

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF)**

Laurea in Scienze Forestali e Ambientali

**I rilievi dendro-auxometrici dei piani di assestamento forestale del Veneto come  
ausilio per la stima dello stato di conservazione degli habitat Natura 2000**

Relatore:

Tommaso Sitzia

Correlatore:

Sergio Zen

Laureando:

Luca Nicolò Frigo

Matricola n.

1111194

ANNO ACCADEMICO 2016-2017



# INDICE

RIASSUNTO .....	5
ABSTRACT .....	6
1 - INTRODUZIONE.....	8
1.1 - LA RETE NATURA 2000 .....	9
1.1.1 - Formazione delle ZSC (Zone Speciali di Conservazione) .....	10
1.1.2 - Formazione delle ZPS (Zona di Protezione Speciale).....	12
1.1.3 - Lo stato di conservazione di un habitat naturale .....	13
1.2 - PIANO DI ASSESTAMENTO FORESTALE (PAF).....	15
1.2.1 - Compresa forestale.....	16
1.2.2 - Particella forestale .....	16
2 - OBIETTIVO DEL LAVORO.....	18
3 - MATERIALI E METODI .....	19
3.1 - INTRODUZIONE.....	19
3.2 - ANALISI DEI DATI.....	20
3.3 - LE PARTICELLE E GLI HABITAT DEL CASO STUDIO .....	22
3.4 - TIPOLOGIA DI INDICI UTILIZZATI.....	27
3.4.1 - Indice di Gini .....	27
3.4.2 - Indice di Simpson .....	31
3.4.3 - Indice di Shannon-Wiener .....	33
3.4.4 - Area Basimetrica .....	35
3.4.5 - Calcolo dei volumi e dell'incremento periodico.....	35
4 - RISULTATI E DISCUSSIONE.....	39

4.1	- ANALISI GENERALE .....	39
4.1.1	- Risultati generali dei parametri dendrometrici .....	39
4.1.2	- Diversità strutturale delle particelle – risultati indice di Gini.....	40
4.1.3	- Diversità strutturale delle particelle – risultati indice di Simpson .....	45
4.1.4	- Diversità di specie delle particelle – Indice di Shannon .....	46
4.1.5	- Confronto statistico tra medie.....	49
4.1.6	- Correlazione degli indici con la superficie .....	50
4.2	- DESCRIZIONE DEI PARAMETRI DEGLI HABITAT .....	52
4.2.1	- Introduzione.....	52
4.2.2	- HABITAT 9130 – Faggeti dell’ <i>Asperulo-Fagetum</i> .....	53
4.2.3	- HABITAT 9410 – Foreste acidofile montane e alpine di <i>Picea</i> .....	55
4.2.4	- HABITAT 9420 Foreste di <i>Larix decidua</i> e/o <i>Pinus cembra</i> – HABITAT 91K0 Foreste illiriche di <i>Fagus sylvatica</i> .....	57
4.3	- AREA BASIMETRICA COME INDICE PER LA PRESENZA FAUNISTICA.....	59
4.3.1	- Habitat 9130 Faggeti dell’ <i>Asperulo-Fagetum</i> - Habitat 9410 Foreste acidofile montane e alpine di <i>Picea</i> .....	59
5	- CONCLUSIONI .....	63
6	- BIBLIOGRAFIA.....	67
7	- ALLEGATI.....	71
7.1	- Allegato 1 - Frequenze indice di Gini suddiviso per specie .....	71

## **RIASSUNTO**

L'istituzione della Rete Natura 2000, ossia un insieme di aree sottoposte ad una particolare attenzione nella gestione delle risorse che la compongono, ha comportato la ricerca di nuove metodologie sia per descrivere che per constatare la variazione temporale delle peculiarità della rete stessa. In questa tesi si è dato molta importanza alla pianificazione forestale, utilizzando i piani di assestamento come mezzo per verificare tali peculiarità.

I piani di assestamento sono delle vere e proprie piattaforme di dati dendro-auxometrici, purtroppo non ancora del tutto facilmente accessibili alla consultazione, poiché alcuni di essi esistono solo sotto forma cartacea. A tal proposito si è cercato di realizzare un metodo per analizzare, in via informatica, questa moltitudine di dati.

Una volta digitalizzati i dati, si è illustrato un esempio del loro utilizzo come ausilio alla determinazione dello stato di conservazione di alcuni habitat di interesse comunitario, come base per la determinazione di dinamiche della struttura forestale e, per questo motivo, come supporto alla valutazione dell'idoneità dell'habitat ad ospitare specie animali e vegetali.

## **ABSTRACT**

The establishment of the Natura 2000, namely areas with particular attention to the management of the resources that made it, led to the search for new methodologies both to describe and to observe the variation in time and the peculiarities that make up the system. In this thesis, it was very important to plan forestry, using forest management plans as a means of verifying such peculiarities.

The forest management plans are real volume and growth data platforms, unfortunately not yet readily accessible to consultation as some exist only in paper form. In regard, we have attempted to implement a method for analyzing, by computer, this multitude of data. Once the data were digitized, an example of their use was illustrated to help determine the conservation status of some habitats of community interest as a basis for determining the dynamics of the forestry structure and, therefore, to support the assessment of the habitat suitability to accommodate animal and plant species.



# 1 - INTRODUZIONE

Tra i significati attribuiti al termine biodiversità c'è quello di varietà degli ecosistemi, che comprendono sia le comunità degli organismi viventi all'interno dei loro particolari habitat, sia le condizioni ecologiche in cui esse vivono (Raven & Wilson, 1992).

“Come nessun'altra regione italiana, il Veneto possiede un patrimonio di ambienti forestali che si estende dai querceti di roverella con elementi mediterranei delle soleggiate pendici dei colli Euganei, agli orno-ostrieti di rupe dei ripidi versanti prealpini, ai vari tipi di carpino delle valli più fresche, ai popolamenti montani di pino nero e silvestre, alle faggete degli altipiani, alle conifere subalpine, in alto concluse spesso da estese mughete od orlate da ontanete di ontano verde” (Masutti & Battisti, 2007).

Tutte queste varietà di composizioni vegetali creano una molteplice offerta di habitat per molte specie animali, sia stanziali che migratorie.

L'eterogeneità degli assetti ambientali dipende ovviamente anche dall'incessante susseguirsi dell'attività antropica, che hanno comportato cambiamenti di varia entità spesso irreversibili, nelle biocenosi. In questo scenario, le pratiche selvicolturali rivestono un ruolo principale per il sostentamento delle risorse ambientali.

Nell'ultimo rapporto ambientale della Commissione Europea (2017), è stato evidenziato che per l'Italia esistono delle lacune persistenti nei dati per il settore forestale. In particolare, per diversi anni, non sono state registrate le asportazioni di legname. Senza questo dato, su macroaree, è impossibile determinare con esattezza la sostenibilità dei tassi di utilizzazione. Inoltre, la strategia dell'Unione Europea in materia di biodiversità fino al 2020 invita gli Stati membri a mappare e valutare lo stato degli ecosistemi e dei relativi servizi.

Il presente lavoro è stato prodotto per rimediare a tali lacune poiché, attraverso i dati contenuti negli inventari forestali e integrandoli con la carta degli habitat è possibile valutare le condizioni degli ecosistemi forestali, analizzando i parametri strutturali e di consistenza delle specie. Non di meno l'importanza di valutare la struttura di un bosco è data dal fatto che essa è strettamente connessa alle funzioni assegnategli in termini di biodiversità, contrariamente ai singoli parametri dendrometrici (Sitzia, et al., 2012).



## **1.1 - LA RETE NATURA 2000**

La Rete Natura 2000 è uno dei principali strumenti della politica comunitaria Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio Europeo, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, comunemente chiamata "direttiva Habitat", per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che sono successivamente designati come Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE, comunemente chiamata "direttiva Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali". Soggetti privati possono essere proprietari dei siti Natura 2000, assicurandone una gestione sostenibile sia dal punto di vista ecologico che economico.

La Direttiva riconosce il valore di tutte quelle aree nelle quali la secolare presenza dell'uomo e delle sue attività tradizionali ha permesso il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura. Alle aree agricole, per esempio, sono legate numerose specie animali e vegetali ormai rare e minacciate per la cui sopravvivenza è necessaria la prosecuzione e la valorizzazione delle attività tradizionali, come il pascolo o l'agricoltura non intensiva. Nello stesso titolo della Direttiva viene specificato l'obiettivo di conservare non solo gli habitat naturali ma anche quelli seminaturali (come le aree ad agricoltura tradizionale, i boschi utilizzati, i pascoli, ecc.).

Un altro elemento innovativo è il riconoscimento dell'importanza di alcuni elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione per la flora e la fauna selvatiche (art. 10). Gli Stati membri sono invitati a mantenere o all'occorrenza sviluppare tali elementi per migliorare la coerenza ecologica della rete Natura 2000. In Italia, la Rete Natura 2000,

copre complessivamente circa il 19% del territorio terrestre nazionale e quasi il 4% di quello marino (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, 2017).

Per quanto riguarda il Veneto, il territorio designato a SIC e/o ZPS copre circa 22.5% dell'intera superficie regionale. In particolare la superficie designata a SIC è di 369.656 ettari e la superficie delle ZPS è di 359.835 ettari (Salogni & Trivelloni, 2008).

La pianificazione forestale del Veneto copre circa il 54% della superficie terrestre dei siti Natura 2000 (ZPS) e il 75% dei siti di importanza comunitaria (SIC) nella regione biogeografica alpina (Trentanovi, et Al. 2017).

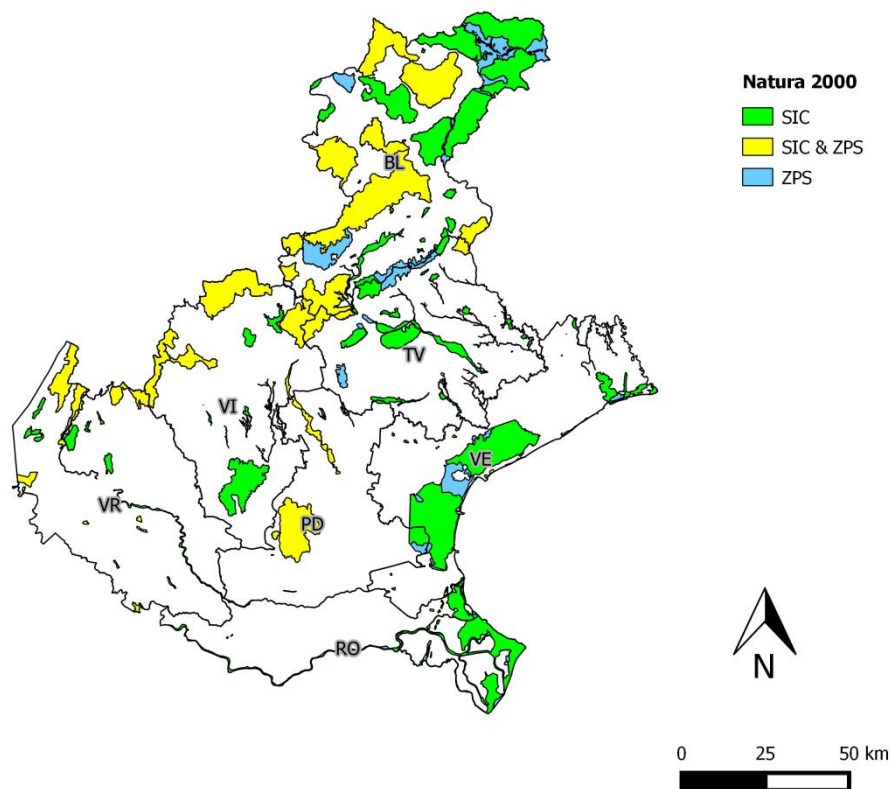


Figura 1.1: Distribuzione della Rete Natura 2000 in Veneto.

### 1.1.1 - Formazione delle ZSC (Zone Speciali di Conservazione)

Il processo che porta alla designazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) si articola in tre fasi (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, 2017):

1. Secondo i criteri stabiliti dall'Allegato III della Direttiva Habitat (92/43/CEE), ogni Stato membro individua siti - denominati Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC) - che ospitano habitat e specie elencati negli allegati I e II della Direttiva. In questi allegati alcuni habitat e specie sono ritenuti prioritari per la conservazione della natura a livello europeo e sono contrassegnati con un asterisco. Il processo di scelta dei siti è puramente scientifico; per facilitare l'individuazione degli habitat, la Commissione Europea ha pubblicato un Manuale di Interpretazione come riferimento per i rilevatori. I dati sono trasmessi alla Commissione Europea attraverso un Formulario Standard compilato per ogni sito e completo di cartografia. In Italia l'individuazione dei pSIC è di competenza delle Regioni e delle Province Autonome, che trasmettono i dati al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare organizzati secondo il Formulario Standard europeo e completi di cartografie.
2. Sulla base delle liste nazionali dei pSIC la Commissione, in base ai criteri di cui all'Allegato III e dopo un processo di consultazione con gli Stati membri, adotta le liste dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC), una per ogni regione biogeografica in cui è suddivisa l'Unione. Per analizzare le proposte dei vari Stati, la Commissione prima di pubblicare le liste iniziali dei SIC ha organizzato dei seminari scientifici per ogni regione biogeografica. Durante i seminari biogeografici sono stati vagliati i siti proposti da ogni Stato per verificare che ospitassero, nella regione biogeografica in questione, un campione sufficientemente rappresentativo di ogni habitat e specie per la loro tutela complessiva a livello comunitario.  
Alla fine delle consultazioni con gli Stati membri la Commissione può ritenere che esistano ancora habitat o specie non sufficientemente rappresentati nella rete di alcuni paesi o che necessitino di ulteriori analisi scientifiche.
3. Una volta adottate le liste dei SIC, gli Stati membri devono designare tutti i siti come "Zone Speciali di Conservazione" il più presto possibile e comunque entro il termine

massimo di sei anni, dando priorità ai siti più minacciati e/o di maggior rilevanza ai fini conservazionistici.

il Ministero, dopo una verifica della completezza e coerenza dei dati, trasmette la banca dati e le cartografie alla Commissione.

I SIC, a seguito della definizione da parte delle regioni delle misure di conservazione sito specifiche, habitat e specie specifiche, vengono designati come Zone Speciali di Conservazione, con decreto ministeriale adottato d'intesa con ciascuna regione e provincia autonoma interessata.

Sebbene il termine di 6 anni stabilito dalla direttiva Habitat per la designazione di ZSC e per la definizione di misure e obiettivi di conservazione adeguati sia scaduto per 2.281 SIC, nel Maggio 2016 l'Italia ha completato la designazione ZSC e i relativi obblighi solo per 578 SIC. In tal senso sono molte le segnalazioni arrivate all'unione europea in materia di degrado dei siti designati. Secondo l'ultima relazione sullo stato di conservazione degli habitat, solo il 34% delle valutazioni per le specie vegetali e il 44% per le specie animali presenti in Italia, indicano uno stato di conservazione soddisfacente (European Commission, 2017).

### **1.1.2 - Formazione delle ZPS (Zona di Protezione Speciale)**

Per i siti individuati ai sensi della Direttiva Uccelli (2009/147/CE) la procedura è più breve: essi vengono designati direttamente dagli Stati membri come Zone di Protezione Speciale (ZPS), entrano automaticamente a far parte della rete Natura 2000.

L'identificazione e la delimitazione delle ZPS si basa interamente su criteri scientifici; è mirata a proteggere i territori più idonei in numero e superficie alla conservazione delle specie elencate nell'Allegato I e di quelle migratorie non elencate che ritornano regolarmente. I dati sulle ZPS vengono trasmessi alla Commissione attraverso l'uso degli stessi Formulari Standard utilizzati per i pSIC, completi di cartografie. La Commissione valuta se i siti designati sono sufficienti a formare una rete coerente per la protezione delle specie. In caso di insufficiente designazione di ZPS da parte di uno Stato la Commissione può attivare una procedura di infrazione.

In Italia l'individuazione delle ZPS spetta alle Regioni e alle Province autonome, che trasmettono i dati al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; il Ministero, dopo la verifica della completezza e congruenza delle informazioni acquisite, trasmette i dati alla Commissione Europea. Le ZPS si intendono designate dalla data di trasmissione alla Commissione e l'elenco aggiornato delle ZPS viene pubblicato sul sito internet del Ministero (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, 2017).

### **1.1.3 - Lo stato di conservazione di un habitat naturale**

Per valutare lo stato di conservazione di un habitat naturale è necessario capire cosa si intende con il termine "conservazione". Nella direttiva Habitat all'articolo 1 è indicato il significato di tale vocabolo: è un complesso di misure necessarie per mantenere o ripristinare gli habitat naturali e le popolazioni di specie di fauna e flora selvatiche in uno stato soddisfacente. Inoltre la direttiva stessa assegna ad un habitat uno "stato soddisfacente" qualora esso riporti i seguenti criteri:

- la sua area di ripartizione naturale e le superfici che comprende sono stabili o in estensione;
- la struttura e le funzioni specifiche necessarie al suo mantenimento a lungo termine esistono e possono continuare ad esistere in un futuro prevedibile;
- lo stato di conservazione delle specie tipiche è soddisfacente.

Di pari passo alla conservazione degli habitat naturali si sviluppa anche la conservazione delle specie viventi, giustamente correlati fra loro, pertanto la direttiva propone dei criteri di giudizio anche per lo stato "soddisfacente" di conservazione delle specie:

- i dati relativi all'andamento delle popolazioni della specie in causa indicano che tale specie continua e può continuare a lungo termine ad essere un elemento vitale degli habitat naturali cui appartiene;

- l'area di ripartizione naturale di tale specie non è in declino né rischia di declinare in un futuro prevedibile;
- esiste e continuerà probabilmente ad esistere un habitat sufficiente affinché le sue popolazioni si mantengano a lungo termine.

