suo utilizzo e gestione. Inoltre, sono state proposte le eventuali aree di esclusione.
5 (riunione operativa)	09/09/2020	Culturali	9 (Guide naturalistiche, associazioni ambientaliste, Veneto Agricoltura)	Organizzazione <i>info-point</i> e aggiornamento sviluppo del progetto
6 (Riunione operativa)	14/09/2020	Culturali	9 (Guide naturalistiche, Veneto Agricoltura)	Organizzazione <i>info-point</i> con calendario e regole di utilizzo
7	(rimandato per restrizioni Covid-19)	Fornitura, Culturali		Opinioni sulla sperimentazione <i>info-point</i> e sui suoi esiti

meccanismi viene spiegata in maggiore dettaglio nel capitolo 18.

SES del Cansiglio: il quadro presentato in figura 16.4 rappresenta gli elementi necessari all'analisi della componente sociale di un dato ambiente nel contesto dei servizi ecosistemici e del loro sviluppo.

- Il riquadro di sinistra include le persone che, attraverso le loro azioni dirette sugli ecosistemi, producono, conservano e gestiscono i servizi ecosistemici, ovvero i *produttori*, rappresentati da Veneto Agricoltura, in quanto ente gestore della Foresta del Cansiglio;
- Il riquadro a destra invece include i fruitori dei SE forniti dalla foresta, e anche coloro che possono essere danneggiati da disservizi ecosistemici: spesso in questa categoria rientrano coloro che hanno i diritti di accesso e d'uso degli ecosistemi, ma anche gruppi di persone o enti esterni. A questa categoria di beneficiari appartengono i consumatori di prodotti legnosi e i visitatori della foresta;
- Il riquadro centrale è dedicato ai servizi ecosistemici presenti nell'area di studio. Nel caso del progetto BIOΔ4 si considerano SE di fornitura e culturali;
- In basso si può notare il gruppo degli intermediari: questo gruppo è formato da persone che interagiscono con entrambi i gruppi precedenti, di fornitori e beneficiari, e da coloro che possono influenzare il processo decisionale relativo alla gestione dei Servizi Ecosistemici. Il ruolo degli intermediari è quello di connettere i fornitori con i beneficiari, al fine di dare una struttura all'approccio partecipato. Nella Foresta del Cansiglio, gli intermediari sono principalmente le associazioni di guide naturalistiche, per le quali la Foresta è luogo di lavoro e fonte di reddito, le aziende agricole, concessionarie dei pascoli facenti parte dell'area gestita da Veneto Agricoltura, i ristoratori, che spesso coincidono con le aziende agricole, l'Associazione dei Cimbri del Cansiglio, per la quale la piana e i villaggi rappresentano un patrimonio culturale.

Figura 16.4: rappresentazione del SES del Cansiglio (modificato da Barnaud et al., 2018).



16.3 Sistema Socio-Ecologico della Foresta di Ampezzo

Sistemi di risorse e risorse unitarie: la Foresta di Ampezzo (evidenziata in rosso in figura 16.5) è proprietà comunale per 3064 ettari, di cui 1.661 ettari hanno funzione produttiva.

L'intera proprietà è soggetta ad un Piano di Gestione silvo-pastorale comunale (Piano di Gestione della Foresta di Ampezzo, 2012). Le tipologie forestali presenti risultano piuttosto varie, grazie all'ampia estensione

Figura 16.5: la Foresta di Ampezzo.



areale ed altitudinale della proprietà. Procedendo per fasce e piani altimetrici, dal basso verso l'alto, si riscontrano:

- Faggete (*Carici-Fagetum* e *Cephalanthero-Fagetum*) termofile e mesoterme su suoli basici;
- Abieteti termofili su suoli neutri (consorzi misti *Picea-Abies*);
- Consorzi misti *Picea - Abies - (Fagus)*;
- Popolamenti di abete rosso - abete bianco con scarsa o buona partecipazione del faggio nel piano dominato;
- Popolamenti di abete rosso - abete bianco maturi con densa rinnovazione del faggio: 50,2% abete rosso; 21,5% abete bianco; 8,7% larice; 19,6% faggio e altre latifoglie;
- Peccete microterme e subalpine o consorzio abete rosso-larice.

La partecipazione delle specie legnose in base alla massa vede una netta prevalenza di abete rosso (50,2%), una buona presenza di abete bianco (21,5%) e di faggio con altre latifoglie (19,6%) e una discreta presenza di larice (8,7%). La Foresta di Ampezzo è certificata nella sua interezza secondo lo standard PEFC. Il prelievo complessivo previsto dal Piano ammonta a 4700 metri cubi, circa il 44% dell'incremento annuale di massa legnosa delle classi di produzione. Nonostante la difficoltà di accesso che permane per alcune parti-

celle forestali, negli ultimi decenni sono stati prelevati dai 3.000 ai 4.000 metri cubi all'anno, di cui la maggior parte di legname da opera. Tra i boschi più produttivi vi sono Bernone, Flobia e Colmajer. Il volume legnoso che cade al taglio ogni anno permette la permanenza in loco di numerose ditte forestali, caso quasi unico nel panorama della montagna friulana.

Grazie a fondi europei e regionali di settore, l'amministrazione comunale ha recentemente migliorato la viabilità forestale della Foresta di Ampezzo ed incrementato la superficie stradale. Ciò ha permesso l'abbattimento dei costi per l'estrazione del legname ed ha quindi consentito di ottenere un maggior ritorno economico. Oltre alla viabilità forestale, vanno considerate la strada provinciale che conduce al Lumiei, la strada turistica che conduce al Passo Pura e la strada comunale che conduce all'abitato di Voltois. All'interno della Foresta vi sono diverse infrastrutture ricettive, in primis malga Pura, il rifugio Tintina, la Casera Colmajer, adattata anche per l'osservazione faunistica, oltre alle casere Campo, Veltri, Bernone e Nauleni. Vi è inoltre una fitta rete sentieristica, tra cui l'anello Nauleni, Colmajer, otto sentieri CAI, un sentiero didattico, il sentiero Tiziana Weiss, il sentiero delle creste e diversi altri.

Sistemi di governance: come per il Cansiglio, lo studio dei diritti e della possibilità di esercitarli è stato svolto tramite lo studio del Piano di Gestione forestale e della legislazione nazionale e regionale. Nel caso della Foresta di Ampezzo, il diritto di accesso è garantito a tutti, essendo proprietà pubblica; la viabilità infatti è gratuita e la percorrenza delle strade e della rete sentieristica è permessa a pedoni, biciclette e cavalli. Il diritto di estrazione delle risorse è attribuito al Comune per quanto concerne i prodotti legnosi (legname da opera e legna da ardere) e a coloro in possesso della licenza, emessa, secondo la legge regionale L.R. 12/2000, dalla Comunità Montana della Carnia per

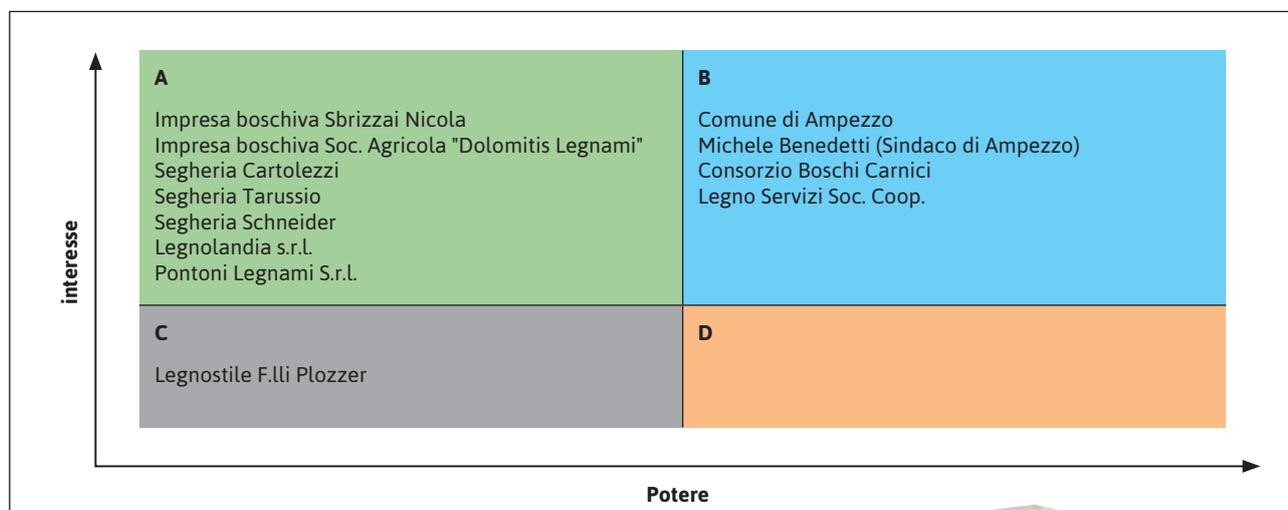
quanto riguarda i funghi. Il Comune di Ampezzo perciò non ha ricavi diretti dalla vendita di permessi per la raccolta funghi. Il Comune ha la facoltà di concedere la raccolta di legna da ardere e residui della lavorazione boschiva. Il Comune vieta invece il pascolo e la raccolta dello strame.

Il diritto di gestione è del Comune, che può amministrare la foresta nei limiti della legislazione regionale e nazionale. Il diritto di alienazione, come per le foreste demaniali, è inapplicabile, in quanto i beni forestali, anche dopo il passaggio dallo stato alle regioni (D.P.R. 24 Luglio 1977, n.616), sono qualificati come beni patrimoniali indisponibili. È bene sottolineare tuttavia come nella legislazione, quando si fa riferimento alla "foresta", si consideri fondamentalmente il legname e i prodotti forestali non legnosi, mentre non si parla specificatamente di Servizi Ecosistemici culturali o di regolazione, che sono considerati beni pubblici.

Portatori d'interesse: per l'individuazione degli attori, o portatori di interesse, è stata svolta un'indagine e un'intervista a esperti, tra cui un rappresentante della Pro Loco Ampezzo. L'indagine si è concentrata principalmente sui portatori d'interesse nell'ambito dei servizi ecosistemici culturali nell'area di Ampezzo. Sono stati compresi anche i cinque Comuni limitrofi (Preone, Sauris, Forni di Sopra, Forni di Sotto, Socchieve), in quanto parte di una rete turistica e perché spesso organizzati per iniziative comuni. Per ogni Comune è stata esaminata la presenza di operatori di musei, associazioni culturali, associazioni sportive, attività di ricezione (ad esempio alberghi e alberghi diffusi), ristorazione e presenza di guide naturalistiche o alpine. Come per la matrice sviluppata per l'area del Cansiglio, per l'area di Ampezzo i portatori d'interesse sono stati organizzati in una matrice potere-interesse considerando i loro ruoli, le loro attività e obiettivi.

La seguente matrice (fig. 16.6) riguarda i SE fornitura:

Figura 16.6: la matrice potere-interesse dei portatori d'interesse dei SE di fornitura ad Ampezzo.



La matrice potere-interesse è stata sviluppata in fase preparatoria, al fine di mappare la disposizione dei potenziali SHs in relazione al loro interesse e potere, in base all'esperienza maturata nell'approccio partecipato in Cansiglio.

Nel riquadro A (fig. 16.6), i "portatori d'interesse operativi", sono inclusi tutti i membri della rete d'impresa FriùLDane: segherie, imprese boschive e aziende di seconda lavorazione, come ad esempio Legnolandia S.r.l. e Pontoni Legnami S.r.l. Legnostile F.lli Plozzer è anch'essa una azienda di seconda lavorazione, tuttavia non fa parte della rete d'impresa e potrebbe essere meno interessata ad essere coinvolta sul tema della biodiversità e del marchio eventuale, non essendo inserita nel gruppo con interesse comune, perciò può essere inserita nel riquadro C, come un portatore di interesse marginale. Legno Servizi è stata inserita nel riquadro B, tra i portatori d'interesse chiave, poiché, pur non avendo potere decisionale come il Comune di Ampezzo o il Consorzio Boschi Carnici, che hanno in gestione la Foresta, ricopre un ruolo come incaricato nel progetto BIOΔ4. La Società Coop. Legno Servizi ha per prima proposto l'argomento del progetto riguardante un marchio che premi la biodiversità e svolge un ruolo di coordinamento all'interno di FriùLDane.

La seguente matrice potere-interesse (fig. 16.7) è stata creata per i SE culturali.

Il riquadro A (fig. 16.7) è composto dagli SHs che hanno dimostrato interesse per l'invito e che si suppone partecipino al processo partecipato. Questi sono in prevalenza portatori d'interesse legati al turismo e sono portatori d'interesse operativi. I ristoratori e i gestori delle strutture ricettive invece sono stati inseriti nel riquadro C, poiché sono coinvolti in maniera meno diretta con la Foresta. In questo riquadro vi sono anche i portatori d'interesse di Sauris, un comune limitrofo, che in quanto non appartenenti al Comune di Ampezzo potrebbero non essere altrettanto interessati. Nel riquadro B, tra i portatori d'interesse chiave, invece sono inseriti i portatori d'interesse detti "chiave", in quanto hanno potere decisionale e interesse per i SE culturali. Tra questi il gruppo GOL Alta Carnia, che ha compiti di manutenzione, sorveglianza e monitoraggio ambientale, il Consorzio Boschi Carnici, che ha in gestione una parte della Foresta di Ampezzo, ed infine il Comune di Ampezzo stesso, in quanto proprietario e gestore di una vasta sezione della Foresta.

L'approccio partecipato si è sviluppato secondo la seguente struttura (tab. 16.3):

Figura 16.7: la matrice potere-interesse dei portatori d'interesse dei SE culturali ad Ampezzo.

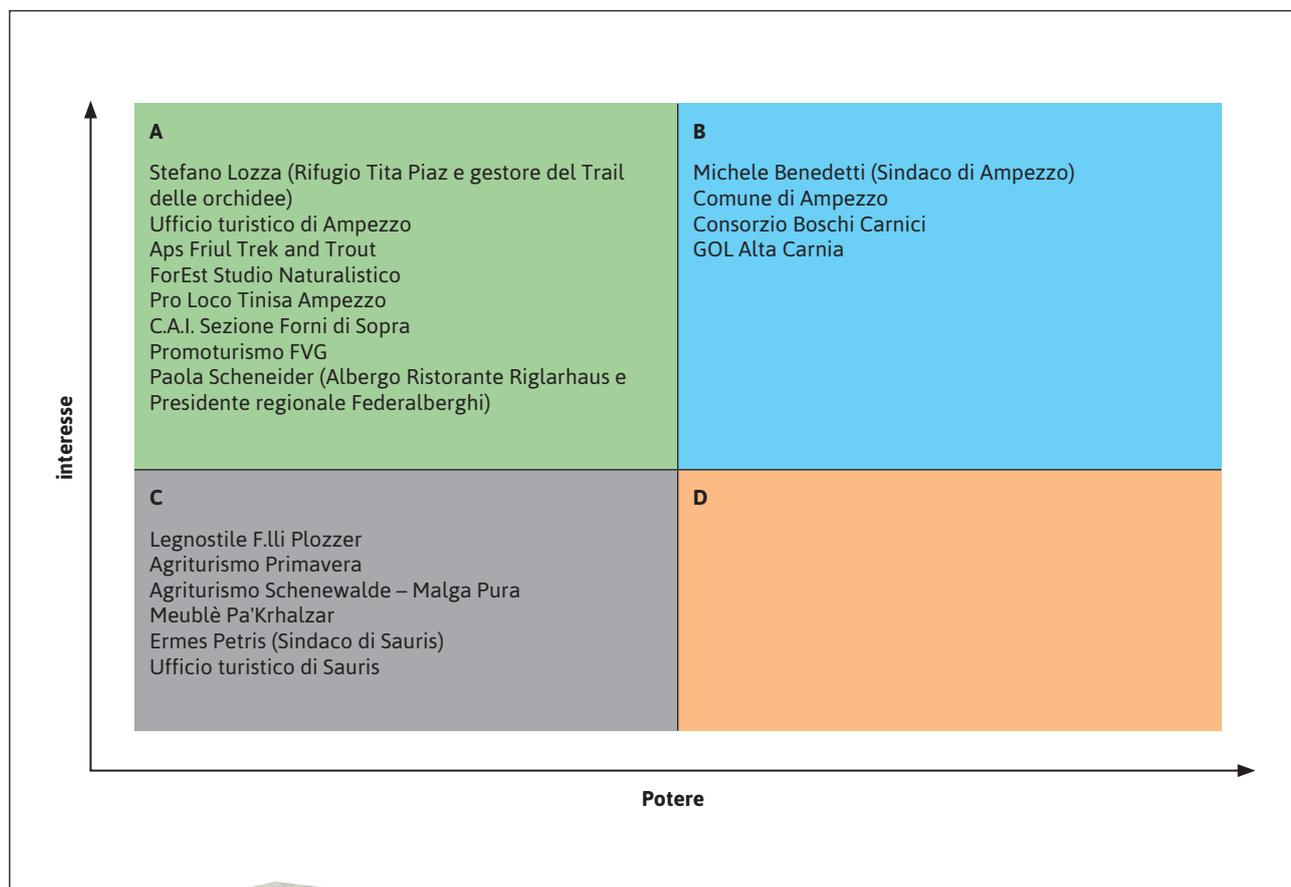


Tabella 16.3: riassunto dell'approccio partecipato ad Ampezzo.

N° workshop e tipologia	Data	Classe di SE	N° partecipanti	Risultati in sintesi
1 (Focus group)	9/7/2019	Culturali	9 (associazioni ambientaliste, istituzioni, Consorzio Boschi Carnici, Cooperativa Legno Servizi)	Introduzione progetto e selezione dei Servizi ecosistemici prioritari su cui investire. Dall'incontro è emerso come i servizi prioritari la foresta come luogo di benessere, come luogo adatto ad esibizioni artistiche, in forma di <i>land art</i> , e il valore educativo della foresta.
2 (Focus Group)	2/12/2019	Culturali	18 (Guide naturalistiche, CAI, Legno Servizi, GOL Alta Carnia, Istituzioni Comune di Ampezzo e Comune di Sauris)	È stata eseguita la mappatura partecipata dei Servizi ecosistemici prioritari nell'area della foresta di Ampezzo e seminario di presentazione del <i>forest bathing</i> . Sono stati mappati dei siti idonei per sviluppare attività legate al benessere in foresta, alla <i>land art</i> e all'educazione ambientale.
3 (Focus Group)	20/01/2020	Fornitura	10 (Segherie, ditte boschive, aziende di seconda lavorazione)	Introduzione progetto e opinione su marchio specifico o unione con PEFC dello standard elaborato da BIOΔ4
4 (Riunione operativa online)	aprile-maggio	Culturali-Fornitura	7-10 (Ristoratori, albergatori, aziende di seconda lavorazione del legno, aziende di servizi nel settore del legno)	L'incontro è avvenuto <i>online</i> , dovuto all'impossibilità di incontrarsi di persona. L'incontro è avvenuto con portatori d'interesse di entrambe le classi di servizi ecosistemici (culturali e fornitura) per discutere i passi successivi del progetto. È stato stabilito di organizzare un'offerta unica basata sulla biodiversità in foresta per quanto riguarda i servizi ecosistemici culturali. Non è stato invece deciso nulla di definitivo per quanto riguarda la questione del marchio locale per il legname, in quanto spetta al Comune proporre uno standard da allegare al già esistente logo (fig. 18.1), basato sui principi e criteri emersi dal progetto sulla conservazione della biodiversità.
5	Da definire			Incontro finale

Dal processo partecipato ad Ampezzo sono quindi emersi come prioritari i servizi ecosistemici legati all'educazione ambientale, alla foresta come luogo adatto ad esposizioni artistiche e alla foresta come luogo di benessere. Attraverso una apposita attività durante il primo *workshop*, dove è stato chiesto quali fossero i servizi ecosistemici prioritari da inquadrare in meccanismi PES secondo i portatori d'interesse presenti, ne sono stati selezionati i primi tre per le successive attività di studio e progettazione.

La fase di studio e progettazione viene descritta in maniera dettagliata nel capitolo 17.

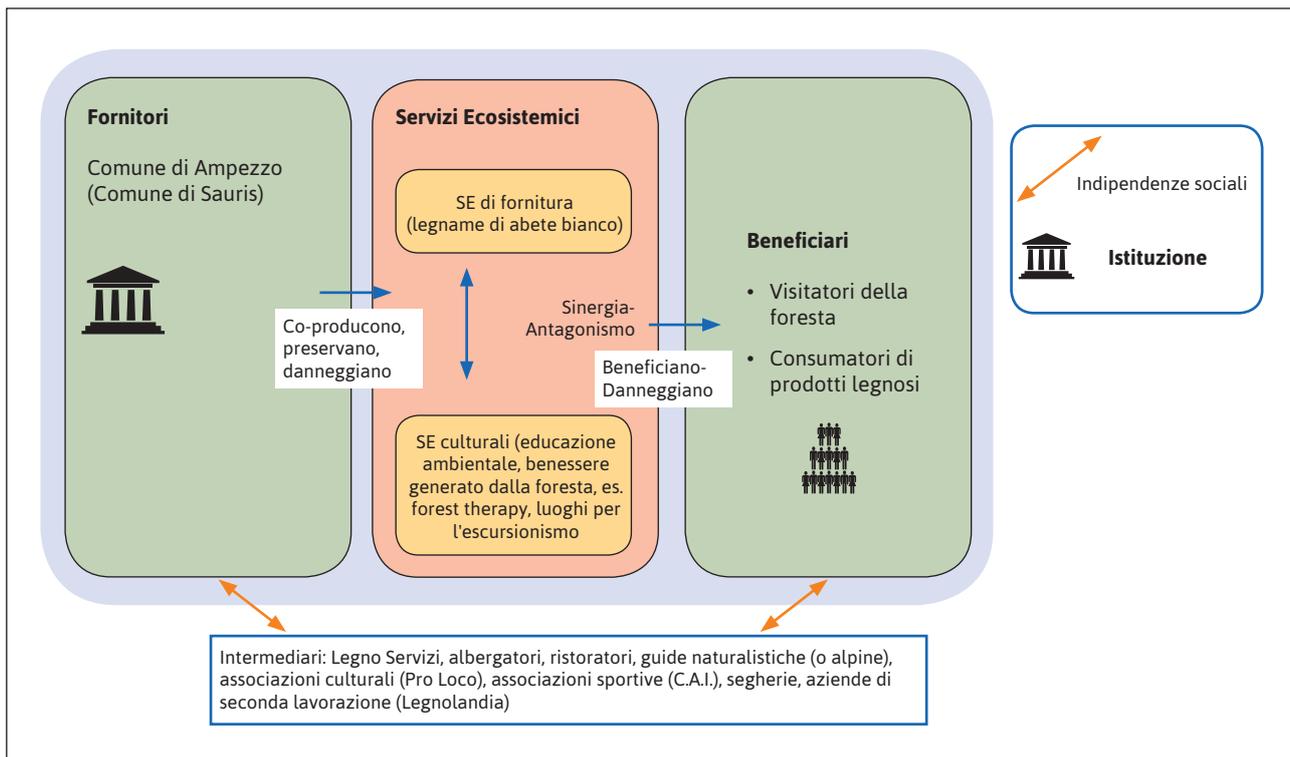
SES di Ampezzo: come per l'area della Foresta del Cansiglio anche nel caso di Ampezzo è stato costruito il quadro del sistema socio-ecologico (fig. 16.8), che, considerati i Servizi Ecosistemici di fornitura e culturali, va così interpretato:

- I fornitori sono rappresentati dal Comune di Ampezzo, in quanto gestore della foresta;
- Il riquadro a destra invece include i beneficiari dei

SE forniti dalla foresta, e anche coloro che possono essere danneggiati da disservizi ecosistemici: spesso in questa categoria rientrano coloro che hanno i diritti di accesso e d'uso degli ecosistemi, ma anche gruppi di persone o enti esterni. A questa categoria di beneficiari appartengono i consumatori di prodotti legnosi e i visitatori della foresta;

- Il riquadro centrale è dedicato ai servizi ecosistemici presenti nell'area di studio. Nel caso del progetto BIOΔ4 si considerano SE di fornitura e culturali;
- Alla categoria degli intermediari appartengono diversi portatori d'interesse: i membri di FriùlDane, ovvero la rete d'impresе per valorizzare l'abete bianco del Friuli. La cooperativa Legno Servizi, nata per valorizzare e rafforzare la filiera del legno in Friuli Venezia Giulia. Sono inoltre inclusi in questo riquadro coloro che promuovono il turismo naturalistico, disponibile anche grazie alla presenza della foresta, i ristoratori, gli albergatori, le associazioni culturali e sportive.

Figura 16.8: rappresentazione del SES di Ampezzo (modificato da Barnaud et al., 2018).



17

PROGETTAZIONE DEI MECCANISMI PES NEI CASI STUDIO

I processi descritti nei capitoli precedenti – definizione preliminare dei SE, analisi dei portatori di interesse, attivazione dei FG, scelta/valutazione partecipata e mappatura dei SE su cui concentrarsi per la progettazione dei PES – hanno portato alla proposta di quattro meccanismi di PES, due per la Foresta del Cansiglio e due per la Foresta di Ampezzo. La tabella 17.1 ne riassume gli elementi principali. I SE target sono tre per la Foresta del Cansiglio e tre per la foresta di Ampezzo, in linea con le indicazioni del progetto che prevedeva di considerare almeno 6 SE.

Un elemento chiave dei meccanismi proposti riguarda il ruolo degli enti gestori della due foreste: Veneto Agricoltura e il Comune di Ampezzo. Tali enti hanno, nell'implementazione dei meccanismi proposti, una

responsabilità fondamentale e molteplice. Essi sono infatti il produttore dei SE, cioè il soggetto che riceve i corrispettivi del servizio erogato (i 'pagamenti' in diversa forma) e, allo stesso tempo, enti pubblici che si prefiggono obiettivi di carattere più generale, come: i) fornire servizi pubblici ambientali e ricreativi alla collettività di riferimento; ii) promuovere lo sviluppo economico sostenibile dei territori che governano. Ad esempio, dalle pagine web istituzionali di Veneto Agricoltura si legge: "i principali obiettivi che l'Azienda persegue sono volti a promuovere la gestione sostenibile delle foreste e la salvaguardia della biodiversità, a migliorare l'inserimento delle aziende agricole e delle malghe in gestione nel sistema territorio montano e, più in generale, a valorizzare il territorio in gestione

Tabella 17.1: principali elementi dei meccanismi PES proposti da BIOΔ4.

N	Meccanismo	Azioni previste	SE CICES V5.1: codice e descrizione		Ecosistemi
1	Cansiglio: Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi	Promozione del legname di faggio tramite <i>marketing</i> territoriale	1.1.1.2	Fibre e altri materiali da piante coltivate	Foreste di faggio pure e foreste miste di conifere con faggio
2	Cansiglio: Valorizzazione della biodiversità tramite i servizi culturali	Attività guidate di osservazione del cervo al bramito	3.1.1.2	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, con fine ricreativo, di miglioramento della salute o del recupero fisico	Foreste di faggio e foreste miste Aree di pascolo
		Attività guidate di <i>forest bathing</i> e yoga	3.1.1.2	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, con fine ricreativo, di miglioramento della salute o del recupero fisico	Foreste di miste di conifere con faggio
		Realizzazione di un itinerario storico-culturale forestale	3.1.2.3	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, di natura intellettuale, collegate ad elementi con valore storico-culturale	Foreste di faggio e foreste miste Aree di pascolo
3	Ampezzo: Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi	Marketing del legname di abete bianco	1.1.1.2	Fibre e altri materiali da piante coltivate	Foreste di conifere con abete bianco
4	Ampezzo: Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali	Attività di educazione ambientale	3.1.1.2	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, con fine educativo	Foreste di conifere e foreste miste di conifere e latifoglie
		Attività guidate di <i>forest bathing</i> e yoga	3.1.2.2	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, con fine ricreativo, di miglioramento della salute o del recupero fisico	Foreste di conifere e foreste miste di conifere e latifoglie
		Realizzazione di un percorso di <i>land art</i>	3.1.2.4	Interazioni in situ con l'ambiente naturale, di natura intellettuale, estetico-artistico-culturali	Foreste di conifere e foreste miste di conifere e latifoglie

per una fruizione turistico-naturalistica compatibile con la tutela ambientale². Ciò comporta che i meccanismi proposti non siano solo finalizzati a generare remunerazione monetaria per gli enti gestori, ma considerino la valorizzazione del territorio nel suo complesso, sostenendo i soggetti che vi operano in diverse forme, in linea con la *mission* istituzionale degli enti proprietari/gestori ed amministratori del territorio. In alcuni dei modelli proposti, ad esempio, la produzione di SE viene ricambiata/compensata da un flusso di servizio di formazione, informazione ed educazione svolto dagli operatori del territorio e rivolto degli utenti delle aree interessate. Questo servizio ha lo scopo di migliorare la consapevolezza generale del valore di tali aree e l'importanza del ruolo dei singoli nella tutela di risorse pubbliche, accrescendo in ultimo la loro potenziale disponibilità a pagare per un determinato SE. Si tratta di compensazioni in natura, cioè in servizi. Questa soluzione è in linea con la teoria e la pratica dei PES, che in alcuni casi ha addirittura dimostrato il maggiore successo dei PES con pagamenti in natura rispetto al denaro, dato che i primi consolidano le relazioni di tipo fiduciario all'interno del partenariato (Grima et al., 2016).

I meccanismi proposti vengono rappresentati applicando la struttura 'teorica' già riportata in Figura 13.3

(schema di flusso "€ « servizio ecosistemico « soggetti coinvolti) e accompagnati ciascuno da due schede operative con caratteristiche e azioni previste. Vengono fornite indicazioni circa:

- la tipologia di PES: mercato diretto o indiretto;
- il grado di volontarietà del PES: *alto* se il mercato è completamente volontario; *medio* quando il mercato ha delle componenti di regolamentazione che devono essere implementate da un'autorità pubblica;
- il grado di connessione del PES con il SE oggetto di scambio: *alto* o *medio*.

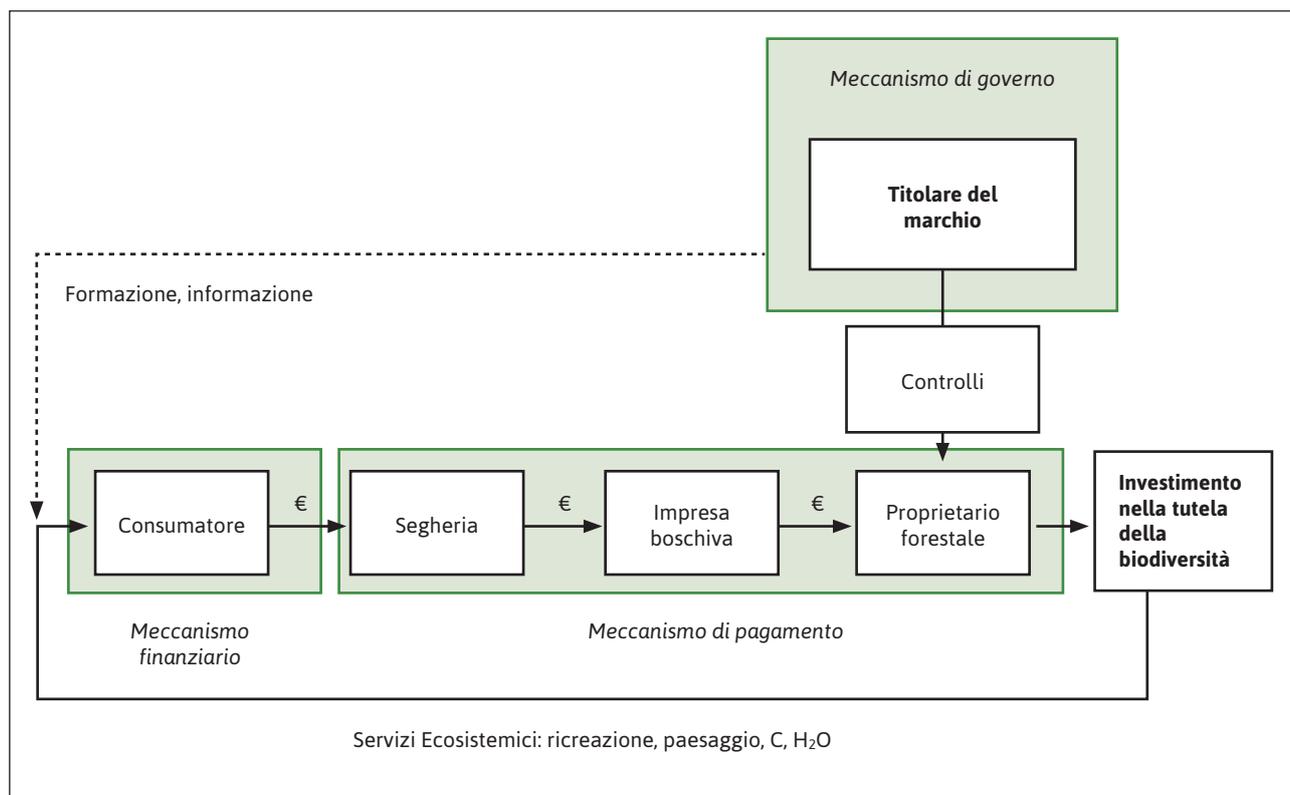
17.1 Foresta del Cansiglio

17.1.1 Meccanismo PES Servizi Ecosistemici di fornitura

Il PES si propone di valorizzare la biodiversità forestale lungo la filiera del legname da opera di faggio tramite l'utilizzo di un marchio collettivo di qualità che comunichi il valore della biodiversità incorporata nel materiale legnoso.

Il Meccanismo è presentato nella figura 17.1 e descritto nelle tabelle 17.1 e 17.2.

Figura 17.1: PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per il Cansiglio.



² <https://www.venetoagricoltura.org/2006/08/uncategorized/foreste-e-riserve/>

Tabella 17.1: Scheda del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per il Cansiglio

Tipologia di PES	Mercato indiretto
Grado di volontarietà	alto (la scelta di acquisto del prodotto legnoso a marchio da parte del consumatore è assolutamente volontaria)
Grado di connessione con il servizio ecosistemico	medio (il valore di biodiversità è incorporato nel valore del prodotto legnoso finito)
Produttori del SE	Veneto Agricoltura come gestore della Foresta del Cansiglio
Fruitori del SE	Consumatori di prodotti legnosi con marchio di tutela della biodiversità forestale
Attori locali beneficiari	Attori della filiera dei prodotti legnosi
Meccanismo finanziario e di pagamento	Il meccanismo finanziario prevede che il valore aggiunto dato al legname dalla provenienza da una foresta gestita nel rispetto della biodiversità, e garantito da un marchio, venga trasmesso lungo la filiera di lavorazione del legname e comunicato opportunamente ai consumatori dei prodotti legnosi, che ne riconoscono il valore tramite un'adeguata disponibilità a pagare
Meccanismo di governo	Il titolare del marchio potrà costituire un tavolo di consultazione con i rappresentanti degli attori locali: operatori della filiera forestale, associazioni consumatori

Tabella 17.2: Azioni del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per il Cansiglio

Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> Definizione di indicatori sintetici di biodiversità Definizione di un disciplinare di gestione forestale associato al marchio Definizione della strategia di comunicazione
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> ITLAS Legno e altri operatori della filiera Consumatori e loro associazioni
Interventi regolativi	Non necessari
Contratti/Accordi	Previsti dal Regolamento di applicazione del marchio "Foresta Italiana Certificata Cansiglio Bosco da Reme di San Marco"
Comunicazione	La comunicazione richiede una narrazione specifica del concetto di biodiversità, che evidenzi come una gestione forestale e l'utilizzo del legname non sia in contrasto con la conservazione della biodiversità, ma contribuisca a sostenerla: una foresta ben coltivata è una foresta ricca di biodiversità anche più di una foresta non coltivata

17.1.2 Meccanismo PES Servizi Ecosistemici culturali

Si tratta di un modello complesso di PES, che ambisce a mettere in rete la produzione e fruizione di diversi SE sostenuti da un meccanismo finanziario che crea il flusso di denaro necessario a sostenere le attività, sia quelle dirette di gestione della foresta che quelle di sostegno agli operatori locali. Il flusso finanziario deriva dal pagamento della sosta auto all'interno delle aree appositamente predisposte e controllate nella foresta del Cansiglio. Il flusso finanziario, al netto dei costi di ammortamento dell'investimento e di funzionamento dello stesso e dei costi del controllo da parte degli agenti di polizia comunale, viene utilizzato per sostenere la gestione forestale e tre diverse azioni di valorizzazione specifica della biodiversità attraverso la fruizione turistica a beneficio degli operatori locali. Gli operatori locali a loro volta producono SE di educazione ambientale che vengono reimmessi nel circolo virtuoso del PES.

Tre elementi vanno considerati:

1. Il modello presuppone una *governance* integrata a scala territoriale. Non coinvolge il solo ente gestore della foresta, ma altre istituzioni del territorio con competenze sulla viabilità (es. amministrazioni

comunali, Veneto Strade). È necessaria quindi un'azione politica coordinata, la vera sfida collegata all'implementazione di un PES;

2. L'imposizione di un biglietto per la sosta è una misura che può generare scontento e critiche negli utenti di una foresta di proprietà pubblica, perché è comunque un meccanismo di esclusione che può essere visto come una sorta di 'privatizzazione'. Può essere compreso e accettato solo se il suo significato è correttamente spiegato e l'uso dei fondi generati dalla sosta è assolutamente trasparente e pubblico. Per favorire l'accettazione di questo meccanismo, potrebbe prevedersi una fase transitoria con pedaggi fissi solo nei giorni festivi, e contribuzione volontaria (sì/no, importo deciso dal visitatore) nei giorni feriali. Si possono prevedere anche tariffe scontate per chi usufruisce dei servizi offerti nell'area (es. clienti di ristoranti, bar etc.). Ovviamente i residenti e gli operatori del territorio devono essere esclusi da questo meccanismo di pagamento;
3. Esistono comunque nelle aree alpine altre esperienze simili, di pedaggio parcheggi, che sono accettati sulla base di un generale riconoscimento del valore ecosistemico degli ambienti interessati. Prima fra tutte va ricordata l'esperienza del pedag-

gio per accedere alla Tre Cime di Lavaredo (<https://www.alto-adige.com/informazioni-utili/strada-a-pedaggio-tre-cime>), e poi la meno nota esperienza della sosta a pagamento su territorio regoliero nella Val Visdende [http://www.valvisdende.it/wp-content/uploads/2015/07/Tariffe-Sosta-2015-Val-](http://www.valvisdende.it/wp-content/uploads/2015/07/Tariffe-Sosta-2015-Val-visdende.jpg)

visdende.jpg). Queste esperienze possono servire anche a definire un possibile ammontare del ticket di parcheggio in riferimento ai valori emersi sul 'mercato'.

Il meccanismo è presentato nella figura 17.2 e descritto nelle tabelle 17.3 e 17.4.

Figura 17.2: PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per il Cansiglio.

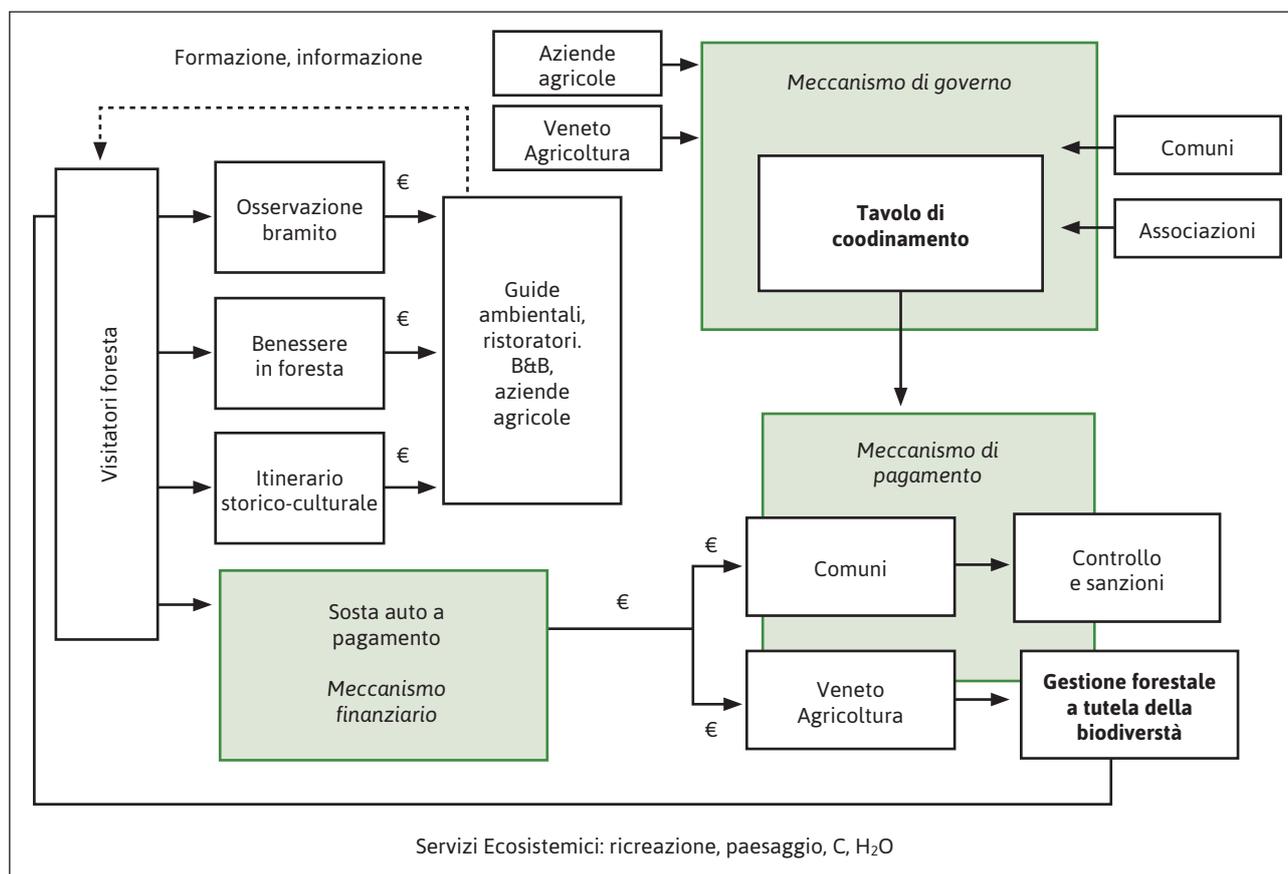


Tabella 17.3: scheda del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per il Cansiglio.

Tipologia di PES	Mercato diretto
Grado di volontarietà	medio (alcune componenti del PES sono obbligatorie, come la sosta auto a pagamento)
Legame con il servizio ecosistemico	alto (servizio ecosistemico e pagamento sono direttamente collegati)
Produttori del SE	Veneto Agricoltura come gestore della Foresta del Cansiglio
Fruitori del SE	Visitatori della foresta
Attori locali beneficiari	Guide ambientali e loro associazioni, gestori di servizi di ristorazione e di alloggio, aziende agricole
Meccanismo finanziario e di pagamento	Il meccanismo finanziario prevede che ai visitatori della foresta del Cansiglio sia richiesto di pagare la sosta auto all'interno delle aree di sosta appositamente predisposte e controllate nella foresta del Cansiglio. Il meccanismo di pagamento distribuisce i fondi alla gestione forestale e agli attori locali
Meccanismo di governo	Rappresentanti di Veneto Agricoltura e degli attori locali: guide naturalistiche, aziende agricole, strutture di ristorazione, Consorzio Alpago Cansiglio, rappresentanti dei Comuni limitrofi
Risorse	<ul style="list-style-type: none"> - Hangar o altro spazio da mettere a disposizione come per punto informativo da parte di Veneto Agricoltura - Personale per apertura infopoint (guide ambientali e volontari)

Tabella 17.4: azioni del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per il Cansiglio.

1. Osservazione del cervo al bramito tramite visite guidate	
Background	<p>La presenza di una numerosa popolazione di cervi nella Foresta del Cansiglio è diventata negli ultimi anni un elemento di attrattività durante il periodo del bramito. Al momento, questa attività si svolge secondo due principali modalità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. In modo organizzato, tramite visite guidate con l'accompagnamento delle guide ambientali e loro associazioni che operano in Cansiglio 2. In modo spontaneo e non organizzato, modalità che rappresenta un notevole elemento di disturbo, soprattutto durante i fine settimana perché effettuata in modo non consono alle regole e norme di fruizione dell'ambiente naturale: parcheggio selvaggio al di fuori degli spazi predisposti, accesso delle auto e delle moto in bosco durante la notte, cani liberi, accesso incontrollato alle zone di pascolo gestite dalle aziende agricole; a ciò si aggiungono l'aumento di recinzioni e fili spinati che le aziende agricole sono costrette ad installare per evitare accessi indesiderati, con un conseguente deterioramento del paesaggio, e maggiori difficoltà di accesso per le visite accompagnate
Obiettivi	<p>L'azione si propone di conservare la biodiversità faunistica ed ecosistemica della Foresta del Cansiglio, indirizzando il maggior numero possibile di utenti verso le visite guidate offerte dalle guide ambientali e allo stesso tempo veicolando attraverso di esse l'educazione al rispetto delle regole di salvaguardia degli animali e delle aree di osservazione durante il periodo del bramito. L'obiettivo si concretizza con la vendita al pubblico di pacchetti, diversamente strutturati, di visite guidate al bramito del cervo da parte delle guide ambientali, anche in via esclusiva. In cambio, le guide ambientali svolgono un'attività di educazione all'osservazione del bramito rivolta al pubblico dei visitatori della Foresta del Cansiglio.</p>
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. istituzione di un'area di osservazione riservata a monte di Malga Valmenera cui possono accedere solamente i gruppi accompagnati dalle guide ambientali accreditate da VA e aderenti al progetto e in numero contingentato, per un'esperienza esclusiva 2. realizzazione di due punti di osservazione (terrazzi muniti di cannocchiale) per osservare i cervi ed ascoltare il bramito (Valmenera, bar Genziana/ Le Code), associati a punti informativi per diffondere informazione 3. utilizzo di sbarre a chiusura di alcune strade secondarie nel periodo del bramito, es. la strada che porta al Bus de la Lum e la strada che porta all'Hangar 4. realizzazione di mappe con indicazione dei luoghi più adatti al bramito, allo scopo di convogliare le persone in alcuni luoghi dove il disturbo sia minore 5. realizzazione di un info-point presso l'Hangar del Cansiglio che svolga sia attività di promozione delle attività delle guide che da centro visitatori da cui promuovere l'educazione al rispetto delle regole e del comportamento da tenere durante l'osservazione al bramito 6. predisposizione di accordi tra gli operatori (guide, ristoratori e gestori degli alloggi) per l'offerta comune di pacchetti turistici integrati (vitto, alloggio e visita guidata) 7. azioni di coinvolgimento presso i Comuni perché effettuino azioni di controllo e sanzione sui parcheggi e sugli accessi alle strade forestali non consentiti e del personale dell'Ispettorato Forestale di Pordenone per la regione Friuli Venezia Giulia e della Stazione Forestale di Puos d'Alpago per il Veneto per azioni di monitoraggio 8. sviluppo di contenuti comunicativi efficaci per linguaggio e grafica 9. utilizzo del marchio basato anche su una 'Carta di Qualità' ad adesione volontaria che definisce standard di qualità delle guide e redatta dalle stesse
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> - guide naturalistiche (es. Società Cooperativa Mazarol, Prealpi Cansiglio Hiking, Mountain Wilderness, Sandra Zanchetta, NaturalMente Guide, Associazione Lupi Gufi e Civette, Associazione culturali Cimbri del Cansiglio, Pro Loco Fregona) - aziende agricole (es. Filippon per pacchetti vitto, alloggio e osservazione al bramito) - accompagnatori di media montagna, accompagnatori CAI e accompagnatori dei fotografi naturalisti
Interventi regolativi	<ul style="list-style-type: none"> - provvedimenti per chiusura delle strade tramite sbarra - provvedimenti per l'istituzione di un'area ad accesso limitato
Contratti/Accordi	<ul style="list-style-type: none"> - accordo di VA con guide per l'utilizzo della struttura dell'info-point - accordo con Comuni per l'organizzazione della sorveglianza - accordo con gli operatori sui pacchetti al bramito
Comunicazione	<p>Dato che questa azione comporta sostanzialmente limitazioni sulla fruizione di una risorsa naturale finora a libero accesso, la comunicazione è fondamentale. Gli utenti devono essere innanzitutto educati alla biologia della specie e al rispetto del delicato momento riproduttivo e quindi essere messi in grado di comprendere l'impatto che il disturbo può provocare. Il significato delle limitazioni va condiviso ed è fondamentale mettere a disposizione spazi gratuiti e di facile accesso per le osservazioni</p>
Formazione degli operatori	<p>necessità medio-bassa, poiché le guide ambientali sono già preparate; importante uniformare il linguaggio della comunicazione</p>

2. Attività guidate di benessere in foresta	
Background	Negli ultimi anni, seguendo una tradizione che viene principalmente da alcuni paesi asiatici (Giappone e Corea) si sta affermando anche in Europa e in Italia la tendenza di utilizzare gli ambienti naturali per attività salutistiche di svago, rilassamento, benessere fisico e mentale, cura dello stress, meditazione e inclusione sociale. Le foreste in particolare, e ancor più quelle ricche di biodiversità, si sono rivelate ambienti particolarmente adatti a questo scopo, per l'elevato grado di naturalità che le caratterizza, per l'influsso benefico sul microclima e la produzione di ossigeno, per la capacità di alcune specie legnose di produrre sostanze chimiche benefiche e con valore curativo, per la presenza di specifici elementi a valore simbolico e spirituale.
Obiettivi	L'azione si propone di valorizzare la biodiversità forestale del Cansiglio, promuovendo l'organizzazione, da parte di soggetti e associazioni qualificate, di attività guidate di benessere in foresta (es. <i>forest bathing</i> e yoga)
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. realizzazione di uno studio che evidenzi quali elementi della foresta e, specificatamente quali elementi costitutivi della biodiversità vengano percepiti dagli utenti come aventi un effetto positivo sul proprio benessere, e quanto più il visitatore si senta in salute per il tempo speso in foresta. 2. Individuazione di aree adatte allo svolgimento delle attività di benessere in foresta, basate sui risultati dello studio e sulla consultazione dei portatori di interesse 3. predisposizione materiale informativo
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> – guide naturalistiche (es. Società Cooperativa Mazarol, Prealpi Cansiglio Hiking, Mountain Wilderness, Sandra Zanchetta, NaturalMente Guide, Associazione Lupi Gufi e Civette, Associazione culturali Cimbri del Cansiglio, Pro Loco Fregona) – aziende agricole – accompagnatori di media montagna e CAI
Interventi regolativi	non previsti
Contratti/Accordi	non previsti
Comunicazione	I contenuti comunicativi delle esperienze devono essere orientati a evidenziare gli elementi di biodiversità
formazione degli operatori	le guide ambientali sono già formate per quanto riguarda gli aspetti ambientali; necessario dare solo contenuti specifici sulla biodiversità
3. Realizzazione di un Itinerario storico-culturale forestale	
Background	La Foresta del Cansiglio ha un elevato valore simbolico e storico che le deriva dall'essere stata il Gran Bosco da Remi della Serenissima. Il valore economico e strategico rappresentato dal Cansiglio per la Serenissima si concretizzava in specifiche forme di gestione e in una pionieristica e tuttora attuale pianificazione forestale, probabilmente la prima al mondo, meravigliosamente documentata dai Catastici Veneziani. Questo valore, che si traduce in uno specifico servizio ecosistemico, è noto agli studiosi di storia forestale ed è stato oggetto di numerose pubblicazioni, ma non è altrettanto conosciuto dal mondo forestale fuori dal Veneto, e tantomeno fuori dall'Italia. Al valore storico della Foresta del Cansiglio è dedicata una specifica sala presso il Museo dell'Uomo in Cansiglio, ma il pubblico dei frequentatori del Cansiglio non ha possibilità di farne esperienza diretta
Obiettivi	Predisposizione di un itinerario storico culturale esperienziale che metta i visitatori del Cansiglio in diretto contatto con la sua dimensione storica. Il tracciato dell'itinerario potrebbe collegare alcune delle antiche confinazioni veneziane, ad esempio quelle della zona dell'Archeton. L'itinerario sarà a libero accesso per chi volesse percorrerlo autonomamente, ma contemporaneamente le guide ambientali potranno effettuare visite guidate a fronte del pagamento di un biglietto
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Individuazione del tracciato dell'itinerario e dei punti significativi 2. sviluppo contenuti narrativi da utilizzare durante le visite guidate 3. predisposizione materiale informativo 4. informazione ai potenziali utenti
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> – esperti dell'area (sviluppo percorso e contenuti) – guide naturalistiche – Consorzio Alpago Cansiglio – aziende agricole
Interventi regolativi	non previsti
Contratti/Accordi	non previsti
Comunicazione	I contenuti comunicativi delle esperienze devono essere orientati a evidenziare gli elementi di biodiversità
Formazione degli operatori	formazione specifica sugli aspetti storici e sulla pianificazione forestale

17.2 Foresta di Ampezzo

17.2.1 Meccanismo PES Servizi Ecosistemici di fornitura

Il PES si propone di valorizzare la biodiversità forestale lungo la filiera del legname da opera di abete bianco, abete rosso e faggio tramite l'utilizzo di un marchio collettivo di qualità che comunichi il valore della biodiversità incorporata nel materiale legnoso.

Il meccanismo è presentato nella figura 17.3 e descritto nelle tabelle 17.5 e 17.6.

17.2.2 Meccanismo PES Servizi Ecosistemici culturali

Si tratta di un modello complesso di PES, che ambisce a mettere in rete la produzione e fruizione di diversi SE sostenuti da un meccanismo finanziario che crea il flusso di denaro necessario a sostenere le attività, sia quelle dirette di gestione della foresta che quelle di

Figura 17.3: PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per Ampezzo.

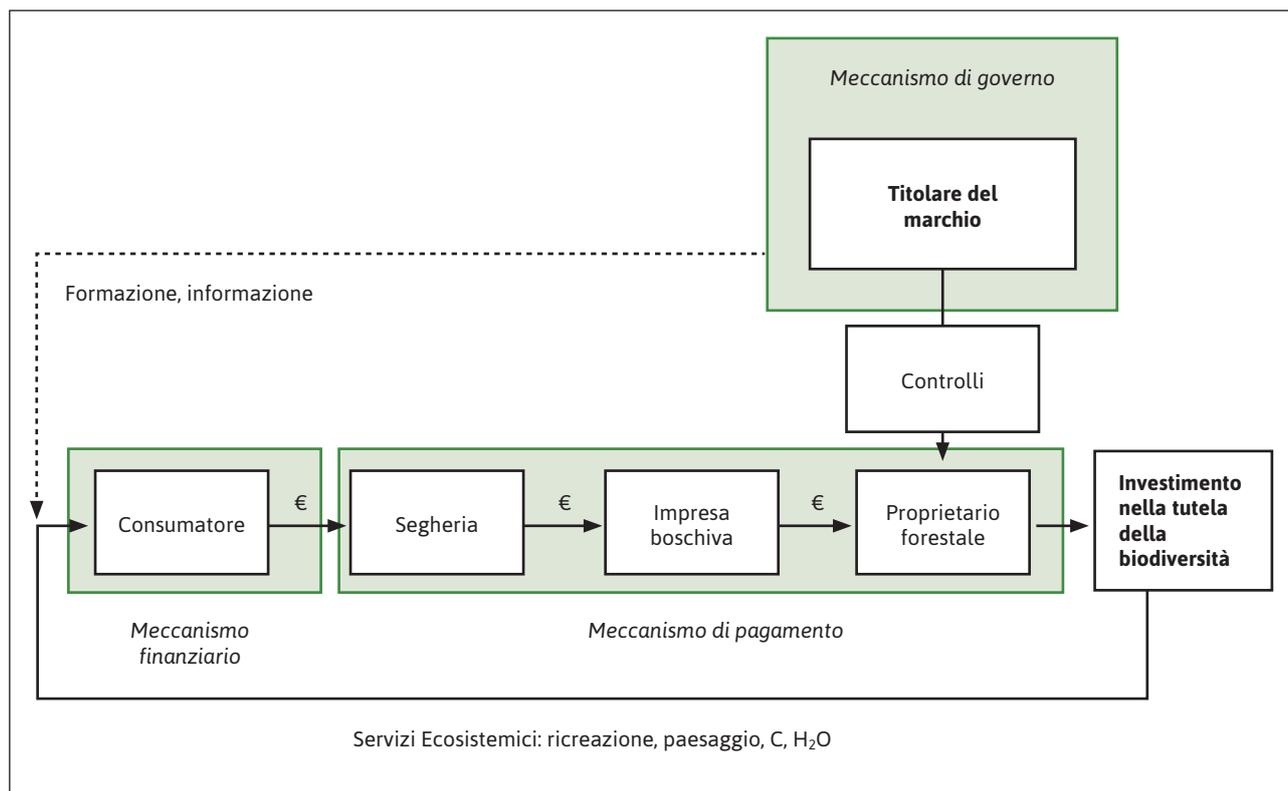


Tabella 17.5: scheda del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per Ampezzo.

Tipologia di PES	Mercato indiretto
Grado di volontarietà	alto (la scelta di acquisto del prodotto legnoso a marchio da parte del consumatore è assolutamente volontaria)
Grado di connessione con il servizio ecosistemico	medio (il valore di biodiversità è incorporato nel valore del prodotto legnoso finito)
Produttori del SE	Comune di Ampezzo come proprietario e gestore della Foresta di Ampezzo
Utenti del SE	Consumatori di prodotti legnosi con marchio di tutela della biodiversità forestale
Attori locali beneficiari	Attori della filiera dei prodotti legnosi
Meccanismo finanziario e di pagamento	Il meccanismo finanziario prevede che il valore aggiunto dato al legname dalla provenienza da una foresta gestita nel rispetto della biodiversità, e garantito dal marchio, venga trasmesso lungo la filiera di lavorazione del legname e comunicato opportunamente ai consumatori dei prodotti legnosi, che ne riconoscono il valore tramite un'adeguata disponibilità a pagare
Meccanismo di governo	Il titolare del marchio potrà costituire un tavolo di consultazione con i rappresentanti degli attori locali: operatori della filiera forestale, associazioni consumatori

Tabella 17.6: azioni del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi' per Ampezzo.

Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definizione di indicatori sintetici di biodiversità 2. Definizione di disciplinare di gestione forestale associato al marchio 3. Definizione del soggetto titolare del marchio 4. Realizzazione del marchio e della strategia di comunicazione 5. Informazione della strategia di comunicazione
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> - Rete FriulDane e altri operatori della filiera - Consumatori e loro associazioni
Interventi regolativi	Non necessari
Contratti/Accordi	Nel caso il PES vada oltre la scala di sperimentazione, il soggetto titolare del marchio dovrà sviluppare il regolamento per l'uso del marchio ai soggetti che ne fanno richiesta.
Comunicazione	La comunicazione richiede una narrazione specifica del concetto di biodiversità, che evidenzi come una gestione forestale e l'utilizzo del legname non sia in contrasto con la conservazione della biodiversità, ma anzi contribuisca a sostenerla – una foresta ben coltivata è una foresta ricca di biodiversità anche più di una foresta non coltivata

sostegno agli operatori locali. Il flusso finanziario deriverebbe da due fonti: da un lato il pagamento della sosta auto all'interno delle aree appositamente predisposte e controllate nel territorio della foresta di Ampezzo, dall'altro dalla realizzazione di un percorso di *land art* con accesso a pagamento. Il flusso finanziario, al netto dei costi di ammortamento dell'investimento e di funzionamento dello stesso e dei costi del controllo da parte degli agenti di polizia comunale, viene utilizzato per sostenere la gestione forestale e tre diverse azioni di valorizzazione specifica della biodiversità at-

traverso la fruizione turistica a beneficio degli operatori locali. Gli operatori locali a loro volta producono SE di educazione ambientale che vengono reimmessi nel circolo virtuoso del PES. Diversamente dal meccanismo previsto per il Cansiglio, in questo caso sussiste il vantaggio che il Comune di Ampezzo è anche il soggetto che ha competenza diretta sulla viabilità e sui parcheggi. Il meccanismo è presentato nella figura 17.4 e descritto nelle tabelle 17.7 e 17.8:

Figura 17.4: PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per Ampezzo.

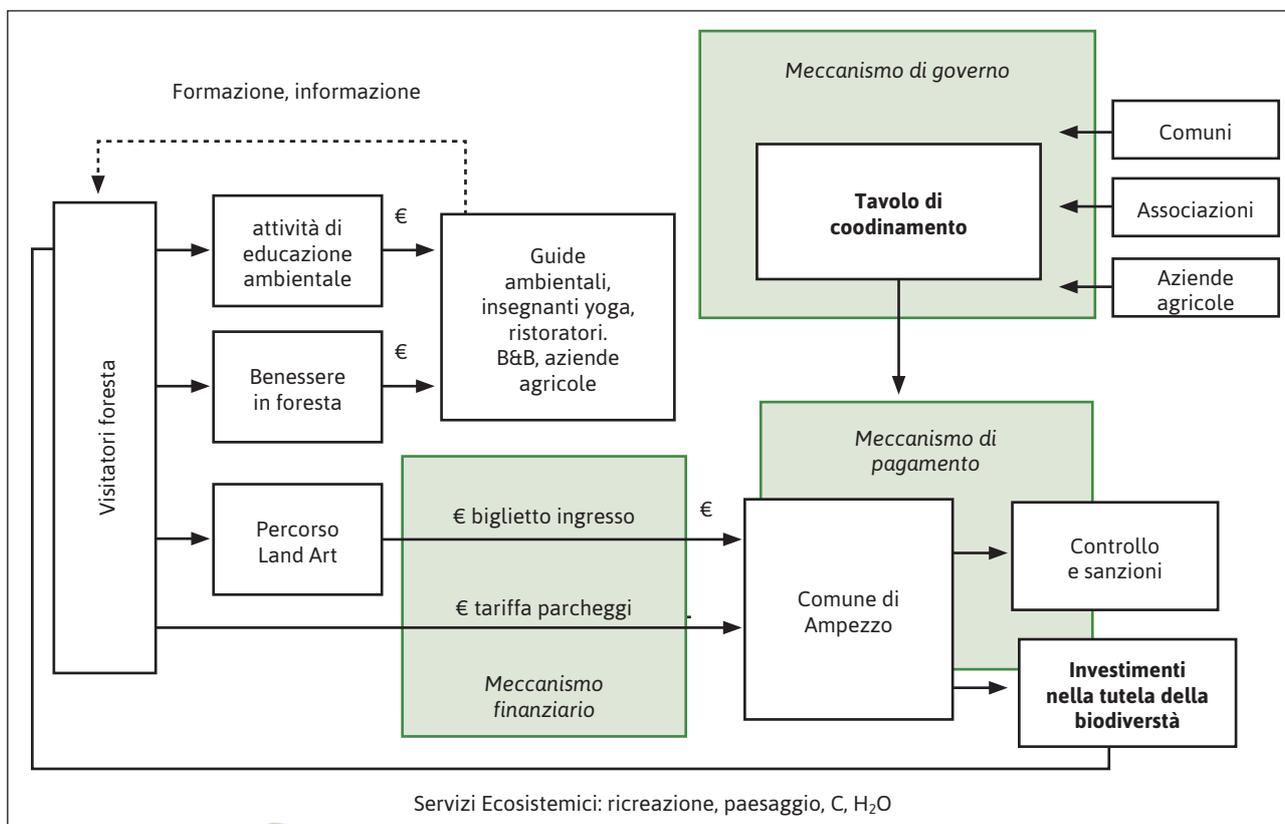


Tabella 17.7: scheda del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per Ampezzo.

Tipologia di PES	Mercato diretto
Grado di volontarietà	medio (alcune componenti del PES sono obbligatorie, come la sosta auto a pagamento)
legame con il servizio ecosistemico	alto (servizio ecosistemico e pagamento sono direttamente collegati)
Produttori del SE	Comune di Ampezzo come proprietario e gestore della Foresta di Ampezzo
Fruitori del SE	Visitatori della foresta
Attori locali beneficiari	Guide ambientali e loro associazioni, gestori di servizi di ristorazione e di alloggio, aziende agricole
Meccanismo finanziario e di pagamento	Il meccanismo finanziario prevede che ai visitatori della foresta sia richiesto di pagare la sosta auto all'interno delle aree di sosta appositamente predisposte e controllate. Il meccanismo di pagamento distribuisce i fondi alla gestione forestale e agli attori locali. Si tratta tuttavia di un'area più piccola rispetto al Cansiglio, con minore capacità di generare flussi monetari consistenti attraverso il pagamento della sosta
Meccanismo di governo	Rappresentanti del Comune di Ampezzo e degli attori locali: guide naturalistiche, aziende agricole, strutture di ristorazione, Uffici turistici, scuole locali, rappresentanti dei Comuni limitrofi
Risorse	<ul style="list-style-type: none"> - Strutture ricettive per scolaresche - Pannelli e altro materiale informativo ed educativo - Stazioni di Land Art, possibilmente in un percorso a pagamento

Tabella 17.8: azioni del PES 'Valorizzazione biodiversità tramite i servizi culturali' per Ampezzo.

1. Attività di educazione ambientale	
Background	<p>L'area di Ampezzo risulta essere dotata di diverse aree adatte allo sviluppo di attività legate all'educazione ambientale. La presenza di un biotopo importante per gli alti livelli di biodiversità, sia floristica che faunistica, presso Cima Corso, il sentiero naturalistico Tiziana Weiss, le aree schiantate da Vaia, che offrono la possibilità di uscite dedicate alla spiegazione dell'importanza della gestione forestale, il sentiero didattico del Pian del Cjavai e il sentiero didattico Bosco Flobia, attrezzato anche per ciechi (da ripristinare), creano diverse possibilità legate all'educazione ambientale e all'importanza della gestione dell'uomo per la conservazione della biodiversità.</p> <p>È stato spesso evidenziata l'importanza di trasmettere ai ragazzi delle scuole locali il valore della gestione del territorio, della biodiversità e di ciò che esso può presentare come opportunità di sviluppo.</p>
Obiettivi	<p>Da quanto emerso durante gli incontri con i portatori d'interesse, è emersa la possibilità di creare un'offerta organizzata di uscite legate ai vari aspetti della biodiversità, legati alla Foresta di Ampezzo. Il progetto può intervenire nel sostenere le guide naturalistiche, gli uffici turistici e altri eventuali portatori d'interesse, nello sviluppo di uno o più pacchetti sviluppati attorno al tema della biodiversità. Per le attività legate alle scuole potrebbe essere proposto un ciclo di uscite, con ogni giornata dedicata ad un aspetto della biodiversità, evidenziando il ruolo dell'uomo e della sua gestione nella conservazione e valorizzazione di questa. I possibili temi possono essere il concetto di biodiversità e il legame con gli ecosistemi, attraverso una visita al biotopo, gli eventi naturali e le conseguenze sulla biodiversità (vedi Vaia), la gestione del bosco da parte dell'uomo e come questa possa ridurre l'impatto degli eventi naturali e conservare alti livelli di biodiversità.</p>
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparazione di materiale comunicativo distinto per le scuole e per il turismo 2. Creazione di una rete di guide naturalistiche, ristoratori e altre strutture ricettive per la gestione dei cicli di uscite sulla biodiversità 3. Individuazione dei luoghi appropriati per le uscite e creazione di un pacchetto di visite guidate incentrate sulla biodiversità 4. Attività di sponsorizzazione dell'iniziativa
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> - guide naturalistiche, accompagnatori di media montagna e accompagnatori CAI - uffici turistici - aziende agricole per pacchetti vitto, alloggio
Interventi regolativi	Non necessari

Contratti/Accordi	<ul style="list-style-type: none"> - Accordi sull'utilizzo di strutture ricettive (ad esempio Casera Tintina e Casera Nauleni), se di proprietà del Comune - Accordi con le scuole locali per l'organizzazione delle uscite - Sponsorizzazione sui siti appropriati (dei comuni e degli uffici turistici) del ciclo di incontri e di chi fa parte della rete di guide, ristoratori e albergatori
Comunicazione	La comunicazione è fondamentale. Deve trasmettere la novità del ciclo di uscite e le figure di riferimento (i partecipanti agli incontri che si rendono disponibili per partecipare al progetto). L'altro aspetto della comunicazione è quello del materiale preparato per le uscite: deve essere creato in modo da evidenziare il legame tra le varie uscite dedicate alla biodiversità e ai suoi aspetti.
Formazione degli operatori	Necessità medio-bassa, poiché le guide naturalistiche sono già preparate; importante uniformare il linguaggio della comunicazione
2. Attività guidate di benessere in foresta	
Background	Negli ultimi anni, seguendo una tradizione che viene principalmente da alcuni paesi asiatici (Giappone e Corea) si sta affermando anche in Europa e in Italia la tendenza di utilizzare gli ambienti naturali per attività salutistiche di svago, rilassamento, benessere fisico e mentale, cura dello stress, meditazione e inclusione sociale. Le foreste in particolare, e ancor più quelle ricche di biodiversità, si sono rivelate ambienti particolarmente adatti a questo scopo, per l'elevato grado di naturalità che le caratterizza, per l'influsso benefico sul microclima e la produzione di ossigeno, per la capacità di alcune specie legnose di produrre sostanze chimiche benefiche e con valore curativo, per la presenza di specifici elementi a valore simbolico e spirituale.
Obiettivi	L'azione si propone di valorizzare la biodiversità forestale del Cansiglio, promuovendo l'organizzazione, da parte di soggetti e associazioni qualificate, di attività guidate di benessere in foresta (es. <i>forest bathing</i> e <i>yoga</i>)
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. realizzazione di uno studio che evidenzia quali elementi della foresta e, specificatamente quali elementi costitutivi della biodiversità vengano percepiti dagli utenti come aventi un effetto positivo sul proprio benessere, e quanto più il visitatore si senta in salute per il tempo speso in foresta. 2. Individuazione di aree adatte allo svolgimento delle attività di benessere in foresta, basate sui risultati dello studio e sulla consultazione dei portatori di interesse 3. predisposizione materiale informativo
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> - guide naturalistiche, Uffici turistici, albergatori e ristoratori - aziende agricole - accompagnatori di media montagna e CAI
Interventi regolativi	non previsti
Contratti/Accordi	non previsti
Comunicazione	I contenuti comunicativi delle esperienze devono essere orientati a evidenziare gli elementi di biodiversità
Formazione degli operatori	Le guide ambientali sono già formate per quanto riguarda gli aspetti ambientali; necessario dare solo contenuti specifici sulla biodiversità
3. Realizzazione di un percorso di Land Art	
Background	La <i>land art</i> è una forma d'arte contemporanea, nota anche come <i>earth art</i> , <i>earth works</i> («arte della terra», «lavori di terra»). Nasce negli anni '60 negli Stati Uniti ed è caratterizzata dall'abbandono dei mezzi artistici tradizionali per un intervento diretto dell'operatore nella natura e sulla natura. Le opere hanno per lo più carattere effimero e restano affidate specialmente alla documentazione fotografica e video, a progetti, schizzi e altri mezzi di comunicazione simili. Gli artisti che hanno individuato nella natura la loro area operativa, infatti, non puntano tanto al risultato quanto al processo e alla realizzazione di un'esperienza esemplare. In Friuli Venezia Giulia vi sono esempi di collettivi di artisti che si sono adoperati nel settore della <i>land art</i> .