*Allegato 1b - Matrice di valutazione dello stato di conservazione per gli habitat*

Parametro	Stato di Conservazione			
	Favorevole FV ('verde')	Sfavorevole – Inadeguato U1 ('arancione')	Sfavorevole – cattivo U2 ('rosso')	Sconosciuto XX (informazioni insufficienti per fare una valutazione)
<b>Range</b>	Stabile (perdita ed espansione in equilibrio) o incremento E non più piccolo del 'range favorevole di riferimento'	Ogni altra combinazione	Ampio declino: equivalente alla perdita di più dell' 1% per anno all'interno del periodo specificato dallo SM Q più del 10% al di sotto del 'range favorevole di riferimento'	Informazioni non disponibili o non sufficientemente affidabili
<b>Area coperta dall'habitat nell'ambito del range</b>	Stabile (perdita ed espansione in equilibrio) o incremento E non più piccola dell' 'area favorevole di riferimento' E senza cambiamenti significativi nel pattern di distribuzione nell'ambito del range (se i dati sono disponibili)	Ogni altra combinazione	Ampio riduzione nella superficie dell'habitat: equivalente alla perdita di più dell' 1% per anno all'interno del periodo specificato dallo SM (il valore indicativo dello SM può deviare da questo se debitamente giustificato) Q con perdite maggiori nel pattern di distribuzione nell'ambito del range Q più del 10% al di sotto dell' 'area favorevole di riferimento'.	Informazioni non disponibili o non sufficientemente affidabili
<b>Struttura e funzioni specifiche (incl. specie tipiche)</b>	La struttura e le funzioni (includere le specie tipiche) sono in buone condizioni e non vi è deterioramento/pressioni significative	Ogni altra combinazione	Più del 25% dell'area è non favorevole rispetto alla struttura e alle funzioni (includere le specie tipiche)	Informazioni non disponibili o non sufficientemente affidabili
<b>Prospettive future</b>	Le prospettive per l'habitat per il suo futuro sono eccellenti/buone, non ci si aspettano impatti dalle minacce; la vitalità nel lungo periodo è assicurata	Ogni altra combinazione	Le prospettive per l'habitat sono cattive, ci si aspettano severi impatti dalle minacce; la vitalità nel lungo periodo non è assicurata.	Informazioni non disponibili o non sufficientemente affidabili
<b>Valutazione complessiva dello SC</b>	Tutti 'verdi' Q Tre 'verdi' e uno 'sconosciuto'	Uno o più 'arancioni' ma nessun 'rosso'	Uno o più 'rossi'	Due o più 'sconosciuti' combinati con dei 'verdi' Q tutti 'sconosciuti'

Figura 1.2: Matrice di valutazione dello stato di conservazione per gli habitat formulata dalla CE

In figura 1.2 viene mostrata la matrice di valutazione dello stato di conservazione degli habitat, che è stata adottata nell'ambito del terzo rapporto nazionale della Direttiva habitat (Genovesi, et al., 2014). Il parametro "range" indica la porzione di territorio dove si può trovare l'habitat, mentre il parametro "area" indica il territorio effettivamente

occupato dall'habitat. Per quanto riguarda il parametro "struttura" nel rapporto dell'ISPRA (2014) viene contestualmente detto che mancano dati e metodi a livello nazionale che quantificherebbero tale parametro e pertanto si è ricorso solo sulla conoscenza dell'esperto.

## **1.2 - PIANO DI ASSESTAMENTO FORESTALE (PAF)**

Il piano di assestamento forestale (PAF), anche detto piano di gestione forestale o piano aziendale forestale, è un documento tecnico a validità pluriennale (10-20 anni) con il quale vengono definiti gli obiettivi che si vogliono perseguire nel medio periodo, gli orientamenti di gestione e le operazioni dettagliate per realizzare tali scopi. Comporta una divisione funzionale della foresta (compartimentazione) che costituisce l'ossatura su cui si articolano la programmazione e l'esecuzione degli interventi. Questo strumento di pianificazione dell'azienda forestale è realizzato da professionisti iscritti all'ordine dei Dottori agronomi e forestali.

Il Piano deve essere coerente con gli obiettivi e le prescrizioni contenute nella pianificazione dei livelli superiori, di tipo forestale (Piano Forestale Regionale, Regolamento forestale, Piano Forestale Comprensoriale) o meno (Piano Territoriale di coordinamento, Piani di gestione delle aree protette o dei siti Natura 2000, Piano di Assetto Idrogeologico, ecc.).

Ogni Regione ha elaborato un proprio disciplinare o regolamento in merito alle modalità di realizzazione dei piani di gestione e assestamento forestale, a cui sono associate differenti modalità di configurazione e implementazione di questi strumenti.

In Veneto la Legge Regionale Forestale di riferimento per la stesura dei piani di assestamento è il *DGR 158/97 – "Aggiornamento ed integrazione delle Norme di Pianificazione Forestale"* che ricalca le leggi regionali in materia forestale (*L.R. 13/9/78, n. 52 art. 23 – L.R. 20/3/81 n. 8*) e la legge nazionale di riferimento (*Regio Decreto n. 3267 del 1923*).

Il PGAF non è soggetto a valutazione ambientale strategica (VAS), ma può essere soggetto a Valutazione d'Incidenza Ambientale (VInCA) per le parti ricadenti in aree protette o della rete Natura 2000.

### **1.2.1 - Compresa forestale**

La compresa forestale è un insieme di particelle, cui è stata attribuita una data funzione e che pertanto vengono riunite in una serie coordinata, per il raggiungimento degli scopi a cui il bosco è stato destinato. In tale modo il piano di assestamento di un dato territorio si articola in tanti sotto piani quante sono le comprese.

L'attribuzione delle particelle alle comprese segue prima di tutto la destinazione che può essere:

- imposta dall'autorità forestale e, quindi, prestabilita nel capitolato di affidamento del piano;
- espressa dal Proprietario (privato o sindaco).
- suggerita dall'assestatore in base ai caratteri del popolamento (specie e struttura) e alle condizioni stazionali.

### **1.2.2 - Particella forestale**

La particella forestale (da non confondere con la particella catastale) è il comparto elementare della foresta che viene numerato, catalogato con i suoi dati, classificato e sottoposto a specifiche prescrizioni. La particella è anche oggetto di registrazioni storiche (massa prelevata, utilizzazioni effettuate, ecc) e, per questo motivo, le revisioni del piano devono alterare il meno possibile la numerazione e l'assetto delle particelle.

La divisione particellare implica diverse difficoltà nel conciliare i diversi caratteri ideali della particella: omogeneità, confini evidenti, superficie commisurata alla gestione dei lavori, ecc. Per questo motivo esistono diversi criteri di divisione che il più delle volte devono essere adattati alle esigenze della compresa. Il procedimento pratico della compartimentazione segue 3 fasi:

- formulare un'ipotesi delle comprese che saranno necessarie;



- procedere alla divisione particellare tenendo conto delle esigenze della compresa a cui la particella è ipoteticamente destinata;
- formulare l'assetto definitivo delle comprese tenendo conto anche dei risultati dendrometrici e descrittivi di ciascuna particella;

Nell'ambito delle zone boscate le particelle vengono riunite secondo le loro attitudini nelle seguenti categorie:

- bosco a preminente funzione produttiva;
- bosco a preminente funzione protettiva;
- bosco a preminente funzione turistico-ricreativa;
- bosco a preminente funzione ambientale.

## **2 - OBIETTIVO DEL LAVORO**

Per una corretta interpretazione e implementazione della direttiva habitat si è reso opportuno cercare nuove vie per l'acquisizione di dati utili alla gestione del patrimonio forestale, come ribadito nel rapporto della Commissione Europea del 3 Febbraio 2017 (European Commission, 2017).

- In questo lavoro, utilizzando i dati degli inventari forestali della Regione del Veneto è stato possibile assegnare dei valori quantitativi alla diversità strutturale e di specie arboree, utili alla determinazione dello stato di conservazione degli habitat forestali della rete natura 2000 e delle specie animali ad essi collegate.
- Inoltre, grazie ai dati raccolti, si è in grado di osservare dinamiche tipicamente forestali utili alla gestione del patrimonio boschivo.
- Assicurare un metodo di analisi dei dati che permetta di descrivere in modo obbiettivo, verificabile e confrontabile le caratteristiche strutturali dei boschi del Veneto, utilizzando appropriati indici.

## **3 - MATERIALI E METODI**

### **3.1 - INTRODUZIONE**

Nell'ambito di questo studio si è fatto ricorso all'analisi di una moltitudine di piani di assestamento forestale che, insieme ai piani di riordino forestale, costituiscono l'intera rete di informazioni per quanto riguarda il patrimonio forestale della Regione del Veneto.

La prima necessità è stata quella di creare un intervallo di tempo derivato da due diverse revisioni dei piani di assestamento forestale. È stata analizzata la prima revisione dei piani (in seguito chiamata "vecchia revisione"), redatte attorno agli anni 1970-1980, e l'ultima revisione (in seguito chiamata "nuova revisione") degli stessi piani tutt'ora in vigore redatti nell'arco di tempo tra il 2000 e il 2010. In questo modo si è potuto creare un database che copre fino a 30 anni di evoluzione e dinamiche forestali.

Ad oggi, solamente una parte di valori a disposizione su supporto cartaceo risulta inserita anche in un database digitale regionale (solitamente i piani di più recente realizzazione), comportando un'enorme difficoltà nell'utilizzare tali dati per scopi di ricerca.

Grazie ad un lavoro svolto per un tirocinio formativo, i dati tuttora disponibili solo su supporto cartaceo sono stati trasferiti in un database regionale, i quali sono stati digitalizzati manualmente attraverso un software apposito in dotazione all'ente Regionale. Sono stati inseriti tutti i valori ricavabili a livello di particella forestale, tra cui i piedilista di martellata, i volumi e altre informazioni utili, reperibili nelle descrizioni delle schede particellari. Il maggior numero delle particelle inserite faceva parte delle vecchie revisioni dei piani, mentre i più recenti (piani di assestamento redatti negli anni 2000-2010) risultano già inseriti nel database regionale.

Un intervallo temporale di circa 25-30 anni è utile per descrivere l'evoluzione sia in struttura ma anche in composizione dei boschi che si è manifestata grazie soprattutto alla gestione selvicolturale attuata finora, importante in un'ottica di gestione ottimale del patrimonio boschivo.

Sono state raccolte e inserite informazioni di 6.728 particelle forestali. Sono state selezionate le particelle in cui il piedilista sia stato redatto tramite la tecnica del cavallettamento totale, essendo il metodo che restituisce l'affidabilità migliore (La Marca,

2004). Dopodiché, è stata considerata la corrispondenza in termini superficiali delle stesse particelle appartenenti alle due revisioni dei piani.

Nella vecchia revisione risultavano 538 particelle cavallettate totalmente, mentre nella nuova revisione solamente 356 particelle. Pertanto sono state sottoposte all'esame dell'aderenza tra superfici solo le 356 particelle. Tale selezione ha restituito 331 particelle, distribuite nell'arco alpino e pre-alpino della montagna Veneta. La superficie occupata da queste 331 particelle è pari a 4.847 ettari. Tra i metodi per la redazione dei piedilista, quello del cavallettamento totale è il più oneroso, pertanto nel tempo c'è stata la preferenza di utilizzarlo solo nelle particelle a preminente funzione produttiva. Questo ha comportato che nella selezione effettuata la maggior parte delle particelle sono a funzione produttiva, come verrà illustrato di seguito nel §3.3.

La particella forestale è l'unità di superficie utilizzata nell'analisi dei parametri, in altre parole ogni particella è un singolo elemento dell'intero campione, dato che i piedilista di cui abbiamo a disposizione sono stati raccolti per ogni singola particella.

In mancanza di un opportuno registro delle utilizzazioni a livello particellare, non si è stati in grado di recuperare la quantità delle asportazioni di volume di legname effettuate nell'arco temporale.

## **3.2 - ANALISI DEI DATI**

I dati dopo esser stati inseriti nell'apposito software Regionale, sono stati esportati in un foglio di calcolo elettronico ed elaborati con l'ausilio dei software Microsoft Excel e Qgis. I foglio di calcolo contenente i dati dendroauxometrici derivati dalle particelle che chiameremo "**piedilista**" e il file vettoriale contenente le indicazioni della pianificazione forestale del Veneto che chiameremo "**piani di riassetto**", sono stati interfacciati con il file della "**carta degli habitat**" della Regione del Veneto. La "carta degli habitat" è un file vettoriale georeferenziato, dove sono contenute tutte le indicazioni per quanto riguarda la rete Natura 2000. Contiene informazioni riguardanti il tipo di habitat, le sue caratteristiche, la sua classificazione e la sua localizzazione, deriva dalla Carta della Natura ed è stata

prodotta dal conseguimento dalla Direttiva Habitat e dalla Legge Quadro sulle Aree protette 394/91.

I tre file sopracitati sono stati interfacciati tra di loro in modo tale da ottenere un unico file vettoriale georeferenziato che contenga tutte le informazioni acquisite. Per unire il file piedilista e il file piani di riassetto è stata usata la funzione “Join” del software Qgis essendoci un campo in comune tra i due file.

Per ottenere un file vettoriale georeferenziato dove siano presenti i dati della carta degli habitat e i dati dendro-auxometrici è stata usata una funzione di “overlay” su Qgis che permette di intersecare solo gli attributi di due file che si sovrappongono geometricamente, senza alterare le geometrie stesse. Ne risulta un file vettoriale georeferenziato dove l’unità di base di ogni riga è rappresentata dalla particella forestale (derivata dal file “piani di riassetto” e “piedilista”) e le colonne o campi sono gli attributi derivati dalla “unione” dei tre file, ad esempio la percentuale di superficie di ogni tipo di habitat, il numero di piante per ogni classe diametrica suddiviso per specie ecc.

### 3.3 - LE PARTICELLE E GLI HABITAT DEL CASO STUDIO

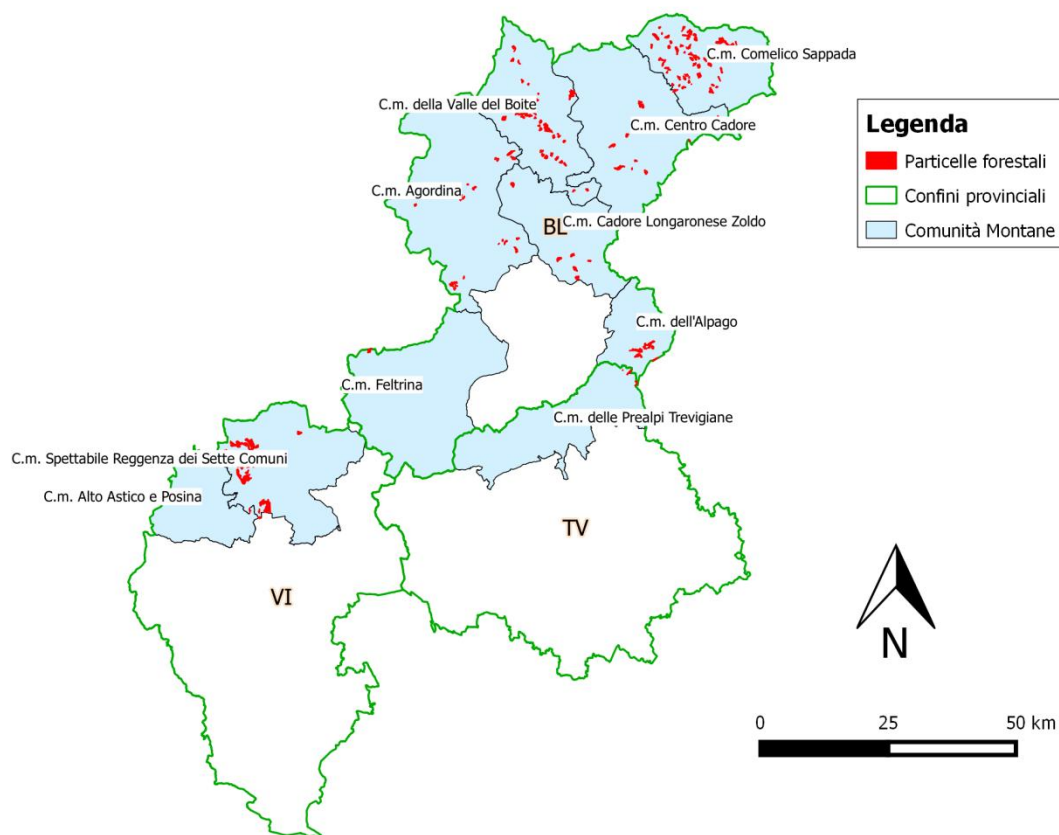


Figura 3.1: Distribuzione delle particelle, utilizzate per questo lavoro di tesi. Inoltre vengono elencate le Comunità Montane ed esibiti i confini provinciali.

Nella figura 3.1 viene presentata la distribuzione spaziale, all'interno della regione del Veneto, delle particelle oggetto dello studio. Si può notare che le province maggiormente interessate sono quelle dell'arco alpino, in particolare Belluno e Vicenza. La provincia di Treviso è toccata da qualche particella appartenente ai confini giuridici della Comunità Montana delle Prealpi Trevigiane. Le altre Comunità Montane interessate da questo lavoro sono di seguito elencate: "Spettabile Reggenza dei Sette Comuni", "Alto Astico e Posina", "Feltrina", "Agordina", "dell'Alpago", "Cadore Longaronese Zoldo", "Centro Cadore", "Comelico Sappada" e "Valle del Boite".

Nella tabella 1 sono raccolti i dati riepilogativi delle superfici riscontrate nelle particelle selezionate secondo il metodo spiegato nel § 3.1.

	Vecchia Revisione		Nuova Revisione	
	<b>stot_old (ha)</b>	<b>sbos_old (ha)</b>	<b>stot_new (ha)</b>	<b>sbos_new (ha)</b>
<b>min</b>	0,4	0,3	0,4	0,3
<b>med</b>	14,5	13,5	14,6	14,0
<b>max</b>	53,1	47,3	48,5	47,8
<b>dev.st.</b>	8,97	8,57	9,05	8,82

Tabella 3.1: Superficie minima, media e massima delle 331 particelle utilizzate come unità campionarie. Con “stot” si indica la superficie totale, con “sbos” la superficie boscata, “old” attinenti alla vecchia revisione e “new” attinenti alla nuova revisione.

Dalla tabella 3.1 si evince che le superfici delle particelle occupano un ampio range di dimensioni, si va dal minimo di 0,35 ettari al massimo di 53,10 ettari di estensione per le superfici totali delle particelle, i valori diminuiscono leggermente se si tratta di superficie boscata. Si fa presente che tutti i parametri dendrometrici riferiti all’ettaro sono stati calcolati considerando la superficie boscata netta. Si fa notare che i vari indici che seguiranno nel lavoro sono stati calcolati su diversa estensione, contrariamente a quanto è stato riscontrato in altri lavori simili, che utilizzano unità campionarie di uguale superficie (Katholnig, 2012). Questa scelta è stata assunta per valutare la rispondenza degli indici su superfici assestate, contestualmente se la non omogeneità delle superfici campionarie può essere un fattore di diniego della obiettività di tali indici. I risultati di tale analisi sono esposti nel § 4.1.6.

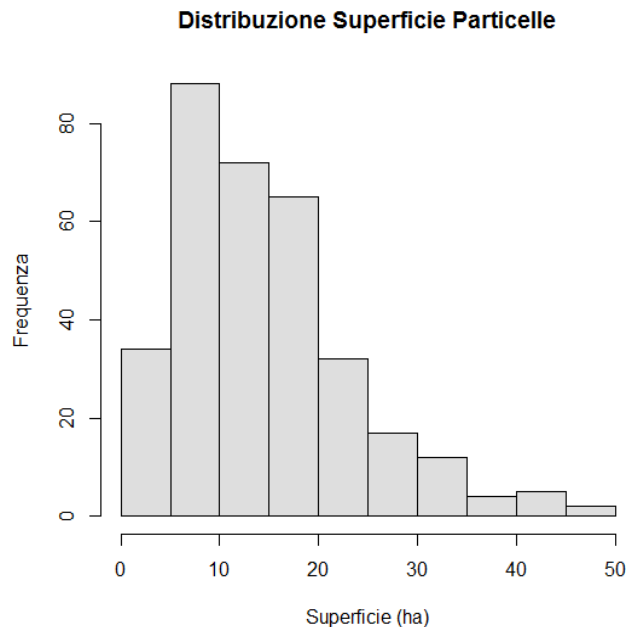


Figura 3.2: Istogramma distribuzione della superficie delle particelle

Ponendo in analisi il file vettoriale “**carta degli habitat**” su strumento Gis è stato possibile relazionarlo con il file “**piani di riassetto**”. È stato quindi creato un file “**overlay**” dove si sono intersecate le dimensioni geometriche e gli attributi dei due file. Il risultato ottenuto è la distribuzione geometrica degli habitat all’interno delle particelle, in tal modo è stato possibile calcolare le superfici di incidenza di ogni habitat per ogni particella.

Avendo a disposizione le estensioni degli habitat, si è cercato di attribuire ad ognuno di essi dei valori numerici di produzione e densità (ad esempio Volume ad ettaro e Area Basimetrica ad ettaro), dei valori strutturali e di consistenza di specie (tramite l’indice di Gini , l’indice di Simpson e l’indice di Shannon) e anche dei valori che esprimono la produttività (l’incremento volumetrico medio annuo). Non tutti gli habitat sono presenti con ampie superfici, tali da essere utili per determinare i parametri di descrizione dell’habitat, pertanto solo alcuni di essi sono stati descritti in modo dettagliato.

Con i dati ricavati è possibile produrre relazioni tra le due fasce temporali. In modo specifico è possibile stabilire se un determinato habitat è correttamente gestito per la sua conservazione. Delle particelle analizzate, circa il 93% sono assegnate alla funzione produttiva (figura 3.3), pertanto dei risultati soddisfacenti per la conservazione sono da attribuire ad un corretta gestione del patrimonio boschivo da parte degli enti ed operatori preposti.



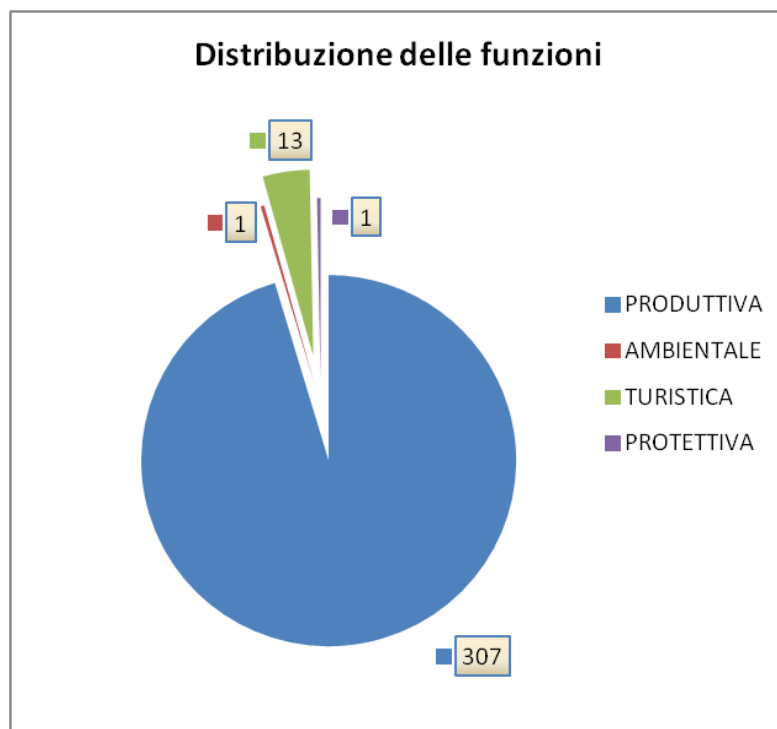


Figura 3.3: Principale funzione attribuita alle particelle considerate.

Nell'area studio del presente progetto di tesi, vi sono notevoli testimonianze di habitat citati nell'allegato I della Direttiva Habitat. L'area studio deriva dai piani di riassetto forestale del Veneto, pertanto la rappresentanza dei vari habitat è sicuramente lasciata in larga parte ad habitat forestali, come riassunto nelle seguenti tabelle.

In totale, nelle particelle analizzate sono presenti 25 tipi di habitat, che comprendono habitat di diverso tipo. Viene ricordato che in tutto il Veneto sono presenti circa 70 habitat (Salogni & Trivelloni, 2008), appartenenti anche ad ecosistemi di diversa natura.

Da una breve analisi è emerso che delle 331 particelle analizzate, 230 sono sottoposte a Rete Natura 2000 mentre le restanti 101 non sono interessate da tale designazione. In particolare, circa il **69 %** della superficie pianificata rientra nella rete Natura 2000; di questa superficie circa l'87 % è classificata come habitat di interesse comunitario. Sul totale di superficie pianificata, circa il **60 %** della superficie è compresa nella rete degli habitat, riassunto in tabella 3.2.

	<b>Totale superficie analizzata (ha)</b>	<b>Totale superficie Rete Natura 2000 (ha)</b>	<b>Superficie classificata come Habitat (ha)</b>
	4847	3353	2921
<b>% rispetto al totale</b>	/	69,18	60,26

Tabella 3.2: Riassunto delle superfici analizzate.

Nelle seguenti tabelle vengono espresse le percentuali di superficie dell'habitat, mediamente presente nelle particelle forestali dove è presente la Rete Natura 2000. Non è una media di presenza sull'intera superficie assestata, ma solamente in quelle particelle dove è presente l'habitat. In caso contrario i valori sarebbero notevolmente ridotti.

	<b>HABITAT ARBUSTIVI</b>		<b>HABITAT PRATERIE E PASCOLI</b>					
<b>CODICE HABITAT</b>	<b>cod_4060</b>	<b>cod_4070</b>	<b>cod_6150</b>	<b>cod_6170</b>	<b>cod_6230</b>	<b>cod_6410</b>	<b>cod_6510</b>	<b>cod_6520</b>
<b>% MEDIA DI PRESENZA</b>	5	5	1	9	2	1	5	2

Tabella 3.3: percentuali di presenza media di habitat arbustivi e praterie nelle particelle sottoposte a Rete Natura 2000

	<b>HABITAT FORESTALI</b>								
<b>CODICE HABITAT</b>	<b>cod_91</b>	<b>cod_9130</b>	<b>cod_9140</b>	<b>cod_9150</b>	<b>cod_9180</b>	<b>cod_9410</b>	<b>cod_9420</b>	<b>cod_91D0</b>	<b>cod_91K0</b>
<b>% MEDIA DI PRESENZA</b>	16	73	13	3	4	84	18	1	43

Tabella 3.4: percentuali di presenza media di habitat forestali nelle particelle sottoposte a Rete Natura 2000

	HABITAT FLUVIALI			HABITAT DI TORBIERA			
CODICE HABITAT	cod_3220	cod_3230	cod_3240	cod_7140	cod_7230	cod_8120	cod_8210
% MEDIA DI PRESENZA	8	1	9	1	3	3	1

Tabella 3.5: percentuali di presenza media di habitat fluviali e di torbiera nelle particelle sottoposte a Rete Natura 2000

Dalle tabelle, si evince che l'habitat con più alta copertura nelle particelle è il 9410 "Foreste acidofile montane e alpine di Picea" con l'84% di copertura, seguito da altri habitat forestali come il 9130 "Faggeti dell'*Asperulo-Fagetum*", con il 78%. Per la descrizione degli habitat si è deciso di utilizzare solo quegli habitat che abbiano una copertura maggiore dell'**80%** sulla superficie della particella, in modo da avere dei risultati che riflettano in modo inconfutabile le caratteristiche auxometriche appartenenti alla particella.

### 3.4 - TIPOLOGIA DI INDICI UTILIZZATI

#### 3.4.1 - Indice di Gini

Esistono molti metodi per valutare la diversità dei boschi (Neumann & Starlinger, 2001). Dapprima, va sottolineato che esistono diversi tipi di diversità, come ad esempio la diversità delle specie e la diversità strutturale (Sterba, 2008). Entrambi i tipi possono essere espressi da indici specifici. Ad esempio, un semplice indice per valutare la diversità delle specie in una foresta è il numero di specie. Tuttavia, per determinare la diversità di specie, ci sono anche indici più complessi come l'indice di Shannon (Shannon, 1948) o l'indice di segregazione di Pielou (Pielou, 1961). Al contrario gli indici di diversità strutturale, ad esempio, sono la deviazione standard e l'indice Clark-Evans (Clark & Evans, 1954). Oltre a raggruppare gli indici di diversità in base al tipo di diversità misurata, possono anche essere classificati a seconda della loro relazione con lo spazio: possono

essere indici spazialmente espliciti e simili oppure indici che sono spazialmente inesplciti (Sterba & Zingg, 2006).

Indici spazialmente espliciti, come l'indice Pielou, consentono di valutare la microstruttura all'interno delle particelle. Per la maggior parte di questi indici sono necessarie le distanze tra i singoli alberi o almeno la distanza tra l'albero e il suo prossimo più vicino. Gli indici spazialmente inesplciti non hanno bisogno di queste informazioni e riescono a dare una panoramica piuttosto dettagliata delle caratteristiche della particella nel suo complesso.

Tuttavia, e nonostante le loro differenze, tutti questi indici hanno gli stessi obiettivi, cioè devono descrivere i boschi in modo verificabile e oggettivo, nonché rendere la diversità misurabile e comparabile (Sterba & Zingg, 2006).

Questo studio si concentra sull'utilizzo di indici spazialmente inesplciti per misurare la diversità strutturale, vale a dire l'indice Gini (Gini, 1921), che è strettamente connesso e derivato dalla curva di Lorenz (Lorenz, 1905) e l'indice di Simpson (Simpson, 1949).

Originariamente queste teorie sono state sviluppate per l'economia e utilizzate, ad esempio, per illustrare la distribuzione del reddito all'interno della popolazione di un paese, ma più recentemente è utilizzato anche in ecologia per misurare la diversità biologica (Simpson, 1949) e la diversità strutturale di un ecosistema (Sterba, 2008). Inoltre l'indice di Gini è stato utilizzato anche per valutare metodologie previsionali per quanto riguarda incendi (Guglietta, 2014) e per comprendere la distribuzione delle frane occorse nelle classi dei diversi parametri ambientali e per selezionare, in questo modo, i fattori che più influenzano il verificarsi del fenomeno (Vergari, Della Seta, Del Monte, Fredi, & Palmieri, 2011)

L'indice di Gini è un valore compreso tra 0 ed 1, dove dei valori bassi del coefficiente indicano una distribuzione abbastanza omogenea, il valore 0 corrisponde alla pura equidistribuzione; valori alti del coefficiente indicano invece una distribuzione più eterogenea, il valore 1 corrisponde alla massima concentrazione.

Per il calcolo dell'indice di Gini adattato all'ecologia forestale si devono attuare degli accorgimenti. Prima di tutto gli alberi all'interno di un'unità campionaria (nel nostro caso la particella forestale) devono essere ordinati per diametri in ordine crescente (vedi Tabella 3.6); quindi viene calcolato il numero relativo dell'albero e l'area basimetrica relativa.

Successivamente, il relativo numero di alberi e l'area basimetrica relativa devono essere cumulati passo dopo passo. La curva di Lorenz può essere ottenuta plottando il numero relativo di alberi cumulati sull'asse X e la corrispondente area basimetrica cumulata sull'asse Y (Lee, Von Gadow, & Akça, 1999) (vedi esempio nella figura 3.3). Se ogni albero avesse lo stesso valore di area basimetrica, la curva di Lorenz sarebbe identica alla linea 45° della figura 3.3. Ciò significherebbe che i fusti degli alberi che compongono quella particella hanno tutti lo stesso diametro, non ci sarebbe disuguaglianza e quindi i valori di Gini saranno pari a zero.

Tuttavia, nel caso in esempio, le singole aree basimetriche degli alberi si differenziano più o meno ampiamente le una dalle altre e, di conseguenza, la curva di Lorenz discosta dalla linea dei 45°. L'ampiezza di questa divergenza è un parametro per la variabilità delle dimensioni degli alberi in un campione della foresta. Per esprimere quantitativamente questa deviazione, viene calcolata l'area al di sotto della curva di Lorenz come la somma delle aree dei trapezi di diverse dimensioni che la compongono.

Il coefficiente di Gini è l'area compresa tra la linea a 45° e la curva di Lorenz ed è calcolato come l'area sotto la linea 45° (0.5) meno l'area sotto la curva di Lorenz (Lexerod & Eid, 2006 ; Katholnig, 2012).

Un elevato coefficiente di Gini indica, di fatto, che la distribuzione delle aree basimetriche in un campione è molto eterogenea, perché più le dimensioni dell'albero differenziano, minore è l'area sotto la curva di Lorenz. Al contrario, un piccolo indice di Gini indica che la distribuzione dei valori è omogenea (Katholnig, 2012).

Questo indice permette di confrontare le strutture di diverse particelle. Ulteriormente, questo indice può essere utilizzato per analizzare modifiche strutturali della foresta avvenute in diversi periodi.

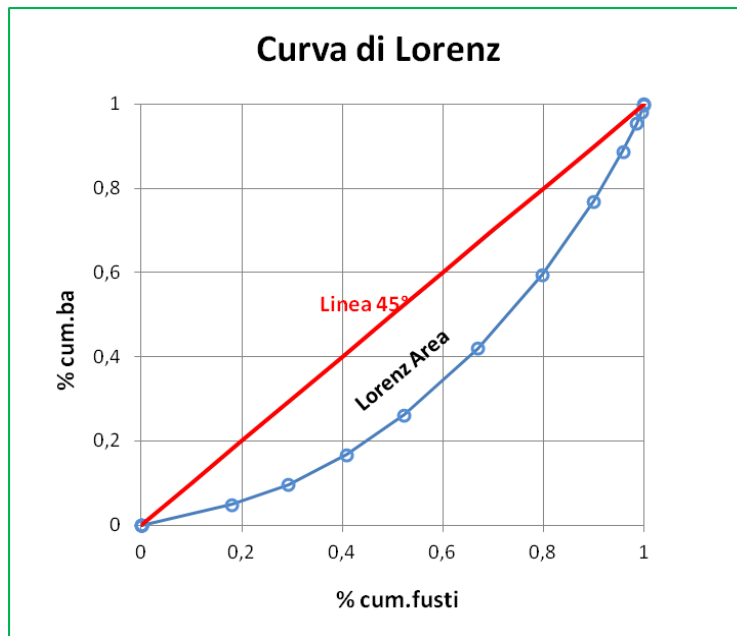


Figura 3.3: Grafico che esprime l'andamento della curva di Lorenz della serie di dati della tabella 3.6. La curva è la risultante del plotting tra frequenza cumulata dell'area basimetrica e frequenza cumulata del numero di fusti. La linea rossa esprime la massima omogeneità della distribuzione (linea dei 45°).

Rank	Classe diametrica	N_fusti	cum.fusti	% cum.fusti	BA*N_fusti	cum.ba	%cum.ba	Area sotto Curva di Lorenz
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	20	670	670	0,180	21,049	21,049	0,049	0,00437
2	25	418	1088	0,292	20,519	41,567	0,096	0,00811
3	30	435	1523	0,409	30,748	72,316	0,167	0,01534
4	35	425	1948	0,523	40,890	113,205	0,261	0,02442
5	40	545	2493	0,669	68,487	181,692	0,420	0,04978
6	45	478	2971	0,797	76,023	257,715	0,595	0,06506
7	50	384	3355	0,900	75,398	333,113	0,769	0,07027
8	55	215	3570	0,958	51,080	384,193	0,887	0,04777
9	60	101	3671	0,985	28,557	412,750	0,953	0,02493
10	65	35	3706	0,994	11,614	424,364	0,980	0,00908
11	70	19	3725	0,999	7,312	431,676	0,997	0,00504
12	75	3	3728	1,000	1,325	433,002	1,000	0,00080
13	80	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000
14	85	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000
15	90	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000
16	95	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00000
	Somma	3728			433,002			0,32497
							<b>Indice di Gini</b>	<b>0,35</b>

Tabella 3.6: Esempio di calcolo dell'indice di Gini. L'area al di sotto della curva di Lorenz è calcolata tramite la somma delle aree dei trapezi che la compongono. Ogni trapezio è calcolato come:

$A_i = (\%cum.ba_i + \%cum.ba_{i-1})/2 * (\%cum.fusti_i - \%cum.fusti_{i-1})$ . Il coefficiente di Gini è dato dalla formula:  $(0.5 - \sum A_i)/0.5$  (Katholnig, 2012) (Katholnig, 2012).

Per esempio per la 5° classe diametrica si avrà:  $A_5 = (0.420+0.261)/2 * (0.669-0.523) = 0.0498$ . Il coefficiente di Gini applicando la formula sarà:  $G_1 = (0.5-0.32497)/0.5 = 0.35$ .

### 3.4.2 - Indice di Simpson

Il calcolo del coefficiente di Simpson (Simpson, 1949) si basa sulle proporzioni quadrate dell'area basimetrica in ogni classe di diametro. L'indice esprime la probabilità che ogni due alberi, scelti a caso da una popolazione infinitamente grande, appartengano alla stessa classe di dimensioni (Simpson, 1949 ; Lexerod & Eid, 2006).

L'indice di Simpson è fortemente ponderato rispetto alla classe di diametro più abbondante nel campione, pur essendo meno sensibile al numero di classi di diametro (Magurran, 1988). Oltre che per la diversità strutturale, questo indice può essere utilizzato anche per la diversità di specie, affiancandolo all'indice di Shannon (Motza, Sterba, & Pommerening, 2010).

Nel presente studio è stata adottata una forma reciproca dell'indice (1-indice) per aumentare il valore dell'indice con più alta diversità. Per calcolare l'indice di Simpson è stato utilizzata la seguente formula (Lexerod & Eid, 2006):

$$SID_i = 1 - \sum_{i=1}^n f_i^2$$

Dove “ $f_i$ ” corrisponde alla frequenza relativa degli attributi di una determinata categoria, risultata dalla classificazione effettuata.

In questo lavoro l'indice di Simpson è stato utilizzato per valutare la distribuzione strutturale delle particelle campionate, su due fasce temporali intervallate da circa 25-30 anni di gestione forestale, in modo da ottenere un trend sulla dinamicità dei campioni. È stato calcolato con due diversi criteri, in due categorie diverse:

- considerando le classi diametriche in modo unico senza distinzione di specie, per numero di fusti e area basimetrica, così da ottenere una distribuzione strutturale dell'insieme del bosco;
- suddividendo le classi diametriche a loro volta per le specie presenti, calcolando l'indice per numero di fusti e area basimetrica, così da ottenere una distribuzione strutturale suddivisa per le specie presenti.