Obiettivi	L'idea, non emersa durante gli incontri, ma già sperimentata in altre situazioni (vedi http://www.artesella.it/it/), è la creazione di un sentiero con installazioni accessibile tramite l'acquisto di un biglietto. Il flusso finanziario generato da un eventuale percorso legato alla <i>land art</i> potrebbe essere investito per migliorare la conservazione o con opere di valorizzazione della biodiversità. Un'ipotesi alternativa, emersa dagli incontri, è stata quella di posizionare le opere in modo diffuso, in luoghi panoramici a fruizione gratuita, di usare materiali locali e di lasciare le opere alla naturale degradazione. Il visitatore, una volta visitate tutte le postazioni, potrebbe avere accesso a determinati sconti presso ristoratori o guide ed essere così incentivato a rimanere sul territorio più a lungo.
Attività previste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Individuazione del tracciato dell'itinerario e dei punti significativi o individuazione di punti strategici per lo sviluppo di opere diffuse sul territorio 2. Individuazione di possibili artisti e invito 3. predisposizione materiale informativo (in caso della scelta di opere diffuse sul territorio sarebbe utile creare una mappa da consegnare al visitatore) 4. informazione ai potenziali utenti
Soggetti da coinvolgere	<ul style="list-style-type: none"> - Artisti che hanno lavorato all'HumusPark - Associazione EcoPark - Comune di Ampezzo
Interventi regolativi	non necessari
Contratti/Accordi	Eventuali contratti e accordi andrebbero stipulati in base all'alternativa scelta: Nel caso della creazione di un sentiero dedicato alla <i>land art</i> andrebbe stipulato un accordo con il Comune per la selezione e la chiusura di un sentiero da dedicare a tale scopo
Comunicazione	La comunicazione dovrà avere diversi obiettivi: sponsorizzare l'iniziativa ai visitatori, trasmettere il valore delle opere e la destinazione dei proventi. I contenuti comunicativi delle esperienze devono essere orientati a evidenziare gli elementi di biodiversità.
Formazione degli operatori	<ul style="list-style-type: none"> - Gli operatori, in questo caso artisti, sono già formati per le precedenti esperienze - Eventuali nuovi gruppi di artisti locali vanno preparati tramite workshop e lezioni di collettivi di artisti già affermati, che possono contribuire a dare vita a nuovi collettivi locali

17.3 Strumenti di marketing territoriale: il marchio collettivo

Il *marketing* territoriale è una strategia di valorizzazione del territorio che si basa un'analisi dei bisogni dei portatori di interesse e dei clienti volta a costruire, mantenere e rafforzare rapporti di scambio vantaggiosi tra portatori di interesse interni (residenti, aziende agricole, imprese locali) ed esterni (turisti, consumatori, nuovi investitori) allo scopo ultimo di aumentare il valore del territorio, delle imprese e l'attrattività degli stessi. Il *marketing* territoriale mette al centro delle strategie di valorizzazione il territorio, inteso come prodotto integrato di valenze, funzioni, servizi e beni, dove si fronteggiano domanda e offerta.

Uno degli strumenti di *marketing* territoriale più utilizzati è quello dei marchi collettivi, che sono detenuti da un soggetto pubblico o privato e da questo concessi a quegli operatori economici che si impegnano a rispettare i requisiti di applicazione definiti nel regolamento di utilizzo. Nello specifico, il marchio collettivo di qualità mira a garantire caratteristiche del processo di produzione o del prodotto.

Il marchio collettivo potrebbe essere il veicolo unificatore, a livello territoriale, dei meccanismi PES proposti. Dato che i prodotti coinvolti nei PES del progetto BIOΔ4 sono di natura diversa, è appropriato l'utilizzo di un marchio ombrello, un tipo di marchio collettivo che si può applicare contemporaneamente a prodotti e servizi di genere diverso.

Tra i migliori esempi di successo di marchio ombrello, che dimostrano quanto un territorio possa fare per promuovere i prodotti locali ed i servizi turistici, si ricordano le province di Trento e Bolzano. Attraverso valide politiche di *marketing* territoriali, le due province hanno progettato e realizzato piani di azione e specifici marchi ombrello per caratterizzare efficacemente la loro area geografica, in cui la naturalità ha agito in maniera determinante per creare nell'immaginario collettivo una visione di territorio fusione di integrità e qualità dell'ambiente. Tra gli esempi di parchi nazionali e regionali che hanno sviluppato azioni di *marketing* per perseguire le politiche di sviluppo sostenibile, si ricorda anche il Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi, che si è servito di questi strumenti operativi per definire il marchio ombrello da applicare ai prodotti

tipici, mentre il Parco Naturale dell'Adamello Brenta ha scelto il *marketing* territoriale come metodo per avviare il processo di accreditamento alla Carta Europeo del Turismo Sostenibile.

Una diversa direzione potrebbe contemplare l'utilizzo di marchi già esistenti e legati ai processi di certificazione di gestione forestale sostenibile (es. PEFC). Questa soluzione limiterebbe l'uso del marchio alle foreste e alle aziende già certificate con uno dei sistemi esistenti, ma avrebbe il vantaggio di poter utilizzare procedure di controllo e catene di custodia già in parte o totalmente sviluppate. Il limite di questa soluzione risiede nel fatto di non poter venire applicata con una logica di marchio 'ombrello', dato che i sistemi di certificazione non sono pensati per certificare attività legate ai servizi turistici.

Per quanto riguarda le due aree di studio, è da tenere presente che il marchio collettivo per il Cansiglio esiste già. Nel gennaio 2012, infatti, Veneto Agricoltura ha registrato presso l'UAMI un marchio comunitario denominato "Foresta Italiana Certificata Cansiglio Bosco da Reme di San Marco" che è così rappresentato in forma grafica (fig. 17.5):

Figura 17.5: il logo del marchio della Foresta del Cansiglio.



Il marchio ha un proprio regolamento d'uso che prevede che esso si possa applicare ad un ampio spettro di prodotti – tra cui diversi prodotti alimentari di derivazione agricola e forestale, e prodotti legnosi e derivati – e di servizi – educativi, di ristorazione, di agricoltura, selvicoltura e orticoltura.

L'Art. 3 del Regolamento d'uso del marchio specifica che il marchio è stato costituito con i seguenti obiettivi:

- a) Incentivare la promozione e la diffusione di prodotti lattiero-caseari ed agroalimentari provenienti dalla Foresta del Cansiglio quale forma di sostegno dell'economia locale;
- b) Sostenere, rafforzare e promuovere le attività produttive nell'utilizzo della risorsa legno;
- c) Promuovere lo sviluppo di forme di fruizione turistica del territorio ecosostenibili;

- d) Incentivare e sviluppare l'educazione naturalistica;
- e) Contribuire al sostegno di iniziative produttive volte alla valorizzazione dei prodotti forestali e non legnosi.

Inoltre, l'Art. 4 dello stesso Regolamento specifica che il marchio verrà concesso a soggetti che abbiano dato dimostrazione di aver orientato ed orientare l'attività di impresa verso criteri di sostenibilità ambientale, intesa come:

- a) Il collegamento con il territorio del Cansiglio, con le sue tradizioni e i suoi valori;
- b) Una produzione secondo criteri che preservino l'ambiente naturale e il paesaggio;
- c) La disponibilità a mettere in atto la certificazione di catena di custodia secondo i criteri di gestione forestale sostenibile riconosciuti ufficialmente, anche per i prodotti forestali non legnosi;
- d) Il rispetto di habitat, di specie animali e vegetali elementi di biodiversità;
- e) L'impegno di ridurre al massimo possibile l'impatto ambientale della propria attività;
- f) L'impegno alla riduzione dei rifiuti prodotti e ad uno smaltimento ecocompatibile;
- g) L'impegno alla riduzione dei consumi idrici;
- h) L'impegno verso il risparmio energetico.

Da questi elementi si ricava che il marchio "Foresta Italiana Certificata Cansiglio Bosco da Reme di San Marco" già possiede tutte le caratteristiche necessarie per essere utilizzato quale marchio ombrello per garantire e comunicare i servizi ecosistemici collegati alla biodiversità e proposti per la Foresta del Cansiglio. Deve, per essere efficace, essere utilizzato poi dalle attività produttive del territorio che rispettano i criteri imposti dallo standard. Per questo diventa fondamentale un'azione di diffusione promossa dall'Ente Proprietario tramite incontri con i potenziali interessati.

Per la Foresta di Ampezzo, invece, il marchio collettivo non è stato ancora sviluppato. Si al successivo capitolo 18 che documenta la discussione sviluppatasi al proposito tra i portatori di interesse dell'area Ampezzo.

17.4 Due messaggi finali importanti per il successo dei PES proposti

A conclusione di questo capitolo sulla progettazione dei PES per le due aree caso studio, si richiamano due messaggi di fondamentale importanza per il buon successo del PES:

1. Nella logica PES, i flussi di beni e servizi generati dalla produzione di un SE devono essere impiegati per sostenere nel tempo tale produzione, e non per

fini diversi. Quindi i flussi generati da un PES devono venire contabilizzati in capitoli di spesa appositi e reimpiegati per fini di tutela degli ecosistemi che hanno generato i flussi di SE. La trasparenza, l'*accountability* e la comunicazione in questo senso sono fattori decisivi per catturare la disponibilità a pagare dei consumatori e determinare quindi l'efficacia e la sostenibilità dei PES nel medio-lungo periodo.

2. Nella logica che gli approcci alla conservazione ambientale si risolvono sempre in modo più appropriato con un *mix* di diversi strumenti, alcuni dei PES proposti richiedono l'attuazione anche di strumenti di normazione, regolazione controllo e sanzione, che comportano azioni ed atti ammini-

strativi da parte degli enti competenti. Ne sono un esempio la proposta di istituire aree di parcheggio a pagamento o di definire aree ad accesso limitato. È necessaria quindi non solo la volontà politica di mettere in atto tali azioni, ma anche un'azione congiunta e coordinata da parte di più enti territoriali (es. i Comuni, le autorità regionali e provinciali, i Consorzi turistici) che devono condividere le medesime strategie di gestione del territorio, i medesimi obiettivi e modalità di azione. È questa attenzione ad una nuova *governance* dei sistemi socio-economici locali l'innovazione apportata dal concetto di PES, ma è chiaro che senza di essa l'efficacia dei meccanismi proposti verrebbe in gran parte ad annullarsi.

Lo schema metodologico adottato in BIOΔ4 prevede che i meccanismi PES progettati vengano testati nelle aree caso studio. Le foreste del Cansiglio e di Ampezzo fungono pertanto da 'laboratori' dove sperimentare e verificare l'applicabilità dei quattro meccanismi proposti. Grazie a ciò è stato possibile evidenziare le eventuali criticità e suggerire come monitorare nel futuro il successo dei PES.

Il presente capitolo riporta le riflessioni emerse durante questa fase che è stata attuata durante il 2020 ed è stata, pertanto, influenzata dalle limitazioni imposte dalle misure di contenimento relative al Covid-19. Queste hanno reso più difficili e discontinue le attività da parte degli operatori coinvolti nei meccanismi di valorizzazione dei SE di fornitura e culturali ed hanno ridotto le opportunità di incontro e discussione all'interno del gruppo di lavoro.

18.1 Foresta del Cansiglio

18.1.1 Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi

Il PES prevede l'utilizzo del marchio collettivo per la valorizzazione dei prodotti legnosi della Foresta del Cansiglio. In questo caso ci si è concentrati sul prodotto principale della foresta, cioè il legname di faggio, che viene destinato sia a legna da ardere, che, in quantità assai inferiori, a legname da opera.

L'applicabilità del meccanismo descritto nel capitolo 17.3 alla filiera delle legna da ardere è stata verificata tramite un focus group con nove portatori d'interesse, principalmente imprese boschive e commercianti di legname (vedi tabella 16.2). Dal focus è emerso che gli operatori ritengono che ci sia scarso margine di valorizzazione di un prodotto povero quale la legna da ardere, dimostrandosi scettici rispetto all'idea di implementare una certificazione collegata specificamente alla biodiversità forestale. Hanno invece intravisto maggiori possibilità riguardo una strategia di marketing che esalti la caratteristica di 'prodotto a chilometro zero' del legname locale, collegato ad aspetti quali la riduzione dell'inquinamento legati ai più brevi tragitti per raggiungere i mercati di destinazione e alla

dimensione sociale insita nel sostegno alle imprese locali. Gli operatori hanno anche manifestato i timori, che spesso emergono quando si parla di certificazione, di eventuali costi aggiuntivi relativi alla certificazione che potrebbero riversarsi sui primi anelli della filiera senza che queste ne ricevano adeguata compensazione tramite il mercato. Inoltre hanno evidenziato una possibile ulteriore criticità legata allo sviluppo di un nuovo marchio, che è quella di confondere il consumatore frammentando l'offerta.

Tutte queste perplessità trovano riscontro nella situazione specifica della filiera della legna da ardere: il commercio è prevalentemente locale e nel caso raggiunga direttamente il consumatore finale, questo è raramente interessato all'attributo 'biodiversità' di per sé. Anche quando il prodotto entra in altre filiere, ad esempio quelle dell'agro-alimentare (es. viene utilizzato dalle pizzerie per i propri forni a legna) è difficile dare risalto all'attributo 'biodiversità' perché diverse sono le motivazioni che inducono il consumatore a scegliere un certo locale. Queste riflessioni non contrastano tuttavia con l'uso del marchio 'Foresta Italiana Certificata Cansiglio Bosco da Reme di San Marco' che esalta proprio la dimensione territoriale del prodotto. La problematica connessa al suo uso sta nella difficoltà di trasmetterne il valore lungo una filiera che, per quanto territorialmente delimitata, è frammentata e debole.

Diverso è il discorso per quanto riguarda il legname da opera. Significativa a questo proposito è l'esperienza dell'azienda ITLAS SpA di Cordignano (TV), che oggi acquista, seppure in piccole quantità, il migliore legname di faggio del Cansiglio per realizzare listoni per pavimentazione commercializzati con il nome di 'Assi del Cansiglio'³. Per promuovere il suo prodotto, la ITLAS ha puntato da sempre a sottolineare l'origine locale del legname e il territorio da cui esso proviene, già definendolo come prodotto 'a chilometro zero', evidenziando il valore storico della foresta ('Bosco da Reme di San Marco') e la sua tradizione di gestione forestale sostenibile ('Foresta Italiana Certificata') tramite l'utilizzo della catena di custodia PEFC.

Tutti questi attributi vengono valorizzati proprio tramite il ricorso al marchio collettivo di Veneto Agricoltura "Foresta Italiana Certificata Cansiglio Bosco da Reme di

³ <https://www.itlas.com/ita/pavimenti/assi-del-cansiglio>.



San Marco". Come sottolineato nel capitolo 17.3, il marchio già valorizza il carattere territoriale del prodotto legnoso, mentre la sfida oggi è quella di comunicare in modo efficace la dimensione legata alla biodiversità (vedi Art. 4, punto d, del regolamento d'uso del marchio). L'azienda, già contattata al proposito, si è dimostrata altrettanto interessata a valorizzare questa ulteriore caratteristica, continuando la collaborazione già intrapresa con Veneto Agricoltura in questa direzione.

Ciò è possibile tuttavia perché si tratta di un prodotto di nicchia, di alta gamma ed elevato valore, rivolto ad un numero limitato di consumatori già 'educati' e con disponibilità a pagare per attributi ambientali. L'esperienza è non quindi facilmente trasferibile ad altre realtà aziendali operanti nelle filiere dei prodotti legnosi, sia perché la quantità di materia prima a disposizione è limitata, sia perché essa è fortemente legata alle strategie di *marketing* e agli investimenti dell'azienda che l'ha lanciata.

18.1.2 Valorizzazione della biodiversità tramite i servizi culturali - Osservazione del cervo al bramito tramite visite guidate

Seguendo le indicazioni emerse dai *focus group* con gli operatori turistici del Cansiglio, sono state sperimentate una serie di azioni a sostegno dell'attività delle guide ambientali che accompagnano gruppi durante il periodo di osservazione del cervo al bramito. Così facendo, le guide forniscono servizi di formazione e educazione ambientale rivolta ai visitatori, che è una delle azioni prevista dal meccanismo PES sui servizi culturali (capitolo 17.2.2).

Il fulcro delle azioni ruota intorno ad una problematica importante emersa durante gli incontri, e cioè la pressione esercitata dai visitatori della foresta nella stagione del bramito del cervo, che coincide tra l'altro con il periodo del *foliage* del faggio. Infatti, da metà settembre a metà ottobre i visitatori del Cansiglio sono in numero paragonabile, se non addirittura superiore, a quello registrato durante il mese di agosto, con concentrazioni molto elevate nei fine settimana. Questo fatto ha opposte implicazioni di natura economica e ambientale: se da un lato gli operatori turistici godono di un prolungamento della stagione lavorativa in autunno, fatto unico per un'area prealpina, dall'altro gli ecosistemi forestali, in particolare le componenti flora e fauna, sono soggetti a notevoli disturbi antropici. Inoltre, le persone che si muovono nel bosco in modo rumoroso disordinato e al di fuori dei percorsi indicati disturbano il lavoro delle guide naturalistiche, rendendo più difficoltosa l'osservazione della fauna da parte dei gruppi accompagnati e vanificando gli sforzi educativi delle guide nei riguardi dei loro clienti.

Per correggere questi atteggiamenti poco rispettosi, sono state messe a punto adeguate azioni, da attuarsi di concerto con le guide.

Innanzitutto, con l'obiettivo di convogliare i visitatori verso l'osservazione tramite visite guidate (specialmente quando si tratta delle prime esperienze di osservazione della fauna selvatica) e di distribuire materiale utile alla corretta informazione, è stato allestito un *info-point* a disposizione delle guide. Per l'anno in corso, l'*info-point* è stato ospitato presso l'Hangar Cansiglio di Veneto Agricoltura, mentre per la stagione successiva verrà realizzata un'apposita struttura in legno in una posizione più centrale lungo la strada statale, probabilmente nei pressi del Rifugio Sant'Osvaldo. L'*info-point* è stato autogestito, secondo un preciso regolamento d'uso, dalle guide accreditate presso Veneto Agricoltura. Le guide si sono turnate per mantenere aperto l'*info-point* nel periodo 19/09 e 18/10/2020, in orario 14.30-19.30. La struttura è stata utilizzata sia come punto di ritrovo per i gruppi di ogni guida, che per fare educazione rivolta ai visitatori all'arrivo in Cansiglio sui comportamenti corretti da adottare. Ciò è stato ottenuto tramite una mostra dedicata al cervo e la distribuzione di materiale informativo riguardo le modalità corrette di osservazione. Inoltre, sono stati realizzati alcuni pannelli informativi sul cervo da porre in bosco lungo i principali sentieri percorsi dai visitatori ed è stata preparata una brochure sul cervo e sul suo ruolo ecologico, anche questa destinata ai visitatori.

Un'altra azione per incentivare il ricorso alle guide da parte dei visitatori, progettata durante i *focus group* ma non ancora realizzata per il motivo spiegato in seguito, è l'istituzione di un'area di osservazione al bramito il cui accesso sia riservato ai soli gruppi accompagnati dalle guide ambientali. Per la creazione di quest'area, denominata il 'santuario', è stata proposta la Valmenera, con punto di accesso nel parcheggio di Malga Valmenera. In questa azione, ispirata ad una logica PES, le guide che offrono un SE di educazione ambientale ne ricevono in cambio un pagamento ed essa richiede una modifica dei diritti di proprietà, come in molti altri casi di meccanismi di mercato. Per esercitare l'escludibilità, cioè impedire l'accesso all'area da parte dei visitatori non accompagnati, è necessario infatti implementare adeguati strumenti normativi e di controllo. È una responsabilità che va oltre le prerogative dell'ente gestore della foresta (Veneto Agricoltura), dato che le attività di controllo sono in carico ad altri soggetti – Carabinieri forestali e amministrazioni comunali. D'altra parte, come più volte sottolineato, l'implementazione di un PES richiede una modifica a volte radicale delle modalità di gestione del territorio, la messa a punto di un'apposita struttura di governance per il coordinamento delle attività e la volontà politica di attuare il cambiamento.

Nei *focus group* le guide hanno poi proposto di realizzare, sempre presso il parcheggio Valmenera, un punto di osservazione e ascolto dei cervi con l'installazione di alcuni cannocchiali. Simili postazioni po-

trebbero essere realizzate sopra l'Hangar e presso il Ristorante Capanna Genziana, già utilizzato a questo fine durante la stagione 2019. Questo potrebbe essere accompagnato da informazioni cartografiche (depliant con mappe) che indichino tali i punti come i più adatti all'osservazione, con il risultato di convogliare i visitatori in luoghi dove il disturbo sia minore.

Per controllare l'accesso indesiderato di automobili e il parcheggio selvaggio in alcune strade secondarie, quali la strada che porta al Bus de la Lum e quella che passa vicino all'Hangar, è stato suggerito l'utilizzo di sbarre. Anche questa misura va attuata coinvolgendo le autorità competenti. I Comuni in cui ricade il territorio della Foresta del Cansiglio (Tambre, Fregona, Alpage, per la parte veneta) dovrebbero essere coinvolti per la gestione del traffico stradale e dei parcheggi, mentre i Carabinieri Forestali per quanto riguarda le infrazioni in foresta. Attualmente le operazioni di controllo sia da parte delle amministrazioni comunali che dell'autorità forestale, per mancanza di personale durante i fine settimana, sono scarse proprio nei giorni di maggiore affluenza. Per questa ragione, il PES proposto prevede di sostenere i maggiori costi di controllo tramite l'attuazione del parcheggio a pagamento.

Infine, processi partecipati hanno suggerito ulteriori iniziative da considerarsi nel futuro:

1. La disponibilità di una struttura chiusa e capiente in cui le guide possano svolgere attività di presentazione della loro attività, di introduzione alle visite al bramito e di educazione ambientale in generale anche in caso di maltempo;
2. La predisposizione di accordi tra gli operatori (guide, ristoratori e gestori degli alloggi) per l'offerta comune di pacchetti turistici integrati (vitto, alloggio, uscita per il bramito e benessere in foresta);
3. La distribuzione di un kit del visitatore al bramito del cervo, con materiale informativo che possa essere utilizzato in ottica "citizen science", cioè coinvolgendo i partecipanti alle visite guidate per produrre dati scientifici relativi ai "censimenti" della fauna.

18.2 Foresta di Ampezzo

18.2.1 Valorizzazione della biodiversità tramite le filiere dei prodotti legnosi

Come per il Cansiglio, il servizio ecosistemico di fornitura considerato per l'area di Ampezzo è quello della produzione di legname, ma in questo caso la specie target è l'abete bianco: questa scelta è legata alle caratteristiche ecologiche dell'area e alla presenza di una rete di imprese del legno, FriûlDane, che ha il fine di valorizzare la filiera corta locale dell'abete bianco. La rete lavora legname certificato, ha un proprio logo (fig. 18.1), ma non ha sviluppato iniziative di marchio.

Figura 18.1: il logo di FriûlDane.



Anche in Ampezzo si è operato tramite focus group, a cui hanno partecipato dieci operatori del comparto legno, tra ditte boschive, segherie, aziende di seconda lavorazione ed un rappresentante di Federconsumatori. Come per il Cansiglio, l'obiettivo del *focus group* è stato quello di esplorare percezioni e opinioni degli attori locali sulle diverse opportunità di valorizzare la biodiversità come definita dal WP3. In generale, la proposta ha avuto più successo rispetto a quanto avvenuto in Cansiglio. Dal lato domanda, Federconsumatori ha accolto con favore l'idea di un prodotto legnoso 'biodiversity-friendly', affermando che il consumatore di prodotti legnosi è educato e pronto: avendo già ampiamente maturato una sensibilità ambientale basata sul concetto di sostenibilità, può essere abbastanza facilmente sensibilizzato nei riguardi di prodotti che valorizzino la biodiversità. Dal lato offerta, le imprese del legno, si sono dimostrate interessate all'iniziativa perché la ritengono uno strumento di valorizzazione addizionale rispetto alla certificazione FSC o PEFC ormai diventata il requisito minimo per l'accesso al mercato, e un elemento di differenziazione del prodotto locale e del modo di lavorare delle imprese locali rispetto ai prodotti importati da aree a selvicoltura più intensiva e meno attente alla conservazione della biodiversità.

È stata poi presentata e discussa la soluzione già proposta per la Foresta del Cansiglio, cioè l'adozione di un marchio collettivo sul modello di quello adottato da Veneto Agricoltura e menzionato nel capitolo 17.3. Per questo territorio non esiste già un marchio depositato, ma un logo 'Foresta di Ampezzo' (fig. 18.2), che con le attività di progetto è stato modificato per includere la frase 'dove la biodiversità è di casa'.

Come per il Cansiglio, il marchio collettivo potrebbe essere lo strumento che permetterebbe il collegamento tra tutti i servizi ecosistemici (di fornitura e culturali) e il territorio. Tuttavia, gli operatori del comparto legno hanno espresso perplessità riguardo all'uso di questo marchio. La limitata disponibilità di prodotto legnoso porterebbe ad una scarsa visibilità dello stesso; la limitazione geografica collegata alla Foresta

Figura 18.2: il logo attuale della Foresta di Ampezzo. Dopo le attività di progetto sono state aggiunte le due frasi nel logo.



di Ampezzo porterebbe alla necessità di creare altri marchi per altri territori, con un peso comunicativo ridotto. La tendenza emersa sembra invece quella di percorrere la via di utilizzare la certificazione BIOΔ4 collegata allo schema PEFC, con cui gli operatori del legno hanno maggiore familiarità e in linea a quanto sta già attuando la rete FriulDane.

18.2.2 Valorizzazione della biodiversità tramite i servizi culturali - Educazione ambientale e land art

Nel caso dei servizi ecosistemici culturali di Ampezzo si è operato per creare un pacchetto unico dell'offerta turistica legata alla natura nella Foresta di Ampezzo, nell'ottica di creare una maggiore coordinazione tra i vari operatori.

Il Comune di Ampezzo, in collaborazione con Legno Servizi srl e nell'ambito di BIOΔ4, ha programmato, per l'estate 2020, una serie di attività legate ai servizi ecosistemici prioritari individuati durante un precedente incontro con gli operatori turistici. Le proposte, raggruppate in un'unica locandina (fig. 18.3) riguardano il *forest bathing*, l'educazione ambientale e la Land Art. Le attività sono state sponsorizzate anche da Promotur FVG, la *Destination management organization* della Regione Friuli Venezia Giulia, che collabora con tutti i soggetti attivi nel settore turistico e sviluppa linee guida per dare coerenza alla promozione e incrementare le risorse per il settore. Gli Uffici Turistici dei due Comuni interessati, Ampezzo e Sauris, sono stati

Figura 18.4: la locandina, elaborata con il supporto di BIOΔ4, sull'offerta ricreativa con tema la biodiversità forestale, per la stagione estiva 2020 nella foresta di Ampezzo.



Foresta di Ampezzo
Dove la biodiversità è di casa

con il patrocinio di



2020: Anno della Biodiversità. Celebralo con noi!

I Comuni di Ampezzo e Sauris promuovono la ricchezza della biodiversità della Foresta di Ampezzo con escursioni, laboratori di Land Art all'aperto e attività di Forest Bathing

LA BIODIVERSITÀ E L'ARTE
Per iscrizioni e info: [Julia Artico, julia.artico@gmail.com](mailto:Julia.Artico,julia.artico@gmail.com)

DOMENICA 26 LUGLIO
Puoi partecipare al workshop che prevede la realizzazione dell'installazione di land art "Il cerchio della vita" dall'alba al tramonto

DOMENICA 2 AGOSTO
Il laboratorio del fieno di Julia Artico

DOMENICA 9 AGOSTO
Il laboratorio del fieno di Julia Artico



LA BIODIVERSITÀ E IL BENESSERE
Per iscrizioni e info: [Anna Pugliese, penguins@libero.it](mailto:Anna.Pugliese,penguins@libero.it)
www.facebook.com/Pilates-Forest-Bathing-110296310717925

GIOVEDÌ 2 LUGLIO **GIOVEDÌ 9 LUGLIO** **GIOVEDÌ 16 LUGLIO**
GIOVEDÌ 23 LUGLIO **GIOVEDÌ 30 LUGLIO** **GIOVEDÌ 6 AGOSTO**
GIOVEDÌ 13 AGOSTO **GIOVEDÌ 20 AGOSTO** **GIOVEDÌ 27 AGOSTO**
Esperienze di Forest Bathing



LA BIODIVERSITÀ E LA GESTIONE DEL BOSCO
Per iscrizioni e info: www.studioforest.it
info@studioforest.it

DOMENICA 21 GIUGNO **Alle Casere Nauleni e Colmajer**
Escursione per la valorizzazione della BIODIVERSITÀ forestale

SABATO 27 GIUGNO **Il Lago e la Foresta**
Passeggiata in bosco per le FAMIGLIE

VENERDÌ 3 LUGLIO **Nei boschi di Casera Tintina**
ForEst EXPERIENCE - Passeggiata esperienziale in foresta

SABATO 11 LUGLIO **I laghetti Festons**
Escursione alla scoperta del TERRITORIO di Ampezzo e Sauris

DOMENICA 19 LUGLIO **Il Monte Ruche**
Passeggiata in bosco per FAMIGLIE

VENERDÌ 24 LUGLIO **I Boschi Flobia e Colmajer**
Escursione per la valorizzazione della BIODIVERSITÀ forestale

VENERDÌ 31 LUGLIO **Le Malghe di Sauris di Sotto**
Escursione alla scoperta del TERRITORIO di Ampezzo e Sauris

VENERDÌ 7 AGOSTO **I Boschi Flobia e Colmajer**
Escursione per la valorizzazione della BIODIVERSITÀ forestale

DOMENICA 16 AGOSTO **Il Lago di Sauris e la Foresta**
Passeggiata in bosco per FAMIGLIE

VENERDÌ 21 AGOSTO **Il Laghetto Mediana**
ForEst EXPERIENCE - Passeggiata esperienziale in foresta

VENERDÌ 28 AGOSTO **Casera Tintina e il sentiero Tiziana Weiss**
Escursione alla scoperta del TERRITORIO di Ampezzo e Sauris

SABATO 5 SETTEMBRE **Il Laghetto Mediana**
ForEst EXPERIENCE - Passeggiata esperienziale in foresta

DOMENICA 20 SETTEMBRE **La Palude di Cima Corso**
Passeggiata in bosco per FAMIGLIE

SABATO 10 OTTOBRE **Bramito nella foresta di Ampezzo**
ForEst EXPERIENCE - Passeggiata esperienziale in foresta

DOMENICA 18 OTTOBRE **I boschi di Sauris di Sotto**
Escursione alla scoperta del TERRITORIO di Ampezzo e Sauris

SABATO 31 OTTOBRE **Alle Casere Nauleni e Colmajer**
Escursione per la valorizzazione della BIODIVERSITÀ forestale



Per ulteriori informazioni contattare l'Ufficio turistico di Ampezzo (ufficioturisticoampezzo@gmail.com) - tel: +39 0433 80758
oppure l'Ufficio Promozione e Sviluppo Comune di Sauris (info@sauris.org) - tel: +39 0433 86076



Una iniziativa promossa nell'ambito del progetto europeo BIOΔ4





I partner





BioΔ4 - "Nuovi strumenti per la valorizzazione della biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri" ITAT2021 Un progetto finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) nell'ambito del Programma Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020 (bando 2017). Per la parte italiana è cofinanziato dal Fondo di rotazione nazionale (Delibera CIPE).

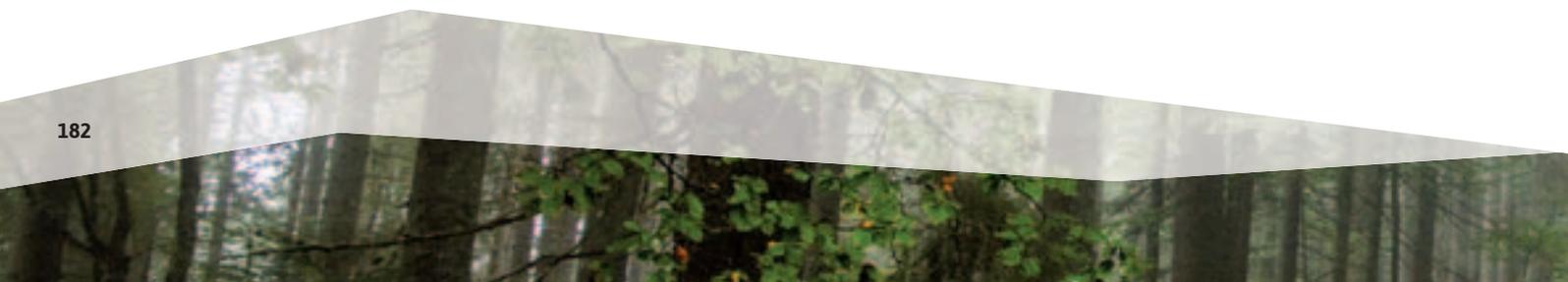
181

incaricati di gestire le prenotazioni alle attività, in accordo con quanto pianificato (tab. 17.8).

Le attività di benessere in foresta, come ad esempio il Forest Bathing, sono un'occasione importante per valorizzare la biodiversità, se è possibile collegare il benessere generato dall'esperienza alla presenza della biodiversità (cap. 19). Queste attività si sono concretizzate in appuntamenti settimanali di *forest bathing* per i mesi di luglio e agosto, organizzati da un'istruttrice nei pressi del Passo Pura. L'attività ha previsto esercizi di respirazione e rilassamento in bosco, per la durata di circa un'ora e mezza, con un momento di convivialità al termine.

L'educazione ambientale ha invece comunicato la biodiversità mediante l'organizzazione di uscite tematiche organizzate da un gruppo di guide naturalistiche locali. Sono state pianificate quattro categorie di uscite: uscite in bosco per famiglie, uscite legate al fare "esperienza" del bosco attraverso i sensi, uscite alla scoperta del territorio e uscite dedicate alla biodiversità. In totale sono state pianificate sedici uscite, quattro per ogni categoria.

Nel caso della *land art*, gli operatori turistici hanno dato esempi di collettivi locali di successo, come ad esempio HumusPark, che ha già svolto delle attività al parco del Noncello, oppure il collettivo Isteria, che lavora in Istria. Le amministrazioni comunali dovrebbero sostenere la nascita di tali attività, bandendo concorsi appositi che si rivolgano ad artisti locali e chiedendo loro di realizzare installazioni temporanee con materiali naturali provenienti dalla foresta. Il Comune di Ampezzo ha anche valutato un investimento distribuito in cinque anni per realizzare tre sentieri tematici in cui la *land art* comunichi il valore della biodiversità e il suo ruolo nella fornitura dei servizi ecosistemici e della loro qualità. Nel corrente anno sono state proposte tre giornate di attività di *land art*, curate da un'artista per avvicinare i visitatori della foresta al tema. Delle varie attività, quelle legate all'educazione ambientale sono state in parte finanziate da Promotur FVG, mentre quelle legate al benessere in foresta e alla *land art* sono state finanziate in parte dai Comuni di Ampezzo e Sauris.



Tra i meccanismi PES proposti in entrambe le aree pilota, la foresta come luogo di benessere è stata selezionata in entrambe le situazioni. Nello sviluppo di attività destinate a valorizzare la biodiversità forestale, ci si è soffermati sul ruolo della biodiversità nella capacità di accrescere il benessere percepito grazie alla foresta. Sono stati quindi approntati due diversi studi:

1. Nel primo studio è stata valutata la capacità di alcuni elementi della biodiversità di aumentare la *rigenerazione percepita*, una componente del benessere, da parte degli utenti di attività di benessere in bosco, nello specifico di *forest bathing*; questo studio si è svolto in Cansiglio;
2. nel secondo studio invece ci si è concentrati sul ruolo dell'informazione, in particolare sulla capacità che questa ha di far apprezzare meglio alcuni elementi della biodiversità durante un'attività di *forest bathing*; questo studio si è svolto nella Foresta di Ampezzo.

Gli indicatori proposti in questo esperimento sono stati selezionati per la maggior parte tra quelli emersi nel set di indicatori BIO Δ 4 (cap. 4).

19.1 Biodiversità forestale e benessere percepito

Introduzione. Il fatto che i portatori d'interesse dei casi studio di BIO Δ 4 abbiano designato la foresta come un ambiente che genera benessere è in perfetto accordo con la letteratura scientifica al riguardo. La ricerca degli ultimi anni ha infatti ampiamente dimostrato come il contatto con ambienti naturali sia utile per la salute mentale e la riduzione dello stress (Lee et al., 2014; Li et al., 2007). In particolare, gli ecosistemi forestali sono stati studiati per i loro effetti positivi sul rilassamento, la rigenerazione dell'attenzione (*attention restoration*) e il senso di positività che generano (Johnson et al., 2013; Mao et al., 2012; Maller et al., 2009).

La biodiversità è un elemento caratterizzante di ogni ecosistema tuttavia non è ancora chiaro in che modo influisca sulla capacità dell'ecosistema stesso di indurre benessere psicofisico nelle persone. Ad oggi, il ruolo della biodiversità forestale nella rigenerazione percepita dal visitatore della foresta è stato analizzato con risultati contrastanti, con studi che hanno dimostrato gli effetti benefici della biodiversità (Sandifer et al.,

2015; Aerts et al., 2018), ed altri che ne hanno dimostrato gli effetti negativi, legati per esempio a reazioni allergiche (Vaz et al., 2017) o a contatti con organismi portatori di malattie (Marselle et al., 2019), mentre altri hanno ottenuto effetti controversi (Johansson et al., 2014).

Il presente studio si è concentrato sul contributo di alcuni indicatori del set BIO Δ 4, alla rigenerazione percepita tramite attività organizzate di benessere in foresta, in particolare di *forest bathing*. Questo è definito come "attività organizzate che promuovano la salute, offrendo una combinazione di camminate e attività di rilassamento, accompagnate da una guida e spesso limitate ad una sola sessione" (Doimo et al. 2020). I risultati dello studio possono fornire utili indicazioni per orientare le scelte di gestione selvicolturali ai fini di creare aree forestali adatte a svolgere attività di *forest bathing*.

Materiali e metodi. Utilizzando i seguenti criteri, sono stati selezionati quattro indicatori di biodiversità che:

- fossero disponibili nell'area selezionata per lo studio;
- fossero inseriti nel set di indicatori BIO Δ 4;
- avessero indicazioni contrastanti in letteratura circa il loro apprezzamento.

In questo studio sono stati considerati quindi i seguenti indicatori emersi dal WP3: i) 3 "Numerosità di specie che compongono lo strato arboreo e arbustivo", focalizzandosi sullo strato arboreo, ii) 4 "Necromassa in piedi", iii) 5 "Necromassa a terra" e iv) 10 "Habitat legati alla morfologia e alle acque". Quest'ultimo è un elemento piuttosto raro nell'altopiano del Cansiglio, dato il suo carsismo; sono tuttavia presenti le lame d'acqua in alcune aree, oltre ad alcuni pozze per l'abbeveramento dei bovini.

Di questi indicatori, in letteratura, la diversità di specie viene considerata come un elemento apprezzabile dal visitatore (Sandifer et al., 2015). La densità, invece, quando è molto elevata rende buio il sottobosco, ispirando quindi sensazioni negative nei visitatori (Sonntag-Ostrom et al., 2011). La necromassa ispira perlopiù sentimenti negativi per chi la osserva (Edwards et al., 2012, Gundersen et al., 2008). Infine, la presenza di acqua in alcuni studi non ha suscitato particolari sensazioni (Ulrich et al., 1991), tuttavia altri (Sonntag-Ostrom et al., 2014; White et al., 2010) riportano come la sua vista sia importante.

I dati sono stati raccolti tramite un questionario online da somministrare a persone che hanno partecipato ad attività di *forest bathing*. Gli utenti di queste attività sono stati raggiunti attraverso le organizzazioni responsabili delle attività di *forest bathing*, a loro volta raccolte durante un lavoro di tesi magistrale del Dipartimento TESAF. È stata inviata una e-mail a queste organizzazioni in cui si spiegava lo scopo dello studio e si chiedeva la condivisione del *link* al questionario ai contatti degli utenti.

Nel questionario si indagava su quali scenari, che mostravano in primo piano gli indicatori oggetto di indagine, fossero più rigeneranti per gli utenti. Gli scenari erano rappresentati da 10 fotografie che contenevano diverse quantità e qualità degli elementi di biodiversità, come ad esempio un quantitativo maggiore o minore di necromassa e la presenza di due o tre specie arboree.

Lo studio si basa sulla *Attention Restoration Theory* (ART), formulata da Kaplan e Kaplan (1989, 1995). Questa teoria suggerisce che il passare del tempo in contatto con la natura, o osservandola, possa alleviare la fatica mentale e migliorare la concentrazione. Per misurare gli effetti benefici indicati da questa teoria è stata elaborata una scala che misura la rigenerazione percepita (*perceived restorativeness*) detta *Perceived Restorativeness Scale* (PRS) (Hartig et al., 1991, Kaplan 1995). In questo studio è stata utilizzata una versione ridotta della PRS (Dentamaro et al., 2011). La scala Likert per ogni domanda è stata posta in forma di attributi e non di numeri, poi codificati in numeri da 1 a 4. Questa codificazione è rappresentata nella tabella 1 dell'allegato.

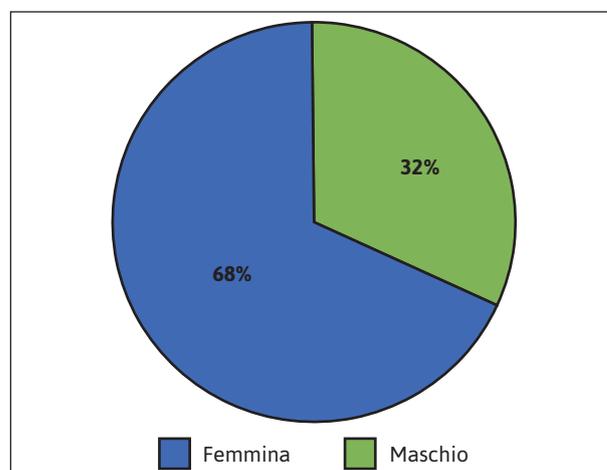
Il questionario ha inoltre raccolto informazioni di carattere demografico degli utenti e sulle loro abitudini nella frequentazione della foresta (con chi vanno, per quante ore, per fare che tipo di attività etc.).

L'analisi dei dati si è svolta in una prima fase impiegando la statistica descrittiva al fine di avere una panoramica del campione da un punto di vista demografico e delle sue abitudini. Successivamente è stato applicato il test ANOVA per valutare le differenze, se presenti, tra i dieci scenari proposti in base al risultato della PRS e quindi alla rigenerazione percepita. Una volta accertata l'esistenza di differenze nella capacità rigenerante dei vari scenari, si è proceduto con un test post-hoc di Tuckey per individuare quali scenari avessero ottenuto punteggi migliori e peggiori. Sono stati poi applicati modelli di regressione lineare multipla per individuare eventuali correlazioni tra variabili demografiche e punteggio della PRS. Sempre la regressione lineare è stata impiegata per valutare eventuali correlazioni tra variabili legate alle abitudini di frequentazione del bosco da parte degli utenti e i punteggi della PRS.

Risultati. Il campione, 44 osservazioni, è stato analizzato tramite Excel (Versione 16.33) e Google Form, che permette di scaricare le risposte dei questionari e di generare automaticamente i grafici.

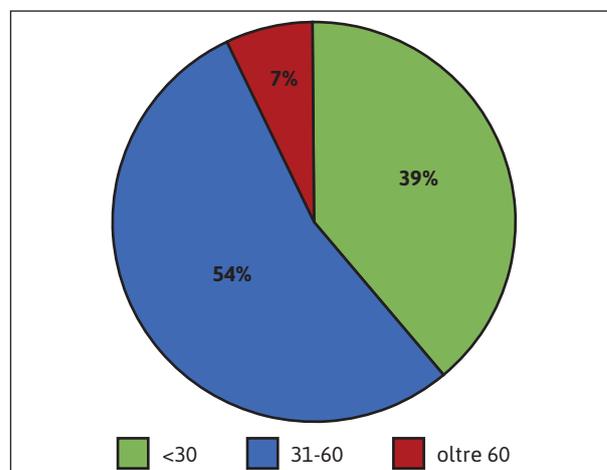
Inquadrare i partecipanti allo studio da un punto di vista demografico e per abitudini nella frequentazione della foresta è necessario perché la demografia e le abitudini degli utenti rispetto alle visite in foresta possono influenzare la PRS. Ad esempio il genere è una variabile non chiara per quanto riguarda il suo ruolo nel benessere percepito dal contatto con la natura (Scopelliti e Giuliani, 2004, Regan e Horn, 2005, e Barton e Pretty, 2010). Questi autori invece hanno trovato correlazioni più significative con le classi di età. Per quanto riguarda le variabili legate al titolo di studio, all'ambito e all'occupazione ci si aspetta che abbiano effetti positivi sul benessere percepito, aumentando la maggiore consapevolezza dell'ambiente che circonda i partecipanti durante l'attività di *forest bathing*. Com'è possibile osservare in figura 19.1, il 68,2% dei rispondenti è di genere femminile, mentre il restante 31,8% di genere maschile.

Figura 19.1: la distribuzione dei rispondenti secondo il genere.



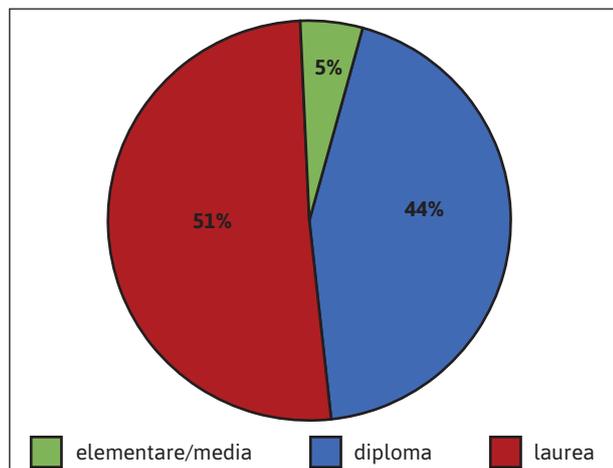
L'età si distribuisce nelle tre classi di età, inferiore, o uguale, ai 30 anni (39%), tra i 31 e i 60 anni (54%) e più
 Figura 19.2: la distribuzione dei rispondenti per classe di età.

Figura 19.2: la distribuzione dei rispondenti per classe di età.



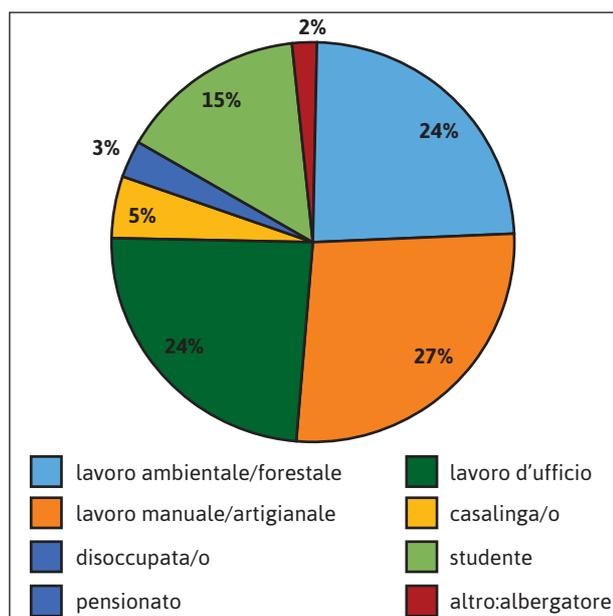
Il 52,3% dei rispondenti ha dichiarato di essere in possesso di un titolo di laurea, il 40,9% di un diploma, mentre il restante 8,9% ha dichiarato di essere in possesso di una licenza elementare o media. Ai fini del trattamento dei dati per le analisi statistiche l'istruzione è stata considerata variabile dicotomica (senza laurea = 0, con laurea = 1) (fig. 19.3).

Figura 19.3: il livello di istruzione dei rispondenti.



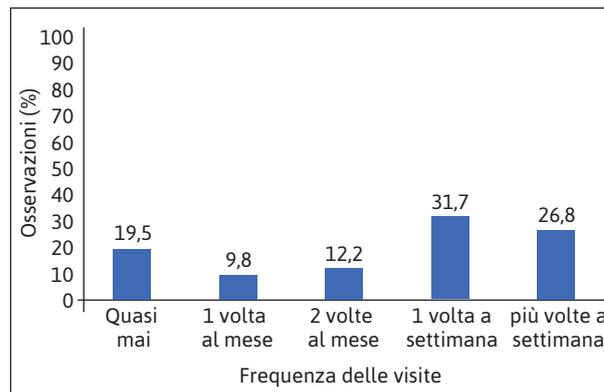
Per quanto riguarda la professione si possono individuare 4 grandi categorie in cui rientrano i rispondenti: la categoria principale è quella di artigiani e lavoratori manuali (27%), la seconda e la terza, identiche come frequenze percentuali (24%) corrispondono a lavoratori nel settore forestale/ambientale e occupati con lavoro d'ufficio. La quarta categoria è occupata da studenti (15%). Le altre occupazioni presenti sono: casalinga/o (5%), altro: albergatrice/albergatore (2%), disoccupata/o (3%) (fig. 19.4).

Figura 19.4: la distribuzione delle professioni tra i rispondenti.



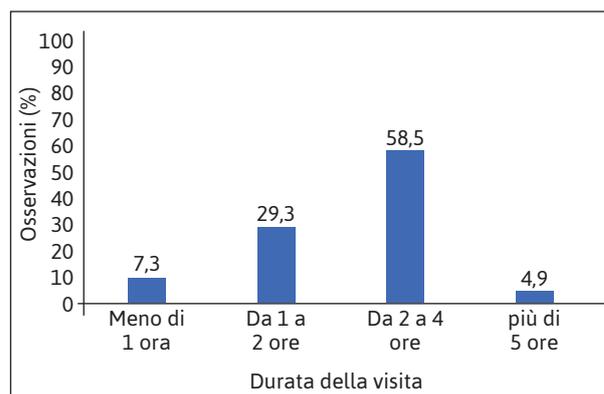
Per quanto riguarda invece le variabili sulle abitudini legate alla frequentazione del bosco, il 31,7% dei rispondenti ha dichiarato di andarci almeno una volta a settimana, mentre il 26,8% ha dichiarato di andarci più di una volta a settimana. Il 19,5% ha dichiarato di non andarci quasi mai, mentre il 12,2% di andarci due volte al mese. Solo il 9,8% ha affermato di andarci una volta al mese (fig. 19.5).

Figura 19.5: la distribuzione, in percentuale, della frequenza con cui i rispondenti vanno in foresta.



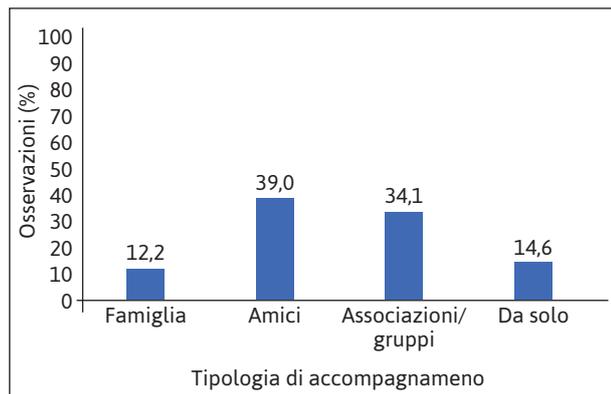
Il questionario ha indagato anche la durata abituale del tempo speso in foresta (fig. 6.19): poco meno di due terzi dei rispondenti (58,5%) quando va in bosco ci passa dalle 2 alle 4 ore, poco meno di un terzo invece (il 29,3%) ha dichiarato di passarci da 1 a 2 ore. Solo il 4,5% ha dichiarato di passarci l'intera giornata (più di 5 ore) e il restante 7,3% meno di un'ora.

Figura 19.6: I rispondenti, in percentuale, e il tempo speso in foresta.



Un'altra variabile considerata è stata l'accompagnamento, ovvero con chi vanno di solito in foresta i rispondenti. In figura 19.7 è possibile vedere come la maggioranza dei rispondenti, il 39%, frequenta di solito la foresta con amici, mentre il 34,1% va con associazioni o gruppi. Il restante va per il 14,6%, da solo e per il 12,2% in famiglia.

Figura 19.7: la tipologia di accompagnamento più usuale, in percentuale, per i rispondenti.



Dopo la descrizione del campione le risposte dei questionari sono state analizzate con RStudio (Version 1.1.383).

È stato eseguito il test ANOVA per eseguire l'analisi delle varianze nei valori delle PRS dei 10 scenari contenenti i 4 indicatori di biodiversità selezionati.

Dall'esecuzione dell'ANOVA è risultato un valore di $Pr = 0.0214$, che si traduce in una probabilità dello 2,14% che l'ipotesi nulla, ovvero che non vi sia differenza nei punteggi PRS dei vari scenari, sia vera. L'ipotesi alternativa è stata perciò accettata, determinando che vi siano differenze nei valori medi dei punteggi PRS dei vari scenari.

È stato successivamente implementato il test *post-hoc* di Tuckey per determinare quali scenari fossero significativamente diversi tra loro, in base ai valori della PRS. I risultati del test *post-hoc* di Tuckey ($\alpha = 0.05$) sono riportati in tabella 19.1.

Tabella 19.1: i risultati del test *post-hoc* di Tuckey: si può vedere come vi siano tre gruppi principali (a, ab, b) per gli scenari, in base alle differenze significative delle medie dei punteggi della PRS. Il gruppo ab indica come le medie del valore della PRS degli scenari di questo gruppo si trovi tra quella del gruppo a (Scenario 5) e del gruppo b (Scenario 7).

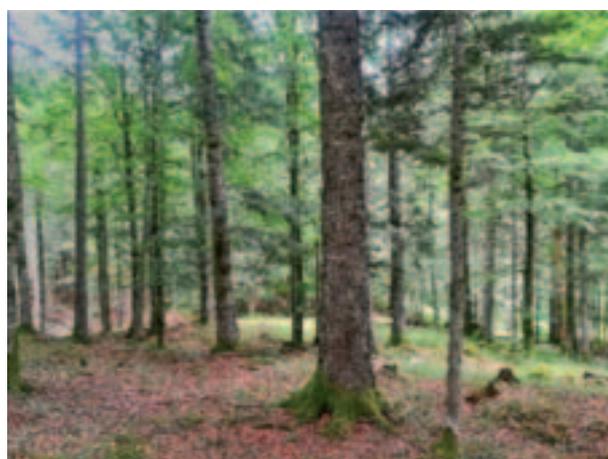
Scenario (in ordine rispetto al valore della PRS ottenuto, dal maggiore al minore)	Valore della PRS	Gruppo
5	3.184091	a
2	3.033409	ab
10	3.027500	ab
8	2.916364	ab
1	2.871591	ab
4	2.868182	ab
3	2.824091	ab
6	2.823636	ab
9	2.732500	ab
7	2.630000	b

Dai risultati del test *post-hoc* è stato possibile individuare quali scenari variassero in maniera significativa,

per capacità di suscitare rigenerazione percepita, valutando le medie dei valori della PRS per ogni scenario. Il test *post-hoc* ha individuato due gruppi principali di scenari, in base alle differenze significative tra le medie della variabile "rigenerazione percepita": **a** e **b**, che contengono uno scenario ciascuno.

La maggioranza degli scenari (8 su 10) non rientra in questi due "gruppi", poiché per i valori di PRS ottenuti si dispongono tra i due gruppi venendo definiti come **ab**. Lo scenario che ha ottenuto un punteggio medio più elevato è il 5 (fig. 19.8) ed è l'unico nel gruppo **a**. Lo scenario 5 rappresenta l'indicatore "diversità di specie", ovvero un bosco misto di abete bianco e faggio, piuttosto rado e con presenza di alcune grandi piante in evidenza e alcune ceppaie.

Figura 19.8: lo scenario 5: un bosco misto di faggio e abete bianco.



Lo scenario valutato con il punteggio peggiore (associato al gruppo **b** in Tabella 19.1) corrisponde al 7 (fig. 19.9), che rappresenta un popolamento di abete rosso con presenza di abbondante necromassa a terra in forma di ramaglia e alberi schiantati.

Figura 19.9: lo scenario 7: un popolamento puro di abete rosso con abbondante necromassa a terra.



Gli altri scenari che sono stati associati nello stesso gruppo (**ab**), poiché hanno ottenuto valori intermedi tra **a** e **b**. Sono tutti quelli contenenti necromassa a terra, come ramaglia, ceppaie e alberi schiantati, che hanno densità elevate o popolamenti di abete rosso.

Di questi scenari (**ab**) con valori compresi tra quello con punteggio maggiore (5, gruppo **a**) e minore (7, gruppo **b**), quelli percepiti come più rigenerativi sono quelli privi di necromassa, come nello studio di Martens (2011), e con scarsa densità di piante, coerentemente anche con gli studi di Stigsdotter (2017) e An (2004), e composto da latifoglie (2, 10, 8), tranne il caso dello scenario 8, che ha ottenuto il punteggio minore tra questi ed è una pecceta. Gli altri scenari con punteggi inferiori sono boschi di conifere (4, 3), con abbondante necromassa al suolo (1) o ad alta densità (9). Lo scenario contenente acqua (6) non è stato percepito come particolarmente rigenerativo rispetto agli altri, anche se l'aspetto fangoso nel mezzo di un pascolo potrebbe aver influenzato questa percezione.

Sono stati poi applicati modelli di regressione lineare per valutare la presenza di correlazioni tra la variabile dipendente (PRS_value), ovvero il punteggio indice della rigenerazione percepita, e le variabili indipendenti demografiche (età, titolo di studio, ambito di studi, professione) insieme a quelle legate alle abitudini nella frequentazione della foresta (con chi vanno gli utenti, quanto spesso vanno e per quanto stanno in foresta e per fare cosa).

Dai risultati ottenuti, la regressione lineare multipla si è rivelata un modello utilizzabile per individuare correlazioni in 6 scenari su 10 (10, 7, 9, 8, 2, 1), osservando il valore dell'*explanatory power* (R^2 adjusted). Le correlazioni più frequenti, tra una variabile indipendente ed un punteggio maggiore nella PRS, sono state riscontrate per l'ambito di laurea nel settore forestale o ambientale (4 scenari), l'impiego nel settore forestale o ambientale (2 scenari). Le altre correlazioni individuate sono state principalmente con l'abitudine di frequentazione della foresta e le attività praticate.

Negli altri scenari invece, per i quali il modello di regressione non si è dimostrato particolarmente valido (R^2 adjusted <0.15), sono state riscontrate due correlazioni, una nello scenario 5 per quanto riguarda la variabile dell'impiego, che ha influenza sul valore ottenuto dalla PRS se si tratta di un impiego nel settore forestale. L'altra correlazione riscontrata è con la variabile della frequenza, nello scenario 3, per chi frequenta il bosco due volte al mese.

Sono state valutate le correlazioni presenti tra le singole variabili indipendenti e la variabile dipendente (rigenerazione percepita) senza tener conto del *p value* dell'intero modello che dovrebbe individuare la presenza di eventuali correlazioni all'interno del modello, permettendo di accettare o rifiutare l'ipotesi che vi siano correlazioni o meno tra le variabili.

La soglia di accettabilità del modello, riferita a R^2 adju-

sted, è stata valutata osservando i valori accettati nello studio di Dentamaro et al. (2011), che ha accettato anche modelli con valore di R^2 adjusted inferiori a 0.10. Normalmente negli studi afferenti all'area sociologica, l'*explanatory power* del modello non si suppone possa essere molto elevato date le numerose variabili che non è possibile valutare approfonditamente, come può essere l'esperienza di ogni rispondente.

Pur essendo quindi R^2 adjusted e *p value* dei valori da tenere in considerazione nell'interpretazione dei modelli, in questo studio, per definire le conclusioni da trarre dai risultati ci si è concentrati in particolar modo sulle correlazioni tra le singole variabili indipendenti, osservando quindi il *p value* delle correlazioni tra coppie di variabili e non delle variabili considerate in tutto il modello.

Discussione. Dall'analisi della differenza tra le medie dei punteggi di PRS ottenute dai vari scenari, è emerso che lo scenario migliore per la rigenerazione percepita, e il rispettivo elemento di biodiversità, contiene la diversità di specie arboree (due, chiaramente visibili).

Questo, tuttavia, non può essere considerato un risultato definitivo e non è possibile affermare che la diversità di specie, in assoluto, sia un elemento imprescindibile per ottenere benessere dal contatto con la foresta. Andrebbero stabiliti i limiti per cui la diversità di specie viene percepita come un aspetto positivo. Vengono inoltre valutati gli scenari, e indirettamente gli indicatori di biodiversità, ma non la biodiversità nel suo complesso, considerando che molti altri aspetti, come la fauna forestale ad esempio, non vengono considerati. Questo risultato rappresenta invece un punto di partenza da approfondire con maggiori studi in questa direzione, ovvero testare scenari che presentano specie arboree differenti e capire se vi è un limite al numero di specie arboree che viene percepito come eccellente per la rigenerazione percepita. Ulteriori approfondimenti vanno quindi sviluppati sull'apprezzamento delle specie arboree, dell'eventuale presenza di sottobosco più fitto e sulla necromassa, oltre al ruolo della conoscenza degli elementi di biodiversità nell'apprezzamento degli elementi stessi per gli aspetti legati al benessere.

È anche da considerare che gli scenari presentati sono rappresentativi dei siti che si trovano in Cansiglio, dove è raro trovare aree con più di tre specie arboree o con un sottobosco denso. Gli sforzi di sensibilizzazione potrebbero quindi concentrarsi prevalentemente sugli aspetti legati alla presenza di necromassa e di un sottobosco più denso.

Per quanto riguarda invece gli aspetti che possono influenzare le risposte ottenute nella prima parte del questionario sugli indicatori di biodiversità, i modelli di regressioni lineari impiegati per valutare la presenza di correlazioni tra variabili non hanno fornito risposte esaustive sulle eventuali correlazioni tra le variabili considerate.

Nello studio, la variabile più spesso correlata al valore di PRS è l'ambito della laurea, presente con un valore di $p < 0.05$ in 4 scenari su 10 (vedi tabelle da 2 a 11 nell'allegato). Se di ambito forestale o ambientale infatti, il valore della PRS è risultato essere maggiore rispetto a chi aveva titoli in altri ambiti o nessun titolo. Questo risultato tende a conformarsi nella "ecological aesthetics theory", considerata in altri studi di questo genere, come Gundersen (2017) per cui avere conoscenza delle dinamiche ecologiche dell'ambiente e degli ecosistemi forestali porta a trarne maggiori benefici per il benessere psicologico attraverso un maggiore apprezzamento estetico. La seconda variabile indipendente riscontrata con più correlazioni con la rigenerazione percepita è stata l'attività professionale, che se in un settore forestale o ambientale, è stata associata a valore di PRS più elevati, e quindi ad una rigenerazione percepita maggiore. Questo potrebbe far propendere per un'ipotesi analoga ai risultati ottenuti per l'ambito di studio.

L'aspetto importante che ha guidato questo studio è stato la possibilità di dimostrare, in linea con la letteratura del settore, che la biodiversità ha un ruolo nella salute mentale umana e che quindi la sua presenza, incrementando il numero e la tipologia di servizi ecosistemici offerti dalla foresta, può essere un ottimo strumento di valorizzazione e conservazione della biodiversità e offrire opportunità di lavoro. Pur non offrendo una visione completa della relazione tra benessere ed ecosistemi forestali biodiversi, dato che non li confronta con ecosistemi forestali meno biodiversi, lo studio ha un valore nel dimostrare l'efficacia di singoli componenti della biodiversità nel generare benessere psicologico nei visitatori.

I risultati dello studio danno indicazioni su quali elementi della biodiversità, oggi poco apprezzati dalle persone, bisogna investire per sensibilizzare le persone. Nella progettazione di un'area della foresta dedicata al *forest bathing* potrebbe essere previsto quindi sia un'azione di sensibilizzazione degli utenti, ad esempio tramite pannelli informativi, ma soprattutto un'azione di comunicazione da parte degli accompagnatori, riguardo gli elementi di biodiversità e di come si presenta in foresta, soprattutto per quegli aspetti, come la necromassa, che tendono a non essere apprezzati dagli utenti.

Per studiare quindi il rapporto tra una eventuale sensibilizzazione e un maggior apprezzamento estetico e migliore rigenerazione percepita, è stato approntato lo studio eseguito nell'area di Ampezzo e descritto nel capitolo 19.2.

19.2 Biodiversità forestale e informazione

Introduzione. L'esperimento riguardante il *forest bathing* ad Ampezzo si è basato su premesse simili a quello portato avanti in Cansiglio. Tuttavia, gli obiet-

tivi erano i) comprendere se fornire informazioni sulla biodiversità e i suoi indicatori può influire sulla percezione di apprezzamento estetico degli stessi da parte degli utenti del *forest bathing*, e ii) se vi sono differenze nella successiva "perceived restorativeness" provata alla fine dell'attività di benessere tra i due gruppi. Un primo ostacolo da affrontare per portare avanti lo studio è stato assicurarsi che le persone riconoscessero gli elementi di biodiversità forestale riguardo ai quali si voleva verificare l'influenza sulla rigenerazione percepita.

Infatti, secondo Qiu et al. (2013), le persone riconoscono la differenza di biodiversità in diversi scenari e l'elemento principale attraverso cui la percepiscono è la diversità di vegetazione, ma non tramite altri elementi come la necromassa o la diversità strutturale di una foresta. Spesso come indicatori di biodiversità vengono utilizzati proprio la necromassa (Gundersen et al., 2017; Hauru et al., 2014) o la ricchezza di specie (Muratet et al., 2015; Southon et al., 2017). Nello studio di Southon et al. (2017), il campione di non esperti ha percepito correttamente la maggiore ricchezza di specie di alcuni prati rispetto ad altri. Non tutti gli studi però confermano che le persone percepiscono aree più o meno biodiverse correttamente, come dimostra lo studio di Dallimer et al. (2012), dove la correlazione tra ricchezza di specie percepita dai visitatori di un parco fluviale e la ricchezza di specie effettiva è stata negativa. Nello studio di Muratet et al. (2015) invece le persone hanno riconosciuto soprattutto le specie esotiche o introdotte a fini ornamentali, proprio per la loro bellezza e la sensazione di benessere generata. La ricchezza di piante per la biodiversità e il loro ruolo ecologico invece era stato messo in secondo piano.

Rispetto a quanto già esplorato in letteratura, vanno fatte alcune considerazioni riguardo agli obiettivi del presente studio. Per quanto riguarda il primo obiettivo, ovvero capire se informazioni sulle dinamiche ecologiche possono far variare la rigenerazione percepita e l'apprezzamento estetico degli elementi di biodiversità, in molti studi in cui si valuta la preferenza, e il benessere generato, di scenari più o meno biodiversi, la valutazione viene condotta in ambienti di verde urbano (Dentamaro et al., 2011; Hofmann et al., 2012; Peschardt et al., 2016; Rennit and Maikov, 2015; Carrus et al., 2015); altri studi invece hanno come scenario quello della foresta (Gundersen et al., 2017; Edwards et al., 2012; Giergiczy et al., 2015).

A differenza di alcuni degli studi presenti in letteratura, il seguente lavoro esplorerà la preferenza su diversi indicatori di biodiversità in ambiente forestale nel periodo successivo ad un'esperienza di *forest bathing* in seguito alla somministrazione di informazioni sull'importanza ecologica di questi indicatori: necromassa (rami, ceppaie, tronchi e snag), la presenza di piante grandi, la struttura verticale della foresta e la varietà di specie arboree sono tutti elementi che sono stati valutati dagli utenti.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo, in letteratura vi sono risultati contrastanti sull'apprezzamento estetico e sul benessere percepito in ambienti biodiversi, considerando i diversi indicatori utilizzati per definire l'ambiente biodiverso: mentre nello studio di Qiu et al. (2013) la biodiversità, come ricchezza di specie, non è un elemento apprezzato, in ambiente forestale, essa è invece apprezzata in altri studi, come quello di Carrus et al. (2015) da un punto di vista psicologico. Anche la necromassa, in forma di tronchi parzialmente degradati, nello studio di Hauru et al. (2014) è stata effettivamente apprezzata da un punto di vista estetico in parchi urbani e foreste urbane. Nell'articolo di Johansson et al. (2014), l'apprezzamento della biodiversità avveniva verso un livello intermedio di biodiversità, mentre bassi o alti livelli della stessa non suscitavano lo stesso apprezzamento.

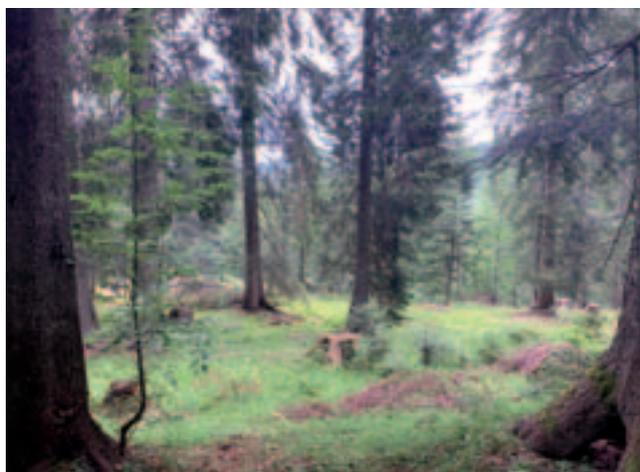
Nel caso di questo studio lo scenario è nella Foresta di Ampezzo, nei pressi del passo Pura. L'area forestale biodiversa dove si è svolta l'attività di *forest bathing* si trova poco distante da una strada cementata, a circa 600 metri dalla strada provinciale che da Ampezzo porta al Passo Pura (circa 1400 m s.l.m.) e scende fino

al lago di Sauris. Dal parcheggio all'area la camminata è agevole e dura circa 10 minuti. L'area scelta si caratterizza per la presenza di due radure, diverse ceppaie e ramaglia. Le specie più visibili sono grandi abeti rossi e bianchi e faggi giovani. È presente rinnovazione di tutte e tre le specie. È inoltre chiaramente visibile l'intervento dell'uomo (fig. 19.10).

In un'area circa 10 metri più in alto dell'area scelta per le principali attività di *forest bathing* (FB) la situazione cambia, passando da una situazione di radura a una di copertura completa di abete rosso con alcuni alberi morti in piedi.

Sono stati valutati gli effetti di informazioni sull'importanza ecologica di alcuni elementi della biodiversità sia sull'apprezzamento estetico, sia sul rilassamento mentale generato. Il presupposto è che almeno alcuni elementi di biodiversità non vengano apprezzati da un punto di vista estetico: è il caso della necromassa nelle sue varie forme, come ceppaie, tronchi e ramaglie a terra e alberi morti in piedi (*snag*) (Gundersen e Frivold, 2011; Pelyukh et al., 2019). Esistono tuttavia indicazioni contrastanti sul mancato apprezzamento

Figura 19.10: il sito dove sono state effettuate le attività di *forest bathing*. Si tratta di una radura circondata da faggio, abete bianco e abete rosso, con abbondante presenza di ramaglie e ceppaie, ma senza alberi interi schiantati o alberi morti in piedi (*snag*).



di questi elementi di biodiversità (es. la necromassa) (Rathmann et al., 2020).