Classe diametrica	Numero di individui	Frequenz a relativa (fi)	Frequenza relativa <sup>2</sup> (fi) <sup>2</sup>
20	670	0,179721	0,032300
25	418	0,112124	0,012572
30	435	0,116685	0,013615
35	425	0,114002	0,012996
40	545	0,146191	0,021372
45	478	0,128219	0,016440
50	384	0,103004	0,010610
55	215	0,057672	0,003326
60	101	0,027092	0,000734
65	35	0,009388	0,000088
70	19	0,005097	0,000026
75	3	0,000805	0,000001
<b>SOMMA</b>	3728		0,124080
	<b>Indice di Simpson</b>		<b>0,875920</b>

Tabella 3.7: Esempio di calcolo dell'indice di Simpson. Partendo da una serie di individui, sempre riferiti ad un una classe diametrica si calcolano le frequenze relative; risultanti dal rapporto tra numero individui e la somma totale, dopodiché la frequenza viene elevata al quadrato e sommata insieme alle altre frequenze. La somma totale verrà utilizzata per il calcolo dell'indice di Simpson. Per quanto riguarda la classe dei 40cm:  $F_i = (545) / (3728) = 0,146191$ ;  $F_i^2 = (0,146191)^2 = 0,021372$ ;

$SID = 1 - \sum F_i^2 = (1 - 0,124080) = 0.87592$ .

### 3.4.3 - Indice di Shannon-Wiener

Il coefficiente di Shannon-Wiener (Shannon, 1948 ; Wiener, 1949) è un indice utilizzato in ecologia statistica per valutare la diversità biologica (biodiversità) di una popolazione di individui (Sterba, 2008). L'indice fa riferimento alla frequenza relativa di ogni singola specie rilevata nell'area campione ed è un indice spazialmente inesplicito (Sterba & Zingg, 2006).

Il range di valori è da 0 a 1. Valori bassi prossimi allo 0, significa che il campione ha poca diversità o comunque, il numero di individui è poco distribuito tra le specie. Valori prossimi al 1, indicano che il numero di individui sono ben distribuiti tra le specie all'interno del campione.

Dopo aver raccolto un campione di n individui (nel nostro caso è il file "piedilista"), e classificati in specie distinte (o categorie), si ricorre al calcolo delle frequenze relative per ogni categoria tramite la seguente formula:

$$Sh_j = - \sum f_i \cdot \ln (f_i)$$

Dove viene indicato con “ $f_i$ ” la frequenza relativa dei fusti per ogni specie presente nelle varie particelle, poi moltiplicati per il logaritmo naturale “ $\ln(f_i)$ ” della stessa frequenza relativa. Le specie presenti con cui è stato calcolato l’indice di Shannon sono : Abete rosso (*Picea abies*), Abete bianco (*Abies alba*), Larice (*Larix decidua*), Faggio (*Fagus sylvatica*), Pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e il Pino cembro (*Pinus cembra*).

L’indice di Shannon è stato calcolato utilizzando le frequenze relative sia dei fusti sia dell’area basimetrica per ogni specie presente, in modo tale da avere un confronto tra i risultati ottenuti. In tabella 3.8 viene mostrato un esempio del calcolo utilizzando il numero di fusti.

Specie	N° individui	Frequenza relativa ( $f_i$ )	$\ln(f_i)$	$f_i * \ln(f_i)$
<b>Abete bianco</b>	313	0,0487	-3,0228	-0,1471
<b>Larice</b>	644	0,1001	-2,3013	-0,2304
<b>Abete rosso</b>	4611	0,7169	-0,3328	-0,2386
<b>Faggio</b>	748	0,1163	-2,1516	-0,2502
<b>Pino silvestre</b>	101	0,0157	-4,1539	-0,0652
<b>Pino cembro</b>	15	0,0023	-6,0610	-0,0141
<b>SOMMA</b>	<b>6432</b>	<b>Indice di Shannon</b>		<b>0,95</b>

Tabella 3.8: Esempio di calcolo dell’indice di Shannon-Wiener. La frequenza relativa ( $F_i$ ) è calcolata tramite rapporto tra il numero di piante della specie e il numero totale delle piante presenti. L’indice di Shannon prevede di calcolare il logaritmo naturale ( $\ln(f_i)$ ) per ogni frequenza relativa e successivamente moltiplicarlo per la frequenza. La somma di questo prodotto è l’opposto dell’indice di Shannon per cui lo si deve moltiplicare per -1. Esempio di procedimento per la specie Faggio:  $F_i = 748/6432 = 0,1163$ ;  $F_i * \ln(F_i) = 0,1163 * (-2,1516) = -0,2502$ .

$Sh = -\sum (F_i * \ln(F_i)) = 0,95$ .

#### 3.4.4 - Area Basimetrica

L'area basimetrica è un parametro descrittivo della densità di un bosco che esprime molteplici informazioni ed è utilizzato per varie analisi di tipo forestale, ma anche di tipo gestionale o descrittivo di un determinato habitat ed in relazione alla fauna presente.

Si tratta dell'area della circonferenza posta ad un'altezza di 1,30m sul fusto dal piano di calpestio. È una misura calcolata dopo aver effettuato il cavallettamento e redatto il piedilista, attraverso la seguente formula:

$$BA_i = \sum \frac{\pi}{4} \cdot n_i \cdot D_i^2$$

Dove " $n_i$ " è il numero di fusti per ogni determinata classe diametrica e " $D_i$ " è il diametro espresso in metri della classe diametrica.

L'area basimetrica è stata calcolata come semplice area di una circonferenza per ogni classe diametrica per poi essere moltiplicata per il numero di piante in essa rilevato. Dopodiché è stata rapportata alla superficie della particella per avere un dato relazionabile con le altre particelle. È un dato espresso in  $m^2/ha$  e rivela la quantità di legname presente in foresta, insieme al numero di fusti per ettaro restituisce anche un'idea sulla densità arborea di una determinata area. Essendo indice di densità è direttamente relazionabile alla quantità di luce che arriva al suolo, ciò implica una diversa composizione del sottobosco e quindi può essere anche applicato come indicatore per la gestione di entità faunistiche (Elledge & Barlow, Basal Area: A Measure Made for Management, 2010).

#### 3.4.5 - Calcolo dei volumi e dell'incremento periodico

I volumi suddivisi per particella, sono stati forniti dalla Regione del Veneto, all'interno dei dati contenuti nel file "Piani di riassetto". I volumi delle particelle sono stati calcolati tramite l'utilizzo di tavole di cubatura designate per ogni particella, in modo da ottenere risultati il più aderenti possibili alla realtà. La tavola di cubatura è definita nelle descrizioni particellari di ogni singola particella (figura 3.4 e 3.5). Per ovviare alla discrepanza tra metodi e tavole utilizzate nelle due fasce temporali ed il cambio delle tariffe, i volumi della

vecchia revisione sono stati ricalcolati utilizzando le stesse tavole di cubatura della nuova revisione. Le tavole di cubatura variano da luogo a luogo, a seconda della zona del Veneto in cui ricade la particella, variano a seconda della specie arborea considerata e variano in funzione di altri parametri, come la statura della particella.

		CLASSE ECONOMICA - PRIMA - "A" -																PARTICELLA n. 25							
METODO di rilievo: <b>cavallettamento totale da cm.12,5 in su</b> - <b>incremento percentuale 1,91</b> - <b>cubatura: A.R. serie V*</b>																									
Superficie rilevata: ha. <b>11.75</b>																		<b>incremento corrente mc./Ha. 5,66</b>							
																		<b>A.B. serie V*</b>							
																		<b>LA. serie III*</b>							
Specie legnosa	%	CLASSI DI DIAMETRO																				TOTALE per la particella			
		15		20		25		30		35		40		45		50		55		60				65 oltre	
		fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.	fusti n.	massa mc.
Abete R.	77	318	38	185	54	284	145	275	220	330	379	325	491	263	526	184	440	90	261	25	87	6	24	2285	2665
Abete B.	21	122	13	78	20	99	47	101	75	117	129	97	147	83	161	41	102	17	51	1	4	-	-	756	749
Larice	2	-	-	-	-	2	1	1	1	2	2	8	11	9	16	8	18	3	9	2	6	-	-	35	64
<b>Tot.fusti n°.</b>		<b>440</b>		<b>263</b>		<b>385</b>		<b>377</b>		<b>449</b>		<b>430</b>		<b>355</b>		<b>233</b>		<b>110</b>		<b>28</b>		<b>6</b>		<b>3076</b>	
<b>Tot.massa mc.</b>			<b>51</b>		<b>74</b>		<b>193</b>		<b>296</b>		<b>510</b>		<b>649</b>		<b>703</b>		<b>560</b>		<b>321</b>		<b>97</b>		<b>24</b>		<b>3478</b>

OSSERVAZIONI e proposte sul trattamento richiesto dalla particella: **Taglio a scelta per pedali e per piccoli gruppi, inteso al prelieve delle piante prive di avvenire, stramature e aduggianti il novellame.**

**Là dove la copertura è troppo forte alleggerire prudenzialmente per facilitare in seguito la rinnovazione e svecchiare gradualmente il bosco.**

Figura 3.4: Esempio di scheda particella riscontabile nelle prime revisioni dei piani di assestamento, è cerchiato in rosso la parte corrispondente alla determinazione della tavola di cubatura da utilizzare per il calcolo dei volumi per questa particella.

REGIONE DEL VENETO DIREZIONE REGIONALE FORESTE Servizio per la Ricerca e la Pianificazione Forestale  
 Gestione Piani di Assestamento Forestale SCHEDA TIPO: FUSTAIA - INCOLTO - PRATERIA

Piano di assestamento cod. 002\_3 Particella n. A025/0 Anno: 2001 Località: COSTA COMODA ALTA  
 Sottobacino cod. 0214 Unità amministrativa cod. 2503305 Tavolette I.G.M.I. cod. 000/064  
 Riferimenti catastali: 2:1P-17P; Particelle C.F.R.: 0124/0000/0000/0000  
 Sup. totale ha.: 011,7500 Improd.: 000,00 Boscata: 011,75 Produzz. non bosc.: 000,00 Specific.: Arbust. e Caspuagl.  
 Rilievo: CAVALLETTAMENTO TOTALE Struttura: IRREGOLARE Funzione: PRODUTTIVA Cingolo: FA-P-P  
 Tipo forestale 1: ABIEETO DEI SUBSTRATI CARBONATICI Tipo forestale 2: PECCESTA DEI SUBSTRATI CARBONATICI SUBALPIN

ASPETTI DELLA STAZIONE

Altitudine: prevalente m.s.m.: 1600	minima m.s.m.: 1525	massima m.s.m.: 1700	POPOLAMENTO: Specie	%	Tav. cub. -
Esposizione prevalente: -125	Assolazione: 1400+1800 hn./anno		Dominante: PCA	070	I1
Inclinazione: da 30° a 20°	Roccia madre: Favorevole		1^ concoc.: ABA	028	I1
Tipo di suolo: Evid. eff. lisciv. / podsol.	Humus: Grezzo: torba / moder micog.		2^ concoc.: LRD	001	I2
Profondità suolo: da 50 a 70 cm.	Erosione: Asport. lettiera		3^ concoc.: FAS	001	I4
Umidità: Suolo fresco	pH Orizz. B: 5 + 6.5 / subacido		4^ concoc.: PNS	001	I3
pH Rumus: 5 + 6.5 / subacido	Rinnov. reale: Sufficiente				
Distribuzione 1: In chiarie	Distrib. 2: Sotto copertura		PARAMETRI: STATO REALE - - MOD. COLT. -		
Passolo: Danni di entità nulla			Statura: 31	32	
TIPI STRUTTURALI: n. superf. 38 02,2			Età: 155	134	
			Alberi cens./ha: 209	305	
			Diam. max.: 90	85	
			Diam. medio: 41,1	36	
			Area basim. un.: 27,7	30,7	
			Provvig. unit.: 309,57	341,33	
			Provvig. tot.: 003637,48	04010,63	
			Incremento percentuale: 1,6		
			Metodo di ril. dell'increment.: Schneider		
			Incremento corr. totale: 058,20		

Maturco3 : 10 00,7      Maturco : 05 08,5  
 Maturco4 : 04 00,3

Statura potenziale: 32,3      Incremento corrente /ha : 05,0

INFORMAZIONI PARTICOLARI

Accidentalità: Assente      Movimenti franosi: Assenti      Viabilità: tipo 1: Strada trattorab. Km.: 0,30      Viabilità: tipo 2: Assente      Valanghe: Effetti assenti Km.: 0,00  
 Infrastrutture: Assenti      Tipologia: Buono      Pressione turistica: Scarsa  
 Danni da turismo: Assenti      Stato fitosanit. della fustaia: Buono      Ceduo sottoposto: Assente  
 Specie dominante del ceduo:      Massa stimata del ceduo: q.li 00000      Stato fitosan. del ceduo:

Diam. cm.	RIEPILOGO DEI DATI DENDROMETRICI (Anno dei rilievi tassatori 2001)										TOTALI				
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		70	75	80	85
PCA	0204	0182	0171	0194	0229	0232	0211	0148	0078	0043	0022	0007	0004		001725
ABA	0126	0084	0075	0060	0105	0103	0061	0044	0022	0006	0005				000691
LRD	0001					0001	0004	0004	0002	0004	0003	0001			000020
FAS	0010	0002	0002												000014
PNS															000000
															000000

N. 00341 00268 00248 00254 00334 00336 00276 00196 00102 00053 00030 00008 00004 002450  
 Vol. 00102,3 00134,0 00173,6 00256,5 00470,9 00611,5 00607,2 00533,1 00338,6 00207,7 00135,9 00041,8 00024,1 003637,4

PIANO DEI TAGLI DELLA FUSTAIA

Anno: 2009	Anno: 2010
Provv. totale: 04103,1	Provv. totale: 03711,5
Provv. unit.: 349,2	Provv. unit.: 315,9
Ripresa tot.: 0450	Ripresa tot.: 0050
Ripresa unit.: 038,3	Ripresa unit.: 004,3
Saggio di ut.: 11,0	Saggio di ut.: 01,3

Ripresa totale mc.: 00500

PRESCRIZIONI PER IL CEDUO SOTTOPOSTO

Tot. ha: 000,0  
 Tot. q.li: 00000

OPERE DI MIGLIORIA A CARICO DELLA FUSTAIA

Tot. mc.: 0000  
 RIPRESA TOTALE PARTICELLARE: mc. 00500

In figura 3.5 si mostra un esempio della descrizione particellare che riguardano le nuove revisioni. È facile intuire le molteplici informazioni che racchiudono queste schede. Oltre alla tavola di cubatura vengono riportate le caratteristiche della particella come esposizione, altitudine, composizione arborea, ecc.

L'incremento periodico medio è stato calcolato tramite il metodo del **bilancio di massa**, o metodo del controllo, che si basa sul confronto tra il volume legnoso di una stessa particella determinato a distanza di  $n$  anni con un cavallettamento totale (La Marca, 2004).

$$\Delta V = \frac{V_2 - V_1 + V_u}{n}$$

Dove:

$V_2$  = Volume attuale

$V_1$  = Volume n anni fa

$V_u$  = Volume delle utilizzazioni effettuate durante gli n anni

n = numero di anni che intercorre tra un inventario e l'altro

Il calcolo del volume delle utilizzazioni effettuate negli anni richiede l'analisi dettagliata dei prelievi delle singole particelle che compongono la serie campionaria. Dato che, non è stato possibile ottenere questi dati, il procedimento utilizzato ha ritenuto necessario l'adozione del valore nullo delle utilizzazioni ( $V_u = 0 \text{ m}^3$ ), considerato che la ripresa media annua riferita all'ettaro della Valle del Boite (nel periodo che intercorre tra il 1964 al 2008) sia di  $0,63 \text{ m}^3/\text{ha}$  per anno (Sitzia, et al., 2014). Va sottolineato che la ripresa media annua è stata calcolata senza includere gli schianti, mantenendo, in questo modo, la naturale dinamica dei boschi.

## 4 - RISULTATI E DISCUSSIONE

### 4.1 - ANALISI GENERALE

I dati raccolti mediante il metodo precedentemente esposto sono stati sottoposti ad una prima analisi di tipo descrittivo. Per descrivere la struttura delle particelle analizzate sono stati considerati gli indici di Gini e di Simpson; per la diversità di specie è stato utilizzato l'indice di Shannon.

Grazie al dataset a disposizione è stato possibile confrontare i risultati su due fasce temporali diverse, distanziate tra loro di circa 25-30 anni, derivanti da due revisioni dei piani di assestamento. Questo metodo permette di verificare la dinamicità strutturale e di specie nell'insieme delle particelle considerate utili inoltre per valutare lo stato di conservazione degli habitat presenti nel campione di dati utilizzato;

#### 4.1.1 - Risultati generali dei parametri dendrometrici

	Provvigione ad ettaro (m <sup>3</sup> /ha)		N° Piante ad ettaro		Area basimetrica ad ettaro (m <sup>2</sup> /ha)		Incrementi volumetrici	
	vol_ha_v (m <sup>3</sup> /ha)	vol_ha_n (m <sup>3</sup> /ha)	npia_ha_v (n°)	npia_ha_n (n°)	BA_ha_v (m <sup>2</sup> /ha)	BA_ha_n (m <sup>2</sup> /ha)	Incremento %	Incremento periodico (m <sup>3</sup> /ha*anno)
<b>min</b>	75	98	84	144	8,98	11,22	-43,05	-21,86
<b>med</b>	307	357	336	344	28,91	33,21	<b>24,61</b>	<b>1,84</b>
<b>max</b>	815	818	831	728	60,78	72,58	249,89	13,72
<b>dev.st.</b>	117,251	104,400	125,476	107,411	9,309	8,542	38,375	3,612

Tabella 4.1: Riepilogo parametri dendrometrici calcolati utilizzando le particelle campionarie, in rosso viene evidenziato l'incremento periodico medio annuo e l'incremento percentuale (n=331).

La tabella 4.1 mostra i parametri dendrometrici calcolati, appartenenti alle particelle utilizzate nella tesi. Per quanto riguarda il volume esso è aumentato, come tutti gli altri parametri. L'incremento periodico è stato calcolato tramite il bilancio di massa (La Marca, 2004) senza tenere in considerazione le utilizzazioni effettuate, poiché non esiste un registro che raccolga tale informazione. Tale tabella si potrebbe considerare come un riepilogo dei parametri dendro-auxometrici delle particelle a funzione produttiva

dell'intera Regione de Veneto, poiché le particelle sono a maggioranza funzione produttiva come riportato nel § 3.3 .