Materiali e metodi. Lo studio è stato pianificato considerando la disponibilità di un'attività di *forest bathing* organizzata dal Comune di Ampezzo e condotta da una professionista (fig. locandina capitolo 8). Essendosi appoggiati ad una attività già organizzata, non è stato perciò necessario controllare la selezione del campione o selezionare il sito dove compiere lo studio. Impiegando la versione di PRS proposta da Rennit e Maikov (2015), estesa rispetto a quanto applicato in Cansiglio, l'esperimento può dare alcune informazioni preliminari per dimostrare l'applicazione della PRS e fornire indicazioni di un successivo studio sul tema della conoscenza ecologica e una maggiore rigenerazione percepita (*perceived restorativeness*).

L'attività di *forest bathing* è stata organizzata un giorno a settimana per due mesi (luglio-agosto 2020) e ha avuto una media di quattro partecipanti al giorno. Per capire il tipo di esercizi che venivano proposti ai partecipanti e se il sito avesse le caratteristiche idonee, ovvero gli elementi di biodiversità necessari, è stato effettuato un sopralluogo con l'istruttrice nel primo pomeriggio di sabato 26 luglio. L'attività di *forest bathing* preparata dall'istruttrice aveva una durata di circa 1.5 h ed era caratterizzata da esercizi di rilassamento e respirazione, con un breve momento di convivialità al termine. All'inizio dell'attività, durante i primi minuti dedicati all'esplorazione del sito, per preparare gli utenti al questionario, sono state somministrate delle schede di riconoscimento degli elementi di biodiversità menzionati nel questionario stesso.

Lo strumento d'indagine scelto, come accennato in precedenza, è stato un questionario, di cui sono state preparate due versioni: una con una sezione esplicativa sugli elementi di biodiversità, con immagini allegate, e una versione senza questa prima sezione. A giornate alterne dunque veniva proposta una o l'altra versione del questionario, di modo da avere, al termine delle attività due gruppi simili per numero di osservazioni. Il gruppo di utenti che ha compilato il questionario senza la sezione iniziale con le informazioni aggiuntive è stato considerato come gruppo di controllo.

Il questionario è stato così strutturato:

1. la prima sezione dedicata agli elementi di biodiversità, con una breve descrizione sulla loro importanza per l'ecosistema nella versione del questionario è stata destinata al gruppo trattato, mentre la versione per il gruppo di controllo conteneva solo le immagini di questi elementi, per permetterne il riconoscimento in bosco;
2. la seconda sezione aveva la funzione di investigare sull'apprezzamento estetico legato ai singoli elementi di biodiversità proposti;
3. la terza sezione conteneva invece la PRS completa

(26 domande invece delle 8 utilizzate per lo studio in Cansiglio), tradotta dallo studio di Rennit e Maikov (2015). È stata scelta questa tipologia di PRS perché la compilazione cartacea e la generale lunghezza del questionario (7-8 minuti di compilazione) permetteva di utilizzare una versione più lunga, difficilmente somministrabile online;

4. La quarta sezione invece aveva lo scopo di raccogliere le variabili demografiche.

La scelta degli elementi della biodiversità da sottoporre alla valutazione degli utenti del *forest bathing* si è basata sulla letteratura legata a:

- Benessere in foresta (Edwards et al., 2012);
- Apprezzamento estetico;
- Selezione di alcuni indicatori di biodiversità del set BIOΔ4 (cap. 4.2).

Dopo una prima selezione, gli indicatori sono stati confermati o eliminati a seguito del sopralluogo. Il limite nella scelta è stato posto dalla disponibilità degli indicatori nel sito e sulla facilità di essere osservabili dai non esperti in breve tempo.

Gli elementi di biodiversità selezionati al termine sono stati la necromassa, nelle varie forme in cui è individuabile in foresta (ramaglie a terra, ceppaie, alberi morti in piedi), specie diverse, struttura verticale stratificata, spiegata con la presenza di piante con diverse altezze, e presenza di grandi alberi.

Questi elementi di biodiversità corrispondono, nel WP3, all'indicatore 1 - *Articolazione della struttura del bosco*, l'indicatore 3 - *Numerosità di specie che compongono lo strato arboreo e arbustivo*, focalizzandosi sempre sullo strato arboreo, gli indicatori 4 e 5 *Necromassa in piedi* e *Necromassa a terra*, l'indicatore 6 - *Piante di grandi dimensioni*.

Per valutare se vi fossero eventuali effetti dovuti alla somministrazione di informazioni è stata valutata la variabile "rigenerazione percepita" attraverso la PRS, utilizzando il test t di Student. Sono state valutate le eventuali differenze demografiche nei due gruppi (con informazioni e senza informazioni) e le differenze eventuali nell'apprezzamento estetico dei vari elementi di biodiversità tramite test t di Student, oppure test di Wilcoxon in caso la distribuzione dei dati non permettesse l'utilizzo del test parametrico. Il software utilizzato è stato RStudio (versione 1.1.383).

Risultati. Sono stati raccolti 30 questionari, di cui solo uno da invalidare per l'età, inferiore ai 12 anni, di uno dei rispondenti. Il gruppo di controllo, senza informazioni, era composto da 14 osservazioni, il gruppo trattato con le informazioni invece era composto di 15 osservazioni. Innanzitutto, sono state analizzate, tramite il test t di Student, le differenze demografiche tra i due gruppi, con informazioni e senza informazioni, per le singole variabili considerate.

Le variabili analizzate sono state:

- L'età, con distribuzione in 3 classi;
- Il genere;
- Il titolo di studio, se in possesso di una laurea o meno;
- Il Comune di provenienza, se montano o meno;
- L'occupazione, se nel settore forestale/ambientale o altro;
- Eventuali precedenti esperienze di attività di benessere in foresta.

Le variabili che hanno mostrato differenze significative sono state l'età e il titolo di studio.

Il gruppo che non ha ricevuto informazioni era più giovane, con una media età di 36.7 anni, mentre il gruppo che ha ricevuto le informazioni aveva una media età di 45.9 anni.

Per quanto riguarda invece il titolo di studio il gruppo a cui sono state fornite informazioni aggiuntive ha più laureati rispetto al gruppo senza informazioni. La marcata influenza di questa variabile si può spiegare con il fatto che nel gruppo di controllo (senza informazioni) diversi membri si sono identificati come studenti dell'università, anche se non ancora in possesso del diploma di laurea. La variabile "titolo di studio" è stata considerata come una variabile dicotomica (alla laurea veniva attribuito il codice di 1, mentre il diploma superiore, la licenza media o elementare o qualunque altra possibilità è stata codificata come 0). Valori dicotomici sono stati attribuiti anche al comune di provenienza (montano o meno), al genere, pur avendo incluso la possibilità "Preferisco non specificare", e all'occupazione.

Sono state quindi testate le differenze nei valori assegnati ai diversi elementi della biodiversità (ramaglie, ceppaie, snag, diverse altezze, piante di grandi dimensioni e presenza di specie diverse).

Non sono state riscontrate differenze significative nel punteggio di preferenza tramite l'utilizzo del test *t* di Student tra il gruppo con informazioni e il gruppo senza. Ciononostante, può essere interessante considerare che pur non essendo stata evidenziata una differenza significativa (p value = 0.08) la differenza maggiore tra i valori di preferenza assegnati è stata quella per gli snag, ovvero le piante morte in piedi. A fronte di un punteggio pari a 2.42/4 di media nel gruppo con le informazioni, in quello senza il punteggio è stato pari a 1.73/4 di media.

Infine, è stato utilizzato sempre il *t* di Student per verificare le differenze nella media del valore di rigenerazione percepita, tramite la scala PRS, nei due gruppi. Il test non ha segnalato differenze significative (p value = 0.61).

Discussione. Considerati i risultati ottenuti da questo studio pilota si può osservare come apparentemente non vi sia differenza nell'essere consapevoli dell'im-

portanza ecologica degli elementi della biodiversità per trarre beneficio da un'esperienza di benessere in foresta o per apprezzarne la funzione estetica. Tuttavia, è necessario fare diverse osservazioni e considerazioni sulle premesse, i limiti e le possibilità future di questo studio:

- Il campione era troppo piccolo e probabilmente non rappresentativo. Tale dimensione ridotta del campione è stata dovuta all'impossibilità di somministrare il questionario in tutte le giornate previste di *forest bathing*, legato alle tempistiche di preparazione del questionario stesso, iniziato una volta che le attività di *forest bathing* erano già in corso;
- Potrebbe essere utile somministrare le informazioni a voce. Nella forma scritta non si ha la certezza che siano state lette con attenzione, pur essendo brevi;
- È necessario strutturare lo studio di modo da avere due gruppi omogenei per le caratteristiche demografiche;
- In occasioni di studio future sarebbe opportuno testare l'esperienza con gli stessi gruppi in scenari diversi in modo da poter includere altri elementi di biodiversità.

19.3 Cosa abbiamo appreso dagli studi su biodiversità e benessere

Da queste due esperienze di studio incentrate sulla capacità della foresta di migliorare lo stato di benessere degli utenti di *forest bathing* possono essere tratte le seguenti conclusioni:

- Pur avendo obiettivi diversi, dallo studio eseguito in Cansiglio emerge che una maggiore consapevolezza delle dinamiche ecologiche, dovuta a professione o ambito di studi, legate agli indicatori della biodiversità, sembra avere effetti positivi sulla capacità di sentirsi rigenerati dall'esperienza in bosco. Tuttavia, lo studio eseguito ad Ampezzo, che aveva lo specifico obiettivo di testare il ruolo della consapevolezza di queste dinamiche ecologiche sulla rigenerazione percepita e l'apprezzamento estetico degli indicatori di biodiversità, non ha confermato questi risultati. È necessario quindi condurre ulteriori studi;
- Il genere, l'età, e altre variabili di tipo demografico non sembrano influire sulla capacità di sentirsi rigenerati grazie all'esperienza in bosco;
- Non tutti gli elementi della biodiversità vengono apprezzati e percepiti come ottimali per la rigenerazione tramite un'esperienza in bosco: caso emblematico è la necromassa, che non viene apprezzata;

- La sensibilizzazione degli utenti può giocare un ruolo importante per far accettare all'utente la complessità della biodiversità che si compone anche di elementi apparentemente sgradevoli alla vista di non-esperti del settore forestale, ma il reale potenziale deve essere esplorato ulteriormente;
- Gli studi futuri dovrebbero concentrarsi sul valutare maggiormente gli effetti della sensibilizzazione sul miglioramento del benessere percepito dall'esperienza in bosco, e sul valutare in che quantità e qualità i vari elementi di biodiversità emersi da BIOΔ4 siano efficaci per far sentire rigenerati gli utenti di attività di benessere in foresta.

Le attività condotte per il progetto BIOΔ4 non solo hanno portato ai risultati specifici per i casi studio presentati nei capitoli precedenti, ma sono stati anche un laboratorio per testare e mettere a punto il processo necessario per ideare, progettare e implementare un PES. Da questa esperienza e da alcune pubblicazioni in materia (Forest Trends and the Ecosystem Marketplace, 2008; Masiero et al., 2019) sono tratte le indicazioni presentate in questo capitolo, che si rivolgono a tecnici del settore pubblico, liberi professionisti o decisori politici che volessero intraprendere azioni, iniziative o progetti di valorizzazione del territorio utilizzando strumenti basati sugli approcci di mercato.

Il processo di applicazione di un PES si può sintetizzare in sei passi operativi:

1. Identificare, misurare e mappare i servizi ecosistemici;
2. Identificare il sistema socio-ecologico e gli attori;
3. Valutare la fattibilità del PES;
4. Definire il valore del servizio ecosistemico;
5. Definire i contratti, i ruoli e le responsabilità;
6. Definire le modalità di monitoraggio.

20.1 Step 1. Identificare, misurare e mappare i servizi ecosistemici

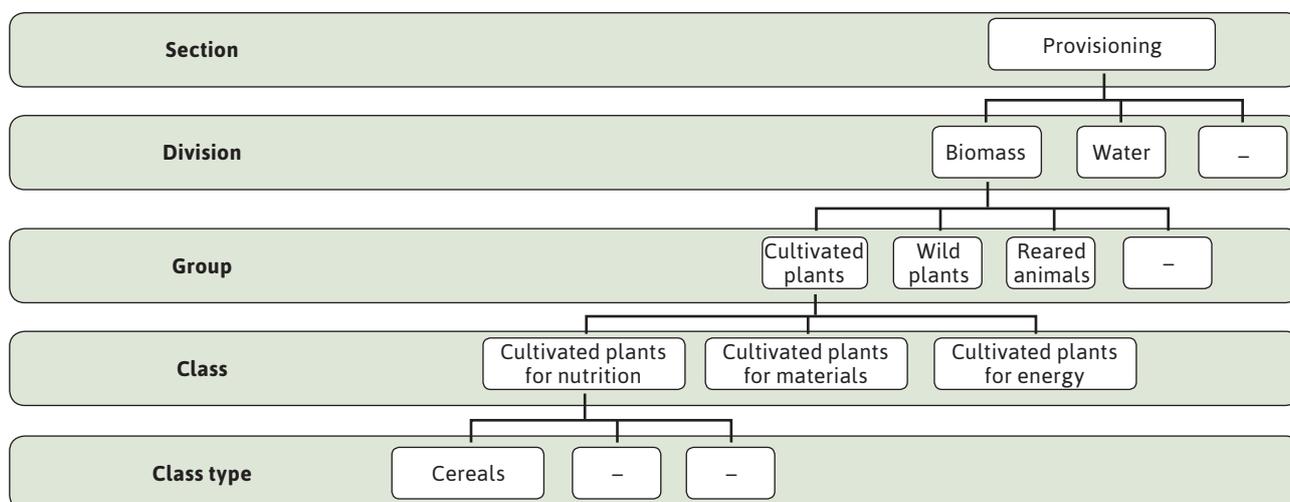
Per evitare l'insuccesso dei PES, il servizio ecosistemico oggetto di scambio deve essere chiaramente individuato, descritto e misurato.

Per la definizione e descrizione dei servizi ecosistemici è di aiuto il materiale messo a disposizione dalla Common International Classification of Ecosystem Services CICES che, nella sua versione 5.1 (scaricabile in formato elettronico) ha individuato e codificato 90 servizi ecosistemici elementari appartenenti alle tre sezioni 'fornitura, regolazione e culturali' e raggruppandoli in quattro livelli gerarchici superiori (fig. 20.1). CICES è utile perché, oltre a definire il servizio, lo collega, tramite una 'clausola ecologica' al tipo di funzione svolta dall'ecosistema che lo produce e definendo anche la sua dimensione d'uso (il beneficio che apporta alle comunità umane).

I Rapporti sul Capitale Naturale pubblicati con cadenza annuale dal Ministero dell'Ambiente forniscono strumenti, risorse e informazioni utili alla definizione dello stato di conservazione degli ecosistemi e alla valutazione fisica ed economica dello stato del capitale naturale e dei flussi di servizi ecosistemici che questi producono. In particolare, è possibile scaricare una mappatura a livello nazionale e regionale dello stato degli ecosistemi e una valutazione dei servizi ecosistemici per cinque casi studio pilota, tra cui le faggete.

Queste fonti forniscono robuste basi di partenza per implementare un meccanismo PES, ma è chiaro che nelle applicazioni specifiche, soprattutto quelle a scala locale (una foresta, un bacino) è necessario disporre di informazioni più di dettaglio, e di strumenti di valutazione più precisi come ad esempio quelli proposti da BIOΔ4.

Figura 20.1: la gerarchia dei Servizi Ecosistemici, sviluppata dalla classificazione CICES.



Da molte parti si è sottolineato come ottimizzare la produzione di SE tramite l'adozione di politiche efficaci dipende dalla disponibilità di informazioni spazialmente esplicite che non solo descrivano i servizi ecosistemici, ma li colleghino ad un territorio specifico, permettendo di esaltarne le vocazioni locali. Tra i vantaggi dell'approccio spazialmente riferito vi è la possibilità di definire il flusso dei servizi dall'erogazione (fornitori) lungo il suo intero percorso fino ai più lontani beneficiari.

La mappatura dei servizi ecosistemici può venire attuata adottando diversi approcci, dei quali i principali sono descritti in seguito.

Un semplice metodo si fonda sull'adozione di uso e copertura del suolo come proxy dei Servizi Ecosistemici erogati. In questo modo non si gode però delle specificità locali, dal momento che l'uso del suolo rileva prevalentemente la destinazione d'uso e non la reale natura degli ecosistemi. Inoltre così non è possibile considerare gli effetti derivanti da differenti contesti da cui lo stesso uso del suolo può essere circondato e che hanno impatto sul tipo e quantità di servizi ecosistemici erogati.

Dall'integrazione di diverse metodologie è possibile invece pervenire ad una simulazione dei processi biofisici sottostanti servizi ecosistemici in grado di definire le condizioni attuali e proiettare gli effetti di cambiamenti futuri. I modelli InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) e ARIES (Artificial Intelligence for Ecosystem Services) rientrano tra questi approcci integrati. InVEST assume i parametri da riferimenti bibliografici o da analisi effettuate in campo nel corso della fase di configurazione e procede ad una simulazione basata sulle dinamiche fisiche e le relazioni ecosistemiche secondo modelli già noti e verificati. Viene così ottenuta la mappatura dei servizi ecosistemici analizzando i processi biotici e abiotici che li generano e provvedendone una quantificazione fisica. ARIES usa dati satellitari ed aerei condivisi in un sistema cloud, che mette a disposizione anche modelli predittivi. Grazie a ciò permette di condurre valutazioni di scenari, analisi spaziali, valutazioni economiche, ottimizzazione di PES e di progetti si pianificazione territoriale.

20.2 Step 2. Identificare il sistema socio-ecologico e gli attori

Il PES richiede la conoscenza approfondita del sistema socio-ecologico in cui si opererà, l'identificazione degli attori (portatori di interesse, o stakeholder) e la loro partecipazione alla progettazione del PES. L'analisi socio-ecologica (fig. 14.3) come è facilmente intuibile dal nome, comprende uno studio della situazione ecologica che si presenta nell'area, di modo da comprendere il contesto delle risorse naturali – intese sia come

sistemi di risorse che come risorse unitarie. La componente sociale viene considerata alla stregua della componente ecologica, in quanto predisporre un PES comporta l'interazione con le componenti sociali del territorio, sia quelle che lo abitano, sia quelle che vi lavorano. È ovvio quindi che l'analisi del sistema socio-ecologico deve includere anche elementi economici, sociali, politici, amministrativi, storico-culturali e spaziali. Unitamente a questi aspetti vengono analizzate la componente turistica, la presenza di strutture ricettive, e le associazioni operanti nell'area. Un esempio di analisi, quella condotta per il sistema socio-ecologico Foresta del Cansiglio, è presentato nel capitolo 16.2.

Il processo di identificazione degli attori e dell'analisi del loro ruolo è invece detto Analisi dei portatori d'interesse (SHA). La SHA si sviluppa in diversi passaggi:

1. Pianificazione del processo di analisi, in cui si definisce lo scopo dell'analisi, i confini e la scala dell'area di cui si vogliono indagare i portatori d'interesse, si comprende chi può far uso delle informazioni generate attraverso il processo e come utilizzare le informazioni.
2. Selezionare i Servizi Ecosistemici, per i quali si vogliono individuare i portatori d'interesse.
3. Identificare i portatori d'interesse chiave: con l'aiuto di esperti, si prepara un elenco di tutti i possibili portatori d'interesse individuando i portatori d'interesse prioritari (ad esempio i potenziali produttori del SE o i potenziali 'compratori')
4. Approfondire, attraverso interviste agli portatori d'interesse, le informazioni sui portatori d'interesse prioritari, come la loro posizione, interessi e capacità di influenzare il processo decisionale.
5. Creare la matrice potere interesse per disporre i portatori d'interesse che verranno inclusi a seconda della loro capacità di influenzare il processo decisionale e il loro interesse nel farlo.

Un esempio di come si è sviluppato il processo di analisi dei portatori d'interesse per la Foresta del Cansiglio è riportato nel Box 1.

Come previsto dall'approccio partecipato, segue poi il coinvolgimento dei portatori d'interesse. Nel caso di BIOΔ4, la fase partecipativa è stata attuata sin dall'inizio del progetto. Per comprendere quali fossero gli interessi dei portatori d'interesse coinvolti in termini di Servizi Ecosistemici prioritari e approfondire la conoscenza delle caratteristiche delle aree di studio è stata utilizzata la tecnica del *focus group*. Aspetti operativi da considerare nell'organizzazione di un *focus group* sono:

- definire gli obiettivi, chiarendo quali informazioni di vogliono ottenere dall'incontro
- curare il linguaggio, costruendo eventuali presentazioni in maniera attenta e chiara, evitando l'uso di termini ambigui che possano generare malintesi (ad esempio, nel caso specifico dei PES, si è nota-

Box 1: La Stakeholder Analysis in Cansiglio

1. Pianificazione del processo di analisi: è stato definito il sistema socio-ecologico da analizzare.
2. Selezionare i Servizi Ecosistemici in linea con le premesse del progetto e le caratteristiche delle aree: si è deciso di focalizzarsi sui Servizi Ecosistemici di fornitura e culturali, come le attività ricreative che vengono svolte in foresta.
3. Identificare i portatori d'interesse chiave: tramite intervista ad un esperto del comparto turismo sono emersi ventotto nominativi di portatori d'interesse attivi nel settore turistico-ricreativo (guide ambientali, guide alpine, ristoratori e albergatori, aziende legate all'ecoturismo e allo sport).
4. Approfondire il livello di informazione: dopo una ricerca di ulteriori informazioni in rete e due ulteriori interviste ai portatori d'interesse chiave già individuati, sono stati aggiunti altri dieci nominativi di portatori d'interesse, tra cui associazioni di volontariato, associazioni ambientaliste, guide alpine, associazioni di promozione culturale e aziende agricole. Sono state raccolte informazioni sui nominativi, sia tramite le interviste ai due dipendenti di Veneto Agricoltura, ma anche tramite interviste condotte ad alcuni portatori d'interesse chiave, perché facenti parte del Consorzio Alpago Cansiglio ad esempio.
5. Creare la matrice potere interesse: i portatori d'interesse sono stati organizzati in una matrice potere-interesse (fig. 16.2)

to che l'uso di termini quale 'pagamento' è poco chiaro, inducendo i partecipanti a pensare di essere i soggetti e non i destinatari del pagamento; più comprensibile e accettato è il termine 'compensazione')

- non protrarre il *focus group* oltre le due ore di durata
- mantenere di un *clima informale*, ma rispettoso e

che consenta a tutti di esprimere le proprie opinioni e cercando di prevenire conflitti

- programmare un momento conviviale al termine dell'incontro, in cui possono emergere ulteriori aspetti e informazioni utili agli organizzatori.

Un esempio di come sono stati condotti i processi partecipativi per la Foresta di Ampezzo è riportato nel Box 2.

Box 2: Processi Partecipativi in Ampezzo: il primo focus group

L'incontro è stato suddiviso in tre momenti, basati su rispettive domande per i partecipanti:

Inizialmente è stato chiesto quali siano le risorse naturali che attraggono i visitatori ad Ampezzo. È stato poi chiesto di individuare quali tra queste attività fossero redditizie, e quali organizzate (fig. 20.2). I risultati hanno portato ad individuare benessere e salute, sport, bicicletta, trekking come le attività che attirano maggiormente i visitatori, mentre le attività di gran lunga più redditizie sono risultate essere quelle di enogastronomia e legate ad eventi. Le più organizzate invece sono risultate essere le attività legate al trekking, alla bicicletta e allo sport. Le risposte sono state riportate su dei post-it individuali, che sono stati organizzati dal facilitatore in aree tematiche (fig. 20.3).

La seconda domanda è stata su quali Servizi Ecosistemici, secondo i portatori d'interesse presenti, avrebbero dovuto essere valorizzati nei prossimi cinque anni. I primi tre servizi

Figura 20.3: la scrittura dei post-it e la loro categorizzazione a seconda del livello di organizzazione, redditività, e tipologia di attività.



individuati come prioritari sono stati quelli legati alle attività di benessere in foresta, le attività sportive in foresta e le attività artistiche in foresta come la *landart*. In questa fase sono stati forniti dal facilitatore dei cartellini rappresentanti i Servizi Ecosistemici culturali presenti nell'area, che gli intervenuti dovevano ordinare per priorità (fig. 20.4).

La terza fase è stata incentrata sugli eventuali effetti positivi e negativi dei Servizi Ecosistemici menzionati nella fase 2, qualora venissero sviluppati in attività per i visitatori. Tra i SE ad impatto più negativo per la biodiversità è stato individuato il SE "attività ricreative di carattere sportivo". I partecipanti hanno poi espresso interesse per i Servizi Ecosistemici di attività di benessere in foresta, attività sportive, esposizioni artistiche in foresta e la presenza di fauna.

Figura 20.2: i post-it e l'organizzazione in categorie alla fine della prima attività.



Figura 20.4: la disposizione finale dei Servizi Ecosistemici per priorità e potenziali effetti negativi, positivi o neutri sulla biodiversità se sviluppati in attività economiche.



20.3 Step 3. Valutare la fattibilità del PES

Nella progettazione di un PES è fondamentale capire se il contesto legale vigente ne permette l'implementazione. Questa fase viene indicata come 'verifica e allocazione dei diritti di proprietà'. In pratica, va verificato chi detiene i diritti sulle risorse naturali (cap. 14.1): ad esempio se i potenziali produttori del servizio posseggono pieni diritti sul SE scambiato nel PES. Nel caso non li possedessero, è necessario introdurre le opportune modifiche legali e normative per dare spazio al PES. Tali modifiche possono richiedere interventi normativi a varia scala: nazionale, regionale o locale. Si tratta di uno dei passi più difficili da compiere nello sviluppo di un PES, dato che le modifiche normative spesso richiedono il coinvolgimento di un'autorità politica superiore, la volontà e possibilità di implementare tali modifiche e, comunque, tempi lunghi per attuarle.

In linea di principio, in Italia esiste un contesto normativo favorevole al ricorso a strumenti di tipo PES, da quando la legge 28 dicembre 2015, n. 221 ha introdotto il concetto di Servizi Ecosistemici e dei relativi strumenti di valorizzazione ed è stata data delega al governo per l'introduzione di sistemi di PES (Art. 70). Il Comitato Nazionale sul Capitale Naturale sta producendo la base informativa tecnico-scientifica necessaria alla progettazione dei PES, ma il tema complesso del contesto legale non è stato ancora pienamente affrontato.

I manuali (ad es. *Forest Trends and the Ecosystem Marketplace*, 2008) suggeriscono alcune domande utili da porsi sul quadro legale, politico e dei diritti di proprietà, quando si pianifica un PES:

1. I possibili fornitori dei Servizi Ecosistemici selezionati hanno i diritti per intraprendere attività economiche nell'area in cui verrebbe applicato il PES?
2. Ci sono altri soggetti che hanno diritti d'uso della stessa area?
3. Ci sono altri soggetti che verrebbero interessati dal PES per quanto riguarda il loro accesso alla risorsa o il loro uso della stessa?
4. La gestione di un'area allo scopo di produrre il SE avrà effetti negativi sulla capacità dell'ecosistema di fornire altri SE? Se sì, chi dipende da questi SE, e come verranno influenzati i suoi diritti su questi SE?
5. Le leggi locali/nazionali permettono la creazione di meccanismi PES?

Un esempio di intervento normativo necessario all'introduzione di un PES riguarda la proposta dell'istituzione di area di sosta a pagamento in Cansiglio come strumento per creare un fondo a sostegno delle attività di conservazione della foresta (cap. 17.1.2): per poter attuare tale iniziativa è necessario chiarire le diverse

competenze istituzionali tra i soggetti interessati: la Regione Veneto come proprietario dell'area, l'Agenzia Veneto Agricoltura come gestore dell'area, i Comuni nel cui territorio ricade la Foresta, con competenze sul traffico e la viabilità, Veneto Strade come soggetto con competenze sulla rete viaria di interesse regionale, i Carabinieri forestali.

Oltre alla fattibilità dal punto di vista legale e normativo, per attuare un PES va poi valutata la fattibilità tecnica ed economica degli interventi. Ad esempio, come nel caso proposto di istituire un'area ad accesso riservato alle sole visite guidate per l'osservazione al bramito del cervo, è necessario verificare che ci sia la possibilità di esercitare l'esclusione, cioè controllare agilmente gli accessi all'area e che il costo di implementare il controllo (costo di transazione) non sia superiore al valore del SE ottenuto. In quest'ultimo caso, anche se il PES potrebbe risultare efficace in termini di raggiungimento degli obiettivi di conservazione, potrebbe essere inefficiente dal punto di vista economico e quindi insostenibile nel medio-lungo periodo.

La valutazione della fattibilità va fatta di concerto con gli attori coinvolti nel PES. Eventi di confronto e scambio di idee non solo permettono attività di brainstorming e di capacity building, ma portano alla costruzione di relazioni di fiducia tra gli attori (Masiero et al., 2019). L'esperienza che emerge dalla letteratura insegna che questa fase può essere lunga e impegnativa, e indica che i PES di maggiore successo hanno richiesto anni di negoziazione prima di venire implementati a piena scala.

20.4 Step 4. Definire il valore del servizio ecosistemico

La definizione del valore a cui il Servizio Ecosistemico viene scambiato è uno dei momenti più importanti della definizione di un accordo, perché è su di esso che si fa leva per attivare il PES. Il PES funziona solo se c'è un mutuo interesse delle parti ad attivarlo: chi produce il servizio ecosistemico (fornitore) deve ricevere una compensazione giudicata adeguata, mentre chi eroga la compensazione (fruitore) deve poter offrire un corrispettivo (pagamento monetario o sotto altra forma) in linea con la propria disponibilità a pagare. Ciò risponde esattamente alla logica di mercato, dove il prezzo di scambio di un bene è definito dall'incontro tra la disponibilità a pagare (cioè a cedere denaro) da parte del consumatore e la disponibilità ad accettare del consumatore (cioè ricevere denaro in cambio della cessione di propri beni o della fornitura di servizi).

La teoria del consumatore indica che la domanda di un bene è influenzata dal prezzo del bene stesso, dal prezzo di altri beni (sucedanei), dal reddito del con-

sumatore e da altri fattori quali gusti/attitudini del consumatore stesso. La teoria dell'impresa indica che l'offerta di un bene dipende dal prezzo del bene, dal prezzo degli altri beni, dai costi di produzione e da altri fattori quali la tecnologia a disposizione. Nel definire il prezzo del SE scambiato è quindi importante tenere conto di tutti questi fattori. In particolare, prezzo di servizi simili, costi di produzione e reddito e gusti del consumatore sono elementi molto importanti.

Nei mercati reali, vi sono poi altre condizioni che contribuiscono a definire il prezzo di un bene, legati ad esempio alla presenza di interventi regolatori del mercato, come ad esempio avviene nei mercati regolamentati del carbonio.

Asimmetrie informative, situazioni di oligopsonio (come ad esempio avviene nei mercati mediati di PES come quello delle misure agroambientali (tab. 13.1), dove l'unico 'acquirente' del SE è l'autorità pubblica di fronte ad un numero elevato di offerenti (le aziende agricole), determinano uno sbilanciamento del potere contrattuale e spostano l'esito della contrattazione a favore di una delle due controparti.

Nella Figura 20.5 viene riportato il classico schema che esplica la logica del pagamento del PES.

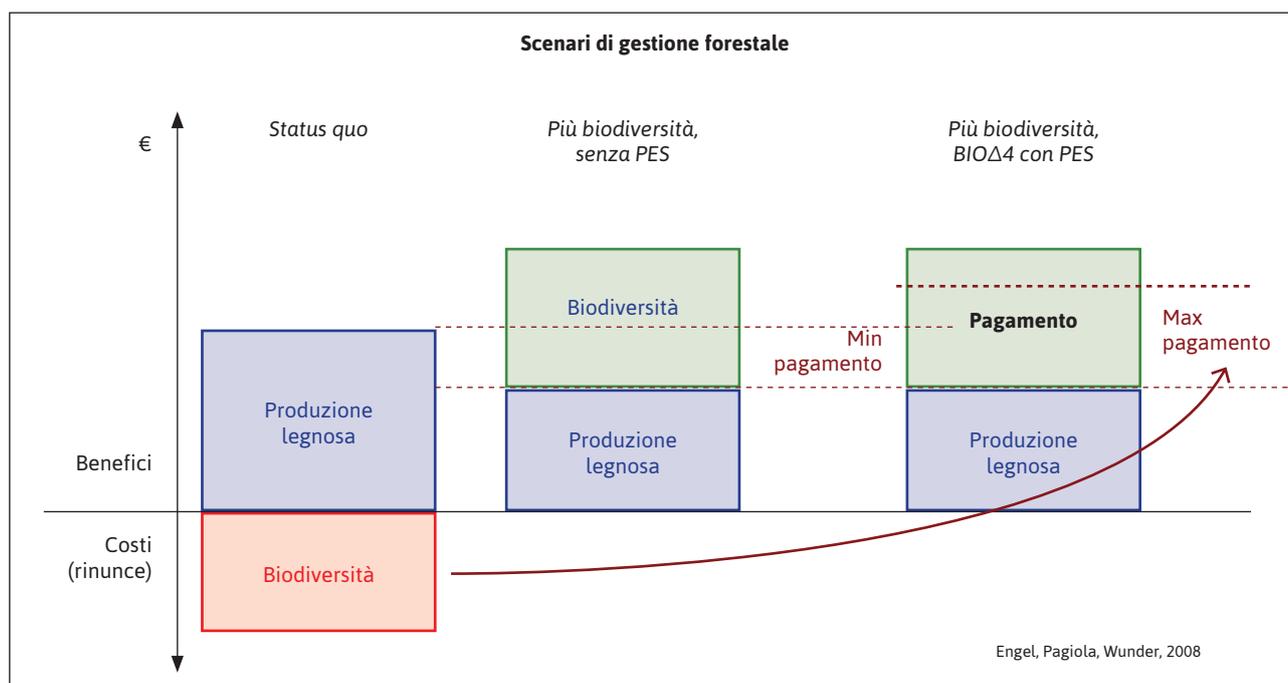
Nello status quo, ad una certa forma di gestione forestale improntata a criteri di redditività corrisponde un certo livello di produzione legnosa ed una rinuncia, da parte della collettività, ad una certa 'quantità' di biodiversità che si traduce in un costo sociale. Uno scenario

che produce 'più biodiversità senza PES' porta ad un beneficio sociale ma ad un costo per il proprietario, che può essere inteso come la rinuncia di parte della produzione legnosa (costo opportunità). Nello scenario 'più diversità, BIOΔ4 con PES' si ipotizza che la collettività che subisce un costo sociale per la minor biodiversità nello status quo utilizzi questa 'disponibilità a pagare' per compensare direttamente i costi dei proprietari forestali che mettono a disposizione livelli maggiori di biodiversità.

Come appare chiaramente dal grafico, i due riferimenti principali per individuare operativamente i limiti minimi e massimi entro cui mantenere la negoziazione del prezzo di scambio del SE all'interno di un PES sono:

- Un valore minimo, che deve essere per lo meno uguale al costo opportunità dei produttori del servizio (perdita di reddito legata ad una gestione forestale più conservativa) e/o ai costi diretti per la produzione del SE (es. riformulazione del piano di riassetto, maggiori controlli, maggiori costi relativi all'utilizzo di sistemi diversi di esbosco etc). È indispensabile a questo proposito disporre di dati contabili (bilanci) a livello di azienda/impresa forestale sulla base dei quali definire le poste economiche in gioco
- Un valore massimo, definito dalla disponibilità a pagare da parte del consumatore per accedere al servizio. Questo valore è più difficile da determinare se il servizio in questione non ha alcun mercato, il consumatore lo conosce poco e quindi ha scar-

Figura 20.5: la logica di un pagamento PES (Engel et al., 2008).



sa consapevolezza del suo valore. In questo caso si devono applicare le tecniche di esplicitazione della disponibilità a pagare descritte nel capitolo 14.2. Il prezzo espresso nel mercato per servizi simili (es. biglietto di accesso ad altre aree naturali con caratteristiche simili, costo del parcheggio auto in altre aree, costo medio di una visita guidata di simile durata), quando esistente, è un importante riferimento che non può essere trascurato nella progettazione del PES e che, anzi, offre possibilità di *benchmarking*. Ovviamente la maggior qualità del servizio e i suoi peculiari attributi ambientali sono elementi che possono essere valorizzati e che permettono di spuntare prezzi più elevati se correttamente trasmessi al consumatore.

Infine, va considerato che le opzioni di pagamento non si limitano al corrispettivo monetario, ma possono essere declinate in maniera diversa, e cioè anche come:

- *Supporto finanziario per alcuni obiettivi della comunità locale*: ad esempio il finanziamento di strutture, infrastrutture o iniziative, seguendo la logica della perequazione;
- *Pagamenti in natura*: il Servizio Ecosistemico viene scambiato con altri beni o servizi, es. fornitura ai produttori del servizio di piantine, altri materiali o manodopera per le pratiche di gestione forestale, opportunità di impiego, mezzi di sostentamento per le comunità più povere;
- *Riconoscimento di diritti*: maggiori diritti sul territorio e maggiore partecipazione nei processi decisionali.

20.5 Step 5. Definire i contratti, i ruoli e le responsabilità

Un PES è un contratto tra parti. Pertanto, figure importanti nella definizione di un PES sono esperti di diritto e

fiscalità che possano guidare gli attori di un PES nella stesura di un contratto. I contratti devono essere dotati di una serie di elementi che descrivano il periodo di validità del contratto, le responsabilità e i ruoli, i risultati previsti e come verranno dimostrati i risultati, il responsabile del monitoraggio. Deve inoltre essere specificata la forma di compensazione, chi la riceverà e con che scadenze temporali, quali indicatori verranno utilizzati per valutare l'equità del meccanismo PES e come i rischi, specialmente legati a fenomeni naturali scarsamente prevedibili, verranno gestiti e condivisi dagli attori.

Nelle figure 20.6 e 20.7 sono riportati esempi di contratto tipo da utilizzare per iniziative PES. Il primo è tratto da Secco e Pasutto (2014), il secondo dall'esperienza del progetto Life MakingGood Natura.

20.6 Step 6. Definire le modalità di monitoraggio

Una volta implementato, il PES andrà monitorato costantemente con cadenza periodica per assicurare che gli impegni presi vengano rispettati e che il PES produca gli effetti desiderati.

Grazie alla messa a punto di un Sistema Comune di Monitoraggio e Valutazione per i Programmi di Sviluppo Rurale, le istituzioni pubbliche nazionali e regionali hanno sviluppato negli ultimi anni una solida cultura del monitoraggio, con consistenti banche dati di indicatori di risultato, di prodotto e di impatto, utili per la valutazione di meccanismi implementati a scala regionale.

A scala locale di maggior dettaglio, il sistema BIOΔ4 fornisce gli strumenti metodologici ed operativi necessari per osservare e misurare la biodiversità e verificare le modifiche di stato intercorse grazie all'applicazione di adeguate forme di gestione forestale.

Figura 20.6: accordo quadro per la fornitura di SE (Secco e Pasutto, 2014).

<p>ALLEGATO A Accordo quadro per la fornitura di servizi ambientali</p> <p>A cura di: Avv. Chiara Abatangelo Ricercatrice di diritto privato - Università degli Studi di Padova, Palazzo del Bo</p> <p>Tra....., P.I. e Cod. Fisc....., sede legale in....., Via....., in persona del legale rappresentante <i>pro tempore</i> sig..... di seguito denominato <i>finanziatore</i> e il sig....., Cod. Fisc..... nato a....., il....., residente in....., alla via..... (P.I.....), di seguito denominato <i>produttore del servizio ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><u>premesso che:</u></p> <p>A) il presente accordo quadro si inserisce nell'ambito di un più ampio programma denominato "lo pro-muovo la natura", il cui scopo è quello di incentivare la produzione e la fornitura di servizi ambientali attraverso meccanismi economico-compensativi;</p> <p>B) al fine di facilitare il mercato dei servizi ambientali, la Regione Veneto promuove e coordina un elenco di progetti finanziabili per la produzione di servizi ambientali, come ad esempio: 1) lo stoccaggio di carbonio in foresta attraverso risparmio della ripresa annuale rispetto ai livelli consuetudinari; 2) la protezione del suolo in termini di mancata erosione; 3) il mantenimento, in termini di superficie, di un dato habitat; 4) il mantenimento quanti-qualitativo delle specie tipiche di un determinato habitat; 5) la qualità delle acque superficiali, generalmente incrementata mediante la sostituzione di tecniche gestionali che utilizzino l'immissione di inquinanti o che inneschino la mineralizzazione del suolo, la riqualificazione ambientale di alcuni tratti di alveo, la costruzione di fasce tampone mantenute stabilmente; 6) la quantità di acqua in alveo attraverso la riduzione dei prelievi in falda o in alveo; 7) altri servizi ambientali ritenuti importanti e non riconducibili ai punti precedenti;</p> <p>C) parti del presente accordo quadro possono essere: l'ente individuale o collettivo, con o senza personalità giuridica, di natura privata o pubblica, beneficiario del servizio ambientale (di seguito denominato finanziatore); il produttore o il gestore di un bosco ovvero, più in generale, di un fondo agricolo (di seguito denominato produttore del servizio ambientale). Per gestore di un fondo si intende colui che è nella disponibilità del fondo, anche in virtù di un contratto di comodato o locazione, ovvero colui che, sul fondo, è titolare di un diritto reale limitato (usufrutto, enfiteusi, uso civico).</p> <p style="text-align: center;"><u>si conviene e si stipula quanto segue:</u></p> <p>1) Premesse Le premesse fanno parte integrante del presente contratto.</p> <p>2) Obblighi a carico del produttore del servizio ambientale Con la sottoscrizione del presente contratto, il produttore si obbliga a modificare le proprie pratiche gestionali del fondo, sostituendole con tecniche culturali o selvicolturali atte a produrre o ad incrementare il servizio ambientale oggetto del presente accordo.</p> <p style="text-align: center;">77</p>	<p>3) Obblighi a carico del finanziatore Con la sottoscrizione del presente contratto, il finanziatore si obbliga a corrispondere al produttore un compenso determinato nella misura e secondo le modalità descritte ai punti che seguono (3.A; 3.B; 3.C; 3.D; 3.E; 3.F).</p> <p>3.A Entità del compenso L'ammontare del compenso dovuto dal finanziatore è funzione del costo di gestione rapportato ad unità di misura. È considerata soglia minima di pagamento, il costo della gestione del fondo adottata per stimolare la produzione del servizio ambientale oggetto dell'accordo. Qualora il costo della nuova gestione sia inferiore a quello relativo alla gestione consuetudinaria, quest'ultimo deve considerarsi il livello minimo di pagamento (NB: il compenso deve essere superiore ai costi sostenuti, anche se di poco).</p> <p>3.B Condizioni per l'erogazione del compenso L'erogazione del compenso da parte del finanziatore è subordinata alla verifica operata da un tecnico, scelto con le modalità di cui al punto immediatamente seguente (3.C), dell'effettiva adozione da parte del produttore delle pratiche gestionali oggetto dell'accordo.</p> <p>3.C Nomina del tecnico Il tecnico incaricato della verifica e della rendicontazione della prestazione del produttore è scelto di comune accordo tra le parti del presente contratto, anche a mezzo di un loro rappresentante, e viene individuato tra le seguenti categorie: professionisti agronomi/forestali iscritti all'albo; tecnici competenti in ambito geologico, ambientale, biologico o idraulico, aziende che operano nel settore ambientale. Al fine di agevolare l'individuazione di tecnici competenti nel territorio, la Regione promuove una lista pubblica nel proprio sito, indicando i nominativi dei tecnici e le loro competenze per tipo di servizio ambientale, nonché l'area geografica in cui operano. In caso di disaccordo sulla scelta del tecnico, le parti acconsentono fin d'ora di nominare quello, fra i due tecnici interpellati dalle parti del presente contratto, ha predisposto il preventivo più basso, a parità di mansioni svolte.</p> <p>3.D Operato del tecnico Il tecnico, individuato dalle parti secondo il procedimento descritto al punto che precede, produce, una relazione tecnica che: identifica in concreto il servizio ambientale oggetto del presente accordo, il suo valore per unità di misura, la descrizione dell'area su cui si vuole produrre il servizio ambientale, nonché le modalità gestionali che il produttore è tenuto a seguire. Entro il 31.12 di ogni anno, il tecnico produce altresì una relazione nella quale sono riportate le pratiche adottate dal produttore, eventuali difformità o danni, nonché la misura qualitativa/quantitativa del servizio ambientale in concreto erogato. Il giudizio positivo espresso dal tecnico con tale relazione costituisce condizione per l'erogazione del compenso, secondo quanto pattuito al punto 3.B.</p> <p>3.E Sostituzione del tecnico Le parti hanno diritto alla sostituzione del tecnico nominato, in caso di inadempienza o scorretta esecuzione delle mansioni a lui affidate. Per la nomina del sostituto si segue lo stesso procedimento indicato al punto 3.C.</p> <p>3.F Termini e modalità di pagamento Il pagamento del compenso da parte del finanziatore può avvenire attraverso le seguenti modalità: 1) assegno bancario intestato al produttore; 2) bonifico bancario su conto corrente intestato al produttore, il quale, a tal fine, fornisce al finanziatore le coordinate. Quanto ai termini, il pagamento può essere: 1) annuale, sulla base della quantità e qualità del servizio</p> <p style="text-align: center;">78</p>
<p>ambientale erogato, come da relazione del tecnico; 2) "una tantum", su richiesta del produttore, nell'arco temporale di durata del presente contratto, il cui ammontare è determinato sulla base della relazione prodotta dal tecnico.</p> <p>4) Oggetto del contratto Oggetto del presente contratto è la produzione, contro compenso, del servizio ambientale di....., meglio individuato nella relazione tecnica del dott....., che si allega al presente contratto e che ne costituisce parte integrante.</p> <p>5) Durata del contratto Il presente contratto ha durata di..... Alla scadenza, il contratto cessa efficace, senza possibilità di rinnovo.</p> <p>6) Diritto all'uso del logo e all'inserimento del proprio nominativo nel sito della Regione, sezione ambiente e territorio Le parti del presente contratto di fornitura di servizi ambientali hanno diritto di utilizzare il logo "lo pro-muovo la natura", secondo il disciplinare d'uso redatto dalla Regione Veneto, e ad essere inseriti nell'elenco "Promotori dell'Ambiente Veneto" nel sito della Regione Veneto, sezione ambiente e territorio.</p> <p>7) Creditizzazione ambientale Il produttore ha diritto di chiedere la creditizzazione ambientale del contratto ai fini della contabilità ambientale d'impresa.</p> <p>8) Clausola risolutiva espressa Le parti espressamente convengono che il contratto si risolve di diritto al verificarsi di una delle seguenti circostanze:</p> <p>A) Mancata adozione, da parte del produttore, delle azioni minime prescritte al fine di produrre il servizio ambientale oggetto del contratto o comunque difformi a quelle individuate nella relazione tecnica allegata al presente contratto;</p> <p>B) Il fondo sul quale deve attuarsi il servizio ambientale sia percorso interamente da incendio di origine dolosa o naturale, salvo quando il fuoco sia un elemento naturale caratterizzante dell'ecosistema o sia autorizzato dalle autorità competenti; in caso di incendio su una superficie parziale, il contratto rimane efficace solo per la parte non soggetta ad incendio e deve essere equamente ridotto;</p> <p>C) Il fondo sul quale deve attuarsi il servizio ambientale sia danneggiato da utilizzo, perdita o riversamento di agenti inquinanti di qualsiasi origine sia da parte del proprietario che da parte di terzi;</p> <p>D) Il produttore attui un cambio di destinazione d'uso del suolo;</p> <p>E) Il produttore perda il diritto reale vantato sul fondo sul quale deve attuarsi il servizio ambientale ovvero la disponibilità del medesimo, anche a seguito del venir meno del contratto sul quale tale disponibilità si fondava;</p> <p>F) Il produttore faccia un uso scorretto del logo "lo pro-muovo la natura" o comunque difforme dalle prescrizioni del disciplinare d'uso redatto dalla Regione Veneto;</p> <p>A seguito del verificarsi di una delle cause elencate nelle lettere da A) a F) del presente punto 7) Clausola risolutiva espressa, la parte interessata alla risoluzione invia all'altra parte una raccomandata a.r. nella quale dichiara che intende valersi della clausola risolutiva espressa. Il contratto si risolve di diritto il giorno successivo alla ricezione della raccomandata. Per effetto della risoluzione, il finanziatore ha diritto all'immediata restituzione della somma corrisposta al produttore in virtù del presente contratto, salvo</p> <p style="text-align: center;">79</p>	<p>un equo compenso per i costi sostenuti per la gestione protrattasi fino al verificarsi dell'evento che determina la risoluzione del contratto.</p> <p>9) Recesso Il produttore e il finanziatore hanno diritto di recedere dal presente contratto, salvo il caso in cui le parti abbiano convenuto il pagamento "una tantum" e questo sia già stato eseguito. In ogni caso, il recesso può avvenire soltanto decorso un anno dalla firma del presente accordo. Ai fini del recesso, la parte deve inviare all'altra una comunicazione mediante raccomandata a.r. almeno un mese prima del giorno in cui intende cessare la pratica gestionale oggetto del presente contratto.</p> <p>10) Trattamento dati personali 10.1. Ai sensi e per gli effetti del Codice in materia di protezione dei dati personali (d.lg. 196/03), il finanziatore procederà al trattamento dei dati personali, nel rispetto dei principi e dei diritti fissati dal suddetto Codice e per finalità strettamente connesse all'esecuzione del presente contratto. 10.2. Relativamente al trattamento dei dati, gli interessati avranno facoltà di esercitare tutti i diritti riconosciuti dal d.lg. 196/03. 10.3. Titolare del trattamento per il finanziatore è il sig..... Responsabile del trattamento dei dati personali per il finanziatore è il sig.....</p> <p>11) Foro competente Ogni controversia relativa all'interpretazione, esecuzione, validità e/o efficacia del presente contratto è devoluta alla competenza esclusiva del foro di.....</p> <p>Il presente contratto, redatto in duplice originale, viene firmato per accettazione dai contraenti.</p> <p>Per il finanziatore, il legale rappresentante sig.....</p> <p>Per il produttore, il sig.....</p> <p>Clausole vessatorie Ai sensi e per gli effetti dell'art. 1341 c.c., vengono specificamente approvate per iscritto le clausole relative a: clausola risolutiva espressa (art. 8); foro competente (art. 10).....</p> <p style="text-align: center;">80</p>

Figura 20.7: esempio di contratto per fornitura SE 'acqua potabile' (MakingGood Natura).

<p>Appendice: PES like su Acqua potabile approvato dal Consiglio Direttivo del Parco in data 14/06/16 con atto n. 24</p> <p>ACCORDO PER LO STUDIO E LA SPERIMENTAZIONE DI INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE DEL SERVIZIO ECOSISTEMICO "ACQUA POTABILE" NEL SITO MONTE CARPEGNA Addì _____ 2016 Tra _____</p> <p>HERA S.p.A., con sede in Bologna, Viale Carlo Bertè Pichat n. 2/4, iscritta al Registro delle Imprese di Bologna - Codice Fiscale e Partita IVA 04245520376, PEC: heraspa@pec.gruppohera.it, in persona del Dott. Stefano Venier, nella sua qualità di Amministratore Delegato della società Hera S.p.A., il quale interviene alla presente scrittura in forza dei poteri conferiti con delibera del Consiglio di Amministrazione del 28/04/2014, domiciliato ai fini della presente Accordo presso la sede della Società _____ (nel seguito anche Hera o Gestore) e Ente Parco del Sasso Simone e del Simoncello, con sede in _____, Via _____ n. _____, iscritta al Registro _____ - Codice Fiscale _____, PEC: _____, in persona del Dott. _____, nella sua qualità di _____, il quale interviene alla presente scrittura in forza dei poteri conferiti con deliberazione n. _____ del _____, domiciliato ai fini della presente Accordo presso la sede dell'Ente Parco _____ (nel seguito anche Ente Parco) (nel seguito congiuntamente Parti)</p> <p>premessi e considerato che</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hera è ed interviene nel presente accordo in qualità di Gestore del Servizio Idrico Integrato nell'ambito territoriale della Provincia di Rimini in forza della convenzione di affidamento sottoscritta con l'Autorità/Agenzia di Ambito di Rimini in data 14/03/2002 avente scadenza il 14/03/2012, tuttora vigente in regime di prorogatio in virtù di deliberazione Aterisr n. 25 del 21/12/2012 fino alla decorrenza del nuovo affidamento; - ai fini del presente contratto l'Ente Parco si qualifica come fornitore/venditore del servizio ecosistemico e Hera come fruitore/compratore del medesimo servizio; - l'art. 21, commi 13 e 19 del D. L. n. 201/2011, così come convertito dalla L. 214/2011, ha trasferito all'Autorità per l'Energia elettrica e il gas (oggi Autorità per l'Energia elettrica il gas e il sistema idrico nel seguito anche AEEGSI), le funzioni di regolazione e controllo dei servizi idrici, tra cui l'approvazione del metodo tariffario; - all'interno della tariffa del Servizio Idrico Integrato AEEGSI ha individuato una componente a copertura dei costi ambientali denominata ERC, il cui calcolo di determinazione è in corso di valutazione da parte della stessa AEEGSI; - gli ecosistemi acquatici forestali del Monte Carpegna - attraverso le numerose sorgenti presenti - originano il servizio ecosistemico "acqua potabile"; - il sito del Monte Carpegna rientra nel bacino idrografico dell'Alta Valle del Fiume Marecchia da cui dipende l'approvvigionamento idrico del territorio di Rimini, particolarmente esigente soprattutto nel periodo estivo; - l'uso non rispettoso della funzione collettiva della risorsa idrica può generare alterazioni o modifiche nella funzionalità ecologica degli ecosistemi principalmente forestali che a loro volta incidono anche sul "valore di non uso" della risorsa; - il costo ambientale derivante dall'uso della risorsa dovrebbe essere ricompreso nei meccanismi di tariffazione secondo il principio del Full Recovery Cost secondo la direttiva "Acque" (direttiva 2000/60/CE); - Hera, in qualità di attuale Gestore di parte della risorsa idrica nel territorio della Val Marecchia, e l'Ente Parco, nelle sue funzioni di tutela dei valori ambientali del territorio del parco, sono interessati a sperimentare forme di valorizzazione del servizio ecosistemico acqua potabile finalizzate al mantenimento ed al miglioramento della funzionalità ecologica degli ecosistemi acquatici; - a livello europeo è stato fissato l'obiettivo di preservare e valorizzare gli ecosistemi e i relativi servizi mediante l'infrastruttura verde e il ripristino di almeno il 15% degli ecosistemi degradati entro il 2020, così come chiarito dalla COM (2011) 244 definitivo - La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020; <p style="text-align: center;">55</p>	<ul style="list-style-type: none"> - la direttiva n. 92/43/CEE, così detta Habitat, ha l'obiettivo di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri; - le misure adottate ai sensi della direttiva Habitat sono intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario e tengono conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali; - il progetto LIFE+ Making Good Natura LIFE11 (ENV/IT/000168) è un progetto LIFE+, inserito nella componente LIFE+ Politica e Governance Ambientali, che sviluppa nuovi percorsi di governance ambientale finalizzati alla tutela degli ecosistemi agroforestali ed elabora forme di valutazione biofisica, qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nei siti della rete Natura 2000; - il Monte Carpegna (Codice ZPS IT4090006) è un sito coinvolto nel progetto LIFE+ Making Good Natura in quanto appartenente alla rete ecologica Natura 2000 istituita ai sensi delle direttive n. 2009/147/CE e n. 92/43/CEE; - il presente contratto costituisce la base per il pagamento del servizio ecosistemico Acqua Potabile; <p style="text-align: center;">visto</p> <ul style="list-style-type: none"> - il documento per la consultazione 539/2014 - Autorità per l'energia ed il sistema idrico dove "...assume rilevanza la valutazione economica dei servizi ecosistemici dell'ambiente acquatico, che dovrebbe dar luogo a segnali economici dell'opportunità di allocare la risorsa a un uso piuttosto che a un altro..." ed occorre "...sviluppare una metodologia applicativa per valutare i costi e i benefici delle misure idriche, contribuendo all'efficacia sotto il profilo dei costi e a un'ulteriore diffusione del concetto dei servizi ecosistemici a pagamento". La Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 933 del 9 luglio 2012 relativa agli indirizzi e linee guida relative alla gestione delle aree sottese ai bacini idrici che alimentano i sistemi di prelievo delle acque superficiali e sotterranee nel territorio montano e delle aree di salvaguardia ove viene introdotto l'obbligo di specificare all'interno del Piano d'ambito del servizio idrico integrato gli interventi riguardanti le aree di salvaguardia, di predisporre uno specifico piano pluriennale di interventi ed attività di manutenzione ordinaria per la tutela e protezione delle predette aree del territorio montano e di individuarne e definirne i relativi costi di gestione all'interno della componente costi operativi della tariffa del servizio idrico integrato <p style="text-align: center;">Si conviene e si stipula quanto segue</p> <p>Articolo 1 - Premesse Le premesse al presente contratto formano parte integrante e sostanziale dello stesso, anche ai fini interpretativi.</p> <p>Articolo 2 - Oggetto e finalità del contratto Il presente contratto ha per oggetto il pagamento per il servizio ecosistemico "Acqua Potabile", fornito dalla zona di protezione speciale IT4090006 con l'obiettivo di sperimentare: a) l'efficacia degli interventi di ripristino, mantenimento e miglioramento delle funzionalità degli ecosistemi connessi al ciclo dell'acqua, anche a supporto alle attività di pianificazione e gestione delle aree da parte dell'Ente Parco; b) la validità del tipo di remunerazione, anche al fine di costruire forme tariffarie in grado di riconoscere il valore d'uso e non uso della risorsa, comprensive degli eventuali costi legati alla alterazione o alla riduzione delle funzionalità degli ecosistemi acquatici connessi all'uso della risorsa. Tale obiettivo è funzionale anche alla definizione della componente ERC attualmente in fase di valutazione</p> <p>Articolo 3 - Obblighi della società Hera S.p.A. Hera Spa si impegna a versare all'Ente Parco un corrispettivo a titolo di pagamento del servizio ecosistemico acqua potabile, di cui al successivo art.7. Il pagamento viene eseguito a condizione che quanto versato sia impiegato a finanziare (in forma diretta o indiretta secondo quanto specificato nel successivo articolo 4) una gestione del territorio atta a ripristinare, mantenere e migliorare la funzionalità ecologica degli ecosistemi da cui si origina il servizio in oggetto. Hera si impegna altresì a contribuire ad identificare ed attuare il sistema di monitoraggio e controllo di cui al successivo articolo 5, insieme all'Ente Parco; a discutere e approvare la Relazione di monitoraggio di cui all'art. 5, ad approvare la relazione di cui all'articolo 7.</p> <p style="text-align: center;">56</p>
<p>Il referente di Hera nei confronti dell'Ente Parco ai fini del presente Accordo è individuato nel Direttore della Direzione Acqua dott. Franco Fogacci.</p> <p>Articolo 4 - Obblighi dell'Ente Parco L'Ente Parco si impegna ad utilizzare il ricavato del pagamento per le seguenti finalità: a) finanziamento diretto - nelle aree forestate di proprietà dell'Ente, ricomprese in ZPS IT4090006, delle forme di gestione forestale più idonee al conseguimento degli obiettivi generali del presente contratto (ripristino, mantenimento e miglioramento delle funzionalità degli ecosistemi connessi al ciclo dell'acqua); b) finanziamento indiretto - nelle aree forestate di proprietà di soggetti terzi, ricomprese in ZPS IT4090006- di accordi finalizzati al perseguimento dei medesimi obiettivi generali di cui alla lettera precedente. Tali accordi potranno riguardare anche aree dedite all'agricoltura purché interne alla ZPS, supportando l'adozione di pratiche agricole sostenibili e idonee a contribuire alla realizzazione dell'obiettivo principale del presente accordo. L'Ente Parco si impegna, inoltre, a: c) identificare ed attuare il sistema di monitoraggio e controllo di cui al successivo articolo 5, insieme ad Hera; d) fornire a Hera i risultati complessivi dello studio e della sperimentazione, sotto forma di un elaborato scritto, la cui articolazione e tempistica sarà decisa di comune accordo tra le parti; e) informare visitatori ed utenti attraverso apposite comunicazioni dell'accordo in atto con Hera, che potrà a sua volta utilizzarle nei propri canali di comunicazione. Il referente per conto dell'Ente Parco è _____, egli è delegato per il presente Accordo a rappresentare l'Ente Parco in tutti i suoi rapporti con Hera.</p> <p>Articolo 5 - Monitoraggio e controllo L'Ente Parco, insieme ad Hera, stabiliscono ed implementano un sistema di monitoraggio e controllo volto a: a) verificare l'applicazione dei contenuti del presente contratto; b) verificare l'efficacia del pagamento rispetto agli obiettivi di cui all'articolo 2, comprendendo sia la valutazione dell'idoneità dell'entità del pagamento corrisposto (comma 1, lettera b), sia la valutazione delle pratiche di gestione del territorio più adatte ad assicurare la funzionalità degli ecosistemi connessi al ciclo dell'acqua (comma 1, lettera a); c) valutare e verificare i costi sostenuti dal Servizio Idrico Integrato per gli interventi di tutela e mantenimento dell'ambiente nel territorio del ZPS IT4090006; d) valutare e raccogliere ogni altro tipo di informazioni utili alla definizione della componente ERC a copertura dei costi ambientali nella tariffa idrica del Servizio Idrico Integrato AEEGSI. I contenuti di tale sistema saranno contenuti in un Piano, che prevedrà anche una adeguata ripartizione dei ruoli e delle responsabilità. Ogni anno, entro il 31/12, Ente Parco curerà la redazione di una Relazione di monitoraggio, che conterrà i contenuti principali delle attività condotte e i principali risultati emersi. Tale relazione sarà discussa ed approvata dai rappresentanti delle parti al presente accordo.</p> <p>Articolo 6 - Consulenze esterne L'Ente Parco, nell'ambito del presente contratto, potrà affidare a soggetti esterni specializzati l'esecuzione di particolari attività, qualora non disponga, al proprio interno, di personale dotato dei necessari requisiti.</p> <p>Articolo 7 - Corrispettivi Hera si impegna a versare all'Ente Parco quale forma di pagamento per il servizio ecosistemico acqua potabile, che si origina da ZPS IT4090006, l'importo complessivo di 5.000,00 (cinquemila virgola zerozero) euro/anno, fatto salvo quanto verrà deliberato da AEEGSI relativamente al calcolo ERC. Tale importo è stato determinato in via forfettaria a fronte di una valutazione del PES pari a 207 €/ha/anno. Le Parti si obbligano al rispetto delle norme sulla tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della L. 136/2010 e ss. mm. ii. e s'impegnano ad utilizzare uno o più conti correnti bancari o postali, accessi presso banche o presso la società Poste Italiane S.p.A., dedicati, anche non in via esclusiva, alle commesse pubbliche. Le fatture in particolare, dovranno essere pagate con bonifico bancario c/o _____ - sul conto corrente intestato a Ente Parco del Sasso Simone e del Simoncello, IBAN _____. Il pagamento verrà liquidato a seguito della presentazione, da parte dell'Ente Parco, di una relazione sulle attività svolte di cui al precedente art.5.</p> <p style="text-align: center;">57</p>	<p>Articolo 8 - Confidenzialità L'Ente Parco si impegna a mantenere strettamente confidenziali le informazioni, i dati tecnici, i documenti riguardanti Hera di cui sia a conoscenza in forza del presente contratto.</p> <p>Articolo 9 - Titolarità dei risultati e pubblicazioni Le relazioni e/o i risultati derivanti dalle attività oggetto del presente contratto potranno essere utilizzate per pubblicazioni scientifiche, convegni o altre attività divulgative previo accordo delle Parti.</p> <p>Articolo 10 - Durata e Recesso Il presente contratto ha titolo sperimentale e decorre dalla data della sua sottoscrizione per una durata di due anni, fatto salvo quanto previsto dal successivo articolo 12. Il presente contratto potrà essere rinnovato allo scadere per un uguale periodo di tempo, previo accordo tra le Parti ed avvalendosi dei risultati del monitoraggio di cui all'articolo 5 al fine di stabilire una diversa entità del pagamento. Ciascuna delle Parti ha la facoltà di recedere anticipatamente dal presente contratto, previa comunicazione scritta da trasmettere all'altra parte, a mezzo PEC, almeno 30 giorni prima della data in cui il recesso diviene efficace.</p> <p>Articolo 11 - Risoluzione per inadempimento Ciascuna delle Parti ha diritto di risolvere unilateralmente e con decorrenza immediata il presente accordo qualora non siano rispettati gli obblighi ivi prescritti. In caso di risoluzione anticipata del contratto per comune accordo delle Parti, decadono automaticamente tutti gli impegni reciprocamente assunti, rimanendo peraltro esclusa ogni pretesa al risarcimento del danno o al pagamento di alcun indennizzo o altro per qualsiasi ragione, titolo o causa. La risoluzione anticipata della convenzione di cui ai commi precedenti avviene in forma scritta ed a mezzo PEC.</p> <p>Art. 12 - Modifiche contrattuali - Recepimento della normativa Il presente Contratto potrà essere modificato tra le Parti solamente per iscritto. Le Parti si danno atto che Hera interviene nel presente contratto in quanto Gestore affidatario del Servizio Idrico Integrato nell'ambito territoriale della Provincia di Rimini, quest'ultimo tuttora vigente in regime di prorogatio in virtù di deliberazione Aterisr n. 25 del 21/12/2012 fino alla decorrenza del nuovo affidamento, e pertanto convengono che la perdita della qualifica di Gestore dell'ambito territoriale citato, a seguito del nuovo affidamento, farà cessare gli effetti del presente contratto nei confronti di Hera. Sono, in ogni caso, da considerarsi sin d'ora pienamente valide e condivise eventuali modifiche ed integrazioni introdotte a seguito di un aggiornamento delle disposizioni di legge e delle Autorità competenti, da ritenersi pertanto eterointegrabili, impegnandosi, le Parti ad adottare quelle modifiche che dovessero rendersi necessarie.</p> <p>Articolo 13 - Legge applicabile e Foro competente Per tutto quanto non espressamente stabilito, il presente contratto è sottoposto alla legge italiana. Per qualsiasi controversia relativa alla validità, all'interpretazione, all'esecuzione e alla risoluzione del presente contratto, sarà competente il Foro di Bologna.</p> <p>Art. 14 - Trattamento dei dati Le Parti si danno atto che ciascuna di esse è titolare del trattamento dei dati personali delle altre parti di cui venga in possesso in ragione e conseguenza convenzione del presente Accordo e che tale trattamento è effettuato ai fini e per gli effetti dell'adempimento, per competenza, alla convenzione stessa. I dati personali saranno trattati dalle Parti nei limiti, nelle forme e con le modalità previste dal "Codice della Privacy". A tal fine le stesse dichiarano di essersi scambiate le reciproche informative ai sensi dell'art. 13 Decreto Legislativo 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.l. Approvato, letto e sottoscritto: per Hera S.p.A. L'Amministratore Delegato Dott. Stefano Venier _____</p> <p>per Ente Parco del Sasso Simone e del Simoncello</p> <p style="text-align: center;">58</p>

21 | CONCLUSIONI

In questo volume abbiamo riportato i principali risultati del progetto BIOΔ4, cercando di illustrare il flusso delle attività svolte, a partire dagli obiettivi fino ai risultati e alle indicazioni per una corretta valutazione della biodiversità forestale, un suo auspicabile incremento, una sua possibile certificazione e successiva valorizzazione all'interno delle foreste gestite. Con il progetto non si è voluto fornire l'ennesimo set di indicatori per valutare la biodiversità di un ecosistema forestale, bensì si è creato uno strumento a supporto della gestione forestale sostenibile per poter valorizzare la componente della biodiversità a servizio del prodotto legnoso ritraibile e dei Servizi Ecosistemici.

Riuscire a garantire o certificare al consumatore finale che per produrre un bene costruito in legno sia stata utilizzata della materia prima proveniente da una foresta gestita secondo criteri che preservino un elevato livello di biodiversità è sicuramente una sfida importante, che come forestalidobbiamo affrontare. Per una tutela ed un incremento della biodiversità negli ecosistemi forestali non basta più la semplice protezione di alcune aree del territorio (Parchi, Riserve, ecc.), bisogna adottare dei sistemi virtuosi nella gestione ordinaria. In alcuni casi è da valutare l'opzione di aumentare determinati elementi attraverso una gestione attiva tramite interventi selvicolturali (radure, legno morto...) accelerando il recupero di sufficienti livelli di biodiversità anche in popolamenti marcatamente antropo-

geni. Tutto questo ovviamente ha un costo, in termini di tempo, aumento delle spese e potenziale riduzione dei ricavi. Quantificare il valore monetario della biodiversità, come quello di tutti quei servizi ecosistemici che direttamente non producono un bene tangibile è complesso. La copertura di questo surplus di costi o riduzione di ricavi, dovrebbe essere riconosciuta al proprietario forestale che decide di gestire il proprio bosco in un'ottica sostenibile e a sostegno della biodiversità (es. PES).

Esistono diverse opportunità legate alla valorizzazione della biodiversità, come è stato dimostrato in questo lavoro, tuttavia spetta ai gestori e proprietari delle foreste, oltre che agli attori locali, attivarsi per coglierle e inserirle nel contesto della gestione delle funzioni della foresta.

Il successo di questo lavoro potrà essere valutato nel prossimo futuro, quando si riusciranno a implementare le considerazioni fatte all'interno del progetto in uno strumento programmatico o in un piano di gestione di un comprensorio forestale, in uno standard di certificazione di gestione forestale sostenibile, nella definizione di accordi per il pagamento di Servizi Ecosistemici, con l'auspicio che alla prossima scadenza per la salvaguardia della biodiversità del 2030, la gestione forestale nell'area alpina abbia dato fattivamente un contributo positivo al raggiungimento degli obiettivi.