#### 4.1.2 - Diversità strutturale delle particelle – risultati indice di Gini

Nelle seguenti tabelle, si espongono i risultati del calcolo dell'indice di Gini. Si è voluto suddividere le particelle secondo le disposizioni strutturali descritte nei piani di assestamento, confrontando dei valori qualitativi con valori quantitativi.

Dai dati ricavati sembra non emergano grandi differenze tra le categorie di particelle ( tabella 4.2). Confrontando tali risultati con un altro lavoro di *Katholnig* (2012), in figura 4.1, si evince che le particelle di questo lavoro sarebbero tutte da attribuire alla categoria delle strutture coetanee.

*Table 5.1: Mean values and standard deviations of the Gini-index for the different categories of stands.*

GINI		pure	mixed	all
even	mean	0.2849	0.3607	<b>0.3186</b>
	stand. dev.	0.1063	0.1091	0.1139
	sample size	263	211	474
uneven	mean	0.5086	0.6375	<b>0.6256</b>
	stand. dev.	0.0480	0.0824	0.0881
	sample size	16	157	173
all	mean	<b>0.2977</b>	<b>0.4788</b>	<b>0.4007</b>
	stand. dev.	0.1162	0.1688	0.1733
	sample size	279	368	647

Figura 4.1: Valori di Gini calcolati con lo stesso metodo da *Katholnig* (2012) confrontabili con i valori in tabella 4.1. In questo caso “even” sta per struttura coetanea e “uneven” per struttura disetanea.

In accordo con quanto descritto da *Balanda* (2012) e *Kucbel* (2006), con valori di Gini  $\geq 0.37$  la struttura si può definire differenziata verticalmente (disetanea), mentre per Gini  $\leq 0.27$  la struttura si può definire su un unico livello (coetanea). Valori intermedi possono essere definiti di transizione.



		<b>gini_v</b>	<b>gini_n</b>
<b>confusa</b>	min	0,24	0,29
	med	0,33	0,37
	max	0,41	0,44
	size	73	73
	Dev.st	0,036	0,032
<b>irregolare</b>	min	0,22	0,25
	med	0,34	0,37
	max	0,46	0,47
	size	200	200
	Dev.st	0,043	0,038

		<b>gini_v</b>	<b>gini_n</b>
<b>coetanea</b>	min	0,19	0,25
	med	0,31	0,33
	max	0,40	0,44
	size	51	51
	Dev.st	0,044	0,039
<b>disetanea</b>	min	0,31	0,34
	med	0,36	0,39
	max	0,41	0,41
	size	7	7
	Dev.st	0,034	0,026

Tabella 4.2: Risultati indice di Gini, suddivisi per tipologia di struttura riscontrata nei piani di assestamento.

Dalla tabella 4.2 si può notare che l'indice di Gini sia utile a valutare la struttura delle particelle stesse; In tabella "gini\_v" indica l'indice di Gini calcolato con i dati dei piani di assestamento più vecchi, mentre "gini\_n" è stato calcolato attraverso gli ultimi piani di assestamento, alcuni tutt'ora in vigore. Si può notare che non esiste grande differenza tra i valori di Gini riscontrati e la classificazione effettuata al momento della redazione del piano di assestamento. Tale discrepanza può essere spiegata dal fatto che all'interno delle particelle possano esistere nuclei di piante diversificate strutturalmente tra di loro, ma non in modo incidente rispetto a tutta la componente della particella.

In tabella 4.3 viene riportato il risultato del calcolo dell'indice di Gini, con i valori minimi, medi e massimi riscontrati nel campione. Da notare l'aumento del valore medio di tale indice nel tempo, meglio espresso nella figura 4.2.

		<b>gini_v</b>	<b>gini_n</b>
<b>All sample</b>	min	0,19	0,25
	med	0,33	0,36
	max	0,46	0,47
	dev.st	0,0438	0,0393

Tabella 4.3: risultati dell'indice di Gini riscontrato nelle varie particelle, senza suddivisione per specie (n=331).

<b>gini_v</b>	<b>gini_n</b>
0,37	0,39

Tabelle 4.4: Indice di Gini calcolato senza considerare la suddivisione delle particelle, sommando tutti gli alberi dell'intero campione, quindi da assimilare ad un indice di Gini regionale.

La tabella 4.4 mostra l'indice di Gini calcolato per l'intera regione del Veneto, considerando le particelle forestali come un unico insieme. Anche in questo caso si nota un certo aumento del valore dell'indice.

L'indice di Gini è stato altresì calcolato per ogni specie presente nei piani di assestamento. Tale calcolo è utile per constatare la variabilità dell'indice a seconda delle specie considerata. In modo analogo al precedente si sono calcolati gli indici per le due fasce temporali, come dimostrato nelle seguenti Tabelle 4.5 e 4.6, in allegato 1 vi sono gli istogrammi delle distribuzioni.

<b>Vecchia Revisione</b>	<b>gini_aba_v</b>	<b>gini_lrd_v</b>	<b>gini_pca_v</b>	<b>gini_fas_v</b>	<b>gini_pns_v</b>	<b>gini_pnc_v</b>
<b>min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
<b>med</b>	0,34	0,30	0,33	0,19	0,24	0,32
<b>max</b>	0,70	0,72	0,65	0,46	0,54	0,55
<b>dev.st</b>	0,1004	0,1347	0,0525	0,0841	0,1259	0,0916
<b>size</b>	260	232	331	108	72	16

Tabella 4.5: Indice strutturale di Gini suddiviso per specie, riferite alla revisione più vecchia.

In tabella 4.5 viene esposto l'indice di Gini suddiviso per le specie presenti, nelle schede particellari dei piani di assestamento. Si notano dei valori di Gini che vanno da 0,00 a massimo 0,72. Il valore minimo di 0,00 significa che, almeno in una particella, la specie è rappresentata da un'unica classe diametrica. Dei valori medi tra lo 0,19 e 0,34 possono significare strutture abbastanza omogenee tendenti alla coetaneità. Da notare il caso dell'abete rosso che è la specie con l'indice di Gini massimo più basso in entrambe le revisioni.

<b>Nuova Revisione</b>	<b>gini_aba_n</b>	<b>gini_lrd_n</b>	<b>gini_pca_n</b>	<b>gini_fas_n</b>	<b>gini_pns_n</b>	<b>gini_pnc_n</b>
<b>min</b>	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
<b>med</b>	0,36	0,33	0,35	0,20	0,23	0,35
<b>max</b>	0,78	0,78	0,47	0,66	0,67	0,70
<b>dev.st</b>	0,1136	0,1566	0,0393	0,0877	0,1385	0,1658
<b>size</b>	272	241	331	186	83	17

Tabella 4.6: Indice strutturale di Gini suddiviso per specie, riferite alla revisione ancora in vigore.

Grazie alla tabella 4.6 si possono notare delle differenze temporali nell'indice strutturale calcolato. Persiste un lieve ma esteso aumento dei valori dell'indice all'interno di ogni specie, rispecchiando i valori totali della tabella 4.2

Tale aumento si nota con maggiore chiarezza nelle seguenti figure opportunamente create. In allegato 1 al § 7.1 vengono espone le distribuzioni dei valori dell'indice di Gini suddivisi per specie.

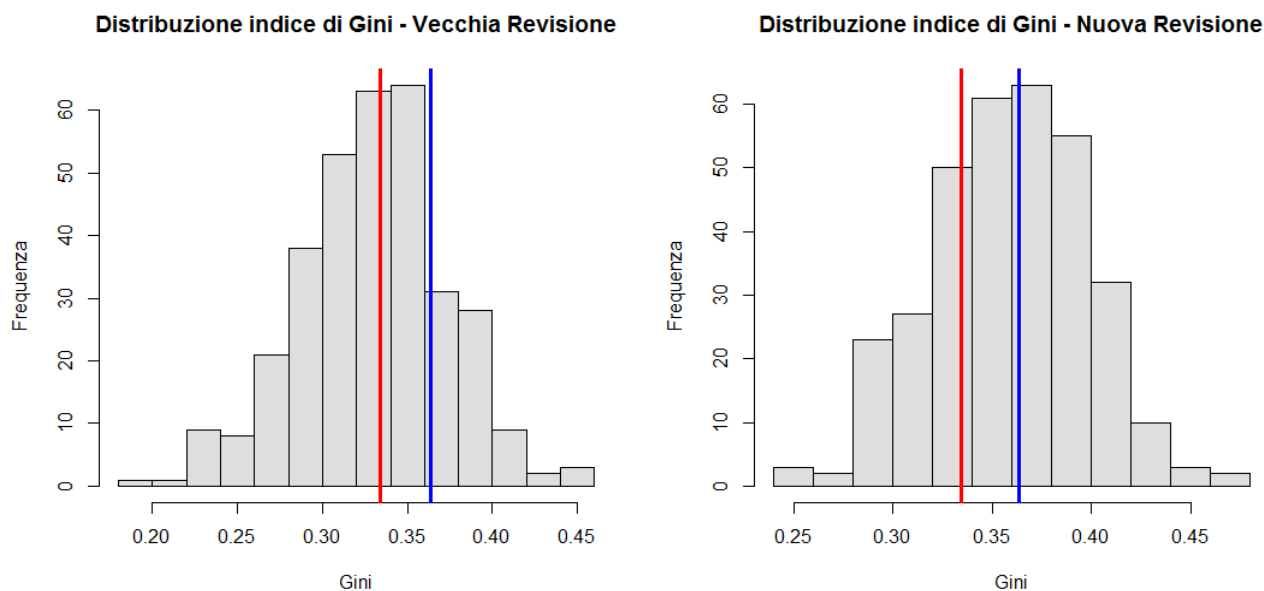


Figura 4.1: In queste figure vengono mostrate le frequenze dell'indice di Gini nelle diverse revisioni. La linea Blu si riferisce al valore MEDIO dell'indice di Gini della revisione in vigore in entrambi gli Istogrammi. La linea rossa esprime la media nella vecchia revisione.

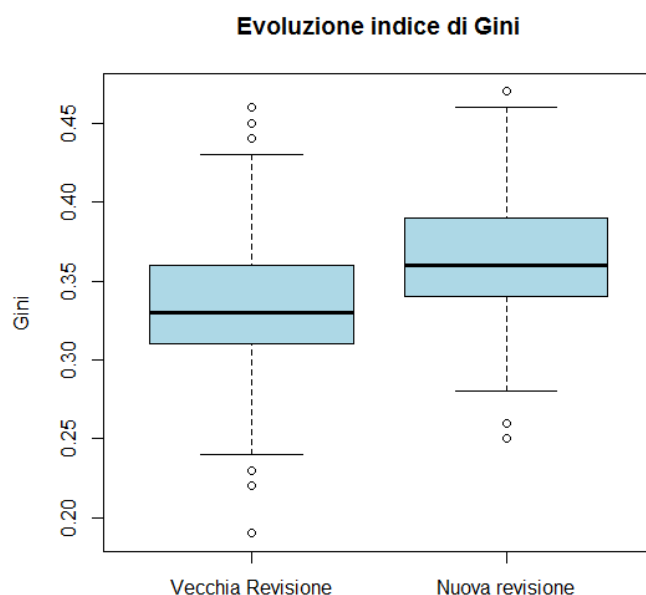


Figura 4.2: Box-plot dell'indice di Gini, a sinistra la vecchia revisione a destra la nuova revisione. La linea marcata di colore nero all'interno del box esprime la mediana, le due linee nere che formano il box indicano il 1° e 3° quartile, i due baffi estremi mostrano i valori estremi superiore ed inferiore. I punti non colorati mostrano gli outliers.

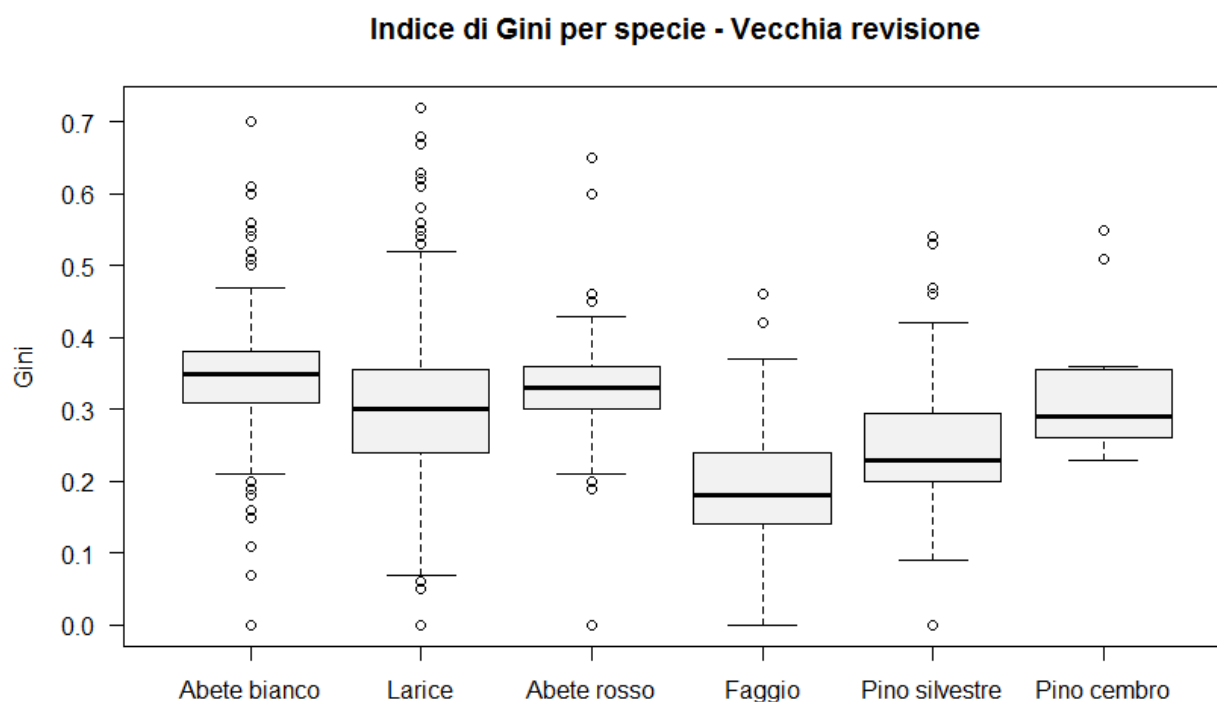


Figura 4.3: Box-plot dell'indice di Gini suddiviso per specie, calcolato con i dati della vecchia revisione. La linea marcata di colore nero all'interno del box esprime la mediana, le due linee nere che formano il box indicano il 1° e 3° quartile, i due baffi estremi mostrano i valori estremi superiore ed inferiore. I punti non colorati mostrano gli outliers.

### Indice di Gini per specie - Nuova revisione

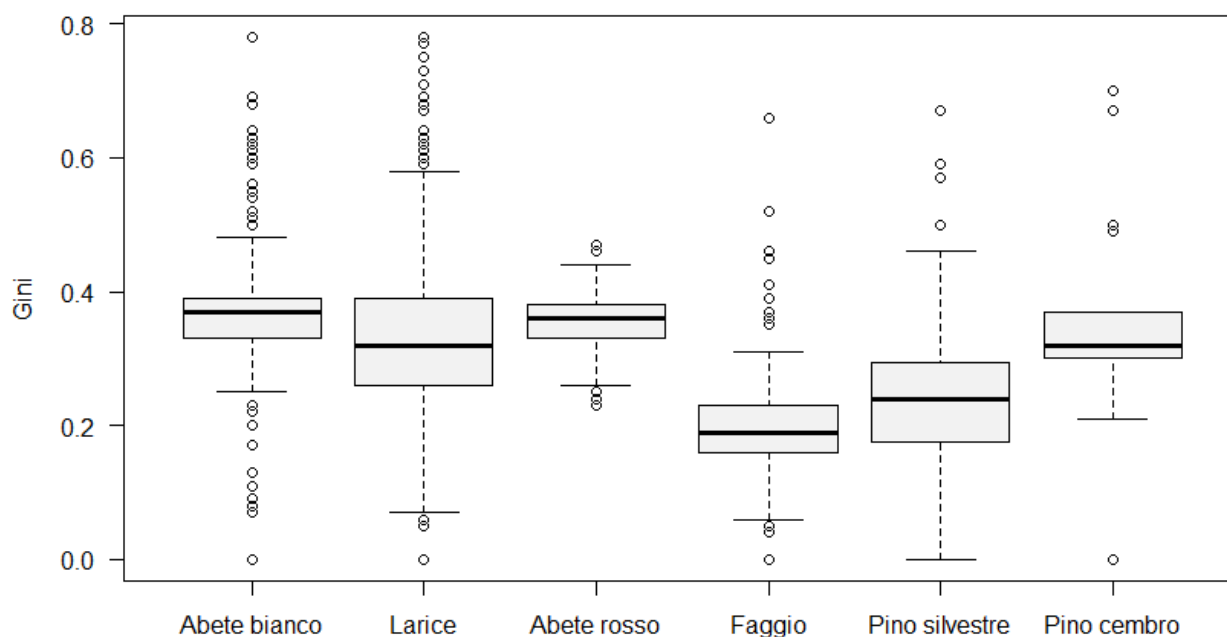


Figura 4.4: Box-plot dell'indice di Gini suddiviso per specie, calcolato con i dati della nuova revisione. La linea marcata di colore nero all'interno del box esprime la mediana, le due linee nere che formano il box indicano il 1° e 3° quartile, i due baffi estremi mostrano i valori estremi superiore ed inferiore. I punti non colorati mostrano gli outlier.

#### 4.1.3 - Diversità strutturale delle particelle - risultati indice di Simpson

L'indice di Simpson si basa sulla probabilità che ogni due alberi, scelti a caso da una popolazione infinitamente grande, appartengano alla stessa classe di dimensioni o alla stessa specie. Nel seguente studio è stato utilizzato per calcolare la diversità strutturale delle particelle e la diversità strutturale delle varie specie che compongono lo strato arboreo. In tabella 4.7 vengono esposti i risultati generali dell'indice di Simpson, suddivisi per intervallo temporale. Sono esposti i valori di Simpson calcolati usando le proporzioni tra le aree basimetriche e tra il numero di fusti. In entrambi i casi si nota un aumento dei valori da una revisione all'altra. Il codice "simp\_str\_v" significa valore dell'indice di Simpson calcolato con il numero di fusti della vecchia revisione, mentre "simp\_str\_n" è stato calcolato con il numero di fusti della nuova revisione, analogamente "simp\_BA\_v" e

“simp\_BA\_n” sono stati calcolati utilizzando rispettivamente l’area basimetrica della vecchia e nuova revisione.

	N° di Fusti		Area Basimetrica	
	simp_str_v	simp_str_n	simp_BA_v	simp_BA_n
<b>min</b>	0,55	0,66	0,69	0,78
<b>med</b>	0,82	0,85	0,86	0,88
<b>max</b>	0,90	0,91	0,92	0,92
<b>dev.st</b>	0,0529	0,0393	0,0304	0,0199

Tabella 4.7 : Risultati del calcolo dell’indice di Simpson (n=331)

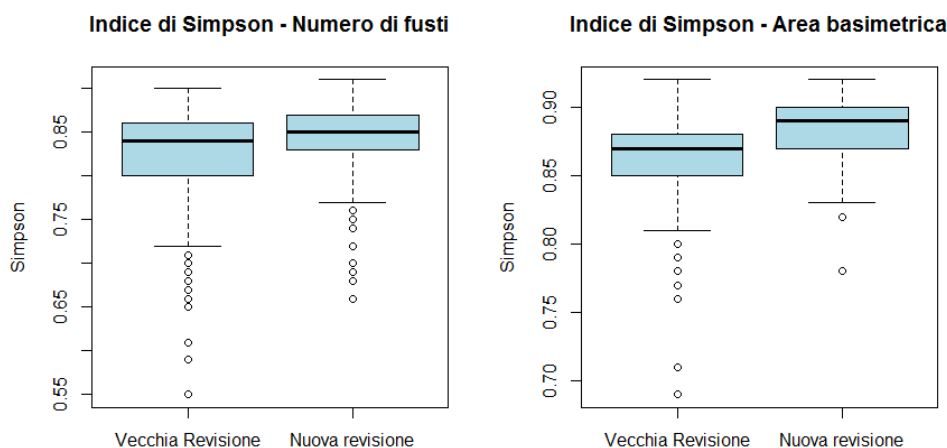


Figura 4.5: Box-plot indice di Simpson. La linea marcata di colore nero all’interno del box esprime la mediana, le due linee nere che formano il box indicano il 1° e 3° quartile, i due baffi estremi mostrano i valori estremi superiore ed inferiore. I punti non colorati mostrano gli outliers.

#### 4.1.4 - Diversità di specie delle particelle – Indice di Shannon

In questo lavoro è stato utilizzato l’indice di Shannon per valutare la diversità di specie che compongono le particelle campione (Motza, Sterba, & Pommerening, 2010). L’indice è stato calcolato tramite le frequenze relative del numero di fusti (“shannon\_v”) e la frequenza dell’area basimetrica (“shannon\_BA\_v”) per le due revisioni disponibili, tabella 4.8.

	N° Fusti		Area basimetrica	
	shannon_v	shannon_n	Shannon_BA_v	Shannon_BA_n
<b>min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>med</b>	0,57	0,64	0,56	0,61
<b>max</b>	1,24	1,32	1,33	1,34
<b>dev.st</b>	0,3196	0,3429	0,3105	0,3311

Tabella 4.8: risultati calcolo dell'indice di Shannon-Wiener per la diversità di specie per entrambe le revisioni (n=331).

Dalla tabella 4.8 e dalla figura 4.6 si evince che l'indice sia aumentato in questo intervallo di circa 30 anni, sia per i valori medi e valori massimi per entrambe le categorie di dati usati (area basimetrica e n° di fusti).

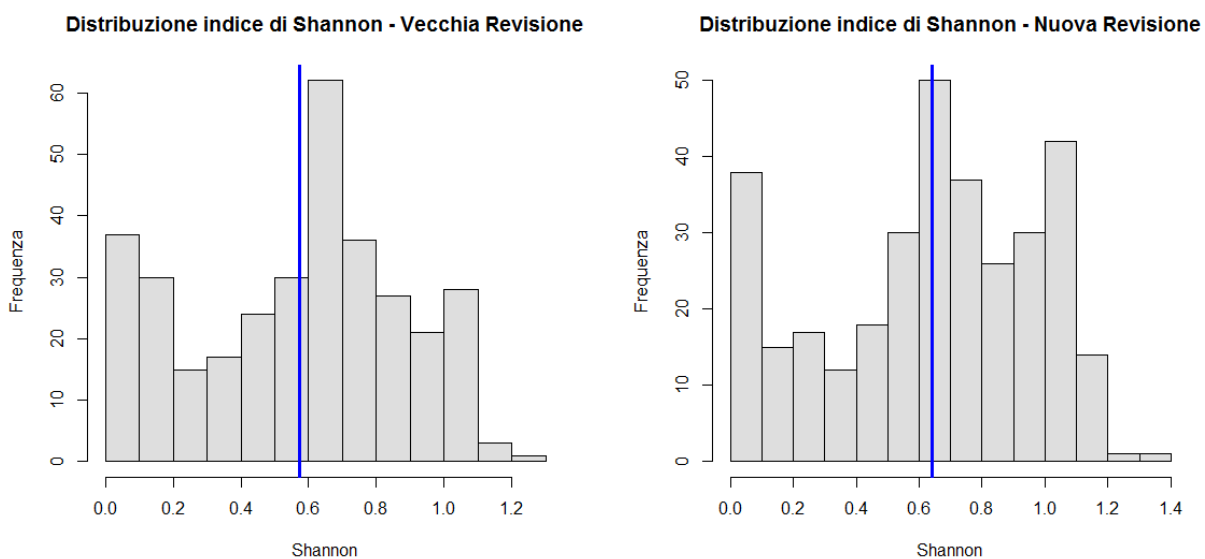


Figura 4.6: Indica la la distribuzione dell'indice di Shannon calcolato con le proporzioni tra il numero di fusti, la linea blu indica il valore medio di tale indice.

Inoltre dalle figure 4.6 e 4.7, si nota che vi siano notevoli particelle con valori di Shannon pari a zero (circa 40 particelle), ciò significa che vi sono quasi 40 particelle monospecifiche. Tuttavia, tale risultato è comprensibile dato che la maggior parte delle particelle sono classificate con funzione prevalentemente produttiva.

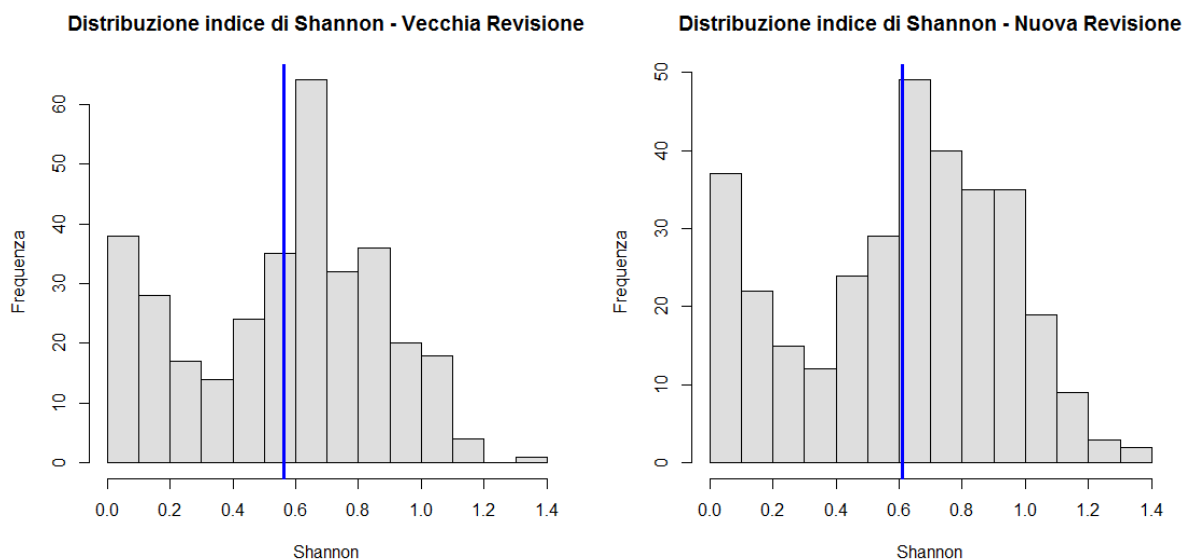
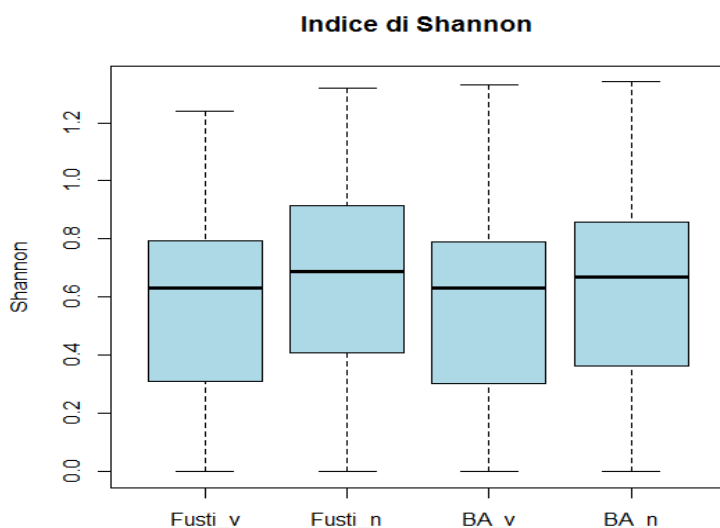


Figura 4.7: Indice di Shannon calcolato con le proporzioni tra area basimetrica, la linea blu indica il valore medio di tale indice.



In Figura 4.7 vengono mostrate le frequenze dell'indice di Shannon calcolate usando le proporzioni dell'area basimetrica; esiste un lieve aumento del valore dell'indice, ma non si notano differenze sostanziali tra le due categorie di dati utilizzati, vengono confermati i valori medi e le circa 40 particelle monospecifiche.

Figura 4.8: Box-plot indice di Shannon. La linea marcata di colore nero all'interno del box esprime la mediana, le due linee nere che formano il box indicano il 1° e 3° quartile, i due baffi estremi mostrano i valori estremi superiore ed inferiore. I punti non colorati mostrano gli outliers. Con "fusti" si intende che è stato utilizzato il numero dei fusti delle piante, con "BA" si intende area basimetrica; "v" ed "n" rispettivamente vecchia e nuova revisione.



#### 4.1.5 - Confronto statistico tra medie

Per valutare la differenza tra le medie dei valori degli indici calcolati, ottenute calcolando il valore dell'indice nei due periodi di tempo, si è fatto ricorso a test statistici parametrici. È stato utilizzato il software R (R Core Team, 2014), utilizzando la funzione del test t di Student per confrontare due medie di campioni appaiati, dato che sono due rilevazioni ottenute sui stessi campioni in periodo diverso. Nella tabella seguente si riepilogano i risultati. Un valore di p-value inferiore allo 0,05 significa che non posso accettare l'ipotesi nulla e che quindi le medie campionarie sono diverse tra loro.

<b>Gini per specie</b>	<b>T calcolato</b>	<b>p-value</b>
<b>Abete bianco</b>	-2,2427	0,0253
<b>Larice</b>	-2,1826	0,0296
<b>Abete rosso</b>	-7,1372	0,0000
<b>Faggio</b>	-0,8991	0,3695
<b>Pino silvestre</b>	0,2962	0,7675
<b>Pino cembro</b>	-0,7097	0,4844

<b>T-test indici</b>	<b>T calcolato</b>	<b>p-value</b>
<b>Indice di Gini</b>	-9,0366	< 2.2e-16
<b>Indice di Shannon</b>	-2,6243	0,0089
<b>Indice di Simpson</b>	-5,5450	0,00004

Tabella 4.9: Risultati Test statistici per il confronto tra medie derivanti dallo stesso campione.

Dall'analisi statistica in tabella 4.9, si deduce che le medie riferite alla struttura del faggio, pino silvestre e pino cembro non sono statisticamente diverse, mentre per le altre specie esiste una differenza statistica tra le medie, sviluppate in un aumento del valore dell'indice di Gini.

Per i valori degli indici di Gini, Simpson e Shannon è stata rilevata una discreta differenza statisticamente significativa.

#### 4.1.6 - Correlazione degli indici con la superficie

Un'utile osservazione è da concedere alla correlazione tra gli indici calcolati e la superficie delle particelle da cui sono stati ricavati tali indici. Questa analisi è da effettuare poiché le particelle, come indicato nella tabella 3.1, non hanno la stessa dimensione e ciò potrebbe comportare delle consistenti variazioni a tali indici. Per esempio una particella molto grande potrebbe avere al suo interno un numero molto più alto di specie rispetto ad una particella molto piccola. Quindi si è reso necessario testare la correlazione tra i risultati riscontrati e la superficie delle particelle. Tutte le analisi statistiche sono state effettuate tramite il software R (R Core Team, 2014). Prima di effettuare le correlazioni è stata testata la normalità dei dati con il metodo di Shapiro-Wilk. In tabella 4.10 vengono riepilogati i risultati della normalità dei dati. Per accettare l'ipotesi nulla ( $H_0$  = distribuzione normale) si dovrebbe riscontrare un dato del p-value  $> 0.05$ . Dai risultati si desume che nessuna delle serie numeriche abbia distribuzione di tipo normale, pertanto per le correlazioni si è usato il metodo di Spearman.

<b>Shapiro-Wilk test</b>	<b>Superficie Boscata</b>	<b>Indice di Gini</b>	<b>Indice di Shannon</b>	<b>Indice di Simpson</b>
<b>W</b>	0.9206	0,9907	0,9489	0,9058
<b>p_value</b>	3,08E-09	0,0354	2,66E-09	1,67E-13

Tabella 4.10: Risultati dei test di verifica della normalità.

Il metodo di Spearman restituisce un valore "rho" (coefficiente di Spearman) che stabilisce quanto forte sia la correlazione tra le due variabili analizzate, inoltre fornisce un dato valore del p-value che serve per stabilire la significatività statistica della correlazione stessa.

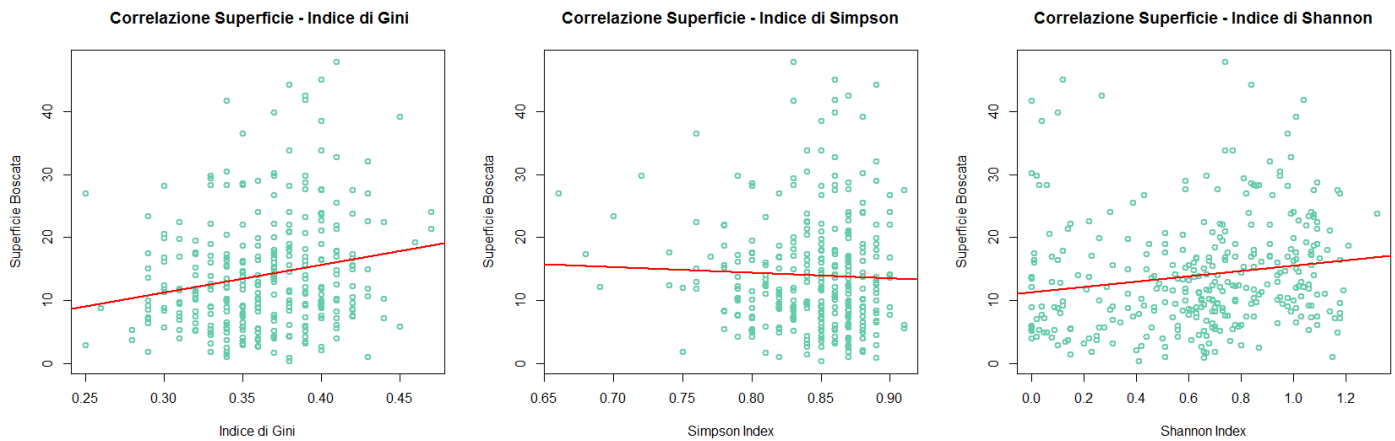


Figura 4.9: Grafici che indicano le correlazione lineari tra la superficie boscata e gli indici calcolati.

Per il calcolo delle correlazioni si sono utilizzati gli indici calcolati con la nuova revisione assieme alla superficie boscata della nuova revisione, in modo da avere la visione del presente. Dalla figura 4.9 si nota che sussistono delle lievi correlazioni positive per l'indice di Gini e di Shannon, mentre per l'indice di Simpson è una lieve correlazione negativa. I risultati riportati in tabella 4.11, dimostrano l'entità delle correlazioni, da notare il p-value dell'indice di Simpson che è maggiore della soglia dello 0.05. Ciò vuol dire che quella correlazione negativa non è significativa statisticamente. Le correlazioni positive di Shannon e Gini sono da considerare poco importanti dato il loro valore ( $<0.3$ ) e la distribuzione dei valori riscontrata nella nuvola di punti in figura 4.9. Tuttavia è comprensibile che in superfici di maggiore dimensione è più probabile trovare diversità di specie e strutturali (Anuja Raj, 2010).

	Superficie Boscata	
	Rho	P-value
Indice di Gini	0,19	0.0005345
Indice di Shannon	0,25	5,47E-03
Indice di Simpson	-0,03	0.6329

Tabella 4.11: Riassunto valori di Rho (coefficiente di Spearman) calcolato e il relativo p-value.

## **4.2 - DESCRIZIONE DEI PARAMETRI DEGLI HABITAT**

### **4.2.1 - Introduzione**

Grazie all'interazione della carta degli habitat natura 2000 con i dati dei piani di assestamento è stato possibile descrivere alcuni habitat presenti. Dalla classificazione effettuata è stato possibile descrivere l'habitat 9130 e l'habitat 9410. La discriminante della superficie è stata obbligatoria (copertura superficie particellare >80%, § 3.3), in quanto solo così facendo è possibile avere dei risultati che rispecchino l'assegnazione della particella ad un determinato habitat.

Il confronto di dati derivati dalle due revisioni dei piani è tale da indicare possibili evoluzioni nell'habitat stesso, ciò è stato valutato poiché raccomandato in un recente report della Comunità Europea (2017).

Per la valutazione della conservazione dell'habitat, la superficie è di fondamentale e principale importanza, come viene indicato nella direttiva Habitat. La direttiva fa riferimento alla capacità di perpetuarsi nel tempo delle specie presenti nell'habitat e alla capacità dell'habitat a non ridurre la propria insistenza nell'ambiente in cui si trova, quindi potrebbe essere stabile o in aumento. Per esprimere questi concetti sono stati usati gli indici già calcolati per le precedenti analisi strutturali e diversità di specie, affiancati dall'analisi delle superfici. Il tutto si tramuta nel determinare un trend dei valori precedentemente esposti, grazie al calcolo dei valori su due fasce temporali diverse.