- AA VV (2018). Foreste e biodiversità. Un patrimonio da tutelare. Regione Piemonte, Settore Foreste e Settore Biodiversità e Aree Naturali, Torino, 20 pp.
- Acocella I. (2012). The focus groups in social research: advantages and disadvantages. *Quality & Quantity*, 46(4), 1125-1136.
- Acocella I. (2008). Il focus group. Teoria e pratica, Milano: Franco Angeli. 197 pp.
- Aerts R., Honnay O., & Van Nieuwenhuysse A. (2018). Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *British medical bulletin*, 127(1), 5-22.
- Aguirre O., Hui G., Von Gadow K., Jiménez J. (2003). An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. *Forest Ecology and Management*, 183, 137-145.
- Altea T., Badano D., Balestrieri R., Bascietto M., Basile M., Becagli C., Bino E., Bombi P., Cammarano M., Cantiani P., Carraro G., Carranza M. L., Causin L., Cistrone L., Corezzola S., Costa A., D'Andrea E., De Cinti B., De Martino P., Di Salvatore U., Dissegna M., Fabbio G., Ferretti F., Frate L., Garfi V., Giancola C., Gnetti V., Lombardi F., Marchetti M., Marchi N., Mason F., Matteucci G., Micali M., Posillico M., Rezaie N., Romano A., Russo D., Tomaiuolo M., Sicuriello F., Tonti D., Zapponi L. (2015). Esperienze di gestione forestale nelle Alpi venete: fra tradizione e innovazione. Report ManFor C.BD. Managing Forests for multiple purposes: carbon, biodiversity and socio-economic wellbeing (LIFE09 ENV/IT/000078).
- Ambrose-Oji B., Tabbush P., Carter C., Frost B., & Fielding K. S. (2011). Public engagement in forestry: a toolbox for public participation in forest and woodland planning. Forestry Commission, Edinburgh, 25 pp.
- Amoroso M. M., Turnblom E. C. (2006). Comparing productivity of pure and mixed Douglas-fir and western hemlock plantations in the Pacific Northwest. *Canadian Journal of Forest Research*, 36 (6), 1484-1496.
- An K. W., Kim E. I., Joen K. S., Setsu T. (2004). Effects of forest stand density on human's physiopsychological changes. *J. Fac. Agric. Kyushu Univ*, 49, 283-291.
- Assessment Millennium Ecosystem. "MEA. 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis." World Resources Institute, Washington, DC, 64 pp.
- Augustynczyk A. L. D., Asbeck T., Basile M., Bauhus J., Storch I., Mikusiński G., Yousefpour R., Hanewinkel M. (2019). Diversification of forest management regimes secures tree microhabitats. *Science of the Total Environment*, 650, 2717-2730.
- Baar F., Barjasse A., Blerot P., Branquart E., Claessens H., Dahmen R., Delahaye I., Duchesne J., Dufrêne M., De Wolf P., Farcy C., Gérard É., Lecomte h., Licoppe A., Liégeois S., Paquet J.-Y., Scohy J.-P., Stein J., Vanderstegen J., Van doren B., Van driessche I., Verté P., Villers M. (2010). Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier (complément à la circulaire n° 2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier). Service public de Wallonie, Direction Générale Opérationnelle de l'agriculture, des ressources naturelles et de l'environnement, 86 pp.
- Bagella S., Bertini G., Brotzu R., Brunialti G., Calderisi M., Filigheddu R., Frati L., Landi S.,
- Bagella S., Brotzu R., Brunialti G., Filigheddu R., Frati L., Ferretti M., Landi S., Padovan F., Pisu D. (2016). Diversità di piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli come indicatori di gestione forestale sostenibile a scala locale: manuale di rilevamento. Documento LIFE Future For Coppices, 39 pp.
- Balmford A., Bruner A., Cooper P., Costanza R., Farber S., Green R. E., Jenkins M., Jefferiss P., Jessamy V., Madden J., Munro K., Myers N., Naeem S., Paavola J., Rayment M., Rosendo S., Roughgarden J., Trumper K., Turner R. K., (2002). Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297(5583), 950-953.
- Bani L., Bottoni L., Massa R., Massimino D. (2003b). Foreste e biodiversità faunistica in Lombardia. La biodiversità delle foreste valutata per mezzo delle comunità degli uccelli. Collana "C'è vita nel bosco". Edizioni Regione Lombardia - Agricoltura, Milano.
- Barbati A., Salvati R., Ferrari, B. Di Santo, D. Quatrini A., Portoghesi L., Nocentini S. (2012). Assessing and promoting old-growthness of forest stands: lessons from research in Italy. *Plant Biosystems*, 146(1), 167-174.

- Barbati A., Marchetti M., Chirici G., Corona P. (2014). European Forest Types and Forest Europe SFM indicators: Tools for monitoring progress on forest biodiversity conservation. *Forest Ecology and Management*, 321, 145–157.
- Barnaud C., Corbera E., Muradian R., Salliou N., Sirami C., Vialatte A., Choisis J.-P., Dendoncker N., Mathévet R., Moreau C., Reyes-García V., Boada M., Deconchat M., Cibien C., Garnier S., Maneja R., and Antona M.. 2018. Ecosystem services, social interdependencies, and collective action: a conceptual framework. *Ecology and Society* 23 (1), 15
- Barton J., and Pretty J. (2010). What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. *Environmental Science & Technology* 44, 3947–3955.
- Basile M., Mikusinski G., Storch I. (2020). Woodpecker cavity establishment in managed forests: Relative rather than absolute tree size matters. *Wildlife Biology*, 00564.
- Bates D., Mächler M., Bolker B.M., Walker S.C. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67 (1), 067i01.
- Beckschäfer P., Mundhenk P., Kleinn C., Ji Y., Yu D. W., Harrison R. D. (2013). Enhanced Structural Complexity Index: An Improved Index for Describing Forest Structural Complexity. *Open Journal of Forestry*, 3, 23-29.
- Bennett D. E., e Gosnell H. (2015). Integrating multiple perspectives on payments for ecosystem services through a social-ecological systems framework. *Ecological Economics*, 116, 172-181.
- Betto C., Costa M., Zeni F., Higgs M. L., Lingua E. (2019). Foreste di protezione dalla caduta massi - Simulazioni per la stima dell'effetto protettivo di tre foreste alpine. *Sherwood*, 243, 11-13.
- Bettella F., Bolzon P., Grasso N., Belcore E., Maschio P., Pira M, Lingua E. (2018) Applicazione di tecniche di telerilevamento per la caratterizzazione delle foreste di protezione: il caso studio del Monte Pore (Colle Santa Lucia, BL). *Rock The Alps - Midterm Conference Innsbruck 10th October 2018*.
- Biała K., Condé S., Delbaere B., Jones-Walters L., Torre-Marín A. (2012). Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. *EEA Technical report n° 11*.
- Bianchi, L., Paci, M. (2008). Dinamica evolutiva e gestione delle abetine toscane: sintesi di quarant'anni di ricerche. *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale*, 5, 122-130.
- Bino E., Marchi N. (2015). *MANFOR C.BD. - Esperienze di gestione forestale nelle Alpi Venete: fra tradizione e innovazione*. Europrint, 152 pp.
- Bisol P. M., Pranovi F. (1998). *Appunti sulla biodiversità*, Cluep Ed. PD.
- Blasi C., Capotorti G., Orti M. M. A., Anzellotti I., Attorre F., Azzella M. M., Carli E., Copiz R., Garfi V., Manes F., Marchetti M., Mollo B., Marando F. & Zavattoni L. (2017). Ecosystem mapping for the implementation of the European Biodiversity Strategy at the national level: The case of Italy. *Environmental Science & Policy*, 78, 173-184.
- Boeraeve F., Dufrêne M., De Vreese R., Jacobs S., Pipart N., Turkelboom F., Verheyden W., and Dendoncker N. (2018). Participatory identification and selection of ecosystem services: building on field experiences. *Ecology and Society* 23(2):27
- Bolund P., Hunhammar S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29 (2), 293-301.
- Boscolo M., Vincent J. R. (2003). Nonconvexities in the production of timber, biodiversity, and carbon sequestration. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46, 251–268.
- Bottaro G., Gatto P. and Pettenella D. (2019). *DELIVERABLE 1.2 Inventory of Innovative Mechanisms in Europe*. H2020 project no.773702 RUR-05-2017 European Commission, 72 pp.
- Bottazzo M., Nicoloso S. (2010). "Piano di controllo del cervo nel comprensorio del Cansiglio." Venezia, Italy, 254 pp.
- Bouwma I., Schleyer C., Primmer E., Johanna Winkler K.J, Berry P., Young J., Carmen E., Špulerová J., Bezák P., Preda E., Vadineanu A., 2018. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosystem Services*, 29, 213-222.
- Brändli U.- B., Bühler C., Zangger A. (2007). Waldindikatoren zur Artenvielfalt? Erkenntnisse aus LFI und BDM Schweiz | Forest structures and species diversity? Findings from the NFI and BDM. *Schweizerische Zeitschrift Fur Forstwesen*, 158, 243-254.
- Brichetti P., Fracasso G. (2007). *Ornitologia Italiana* 4. Apodidae-Prunellidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna, 442 pp.
- Bromley D. W. (1991). *Environment and economy: Property rights and public policy*. Basil Blackwell Ltd., 247 pp.
- Brugha R., & Varvasovszky Z. (2000). Portatori d'interesse analysis: a review. *Health policy and planning*, 15(3), 239-246.

- Buffagni A., Erba S. (2014). Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010. ISPRA, Manuali e linee guida n. 107/2014, 99 pp.
- Carpanelli A., Valecic M. (2016). Specie vegetali esotiche invasive in Friuli Venezia Giulia, riconoscimento e possibili misure di contenimento. Regione autonoma Friuli Venezia Giulia, 96 pp.
- Carrer M., Castagneri D., Popa I., Pividori M., Lingua E. (2018). Tree spatial patterns and stand attributes in temperate forests: The importance of plot size, sampling design, and null model. *Forest Ecology and Management*, 407, 125-134.
- Carrus G., Scopelliti M., Laforteza R., Colangelo G., Ferrini F., Salbitano F., Agrimi M., Portoghesi L., Semenzato P., Sanesi G. (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and urban planning*, 134, 221-228.
- Cavalli R., Mason F. (eds) (2003). Tecniche di ripristino del legno morto per la conservazione delle faune saproxiliche. Il progetto LIFE Natura NAT/IT/99/6245 di «Bosco della Fontana» (Mantova, Italia). Rapporti Scientifici, 2. Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale di Verona - Bosco della Fontana. Gianluigi Arcari Editore, Mantova, 112 pp.
- Clark P. J., Evans F.C. (1954). Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35, 445-453.
- Colvin R. M., Bradd Witt G., Lacey J. (2016). "Approaches to identifying stakeholders in environmental management: Insights from practitioners to go beyond the 'usual suspects'." *Land Use Policy* 52: 266-276.
- Comitato Capitale Naturale (2018). Secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia 2018, 145 pp.
- Comitato Capitale Naturale (2019). Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia, Roma, 209 pp.
- Cooke B., & Kothari U. (Eds.). (2001). *Participation: The new tyranny?*. Zed books, 185 pp.
- Corona P., D'Orazio P., Lamonaca A., Portoghesi L. (2005). L'indice Winkelmass per l'inventariazione a fini assestamentali della diversità strutturale di soprassuoli forestali. *Forest@*, 2, 225-232.
- Corral-Rivas J. J. (2006). Models of tree growth and spatial structure for multi-species, uneven-aged forests in Durango (Mexico). PhD thesis, University of Gottingen, 134 pp.
- Corral-Rivas J. J., Wehenkel C., Castellanos-Bocaz H., Larreta B., Diéguez-Aranda U. (2010). A permutation test of spatial randomness: Application to nearest neighbour indices in forest stands. *Journal of Forest Research*, 15, 218-225.
- Cutini A., Brunialti G., Amici V., Bagella S., Bertini G., Caddeo C., Calderisi M., Chianucci F., Ciocchi B., Corradini S., Cristofori A., Di Salvatore U., Fabbio G., Ferrara C., Cristofolini F., Frati L., Fratini R., Landi S., Riccioli F., Rocchini D., Roggero P.P., Seddaiu G., Tattoni C., Gottardini E. (2019). Report: Sintesi scientifica e valutazione integrata dei risultati del progetto LIFE Future For CoppiceS - Gestione sostenibile dei boschi cedui nel sud Europa: indicazioni per il futuro dall'eredità di prove sperimentali (con Sintesi per gestori e decisori politici). Deliverable del progetto LIFE Future For CoppiceS, Azione B.9, 112 pp.
- D'Andrea E., Badano D., Ferretti F., Balestrieri R., Basile M., Becagli C., Bertolotto P., Birtele D., Calienno L., Cammarano M., Cantiani P., Čater M., Chiavetta U., Cistrone L., Coletta V., Conforti M., Corezzola S., Costa A., De Groot M., Di Salvatore U., Eler K., Fabbio G., Ferlan M., Ferreira A., Giovannozzi Sermanno A., Jurc M., Kopal M., Kobler A., Kovač M., Kutnar L., Lo Monaco A., Lombardi F., Magnani E., Marinšek A., Mason F., Matteucci G., Meterc G., Micali M., Pellicone G., Picchio R., Planinšek S., Posillico M., Rezaei N., Romano A., Sansone D., Sicuriello F., Simončič P., Skudnik M., Spina R., Tonti D., Venanzi R., Zapponi L. (2016). Indicators of sustainable forest management: application and assessment. *Annals of Silvicultural Research*, 40, 32-103.
- Dallimer M., Irvine K. N., Skinner A. M., Davies Z. G., Rouquette J. R., Maltby L. L., Warren P. H., Armsworth P. R. & Gaston K. J. (2012). Biodiversity and the feel-good factor: understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, 62(1), 47-55.
- De Cinti B., Bombi P., Ferretti F., Cantiani P., Di Salvatore U., Čater M., Garfi V., Kutnar L., Mason F., Matteucci G., Simončič P. (2016). From the experience of LIFE+ ManForC.BD to the Manual of Best Practices in Sustainable Forest Management. *Italian Journal of Agronomy*, 11, 184 pp.
- De Groot R. S., Alkemade R., Braat L., Hein L., & Willemsen L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3), 260-272.
- Del Favero R., Lasen C. (1993). *La vegetazione forestale del Veneto*. Libreria Progetto Editore, 313 pp.

- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P. L., Lasen C., Dreossi G., Vanone G. (1998). La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli Venezia Giulia, vol. 1. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Udine, 553 pp.
- Del Favero R., Abramo E., Andrich O., Corona P.M., Casol M., Marchetti M., Carraro G., Dissegna M., Giaggio C., Lasen C., Savio D., Zen S. (2000). Biodiversità e Indicatori nei tipi forestali del Veneto. Commissione Europea, Regione Veneto e Accademia Italiana di Scienze Forestali. Multigraf Spinea, 333 pp.
- Del Favero R. (2006). Carta Regionale dei tipi forestali: documento base. Regione del Veneto - Direzione regionale delle foreste e dell'Economia montana, 92 pp.
- Delignette-Muller M.L., Dutang C. (2015). fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions. *Journal of Statistical Software*, 64 (4), 1-34.
- Dentamaro I., Laforteza R., Colangelo G., Carrus G., & Sanesi G. (2011). Valutazione del potenziale rigenerativo di tipologie distinte di spazi verdi urbani e periurbani. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 8(5), 162.
- Di Santo D. (2015). Il ruolo degli alberi monumentali e delle formazioni forestali vetuste nella conservazione della biodiversità. *L'Italia Forestale e Montana*, 70 (6), 417-425.
- Díaz S., Demissew S., Carabias J., Joly C., Lonsdale M., Ash N., Larigauderie A., Adhikari J. R., Arico S., Baldi A., Bartuska A., Baste I. A., Bilgin A., Brondizio E., Chan K. M., Figueroa V. E., Duraiappah A., Fischer M., Hill R., Koetz T., Leadley P., Lyver P., Mace G. M., Martin-Lopez B., Okumura M., Pacheco D., Pascual U., Pérez E. S., Reyers B., Roth E., Saito O., Scholes R. J., Sharma N., Tallis H., Thaman R., Watson R., Yahara Tetsakazu, Hamid Z. A., Akosim C., Al-Hafedh Y., Allahverdiyev R., Amankwah E., Asah S. T., Asfaw Z., Bartus G., Brooks L. A., Caillaux J., Dalle G., Darnaedi D., Driver A., Erpul G., Escobar-Eyzaguirre P., Failler P., Fouda A. M. M., Fu B., Gundimedea H., Hashimoto S., Homer F., Lavorel S., Lichtenstein G., Mala W. A., Mandivenyi W., Matczak P., Mbizvo C., Mehrdadi M., Metzger J. P., Mikissa J. B., Moller H., Mooney H. A., Mumby P., Nagendra H., Nesshover C., Oteng-Yeboah A. A., Pataki G., Roué M., Rubis J., Schultz M., Smith P., Sumaila R., Takeuchi K., Thomas S., Verma M., Yeo-Chang Y., Zlatanova D. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Dirzo R., Young H. S., Galetti M., Ceballos G., Isaac N. J., & Collen B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *science*, 345(6195), 401-406.
- Doimo I., Masiero M., Gatto P. (2020). Forest and wellbeing: Bridging medical and forest research for effective forest-based initiatives. *Forests*, 11(8), 791.
- Dong-June Y., Ji Hong K. (2011). Comparative evaluation of species diversity indices in the natural deciduous forest of Mt. Jeombong. *Forest Science and Technology*, 7 (2), 68-74.
- Dudley N., Vallauri D. (2004). Deadwood - living forests. The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity. WWF -World Wide Fund For Nature, Gland, Switzerland, 19 pp.
- Duncker P. S., Barreiro S. M., Hengeveld G. M., Lind T., Mason W. L., Ambrozy S. (2012). Classification of Forest Management Approaches: A New Conceptual Framework and Its Applicability to European Forestry. *Ecology and Society*, 17, 17 pp.
- Ecosystem Market Place, State of the forest Carbon Market (2008). Payments for Ecosystem Services: Market Profiles. Ecosystem Marketplace, 36 pp.
- Edwards D., Jay M., Jensen F. S., Lucas B., Marzano M., Montagné C., Peace A. & Weiss G. (2012). Public preferences for structural attributes of forests: Towards a pan-European perspective. *Forest Policy and Economics*, 19, 12-19.
- Emberger C., Larrieu L., Gonin P. (2013). Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Document technique. Paris. Institut pour le développement forestier, 56 pp.
- Engel S. (2016). The devil in the detail: a practical guide on designing payments for environmental services. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 9(1-2), 131-177.
- Ette S., Geburek T. (2020). Why European biodiversity reporting is not reliable. *Ambio* [In Press].
- Everard M., Kataria G. (2011). Recreational angling markets to advance the conservation of a reach of the Western Ramganga River, India. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(1).
- Eysn L., Hollaus M., Lindberg E., Berger F., Monnet J. M., Dalponte M., Kobal M., Pellegrini M., Lingua E., Mongus D., Pfeifer N. (2015). A benchmark of lidar-based single tree detection methods using heterogeneous forest data from the alpine space. *Forests*, 6, 1721-1747.
- Eyvindson K., Repo A., Mönkkönen M. (2018). Mitigating forest biodiversity and ecosystem service losses in the era of bio-based economy. *Forest Policy and Economics*, 92, 119-127.

- Felipe-Lucia M. R., Soliveres S., Penone C., Manning P., van der Plas F., Boch S., Prati D., Ammer C., Bauhus J., Schall P., Gossner M. M., Buscot F., Blaser S., Bluthgen N., de Frutos A., Ehbrecht M., Frank K., Goldmann K., Hansel F., Jung K., Kahl T., Nauss T., Oelmann Y., Pena R., Polle A., Renner S., Schloter M., Schoning I., Schrupf M., Schulze E. D., Solly E., Sorkau E., Stempfhuber B., Tschapka M., Weisser W. W., Wubet T., Fischer M., & Allan E. (2018). Multiple forest attributes underpin the supply of multiple ecosystem services. *Nature communications*, 9(1), 1-11.
- Ferroni F., Omizzolo A., Santolini R., Converio F., Bulgarini F., Clarino R., Pasini G. (2014). Modelli di Governance per PES e autofinanziamento Gestione Natura 2000. Report del progetto Making Good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), WWF Italia, CURSA, Roma, p. 114.
- Fogel R., Ogawa M., Trapp, J. M. (1973). Terrestrial decomposition: a synopsis. USIBP Coniferous Forest Biome Internal Report 135. University of Washington, Seattle.
- Forest Trends and the Ecosystem Marketplace, 2008. Payments for Ecosystem Services: Market Profiles. Forest Trends, and the Ecosystem Marketplace
- Franc A., Laroussinie O., Karjalainen T. (2001). Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management at the Forest Management Unit Level. *EFI Proceedings* n 38.
- Franklin J. F. (1993). Preserving biodiversity: species, ecosystems or landscape? *Ecological applications*, 3, 202-205.
- Gasparini P., Di Cosmo L., Pompei E. (2013). Il contenuto di carbonio nelle foreste italiane. Inventario Nazionale delle Foreste dei serbatoi forestali di carbonio INFC 2005. Metodi e risultati dell'indagine integrativa. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentare e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la pianificazione Forestale. Trento, 284 pp.
- Gaudreault C., Wigley T. B., Margni M., Verschuyt J., Vice K., Titus B. (2016). Addressing biodiversity impacts of land use in life cycle assessment of forest biomass harvesting. *WIREs Energy and Environment*, 5, 670-683.
- Geburek Th., Buchsenmeister R., Englisch M., Frank G., Hauk E., Konrad H., Liebmann S., Neumann M., Stralinger F., Steiner H. (2016). Austrian Forest Biodiversity Index. Concept and Evaluation. Austrian Research and Training Centre for Forest, Natural hazard and Landscape, Vienna. BFW – Berichte, 151, 66 pp.
- Geburek Th., Milasowszky N., Frank G., Konrad H., Schadauer K. (2010). The Austrian Forest Biodiversity Index: All in one. *Ecological Indicators*, 10 (3), 753-761.
- Ghetti P. F. (1997). Manuale di applicazione dell'Indice Biotico Esteso. Provincia Autonoma di Trento. 224 pp.
- Giergiczny M., Czajkowski M., Żylicz T., & Angelstam P. (2015). Choice experiment assessment of public preferences for forest structural attributes. *Ecological Economics*, 119, 8-23.
- Gómez-Baggethun E., De Groot R., Lomas P. L., Montes C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological economics*, 69(6), 1209-1218.
- Grabherr G., Koch G., Kirchmeir H., Reiter K. (1998). Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms, 17, 493 pp.
- Greenacre M., Primicerio R. (2013). *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Fundación BBVA, Bilbao, Spain, 337 pp.
- Grima N., Singh S. J., Smetschka B., Ringhofer L. (2016). Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services*, 17, 24-32.
- Gundersen V. S., Frivold L. H. (2008). Public preferences for forest structures: A review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(4), 241-258.
- Gundersen V., Frivold L. H. (2011). Naturally dead and downed wood in Norwegian boreal forests: public preferences and the effect of information. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(2), 110-119.
- Gundersen V., Stange E. E., Kaltenborn B. P., & Vistad O. I. (2017). Public visual preferences for dead wood in natural boreal forests: The effects of added information. *Landscape and Urban Planning*, 158, 12-24.
- Guthery F., Brennan L., Peterson M., Lusk J. (2005). Information theory in wildlife science: critique and viewpoint. *Journal of Wildlife Management*, 69, 457-465.
- Haines-Young R., Potschin M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 1, 110-139.

- Haines-Young R., Potschin M. B. (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 27 pp.
- Hansen A. J., Spies T. A., Swanson F. J., Ohmann J. L. (1991). Conserving biodiversity in managed forests. *BioScience*, 41(6), 382-392.
- Hartig T., Mang M., & Evans G. W. (1991). Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and behavior*, 23(1), 3-26.
- Hauru K., Koskinen, S., Kotze D. J., & Lehvavirta S. (2014). The effects of decaying logs on the aesthetic experience and acceptability of urban forests-implications for forest management. *Landscape and Urban Planning*, 123, 114-123.
- Hernández-Morcillo M., Plieninger T., & Bieling C. (2013). An empirical review of cultural ecosystem service indicators. *Ecological indicators*, 29, 434-444.
- Hofmann M., Westermann J. R., Kowarik I., & Van der Meer E. (2012). Perceptions of parks and urban derelict land by landscape planners and residents. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(3), 303-312.
- Holdridge L.R. (1967). *Life Zone Ecology*, Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 149 pp.
- Hui G.Y., Albert M., Von Gadow K. (1998). Das Umgebungsmaß als Parameter zur Nachbildung von Bestandesstrukturen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 117, 258-266.
- Humphrey J., Bailey S., (2012). Managing deadwood in forests and woodlands. *Forestry Commission Practice Guide*. Forestry Commission, Edinburgh, 24 pp.
- Imesch N., Stadler B., Bolliger M., Schneider O. (2015). Biodiversité en forêt: objectifs et mesures. Aide à l'exécution pour la conservation de la diversité biologique dans la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. *L'environnement pratique* 1503, 190 pp.
- Jaehne S., Dohrenbusch A. (1997). Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 116, 333-345.
- Johansson M., Gyllin, M., Witzell J., & Küller M. (2014). Does biological quality matter? Direct and reflected appraisal of biodiversity in temperate deciduous broad-leaf forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(1), 28-37.
- Johnson K. B., Jacob A., & Brown M. E. (2013). Forest cover associated with improved child health and nutrition: evidence from the Malawi Demographic and Health Survey and satellite data. *Global Health: Science and Practice*, 1(2), 237-248.
- Jonsson, B., Siitonen, J. (2012). Dead wood and sustainable forest management. In Stokland J., Siitonen J., Jonsson B. (authors), *Biodiversity in Dead Wood (Ecology, Biodiversity and Conservation, 302-337)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaplan R., & Kaplan S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. CUP Archive, 318 pp.
- Kaplan S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Keren S., Svoboda M., Janda P., Nagel T. A. (2020). Relationships between structural indices and conventional stand attributes in an old-growth forest in Southeast Europe. *Forests*, 11, 4.
- Kimmins J. (2005). *Forest ecology: A foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry (3rd ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 720 pp.
- Kosiński K., Ksit P., Winiecki A. (2006). Nest sites of Great Spotted Woodpeckers *Dendrocopos major* and Middle Spotted Woodpeckers *Dendrocopos medius* in near-natural and managed riverine forests. *Acta Ornithologica*, 41 (1), 21-32.
- Kovac M., Gasparini P., Notarangelo M., Rizzo M., Cannellas I., Fernandez-de-Una 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* 53, 125747.
- Kraus D., Büttler R., Krumm F., Lachat T., Larrieu L., Mergner U., Paillet Y., Rydkvist T., Schuck A., Winter S. (2016). *Catalogo dei microhabitat degli alberi. Elenco di riferimento da campo*. *Integrate+ Documento Tecnico*, 13, 16 pp.
- Kraus D., Krumm F. (eds) (2013). *Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. European Forest Institute. 284 pp.
- Kuuluvainen T., Penttinen A., Leinonen K., Nygren M. (1996). Statistical opportunities for comparing stand structural heterogeneity in managed and primeval forests: An example from boreal spruce forest in southern Finland. *Silva Fennica*, 30 (2-3), 315-328.
- Kuznetsova A, Brockhoff P. B., Christensen R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, 82 (13), 1-26.
- La Notte A., D'Amato D., Mäkinen H., Paracchini M. L., Liqueste C., Egoh B., Geneletti D. & Crossman N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological indicators*, 74, 392-402.

- Lachat T., Brang P., Bolliger M., Bollmann K., Brändli U., Bütler R., Herrmann S., Schneider O., Wermelinger B. (2019). Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Notice pour le praticien, 52, 12 pp.
- Larrieu L., Gonin P. (2008). L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* 6, 727-748.
- Larrieu L., Gonin P. (2012). L'indice de biodiversité potentielle (IBP): un indicateur composite pour intégrer la diversité taxonomique ordinaire dans la gestion forestière. Les indicateurs de biodiversité forestière: Synthèse des réflexions issues du programme de recherche "Biodiversité, gestion forestière et politiques publiques". *ECOFOR*, 149 pp.
- Larrieu L., Gonin P., Deconchat M. (2012). Le domaine d'application de l'Indice de biodiversité potentielle (IBP). *Revue Forestière Française*, 64 (5), 701-710.
- Lee J. Y., & Lee D. C. (2014). Cardiac and pulmonary benefits of forest walking versus city walking in elderly women: A randomised, controlled, open-label trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 6(1), 5-11.
- Lexer M. J., Brooks R. T. (2005). Decision support for multiple purpose forestry. *Forest Ecology and Management*, 207, 1-3.
- Lewandowski P., Przepióra L., Ciach M. (2021). Single dead trees matter: Small-scale canopy gaps increase the species richness, diversity and abundance of birds breeding in a temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 481, 118693.
- Li Q., Morimoto K., Nakadai A., Inagaki H., Katsumata M., Shimizu T., Hirata Y., Hirata K., Suzuki H., Miyazaki Y., Kagawa T., Koyama Y., Ohira T., Takayama N., Krensky A.M. & Kawada T. (2007). Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 20(2_suppl), 3-8.
- Liang J., Crowther T. W., Picard N., Wiser S., Zhou M., Alberti G., Schulze E. D., McGuire A. D., Bozzato F., Pretzsch H., de-Miguel S., Paquette A., Hérault B., Scherer-Lorenzen M., Barrett C. B., Glick H. B., Hengeveld G. M., Nabuurs G. J., Pfautsch S., Viana H., Vibrans A. C., Ammer C., Schall P., Verbyla D., Tchebakova N., Fischer M., Watson J. V., Chen H. Y., Lei X., Schelhaas M. J., Lu H., Gianelle D., Parfenova E. I., Salas C., Lee E., Lee B., Kim H. S., Bruelheide H., Coomes D. A., Piotta D., Sunderland T., Schmid B., Gourlet-Fleury S., Sonké B., Tavani R., Zhu J., Brandt S., Vayreda J., Kitahara F., Searle E. B., Neldner V. J., Ngugi M. R., Baraloto C., Frizzera L., Balazy R., Oleksyn J., Zawila-Niedźwiecki T., Bouriaud O., Bussoiti F., Finér L., Jaroszewicz B., Jucker T., Valladares F., Jagodzinski A. M., Peri P. L., Gonmadje C., Marthy W., O'Brien T., Martin E. H., Marshall A. R., Rovero F., Bitariho R., Niklaus P. A., Alvarez-Loayza P., Chamuya N., Valencia R., Mortier F., Wortel V., Engone-Obiang N. L., Ferreira L. V., Odeke D. E., Vasquez R. M., Lewis S. L., Reich P. B. (2016). Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354 (6309), aaf8957.
- Lingua E., Cherubini P., Motta R., Nola P. (2008). Spatial structure along an altitudinal gradient in the Italian Central Alps suggests competition and facilitation processes among coniferous species. *Journal of Vegetation Science*, 19, 425-436.
- Lingua E., Bottero A., Garbarino M., Dukic' V., Govedar Z., Nagel T.A., Motta, R. (2011). Gap phase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. *Silva Fennica*, 45 (5), 875-887.
- Lingua E., Garbarino M., Borgogno Mondino E., Motta R. (2011). Natural disturbance dynamics in an old-growth forest: from tree to landscape. *Procedia Environmental Sciences*, 7, 365-370.
- Liquete C., Cid N., Lanzanova D., Grizzetti B., & Reynaud A. (2016). Perspectives on the link between ecosystem services and biodiversity: The assessment of the nursery function. *Ecological Indicators*, 63, 249-257.
- 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, 882-894.
- Loreggian M., (coordinato da) (2010). Piano di Gestione della ZPS IT 3230077 "Foresta del Cansiglio", 485 pp.
- Lovell S.T., De Santis S., Nathan C.A., Olson M.B., Mendez V.E., Kominami H.C., Erickson D.L., Morris K.S., Morris W.B. (2010b). Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: an evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. *Agric. Syst.* 103 (5), 327-341.
- Luise R. (1990). Studio bio-ecologico sul picchio nero (*Dryocopus martius* L.) nella foresta del Cansiglio. Università degli studi di Padova. Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia Agraria. Tesi di laurea in Scienze forestali.
- Luise R., Varaschin M., Ventolini N., Zenatello M. (2013). Distribuzione ed ecologia dei Picidi nel Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi. In Gustin M., Vettorazzo E. (eds). Studi ornitologici nel Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi. *Collana Rapporti*, 9, 81-105.

- MacArthur R. H., MacArthur J. W. (1961). On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594-598.
- MacDicken K. G. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects, 91 pp.
- Mace G. M., Norris K., & Fitter A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- Maes J., Teller A., Erhard M., Liqueste C., Braat L., Berry P., Egoh B., Puydarrieux P., Fiorina C., Santos F., Paracchini ML, Keune H., Wittmer H., Hauck J., Fiala I., Verburg P.H., Condé S., Schägner J.P., San Miguel J., Estreguil C., Ostermann O., Barredo J.I., Pereira H.M., Stott A., Laporte V., Meiner A., Olah B., Royo Gelabert E., Spyropoulou R., Petersen J.E., Maguire C., Zal N., Achilleos E., Rubin A., Ledoux L., Brown C., Raes C., Jacobs S., Vandewalle M., Connor D., Bidoglio G. (2013) Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg, 58 pp.
- Magurran A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford, 256 pp.
- Maller C., Townsend M., St Leger L., Henderson-Wilson C., Pryor A., Prosser L., & Moore M. (2009, January). Healthy parks, healthy people: The health benefits of contact with nature in a park context. In *The George Wright Forum*. George Wright Society, Vol. 26, No. 2, pp. 51-83.
- Mao G. X., Lan X. G., Cao Y. B., Chen Z. M., He Z. H., Lv Y. D., Wang Y. Z., & Yan J. (2012). Effects of short-term forest bathing on human health in a broad-leaved evergreen forest in Zhejiang Province, China. *Biomedical and Environmental Sciences*, 25(3), 317-324.
- Marchetti M. (2004). *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings n 51.
- Marcot B. G., Thompson M. P., Runge M. C., Thompson F. R., McNulty S., Cleaves D., Tomosy M., Fisher L. A., Bliss A. (2012). Recent advances in applying decision science to managing national forests. *Forest Ecology and Management*, 285, 123–132.
- Marselle M. R., Stadler J., Korn H., Irvine K. N., & Bonn A. (2019). *Biodiversity and health in the face of climate change* Springer. Nature, 481 pp.
- Martens D., Gutscher H., & Bauer N. (2011). Walking in “wild” and “tended” urban forests: The impact on psychological well-being. *Journal of environmental psychology*, 31(1), 36-44.
- Martin K., Eadie J. M. (1999). Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*, 115, 243-257.
- Marzano R., Lingua E., Garbarino M. (2012). Post-fire effects and short-term regeneration dynamics following high-severity crown fires in a Mediterranean forest. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 5 (3), 93-100.
- Masiero M., Pettenella D., Boscolo M., Kanti Barua S., Animon I., & Matta R. (2019). *Valuing forest ecosystem services: a training manual for planners and project developers*, 199 pp.
- McDonough K., Hutchinson S., Moore T., & Hutchinson J. S. (2017). Analysis of publication trends in ecosystem services research. *Ecosystem Services*, 25, 82-88.
- McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J. (2005). Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management*, 218, 1-24.
- Meinzen-Dick R. S., Di Gregorio M. (2004). *Collective action and property rights for sustainable development*. 2020 Vision Focus 11. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Menegon M., Pedrini P. (2005). *Biodiversità, la varietà della vita*. I quaderni di biodiversità, n. 1, Provincia Autonoma di Trento, Museo Tridentino di Scienze Naturali, 44 pp.
- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2010). *La Strategia Nazionale per la Biodiversità*, 204 pp.
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. (2011). *Guida ai Marchi Collettivi per chi opera nella vendita diretta*. Smea, 48 pp.
- Miura S., Amacher M., Hofer T., San-Miguel-Ayanz J., & Thackway R. (2015). Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 352, 35-46.
- Mori A. S., Lertzman K. P., Gustafsson L. (2017). Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology. *Journal of Applied Ecology*, 54, 12–27.
- Motta R., Berretti R., Garbarino M., Lingua E., Meloni F., Castagneti D. (2006). *Studio sull’istituzione di una rete permanente di aree fisse di ricerca nell’ambito di foreste regionali della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia*. Dipartimento di agronomia, selvicoltura e gestione del territorio, Università degli Studi di Torino.