Nelle seguenti tabelle vengono indicati i valori dei parametri calcolati : "gini\_v" e "gini\_n" indica l'indice di Gini per la diversità strutturale calcolato per la vecchia e la nuova revisione; "simp\_str\_n" e "simp\_str\_v" indica l'indice di Simpson per la diversità strutturale calcolato con il numero di fusti per la vecchia e nuova revisione; ugualmente "simp\_BA\_v" e "simp\_BA\_n" che sono stati calcolati utilizzando l'area basimetrica; "shannon" è l'indice di Shannon per la diversità di specie calcolato con area basimetrica ("shannon\_BA\_v"; "shannon\_BA\_n") e numero di fusti ("shannon\_v" e "shannon\_n"); "sbos" è la superficie boscata delle particelle in cui ricade l'habitat; "vol\_ha" esprime il volume ad ettaro; "bas\_ha" è l'area basimetrica espressa ad ettaro; le intestazioni

contrassegnate con “v” indicano il dato come vecchia revisione, mentre quelle con “n” indicano la nuova revisione.

#### 4.2.2 - HABITAT 9130 – Faggeti dell’*Asperulo-Fagetum*

Nelle seguenti tabelle 4.12, 4.13, 4.14, vengono espressi i risultati riscontrati nell’habitat 9130. Le particelle, in cui tale habitat è presente in modo significativo che abbia superato l’80% di incidenza, sono 32. Dall’analisi è emerso che l’habitat in considerazione è in fase stabile oppure in aumento. A rinforzo di tale tesi, la media di superficie boscata è lievemente aumentata come anche altri parametri dendrometrici, ad esempio il volume medio ad ettaro e l’area basimetrica ad ettaro.

9130	Parametri Dendrometrici							% Presenza habitat
	sbos_v	sbos_n	vol_ha_v	vol_ha_n	bas_ha_v	bas_ha_n	QMED	
min	2,68	2,55	110,15	214,30	10,62	22,46	800	0,84
med	17,62	18,38	293,33	337,77	28,48	32,39	1258	0,97
max	40,00	41,76	505,43	502,94	48,38	48,14	1650	1,00
dev.st.	8,3654	8,8324	76,2966	63,7476	7,1356	5,3180	229,9507	0,0527

Tabella 4.12: Parametri dendrometrici riscontrati nell’habitat 9130. Valore minimo, medio e massimo dei vari parametri. Con “size” si indica la grandezza del campione utilizzato.

Per quanto riguarda gli indici strutturali, anch’essi non dimostrano diminuzioni, ricordando che per quanto riguarda questi indici, dei valori maggiori sono sempre preferibili a dei valori minori, rispetto allo stato di conservazione dell’habitat. Pertanto rievocano la stessa dinamica dei parametri dendrometrici sopradescritti.

9130	Indici strutturali					
	gini_v	gini_n	simp_str_v	simp_str_n	simp_BA_v	simp_BA_n
min	0,27	0,29	0,68	0,68	0,82	0,82
med	0,36	0,37	0,83	0,85	0,88	0,89
max	0,46	0,47	0,89	0,91	0,92	0,92
dev.st.	0,0433	0,0443	0,0518	0,0579	0,0256	0,0252

Tabella 4.13: Riepilogo indici strutturali dell'habitat 9130. Valore minimo, medio e massimo degli indici strutturali calcolati con il numero di fusti e con l'area basimetrica delle due revisioni (n=32) .

9130	Indice diversità di Specie			
	shannon_v	shannon_n	Shannon_BA_v	Shannon_BA_n
min	0,02	0,00	0,02	0,00
med	0,83	0,91	0,81	0,88
max	1,10	1,10	1,14	1,27
dev.st.	0,2763	0,2490	0,2445	0,2347

Tabella 4.14: Risultati minimi, medi e massimi dell'indice di Shannon calcolato con le aree basimetriche e con il numero di fusti dell'habitat 9130 nelle due revisioni (n=32).

La variazione della diversità di specie data dall'indice di Shannon sulle due revisioni risulta essere poco rilevante. Tale trend risulta evidente anche dalla figura 4.10 che esprime le percentuali delle specie sul totale rispetto al numero di piante. Abete rosso, Faggio e Abete bianco risultano rispettivamente essere le specie con maggior incidenza, hanno una distribuzione piuttosto equilibrata fra di loro e mantengono quasi inalterata la loro distribuzione nell'arco di tempo considerato, questa potrebbe essere una caratteristica di tale habitat.

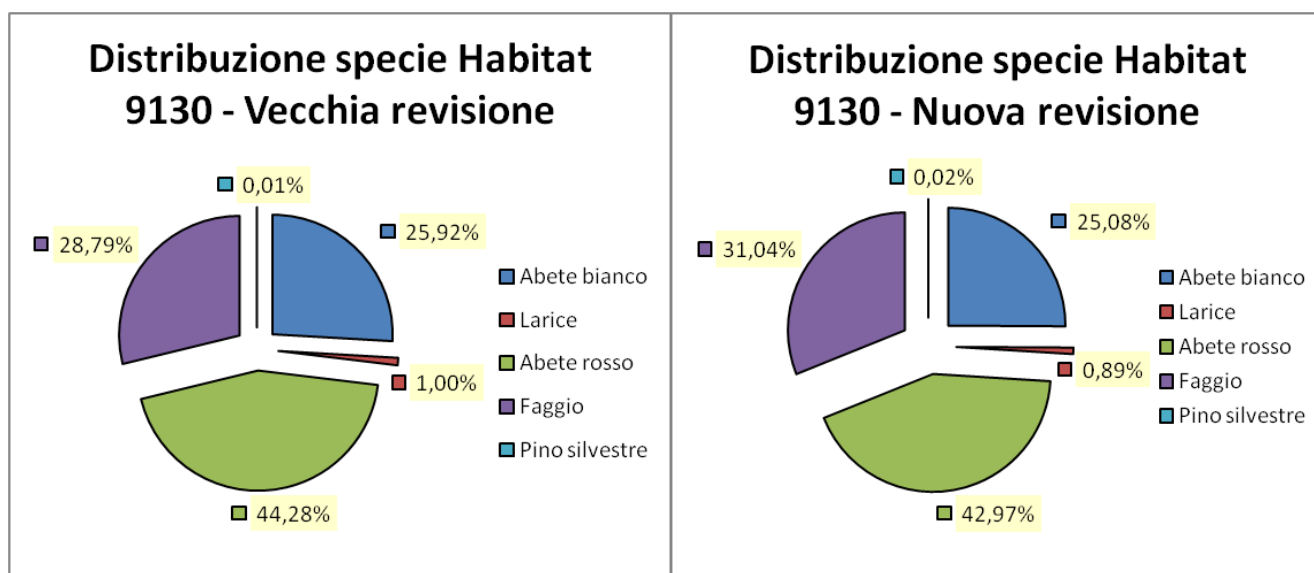


Figura 4.10: Distribuzione delle specie nelle due fasce temporali per l'habitat 9130.

#### 4.2.3 - HABITAT 9410 – Foreste acidofile montane e alpine di *Picea*

Le seguenti tabelle rilevano i risultati dell'analisi dei parametri dell'habitat 9410. Sono state ritenute valide ai fini delle analisi 135 particelle. Dai risultati esposti nella tabella 4.15 è emerso che l'habitat in considerazione è in fase stabile oppure in aumento. A rinforzo di tale tesi, la media di superficie boscata è lievemente aumentata come altri parametri dendrometrici, ad esempio il volume medio ad ettaro e l'area basimetrica ad ettaro.

9410	Parametri Dendrometrici							% Presenza habitat
	sbos_v	sbos_n	vol_ha_v	vol_ha_n	bas_ha_v	bas_ha_n	QMED	
min	0,33	0,34	112,71	190,00	11,77	15,37	950	0,81
med	11,53	12,09	350,11	393,83	31,17	34,82	1401	0,97
max	51,91	47,80	744,98	818,30	55,19	66,29	1875	1,00
dev.st.	9,0005	9,1973	129,9611	115,9221	9,6645	8,7784	202,6133	0,0475

Tabella 4.15: Parametri dendrometrici riscontrati nell'habitat 9410. Valore minimo, medio e massimo dei vari parametri (n=135).

Per quanto riguarda gli indici, anch'essi non dimostrano diminuzioni, ricordando che per quanto riguarda questi indici, dei valori maggiori sono sempre preferibili a dei valori minori, rispetto allo stato di conservazione dell'habitat. Pertanto rievocano la stessa dinamica dei parametri dendrometrici sopradescritti.

9410	Indici strutturali					
	gini_v	gini_n	simp_str_v	simp_str_n	simp_BA_v	simp_BA_n
min	0,23	0,25	0,65	0,75	0,76	0,83
med	0,33	0,36	0,83	0,85	0,86	0,88
max	0,41	0,44	0,89	0,91	0,91	0,91
dev.st.	0,0398	0,0365	0,0461	0,0292	0,0267	0,0176

Tabella 4.16: Riepilogo indici strutturali dell'habitat 9410. Valore minimo, medio e massimo degli indici strutturali calcolati con il numero di fusti e l'area basimetrica delle due revisioni (n=135).

9410	Indice diversità di Specie			
	shannon_v	shannon_n	Shannon_BA_v	Shannon_BA_n
min	0,00	0,00	0,00	0,00
med	0,45	0,48	0,46	0,47
max	1,14	1,21	1,12	1,19
dev.st.	0,2998	0,3261	0,3031	0,3229

Tabella 4.17: Risultati minimi medi e massimi dell'indice di Shannon calcolato con le aree basimetriche e con il numero di fusti dell'habitat 9410 nelle due revisioni (n=135).

La variazione della diversità di specie data dall'indice di Shannon sulle due revisioni risulta essere meno rilevante. Tale trend risulta evidente anche dalla figura 4.11 che esprime le percentuali delle specie sul totale rispetto al numero di piante. L'Abete rosso è la specie che domina sulle altre, seguito dall'Abete bianco. Tale maggiore incidenza da parte dell'Abete rosso, rispetto alle altre specie scagiona un valore medio di Shannon piuttosto basso, considerando anche altri valori riscontrati durante le analisi in questo lavoro come nel § 4.2.2. Nell'arco di tempo considerato l'indice non rileva modeste differenze, tuttavia



dalla figura 4.11 si evince che l'incidenza del faggio risulterebbe maggiore nella nuova revisione rispetto alla vecchia revisione.

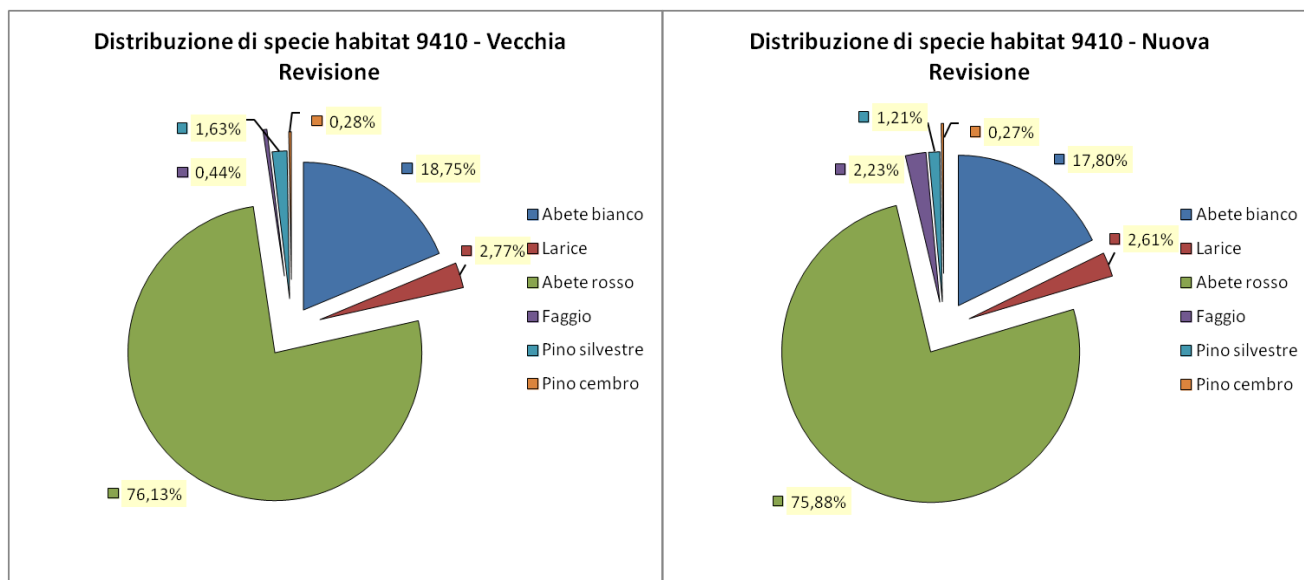


Figura 4.11: Distribuzione delle specie nelle due fasce temporali dell'habitat 9410.

#### 4.2.4 - HABITAT 9420 Foreste di *Larix decidua* e/o *Pinus cembra* - HABITAT 91K0 Foreste illiriche di *Fagus sylvatica*

La numerosità delle particelle in cui sono presenti questi due Habitat non permettono valutazioni approfondite. Nelle seguenti tabelle vengono riassunti in via puramente informativa solo i parametri dendrometrici calcolati. Tuttavia, essendo alte le incidenze superficiali dell'habitat nella particella (9420 – percentuale di presenza 96 %; 91K0 – percentuale di presenza 94%) potrebbero comunque essere utili per confrontarli con altri futuri lavori.

9420	Parametri Dendrometrici							
	sbos_v (ha)	sbos_n (ha)	vol_ha_v (m <sup>3</sup> /ha)	vol_ha_n (m <sup>3</sup> /ha)	bas_ha_v (m <sup>2</sup> /ha)	bas_ha_n (m <sup>2</sup> /ha)	Quota media (m)	% Presenza habitat
min	9,40	9,00	215,74	327,67	22,46	33,64	1550	0,96
med	9,40	9,00	215,74	327,67	22,46	33,64	1550	0,96
max	9,40	9,00	215,74	327,67	22,46	33,64	1550	0,96
dev.st.	\	\	\	\	\	\	\	\

Tabella 4.18: Parametri dendrometrici derivanti dall'analisi di una sola particella contenente il codice habitat 9420 calcolati per la vecchia e nuova revisione(n=1).

91K0	Parametri Dendrometrici							
	sbos_v (ha)	sbos_n (ha)	vol_ha_v (m <sup>3</sup> /ha)	vol_ha_n (m <sup>3</sup> /ha)	bas_ha_v (m <sup>2</sup> /ha)	bas_ha_n (m <sup>2</sup> /ha)	Quota media (m)	% Presenza habitat
min	20,49	18,95	145,34	135,64	16,67	15,59	1190	0,90
med	25,84	26,56	259,65	275,43	25,92	27,07	1338	0,94
max	34,04	36,48	420,87	419,11	39,41	39,24	1490	1,00
dev.st.	5,7969	7,3885	130,1828	152,6937	10,2283	11,9594	164,7979	0,0464

Tabella 4.19: Parametri dendrometrici derivati dall'analisi di quattro particelle contenenti il codice habitat 91K0, calcolati per entrambe le revisioni (n=4).

### **4.3 - AREA BASIMETRICA COME INDICE PER LA PRESENZA FAUNISTICA**

L'area basimetrica è un indice dendrometrico calcolato con i piedilista di martellata (La Marca, 2004). È assodato da molteplici studi che tale indice e altri parametri selvicolturali sono direttamente correlati alla presenza di alcune specie animali selvatiche (Elledge & Barlow, 2010), in particolare all'avifauna strettamente collegate agli ambienti forestali come il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) (Buganza, 2010) e la civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) (Nadai, 2011). Anche gran parte dei picidi come dimostrato da molteplici studi effettuati in tale tematica (Muller et al., 2009; Colpi et al., 2009; Casas Planes et al., 2015) sono direttamente collegati all'entità dell'area basimetrica. Comunque anche altri parametri come la struttura ed il tipo di gestione forestale sono importanti per la selezione dell'habitat da parte di una determinata specie (Sitzia et Al., 2014). Considerato Dato che in questo lavoro si sono descritti in modo effettivo i parametri dendrometrici delle varie particelle appartenenti ad habitat della Rete Natura 2000, si è voluto proporre qualche esempio per la stima dell'habitat di specie. In particolare si è testato, se esistono particelle che abbiano valori di area basimetrica coerenti con la necessità di qualche specie di avifauna. Il confronto con i risultati è stato effettuato con dei valori di riferimento trovati in bibliografia.

#### **4.3.1 - Habitat 9130 Faggeti dell'*Asperulo-Fagetum* - Habitat 9410 Foreste acidofile montane e alpine di *Picea***

Premesso che ad ogni tipologia di habitat sono associate delle tipiche specie animali, per quanto concerne a questo lavoro, sono stati presi in esame il picchio nero (*Dryocopus martius*) e il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), date le caratteristiche degli habitat rilevati in questo studio. Il picchio nero è specie tipica sia dell'habitat 9130 che del 9410 mentre il gallo cedrone è specie tipica dell'habitat 9410 (Masutti & Battisti, 2007). Entrambe le specie sono inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (Direttiva 2009/147/CEE).

In bibliografia si sono trovati dei lavori che descrivono in modo dettagliato le caratteristiche dell'habitat frequentato dalle specie prese in esame. Per quanto l'habitat del picchio nero, specie nidificante all'interno del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi,

è stato accertato che le aree forestali utilizzate per la nidificazione hanno un valore medio di area basimetrica di 31 m<sup>2</sup>/ha insieme al valore medio di 429 piante per ettaro (Colpi et al., 2009). Per le successive valutazioni si è considerato un range di valori che si discostano del 10% dalla media. Pertanto si sono tenuti in analisi come probabili siti adatti al picchio nero, le particelle con area basimetrica compresa tra i 27-34 m<sup>2</sup>/ha e con numero di piante compreso tra 385 e 475 piante/ha. Tramite questo dato si è prodotta una cartografia, in figura 4.12, che mira ad evidenziare le particelle (appartenenti alla rete Natura 2000, habitat 9130) dove siano presenti queste caratteristiche, ed allo stesso modo verificare la continuità nel tempo di tale attributo.