- Motta R., Garbarino M., Berretti R., Bjelanovic I., Borgogno Mondino E., Čurović M., Keren S., Meloni F., Nosenzo A. (2015). Structure, spatio-temporal dynamics and disturbance regime of the mixed beech–silver fir–Norway spruce old-growth forest of Biogradska Gora (Montenegro), *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 149(6), 966-975.
- Muratet Audrey, et al. "Perception and knowledge of plant diversity among urban park users." *Landscape and Urban Planning* 137 (2015): 95-106.
- Nahuelhual L., Ochoa F. B., Rojas F., Díaz G. I., & Carmona A. (2016). Mapping social values of ecosystem services: What is behind the map?. *Ecology and Society*, 21(3).
- Nanz P. et Fritsche M. (a cura di) Mengozzi., Mengozzi. and Passarelli G. (2013) *La partecipazione dei cittadini: un manuale. Metodi partecipativi: protagonisti, opportunità e limiti.* Ed. italiana a cura dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna, 198 pp.
- Nelson N., & Wright S. (1995). *Power and participatory development: Theory and practice.* ITDG Publishing.
- Neumann M., Starlinger F. (2001). The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*, 145 (1-2), 91-106
- Nichiforel L., Keary K., Deuffic P., Weiss G., Thorsen B. J., Winkel G., Avdibegović M., Dobšinská Z., Feliciano D., Gatto P., Mifsud E. G., Hoogstra-Klein M., Hrib M., Hujala T., Jager L., Jarský V., Jodłowski K., Lawrence A., Lukmine D., Pezdevšek Malovrh Š., Nedeljković J., Nonić D., Krajter Ostoić S., Pukall K., Rondeux J., Samara T., Sarvašová Z., Scriban R. E., Šilingienė R., Sinko M., Stojanovska M., Stojanovski V., Stoyanov N., Teder M., Vennesland B., Vilkriste L., Wilhelmsen E., Wilkes-Allemann J., Bouriaud L. (2018). How private are Europe's private forests? A comparative property rights analysis. *Land Use Policy*, 76, 535-552.
- Noss R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- Odasso M., Miori M., Gandolfo C. (2018). I tipi forestali del Trentino: descrizione e aspetti dinamici Provincia autonoma di Trento, Servizio foreste e fauna, 138 pp.
- Pagiola S., Arcenas A., & Platais G. (2005). Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World development*, 33(2), 237-253.
- Palmieri M. (a cura di) "Applicazione del modello dimostrativo di valutazione qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nel Parco Interregionale del Sasso Simone e Simoncello (LIFE+11 ENV/IT/000168) - Report dell'Azione B 9" con contributi di: M. Palmieri, A. Marucci, R. Guadagno, D. Marino, S. Picchi, N.M. Gusmerotti, F. Ferroni, U. Schirpke, G. Soriani, P. Gaglioppa, A. Forconi, D. Pellegrino, E. Morri, R. Santolini, A. Borghini - CURSA, Roma, 68 pp.
- Pelyukh O., Paletto A., & Zahvoyska L. (2019). People's attitudes towards deadwood in forest: evidence from the Ukrainian Carpathians. *Journal of Forest Science*, 65(5), 171-182.
- Peres-Neto P. R., Legendre P., Dray S., Borcard D. (2006). Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 87, 2614-2625.
- Peschardt K. K., Stigsdotter U. K., & Schipperrijn J. (2016). Identifying features of pocket parks that may be related to health promoting use. *Landscape Research*, 41(1), 79-94.
- Pignatti S. (2005). *Biodiversità e aree naturali protette*, Ed. ETS, Pisa.
- Pohjanmies T., Eyvindson K., Triviño M., Mönkkönen M. (2017). More is more? Forest management allocation at different spatial scales to mitigate conflicts between ecosystem services. *Landscape Ecology*, 32, 2337-2349.
- Pöldveer E., Laarmann D., Paluots T., Kangur A., Kiviste A., Korjus H. (2020). Dataset on stand structural indices and forest ecosystem naturalness in hemiboreal forests. *Data in Brief*, 29, 105387.
- Pommerening, A. (2002). Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*, 75 (3), 305–324.
- Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dauber E. (2015). Long-term stand dynamics of managed spruce-fir-beech mountain forests in Central Europe: Structure, productivity and regeneration success. *Forestry*, 88 (4), 407-428.
- Pretzsch H., Forrester D. I., Bausch J. (eds), 2017. *Mixed-species forests, ecology and management.* Springer, Berlin, 653 pp.
- Primer A. (2008). *Payments for ecosystem services.* 74 pp.
- Prosser F., Bertolli A. (2015). *Atlante di 50 specie esotiche del Trentino.* LIFE+T.E.N - Azione C18, 112 pp.
- Qiu L., Lindberg S., & Nielsen A. B. (2013). Is biodiversity attractive?—On-site perception of recreational and biodiversity values in urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 119, 136-146.

- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rathmann, J., Sacher, P., Volkmann, N., & Mayer, M. (2020). Using the visitor-employed photography method to analyse deadwood perceptions of forest visitors: a case study from Bavarian Forest National Park, Germany. *European Journal of Forest Research*, 1-12.
- Rawlins M. A., & Westby L. (2013). Community participation in payment for ecosystem services design and implementation: An example from Trinidad. *Ecosystem Services*, 6, 117-121.
- Raymond C. M., Bryan B. A., MacDonald D. H., Cast A., Strathearn S., Grandgirard A., & Kalivas T. (2009). Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological economics*, 68(5), 1301-1315.
- Reed M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological conservation*, 141(10), 2417-2431.
- Reed M. S., Graves A., Dandy N., Posthumus H., Hubacek K., Morris, J., Prell C., Quinn C. H., Stringer L. C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of environmental management*, 90 (5), 1933-1949.
- Regan C. L., Horn S. A. (2005). To nature or not to nature: associations between environmental preferences, mood states and demographic factors. *Journal of Environmental Psychology*, 25 (1), 57-66.
- Rennit P., Maikov K. (2015). Perceived restoration scale method turned into (used as the) evaluation tool for parks and open green spaces, using Tartu city parks as an example. *City, Territory and Architecture*, 2 (1), 6.
- Rodríguez-Robayo K. J., Merino-Perez L. (2017). Contextualizing context in the analysis of payment for ecosystem services. *Ecosystem services*, 23, 259-267.
- Rondinini C., Battistoni A., Peronace V., Teofili C. (2013). Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma. 56 pp.
- Rouvinen S., Kuuluvainen T. (2005). Tree diameter distributions in natural and managed old *Pinus sylvestris*-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 208 (1), 45-61
- Sakamoto Y., Ishiguro M., Kitagawa G. (1986). Akaike Information Criterion Statistics. D. Reidel Publishing Company, 316 pp.
- Sambugaro M., Colpi C., Lingua E., Marzano R., Pellegrini M., Pirotti F. (2013). Utilizzo del telerilevamento per l'analisi della biodiversità strutturale: il caso studio della Riserva Forestale di Clöise (Asiago, VI). Atti XVII Conferenza Nazionale ASITA, Riva del Garda 5-7 novembre 2013.
- Sandifer P. A., Sutton-Grier A. E., Ward B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem services*, 12, 1-15.
- Sartori G., Lasen C., Viola F., Sitzia T., Causin L., Savio D. (2017). Boschi vetusti e riserve forestali nel veneto patrimoni di biodiversità. *Veneto Tendenze, Quaderno di documentazione del Consiglio Regionale del Veneto*, 77 pp.
- Sattler C., Matzdorf B. (2013). PES in a nutshell: From definitions and origins to PES in practice - Approaches, design process and innovative aspects. *Ecosystem services*, 6, 2-11.
- Schall P., Schulze E. D., Fischer M., Ayasse M., Ammer, C. (2018). Relations between forest management, stand structure and productivity across different types of Central European forests. *Basic and Applied Ecology*, 32, 39-52.
- Schlager E., Ostrom E. (1992). Property-rights regimes and natural resources: a conceptual analysis. *Land economics*, Vol. 68, No. 3, 249-262.
- Schliemann S. A., Bockheim J. G. (2011). Methods for studying treefall gaps: A review. *Forest Ecology and Management*, 261, 1143-1151.
- Schmeer K. (1999). Stakeholder Analysis Guidelines. Policy toolkit for strengthening health sector reform, 1. 48 pp.
- Schmidt I., Zerbe S., Betzin J., Weckesser M. (2006). An approach to the identification of indicators for forest biodiversity - The Solling mountains (NW Germany) as an example. *Restoration Ecology*, 14, 123-136.
- Schröter B., Hauck J., Hackenberg I., Matzdorf B. (2018). Bringing transparency into the process: Social network analysis as a tool to support the participatory design and implementation process of Payments for Ecosystem Services. *Ecosystem services*, 34, 206-217.
- Scopelliti M., Giuliani M. V. (2004). Choosing restorative environments across the lifespan: a matter of place experience. *Journal of Environmental Psychology* 24, 423-437.
- Secco L., Pasutto I. (2013). Schemi di Pagamento per Servizi Ambientali nelle aree protette della Regio-

- ne Veneto. Una metodologia per l'individuazione e la valutazione dei servizi ambientali, del capitale sociale e dei possibili assetti organizzativi e contrattuali in ambito locale. Dipartimento TESAF – Università di Padova / Sezione Parchi Biodiversità Programmazione Silvopastorale e Tutela dei Consumatori – Regione del Veneto, Mestre (VE), 154 pp.
- Shannon C.E., Weaver W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 131 pp.
- Similä M., Junninen K. (eds) (2012). *Ecological restoration and management in boreal forests – best practices from Finland*. Metsähallitus Natural Heritage Services, Helsinki, 50 pp.
- Sitzia T., Trentanovi G., Dainese M., Gobbo G., Lingua E., Sommacal M. (2012). Stand structure and plant species diversity in managed and abandoned silver fir mature woodlands. *Forest Ecology and Management*, 270, 232-238.
- Šmilauer P., Lepš J. (2014). *Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco 5: Second Edition*. Cambridge University Press, 374 pp.
- Solari Verio (2012). *Piano di Gestione Forestale, Comune di Ampezzo, validità 2013-2024*. 274 pp.
- Sonntag-Öström E., Nordin M., Slunga Järholm L., Lundell Y., Brännström R., Dolling A. (2011). Can the boreal forest be used for rehabilitation and recovery from stress-related exhaustion? A pilot study. *Scandinavian journal of forest research*, 26 (3), 245-256.
- Sonntag-Öström E., Nordin M., Lundell Y., Dolling, A., Wiklund U., Karlsson M., Carlberg B., Järholm L. S. (2014). Restorative effects of visits to urban and forest environments in patients with exhaustion disorder. *Urban forestry & urban greening*, 13 (2), 344-354.
- Southon G. E., Jorgensen A., Dunnett N., Hoyle H., Evans K. L. (2017). Biodiverse perennial meadows have aesthetic value and increase residents' perceptions of site quality in urban green-space. *Landscape and Urban Planning*, 158, 105-118.
- Stigsdotter U. K., Corazon S. S., Sidenius U., Refshauge A. D., Grahn P. (2017). Forest design for mental health promotion - Using perceived sensory dimensions to elicit restorative responses. *Landscape and Urban Planning*, 160, 1-15.
- TEEB (2010) *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*, 35 pp.
- Ter Braak C. J. F., Šmilauer P. (2012). *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 496 pp.
- Ter Braak C., Prentice I. C. (2008). *A Theory of Gradient Analysis*. *Advances in Ecological Research*, Volume 18, 1988, Pages 271-317
- Tews J., Brose U., Grimm V., Tielbörger K., Wichmann M. C., Schwager M., Jeltsch F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31 (1), 79-92.
- Thompson I. D., Okabe K., Tylianakis J. M., Kumar P., Brouckerhoff E. G. (2011). *Forest Biodiversity and the Delivery of Ecosystem Goods and Services: Translating Science into Policy*. *BioScience*, 61, 972-981.
- Thorn S., Seibold S., Leverkus A.B., Michler T., Müller J., Noss R.F., Stork N., Vogel S., Lindenmayer D.B. (2020). The living dead: acknowledging life after tree death to stop forest degradation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18, 505-512.
- Tietenberg T. H., Lewis L. (2018). *Environmental and natural resource economics*. Routledge, 545 pp.
- Toraño Caicoya A., Biber P., Poschenrieder W., Schwaiger F., Pretzsch H. (2018). Forestry projections for species diversity-oriented management: an example from Central Europe. *Ecological Processes*, 7, 1-18.
- Ulrich R. S., Simons R. F., Losito B. D., Fiorito E., Miles M. A., Zelson M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11 (3), 201-230.
- Vallecillo S., Polce C., Barbosa A., Castillo C. P., Vandecasteele I., Rusch G. M., Maes J. (2018). Spatial alternatives for Green Infrastructure planning across the EU: An ecosystem service perspective. *Landscape and Urban Planning*, 174, 41-54.
- Van Der Plas F., Manning P., Allan E., Scherer-Lorenzen M., Verheyen K., Wirth C., Barbaro L. (2016). Jack-of-all-trades effects drive biodiversity-ecosystem multifunctionality relationships in European forests. *Nature communications*, 7 (1), 1-11.
- Van Wagner C. E. (1968). The line transect method of fuel sampling, *Forest Science*, 14, 20-26.
- Vanclay F. M. (2001). *Review of Participation: the New Tyranny? Impact Assessment and Project Appraisal*, 19 (4), 326-328.
- Vaz A. S., Kueffer C., Kull C. A., Richardson D. M., Vicente J. R., Kühn I., Honrado J. P. (2017). Integrating ecosystem services and disservices: insights from plant invasions. *Ecosystem Services*, 23, 94-107.

- Von Gadow K., Hui G. Y. (2001). Characterizing forest spatial structure and diversity. Sustainable Forestry in Temperate Regions, Proceeding of an international workshop organized at the University of Lund, Sweden, 20-30.
- Von Gadow K., Zhang C., Wehenkel C., Pommerening A., Corral-Rivas, J. J., Korol M., Myklush S. Hui G., Kiviste, A., Zhao X. (2012). Forest Structure and Diversity. In: Pukkala T., Von Gadow K. (eds). Continuous Cover Forestry. Managing Forest Ecosystems, 23, 29-83.
- Wesołowski T., Tomiałojć L. (1986). The breeding ecology of woodpeckers in a temperate primeval forest - preliminary data. Acta Ornithologica, 22, 1-21.
- White M., Smith A., Humphryes K., Pahl S., Snelling D., Depledge M. (2010). Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. Journal of Environmental Psychology, 30 (4), 482-493.
- Whiting L., Butcher M., Chaffe R., Henderson K., MacLennan F. (2005). Effective Engagement: building relationships with community and other stakeholders, Book 1: an introduction to engagement. The Community Engagement Network Resource and Regional Services Division, Victorian Government, Department of Sustainability and Environment, Melbourne (AUS), 35 pp.
- Wunder S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolts. No. CIFOR Occasional Paper, 42, 24 pp.
- Wunder, S. (2006). Are direct payments for environmental services spelling doom for sustainable forest management in the tropics?. Ecology and society, 11(2).
- Wunder S., Engel S., Pagiola S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. Ecological economics, 65 (4), 834-852.
- Wunder S. (2015). Revisiting the concept of payments for environmental services. Ecological Economics, 117, 234-243.
- Yaffee S. L., Wondolleck J. M. (2010). Collaborative ecosystem planning processes in the United States: Evolution and challenges. Environments: a journal of interdisciplinary studies, 31 (2).
- Yeager V. A., Zhang Y., Diana M. L. (2015). Analyzing determinants of hospitals' accountable care organizations participation: A resource dependency theory perspective. Medical Care Research and Review, 72 (6), 687-706.
- Yin R. K. (2003). Designing case studies. Qualitative Research Methods, 359-386.
- Zander K. K., Straton A. (2010). An economic assessment of the value of tropical river ecosystem services: Heterogeneous preferences among Aboriginal and non-Aboriginal Australians. Ecological Economics, 69 (12), 2417-2426.
- Zanrosso C., Grigolato S., Lingua E., Pirotti F. (2019). Innovazione e gestione forestale, anche a seguito di Vaia. Sherwood, 243, 29-32.
- Zanrosso C., Lingua E., Marchi N. (2019). L'influenza del bosco sulla mitigazione dei fenomeni valanghivi - Uno studio nelle Alpi Venete. Sherwood, 239, 21-23.
- Zapponi L., Mazza G., Farina A., Roversi P.F., Sabbatini Peverieri G., Mason F. (2016). Censimento degli alberi monumentali: guida al rilievo del valore ecologico, Corpo Forestale dello Stato, CREA, 36 pp.
- Zapponi L., Mazza G., Farina A., Roversi P. F., Sabbatini Peverieri G., Mason F. (2017). Gli alberi monumentali per la conservazione della biodiversità - Il rilievo del criterio ecologico. Sherwood, 229.
- Zenatello M. (1990). Il Picchio rosso maggiore (*Picoides major* (L.)) nelle biocenosi forestali del Cansiglio (Prealpi Venete). Università degli studi di Padova. Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia agraria. Tesi di laurea in Scienze Forestali.
- Zerunian S. (2004). Pesci delle acque interne d'Italia. INFS, Quaderni di conservazione della natura, N°20.
- Zerunian S. (2010). Condannati all'estinzione. Edagricole, 220 pp.

23 | SITOGRAFIA

BIOΔ4

<https://biodelta4.eu/it/>

Biorgest

<http://lifebiorgest.eu/fr/index/>

Comune di Ampezzo (UD)

<http://www.ampezzo.org/paese/territorio/gestione-proprietà-boscata-comunale>

EU strategy 2020

<https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure%20final%20lowres.pdf>

EU strategy 2030

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_it

Environmental Protection Agency

<https://www.epa.gov/water-pollution-control-section-106-grants/elements-state-water-monitoring-and-assessment-program>

ETIFOR

<https://www.etifor.com/it/portfolio/ecopay-connect-investire-natura/>

Forêt privée française

<https://www.foretpriveefrancaise.com/n/ibp-indice-de-biodiversite-potentielle/n:782>

Future For Coppices

<https://www.futureforcoppices.eu/it/>

Go Pro For

<https://www.lifegoprofor.eu/it/>

Legno Servizi

<https://www.legnoservizi.it/la-biodiversita-della-foresta-di-ampezzo/>

Life Making Good Natura

<http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu/IT/home/Pages/default.aspx>

Ministero dell'Ambiente

<https://www.minambiente.it/>

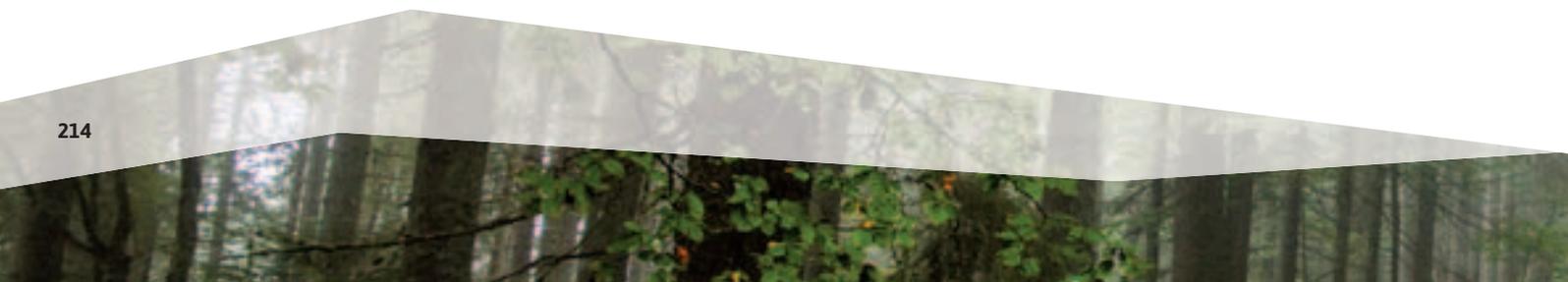
<https://www.minambiente.it/pagina/capitale-naturale-e-servizi-ecosistemici>

Pedaggio Tre Cime di Lavaredo – Alto Adige

<https://www.alto-adige.com/informazioni-utili/strada-a-pedaggio-tre-cime>

SEBI 2010 - Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators

https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/sebi_full.pdf



Sosta in Val Visdende

<http://www.valvisdende.it/wp-content/uploads/2015/07/Tariffe-Sosta-2015-Val-visdende.jpg>

Strategia Europea della Biodiversità

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_it

Veneto Agricoltura – Foresta del Cansiglio

<http://www.venetoagricoltura.org/2006/08/uncategorized/foresta-demaniale-regionale-del-cansiglio/>

Veneto Agricoltura - Foreste e riserve

<https://www.venetoagricoltura.org/2006/08/uncategorized/foreste-e-riserve/>

WaldWissen

www.waldwissen.org

https://www.waldwissen.net/wald/index_IT

https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/index_IT

https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/wsl_totholz_merkblatt/index_IT

https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/monitoring/wsl_indikatoren_artenvielfalt/index_EN

WSL

www.wsl.ch

www.boismort.ch

ALLEGATO

Le successive tabelle rappresentano i risultati ottenuti eseguendo la regressione lineare multipla per ogni scenario, legato a sua volta ad uno specifico indicatore per lo studio svolto in Cansiglio. Gli asterischi indicano la significatività del risultato di p value, indicando una potenziale correlazione: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabella 1: legenda della codificazione delle variabili.

Variabile indipendente	Codice
Genere	Maschio = 0, Femmina = 1
Istruzione	No_laurea = 0 Laurea = 1
Ambito di laurea	No_Forestale/ambientale = 0 Forestale/ambientale = 1
Impiego	No_Forestale/ambientale = 0 Forestale/ambientale = 1
Accompagnamento	famiglia = 1 amici = 2 associazioni/gruppi = 3 da solo = 4 altro = 5
Frequenza (delle visite in bosco)	Quasi mai = 1 Una volta al mese = 2 due volte al mese = 3 una volta a settimana = 4 diverse volte a settimana = 5
Durata (delle visite in bosco)	Meno di un'ora = 1 da 1 a 2 ore = 2 da 2 a 4 ore = 3 più di 5 ore = 4
Attività	Osservare/contemplare = 1 Parlare/incontrarsi = 2 Camminare = 3 Attività fisica = 4 Altro = 5

Tabella 2: scenario 1: faggeta con abbondante necromassa a terra in forma di ramaglie.

Scenario	Pvalue	R ² adj
1	0.0203	0.3607
Variabile	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.90479	
Istruzione (1)	0.21398	
Genere (1)	0.53653	
Ambito di laurea (1)	0.00167 **	
Frequenza (2,3,4,5)	0.13964, 0.41157, 0.07951, 0.29102	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.05303, 0.55031, 0.78402, 0.46256	
Impiego (1)	0.21588	
Attività (3,4,5)	0.23966, 0.93660, 0.30561, 0.62532	
Durata		

Tabella 3: scenario 2: faggeta con scarsa necromassa a terra in forma di ramaglie.

Scenario	Pvalue	R ² adj
2	0.02068	0.3594
Variabile	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.526522	
Istruzione (1)	0.502266	
Genere (1)	0.224324	
Ambito di laurea (1)	0.004032 **	
Frequenza (2,3,4,5)	0.201874, 0.862461, 0.016905*, 0.174123	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.149211, 0.810625, 0.858338, 0.758213	
Impiego (1)	0.052820	
Attività (3,4,5)	0.121403, 0.648800, 0.062351,	
Durata	0.843001	

Tabella 4: scenario 3: pecceta molto densa.

Scenario	Pvalue	R ² adj
3	0.3065	0.08483
Variabile	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.5723	
Istruzione (1)	0.2031	
Genere (1)	0.7859	
Ambito di laurea (1)	0.2074	
Frequenza (2,3,4,5)	0.8595, 0.0297 *, 0.7633, 0.6511	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.9298, 0.9164, 0.6863, 0.8434	
Impiego (1)	0.5403	
Attività (3,4,5)	0.7981, 0.9010, 0.5848	
Durata	0.0945	

Tabella 5: scenario 4: pecceta poco densa.

Scenario	Pvalue	R ² adj
4	0.3073	0.08438
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.6722	
Istruzione (1)	0.2549	
Genere (1)	0.9481	
Ambito di laurea (1)	0.2134	
Frequenza (2,3,4,5)	0.5622, 0.3245, 0.3993, 0.5553	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.7148, 0.4483, 0.7046, 0.6295	
Impiego (1)	0.3273	
Attività (3,4,5)	0.2140, 0.6319, 0.5173	
Durata	0.1133	

Tabella 6: scenario 5: foresta mista di faggio e abete bianco con poca necromassa a terra.

Scenario	Pvalue	R ² adj
5	0.315	0.08048
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.2538	
Istruzione (1)	0.9938	
Genere (1)	0.4345	
Ambito di laurea (1)	0.6720	
Frequenza (2,3,4,5)	0.8697, 0.6940, 0.4343, 0.5689	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.6674, 0.8571, 0.7062, 0.7551	
Impiego (1)	0.0421 *	
Attività (3,4,5)	0.1258, 0.5681, 0.1582	
Durata	0.4064	

Tabella 7: scenario 6: lama d'acqua in un pascolo.

Scenario	Pvalue	R ² adj
6	0.832	-0.1679
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.4421	
Istruzione (1)	0.6262	
Genere (1)	0.5991	
Ambito di laurea (1)	0.7005	
Frequenza (2,3,4,5)	0.7325, 0.7665, 0.8901, 0.9052	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.1799, 0.5083, 0.1633, 0.4127	
Impiego (1)	0.9847	
Attività (3,4,5)	0.8875, 0.2380, 0.8167	
Durata	0.4919	

Tabella 8: scenario 7: pecceta con grande quantità di necromassa a terra.

Scenario	Pvalue	R ² adj
7	0.02691	0.34
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.387640	
Istruzione (1)	0.234687	
Genere (1)	0.860244	
Ambito di laurea (1)	0.002834 **	
Frequenza (2,3,4,5)	0.160307, 0.116649, 0.176633, 0.353702	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.029129 *, 0.188695, 0.320414, 0.159890	
Impiego (1)	0.305314	
Attività (3,4,5)	0.015387 *, 0.181412, 0.166226,	
Durata	0.998148	

Tabella 9: scenario 8: pecceta con scarsa quantità di necromassa.

Scenario	Pvalue	R ² adj
8	0.1725	0.1642
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.6954	
Istruzione (1)	0.4512	
Genere (1)	0.6838	
Ambito di laurea (1)	0.2879	
Frequenza (2,3,4,5)	0.3568, 0.2013, 0.1436, 0.5017	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.9330, 0.1069, 0.9719, 0.9211	
Impiego (1)	0.1530	
Attività (3,4,5)	0.8656, 0.9039, 0.3206	
Durata	0.1739	

Tabella 10: scenario 9: faggeta ad alta densità.

Scenario	Pvalue	R ² adj
9	0.05537	0.2813
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.8596	
Istruzione (1)	0.3187	
Genere (1)	0.8558	
Ambito di laurea (1)	0.0454 *	
Frequenza (2,3,4,5)	0.1518, 0.4507, 0.2562, 0.2119	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.7064, 0.9251, 0.4668, 0.7763	
Impiego (1)	0.3789	
Attività (3,4,5)	0.2788, 0.8681, 0.2312	
Durata	0.3636	

Tabella 11: scenario 10: faggeta a bassa densità.

Scenario	Pvalue	R ² adj
10	0.01791	0.3696
Variabile indipendente	Pr (Pvalue della variabile)	
Età	0.19154	
Istruzione (1)	0.16222	
Genere (1)	0.88839	
Ambito di laurea (1)	0.12173	
Frequenza (2,3,4,5)	0.75238, 0.16135, 0.52038, 0.76065	
Accompagnamento (2,3,4,5)	0.69275, 0.75680, 0.44282, 0.82553	
Impiego (1)	0.00486 **	
Attività (3,4,5)	0.36112, 0.28540, 0.04627 *	
Durata	0.19165	

ABSTRACT - ENGLISH VERSION

The BIO Δ4 project

The importance of forest ecosystems in cross-border areas is widely recognised, as these rich and diversified ecological units ensure the preservation of a large part of the biodiversity of the Alpine region.

Biodiversity is a fundamental component or, better said, an attribute for the maintenance of the ecosystem functions and processes, i.e. 'Ecosystem Services', which ultimately benefit the local community. The conservation of biodiversity as an attribute may become difficult given the overexploitation of resources, climate change and inadequate land management. Sustainable forest-resource management – where a balance is found between the production of goods and services and the maintenance of high levels of biodiversity – is the objective that Europe and, mainly, Italy and Austria are targeting through cross-border cooperation. In 2020, which was declared the Year of the Environment and Biodiversity by the Italian Ministry of the Environment, new concrete and achievable targets should be set for the next deadline of the EU Biodiversity Strategy 2030, assuming that biodiversity knows no national borders.

The BIOΔ4 project "*Innovative tools for valorization of biodiversity in cross-border forest*" was funded under the European Territorial Cooperation Programme Interreg V-A Italy-Austria 2014-2020. In line with the EU Forestry Strategy for 2020 and in view of the 2050 targets, the project enhances the biodiversity of cross-border forest ecosystems with new tools contributing to the mitigation of the loss of plant and animal diversity and promoting active and sustainable forest management.

The project involved partners with complementary expertise in the fields of forest research and land management, who collaborated in the definition and testing of innovative methods for the assessment of biodiversity in managed forest ecosystems through the use of synthetic biotic indices. The working group includes the *Agenzia Veneta per l'Innovazione nel Settore Primario* (Veneto Agency for Innovation in the Primary Sector) and the *Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali* (TESAF) of the University of Padua for Italy and the *Landwirtschaftskammer Tirol* (Tyrol Chamber of Agriculture) for Austria.

The project activities were carried out in three pilot areas: the Cansiglio forest in Veneto, the forests of the

municipality of Ampezzo in Friuli Venezia Giulia and the forests of Tyrol in Austria.

The BIOΔ4 project involved the definition of a prototype scheme for the assessment and certification of biodiversity, as well as the introduction of a 'Payments for Ecosystem Services' (PES) model for forests, in an attempt to contribute to the enhancement of biodiversity in cross-border forests and improve their sustainable management.

Assessment of the biodiversity of forest ecosystems

As in all European research projects, the BIOΔ4 project has been structured in a number of Work Packages (WP) differentiated by activity. 5 WPs were identified, three focused on support (preparation, management and communication) and two centred on the operational level (WP3 and WP4). WP3 "*Biodiversity assessment of forest ecosystems*" has played a strategic role for the achievement of the ambitious project results and served as a stepping stone for the next WP. In particular, WP3 has consisted in defining the state of the art of biodiversity in the three pilot areas through the consultation of scientific literature, thematic maps and forest management plans. These preliminary operations were instrumental in the correct understanding and interpretation of the baseline situation, on which analyses and testing activities were subsequently carried out. Three valuable forest stands for their plant and animal diversity were identified in the Cansiglio Forest and the forests of the Ampezzo municipality, with the presence of silver fir (*Abies alba* Mill.), spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and beech (*Fagus sylvatica* L.). On these stands, analyses of biological and structural forest parameters were conducted.

In addition, a smart, innovative, fast, effective and reliable assessment methodology was introduced and further fine-tuned for the assessment of forest ecosystem biodiversity based on synthetic indexes, which went well beyond the approach of internationally recognised standards of sustainable forest management such as PEFC™ and FSCR. The proposed methodology serves to quantify the level of biodiversity of a forest parcel that may be an added value for the forest as a whole (and therefore also for the relevant total allowable cut) and whose potential has so far been neglected, at least as a direct indicator.

After analysing the results and defining the sampling method, a prototype scheme for the certification of forest biodiversity will be defined. The scheme will be based on the evaluation methods developed and rely on mandatory protocols of intervention for the maintenance of certification over time, for example proposing suitable silvicultural interventions for improvements in forest management and biodiversity while preserving the fundamental ecosystem services.

The project has promoted the consideration of biodiversity as a strategic tool for enhancing the territory and economy within the local forest-wood and tourism supply chains, thus creating an added value for both wood production and the ecosystem services of cross-border forests certified for biodiversity. A further purpose was strengthening the identity and uniqueness of the cooperation area.

Study and Development of PES Mechanisms for Forest Biodiversity

WP4 “*Study and development of PES mechanisms for forest biodiversity*” was developed in parallel with WP3 for the purpose of studying, designing and testing tools to enhance biodiversity using the same methodology developed in the previous package. The tool chosen to achieve this purpose was PES, i.e. a market mechanism involving a transaction between individuals or groups which consists in the provision of an ecosystem service. The ultimate purpose of this transaction is to improve the condition and delivery of that service within the ecosystem providing it. In the overall project, ‘wood products supply’ and ‘culture’ were the two overarching categories of the ecosystems services on which the design of PES mechanisms was based.

In the first phase of WP4 a detailed analysis of stakeholders for the two identified categories of ecosystem services considered was carried out in the two Italian pilot areas.

After their identification, potential stakeholders were involved in a participatory process aimed at highlighting priorities for developing the two categories of ecosystem services under consideration. The identified priorities were the production of wood biomass, forest as a place of well-being, the educational value of the forest, and the observation of wild fauna.

After this participatory study phase, an attempt was made at highlighting the problems related to the development of PES mechanisms in order to propose solutions.

In addition to the testing of some of these solutions, WP4 focused on identifying critical issues in the development of actions and initiatives related to ecosystem services and proposing appropriate solutions on how to create PES mechanisms for biodiversity enhance-

ment, to be submitted to policy makers, technicians, managers, forest owners and other land operators.

Conclusions

This volume reports the main results of the BIOΔ4 project in order to illustrate the course of action carried out, starting from the targets to the results and indications for a correct evaluation of forest biodiversity, its desirable increase, possible certification and subsequent promotion within the managed forests. The project was not intended to provide yet another set of indicators to assess the biodiversity of a forest ecosystem, but rather to create a tool to support sustainable forest management in order to enhance the biodiversity component behind the assessment of the total allowable cut and ecosystem services.

Certifying to the end consumer that raw material coming from a forest managed according to methods maintaining a high level of biodiversity was used to produce a wooden product is certainly an important challenge that we, as foresters, have to face. In order to protect and increase biodiversity in forest ecosystems, protecting certain areas of the local territory (parks, reserves, etc.) is no longer sufficient. Virtuous systems for ordinary management need to be introduced.

In some cases, the option of increasing certain biodiversity elements through active forest management with silvicultural interventions (clearings, dead wood, etc.) should be considered to accelerate the recovery of sufficient levels of biodiversity even in markedly anthropogenic stands. All these interventions obviously have a cost, in terms of time, increase in expenses and potential reduction in revenues. Quantifying the monetary value of biodiversity and of all ecosystem services not directly producing a tangible good is complex. The coverage of this cost surplus, or revenue reduction, should be recognised to the forest owners, if they decide to manage their forests in a sustainable way and to support biodiversity (e.g. PES).

There are various opportunities linked to the enhancement of biodiversity, as has been demonstrated in our paper, but it is up to forest managers and owners, as well as local actors, to take action to seize them and place them in the context of the management of forest functions.

The success of this exercise can be assessed in the near future. Only at a later date will it be possible to translate this project into a planning mechanism, a management plan for a forest area, a sustainable forest management certification standard or an agreement for the payment of ecosystem services. In an effort to do so, it is to be hoped for that, by the next biodiversity protection deadline of 2030, forest management in the Alpine region will have positively contributed to the achievement of the biodiversity targets.



APPROFONDIMENTI

Sul sito del progetto www.biodelta4.eu sono disponibili nella sezione "download" tutte le relazioni e tutte le pubblicazioni di progetto, oltre a materiali video sulle diverse iniziative realizzate.

Analoga documentazione è disponibile sul sito www.venetoagricoltura.org.



VENETO AGRICOLTURA
Viale dell'Università 14 - 35020 Legnaro, PD
Tel. 049 8293711
info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org



TESAF
(Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali)
Università degli Studi di Padova
Viale dell'Università 16 - 35020 Legnaro, PD
Tel. 049 8272690
www.tesaf.unipd.it/



Camera d'agricoltura del Tirolo
via Brixner Straße 1 - 6020 Innsbruck, Austria
www.tirol.lko.at





 www.biodelta4.eu

 www.facebook.com/biodelta4/

 <http://bit.ly/YTbioD4>

 www.instagram.com/biodelta4/

BioΔ4 - "Nuovi strumenti per la valorizzazione della biodiversità degli ecosistemi forestali transfrontalieri" ITAT2021 Un progetto finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) nell'ambito del Programma Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020 (bando 2017). Per la parte Italiana è cofinanziato dal Fondo di rotazione nazionale (Delibera CIPE).