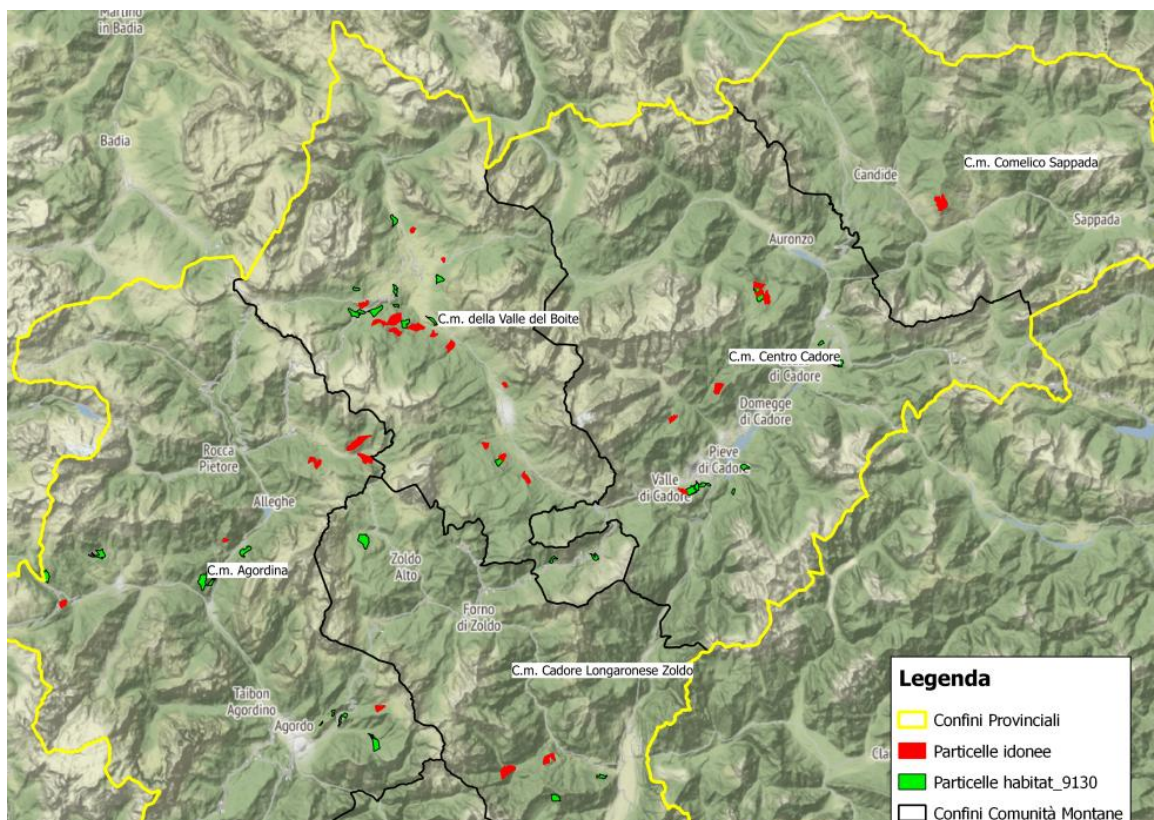


Figura 4.12: distribuzione delle particelle asserite per il picchio nero. In verde sono indicate le particelle appartenenti all'habitat 9130, in rosso le particelle che potrebbero ospitare il picchio nero.

Tutto ciò sopradescritto per il picchio nero è stato fatto anche per il gallo cedrone. In questo caso, i parametri utilizzati sono stati l'area basimetrica e la provvigione media ad ettaro. I riferimenti sono stati presi dalla tesi di laurea di Buganza (2010) che descrive l'habitat ideale del gallo cedrone tramite le arene di canto attive. In tale studio viene verificato che il valore medio di area basimetrica per le zone utili alla riproduzione del gallo

cedrone è di 33,1 m<sup>2</sup>/ha, mentre la provvigione media ad ettaro è di 321,90 m<sup>3</sup>/ha . Analogamente a quanto sopra esposto si è valutato un range di valore di area basimetrica compreso tra 30 e 37 m<sup>2</sup>/ha e un range di valore di provvigione media tra 290 e 350 m<sup>3</sup>/ha. Che corrispondono a ±10% del valore medio riscontrato.

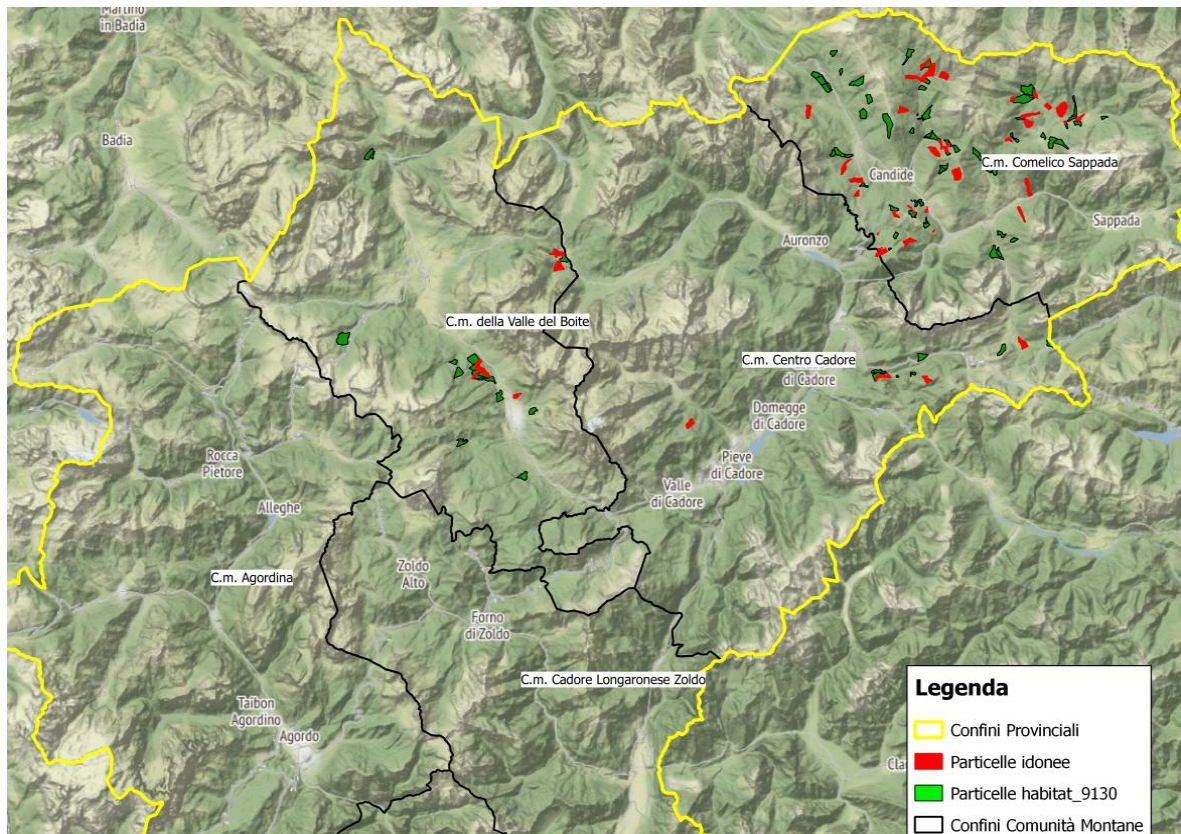






Figura 4.13: Carta distribuzione delle particelle comprovate con l'idoneità per il gallo cedrone. In verde sono indicate le particelle appartenenti all'habitat 9410, in rosso le particelle che potrebbero ospitare il gallo cedrone.

In figura 4.13 sono rappresentate le particelle dell'area nord-orientale del Veneto, in cui i valori di area basimetrica e provvigione ad ettaro sono all'interno del range prestabilito. Confrontando graficamente tale figura con la carta delle vocazioni faunistiche del Veneto (figura 4.14) (Associazione Faunisti Veneti, 2013), si può certamente notare la corrispondenza dei luoghi.

## Legenda

### Idoneità

	Nulla
	Bassa
	Media
	Alta

## Gallo cedrone

*Tetrao urogallus*

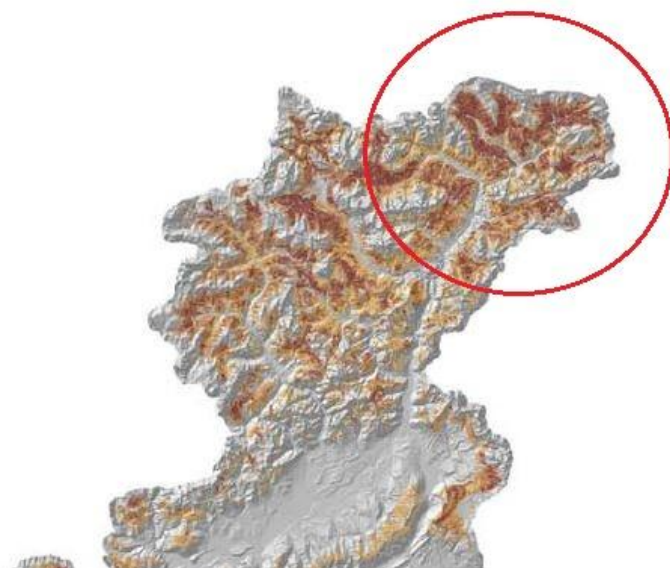


Figura 4.14: Rappresenta un estratto della carta delle vocazioni faunistiche del Veneto per quanto riguarda il gallo cedrone. Con il cerchio rosso viene indicata la zona che è riportata nella figura 4.13.

In figura 4.14 si mostra la carta della vocazione faunistica del gallo cedrone nel Veneto, ottenuta mediante un modello MSSH (Modelli Stratificati in Selezione dell'Habitat) (Borgo, 2011) elaborato analizzando la selezione delle tipologie di uso del suolo, di quota e di pendenza. L'area presa in oggetto è la nord-orientale della regione del veneto, precisamente all'interno della comunità montana "Comelico Sappada".

Per proporre una minima stima nella continuità dell'habitat di specie, si sono calcolate le particelle idonee, suddivise nelle due revisioni. I dati riepilogati in tabella 4.20 mostrano come le particelle idonee siano aumentate nel tempo per entrambe le specie animali

	n° particelle Vecchia revisione	n° particelle Nuova revisione
<b>Picchio Nero</b>	41	59
<b>Gallo cedrone</b>	34	42

Tabella 4.20: numero di particelle nella quale l'area basimetrica è risultata importante per l'idoneità dell'habitat della specie target.

## 5 - CONCLUSIONI

La prima considerazione va riservata al metodo di acquisizione dei dati utilizzati, infatti il lavoro più importante, è stato l'inserimento dei dati cartacei in un database informatico. Tutti i piani di vecchia revisione sono stati inseriti manualmente nel database, a differenza di quelli di nuova revisione che hanno visto un loro inserimento parziale. Questo passaggio poteva essere evitato se all'atto della redazione dei singoli piani di assestamento fosse stato affidato ad un database regionale il compito di raccogliere i dati risultanti dai rilievi dendrometrici. Tuttavia, sarebbe opportuno produrre oggi, attraverso la digitalizzazione generalizzata dei vecchi piani di assestamento, sull'esempio della presente tesi, un ottimale insieme di dati facilmente accessibili ed utilizzabili per le più svariate analisi, come è stato proposto anche da *Fior & Notarangelo* (2007). Non va dimenticata l'importanza di tenere aggiornato un registro delle utilizzazioni forestali realmente effettuate, pratica questa vivamente consigliata anche dall'Unione Europea (European Commission, 2017).

Una volta create le condizioni ideali su di un foglio di calcolo elettronico, seguendo un determinato schema (quindi sistemazione e catalogazione dei dati), il calcolo dei vari parametri si è presentato semplice e facilmente replicabile da altri operatori.

Tra i vari indici calcolati, quello di Gini è relativamente più complesso da calcolare, sebbene secondo *Lexerod & Eid* (2006) risulta essere, forse, il miglior indice strutturale in quanto possiede un'alta capacità discriminante e risulta poco sensibile alla dimensione del campione.

L'esistenza di correlazione tra valori degli indici e superficie sulla quale essi sono stati calcolati, potenziale fonte di errori nell'interpretazione dei risultati, già rilevata da *Motza, Sterba, & Pommerening* (2010), è stata ricercata anche in questo lavoro. Solamente la correlazione tra l'indice di Gini e quello di Shannon e le dimensioni delle particelle è risultata debolmente correlata; ciò è probabilmente dovuto al fatto che particelle di maggiori dimensioni riescono a contenere testimonianze di più tipologie strutturali (*Anuja Raj*, 2010). Poiché le superfici usate hanno un range di valori molto ampio, che vanno da un minimo di 0,35 ha ed un massimo di 53,10 ha e le basse correlazioni riscontrate (< 0.3) nei risultati abbiamo accertato, comunque, che gli indici calcolati non sono profondamente

correlati con le dimensioni della superficie, pertanto si può utilizzare tale metodo per unità campionarie di diversa dimensione spaziale. Potrebbe essere utile eliminare dalle analisi le particelle con una ridotta estensione, che rischiano di non essere totalmente rappresentative (Motza, Sterba, & Pommerening, 2010).

L'indagine svolta ha individuato un aumento generale degli indici calcolati rispetto alle due fasce temporali. Per quanto riguarda la struttura, l'indice Gini evidenzia un aumento dell'eterogeneità della struttura boschiva, si è portato da un valore medio di 0,37 negli anni '70/80 ad un valore di 0,39 negli anni 2000. Nei piceo-faggeti della Svizzera, *Katholnig* (2012) ha riscontrato un indice di Gini medio uguale a 0,32 per i boschi coetanei, mentre per i disetanei un indice medio di 0,63. Da questo si può dedurre che la gestione forestale del Veneto è, giustamente, orientata ad una maggiore diversificazione strutturale dei boschi. Tuttavia, *Katholnig* (2012) ha calcolato l'indice di Gini su aree ben determinate, dove la struttura era ben differenziata; esaminando l'insieme delle aree ha riscontrato un valore medio di Gini pari a 0,40, praticamente uguale a quello riscontrato in questa tesi. Quindi si conferma che il metodo usato può essere esteso ad altre situazioni ed è confrontabile con valori riscontrati in altre aree, purché siano rispettati i metodi di calcolo. La struttura forestale si presta sicuramente bene alla descrizione delle peculiarità del bosco, tant'è che è un parametro utilizzato anche dalla Direttiva Habitat per valutare lo stato di conservazione degli habitat. Inoltre è citato nella matrice di valutazione dello stato di conservazione degli habitat (figura 1.2) utilizzata nel 3° Rapporto Nazionale dedicato alla rete Natura 2000 (Genovesi, et al., 2014). In tale rapporto viene reso noto che mancano dati quantificabili per la valutazione di questo parametro. In questa tesi, grazie ai dati dei particellari forestali, è possibile giudicare, per quanto concerne la struttura boschiva, che lo stato di conservazione è favorevole per due habitat forestali. In linea generale, nei boschi considerati, è stato riscontrato un aumento dei valori degli indici ed in particolare, per quanto riguarda gli habitat 9130 e 9410, gli indici strutturali di Gini e di Simpson sono risultati in aumento (tabelle 4.12 e 4.15) affermando un trend positivo. Inoltre per quanto riguarda l'habitat 9130, sono stati riscontrati valori di Gini più alti rispetto a quelli osservati da *Merino A. et al.* (2007) nelle foreste di faggio della Spagna nord-occidentale (foreste non gestite = 0,27; foreste gestite = 0,24; foreste abbandonate Gini = 0,40), significando



una maggiore eterogeneità strutturale del soprassuolo arboreo. A conferma della positiva tendenza all'eterogeneità anche l'indice di Shannon è risultato, seppur di poco, in aumento in entrambi gli habitat. Tuttavia, una maggiore diversità strutturale potrebbe essere indicata non solo dall'aumento del valore medio, ma anche dall'aumento dell'intervallo di variazione di tali parametri, che può significare maggiore biodiversità. Inoltre, nell'ultimo report ambientale della Commissione Europea per l'Italia (2017) si suggerisce l'adozione di metodi semplici ed efficaci per l'acquisizione di dati da utilizzare nella valutazione dello stato delle foreste italiane.

Nei risultati della descrizione degli habitat è importante osservare la differenza di valori medi dell'indice di Shannon tra i due diversi habitat. Laddove l'incidenza maggiore è data da un'unica specie, ossia l'abete rosso nell'habitat 9410, i valori medi risultano nettamente inferiori (tabella 4.13) rispetto ai valori riscontrati nell'habitat 9130 dove esiste una convivenza di più specie (figura 4.10 e tabella 4.13). Tale riscontro è una prova indiscutibile dell'utilità di tale indice nel valutare la ricchezza di specie di un determinato ambiente.

Oltre alla valutazione della struttura, la Direttiva Habitat propone anche la valutazione del trend della superficie occupata dall'habitat. Per i due habitat considerati, l'area occupata è in lieve aumento o stabile, rafforzando l'ipotesi che tali habitat sono in uno stato di conservazione favorevole.

Pertanto, tale analisi ha evidenziato come i dati dendro-auxometrici e topografici, contenuti nei piani di assestamento, possano essere utili alla determinazione dello stato di conservazione degli habitat, colmando, in questo modo, i limiti dovuti a giudizi esperti che non siano fondati su dati quantitativi.

Tali risultati sono stati ottenuti in particelle adibite alla produzione di legname. In lavori futuri sarebbe opportuno testare il metodo in particelle dove la selvicoltura non è applicata, in modo da ottenere una serie di risultati utilizzabili come riferimenti e trarne le appropriate conclusioni.

Oltre alla gestione forestale vera e propria, si è di fatto constatato che l'acquisizione dei dati è utile anche nella descrizione dell'habitat di specie. Si sono sviluppati degli esempi nei quali i parametri dendrometrici sono stati utilizzati per illustrare particelle che verosimilmente ospitano un habitat idoneo al gallo cedrone e al picchio nero. I metodi

attualmente utilizzati per determinare la vocazionalità di un territorio alla presenza di una certa fauna, oltre che sulla base del miglior giudizio degli esperti (Genovesi, et al., 2014), sono basati sulla sovrapposizione di carte che indicano l'utilizzo del suolo, la tipologia vegetazionale, la pendenza, l'esposizione e la quota (Borgo, 2011; Associazione Faunisti Veneti, 2013). Affiancare a tali documenti anche la descrizione dendrometrica, quindi dare dei valori anche quantitativi, almeno per quanto riguarda specie animali strettamente forestali, risulterebbe ancora più utile ai fini della conservazione dei siti stessi. Sicuramente è un metodo che ha bisogno di conferme e sarebbe senz'altro utile eseguire dei censimenti alla fauna selvatica nelle particelle evidenziate nei risultati per garantire l'attendibilità degli indici strutturali nel valutare indirettamente la qualità dell'habitat.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- Anuja Raj, S. (2010). Using gini coefficient for analysing distribution of community forestes in Nepal by development and ecological regions. *International Journal of Social Forestry (IJSF)*, 3, 17-27.
- Associazione Faunisti Veneti. (2013). Carta delle vocazioni faunistiche del Veneto. (M. Bon, F. Mezzavilla, & F. Scarton, A cura di) Regione del Veneto.
- Balanda, M. (2012). Spatio-temporal structure of naturale forest: A structural index approach. *Beskydy*, 5(2), p. 163-172.
- Borgo, A. (2011). Proposta di metodo per la valutazione predittiva dell'habitat di specie in Rete Natura 2000. Esempi applicativi su civetta capogrosso e succiacapre. A cura di M. Bon, F. Mezzavilla, & F. Scarton.
- Buganza, M. (2010). Il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) nel Parco Naturale Adamello Brenta (TN): caratterizzazione della foresta in prossimità dei punti di canto attuali e storici. Tesi di laurea in Scienze forestali e ambientali. Università degli studi di Padova.
- Casas Planes, Á., Garcia, M., Siegel, R., Koltunov, A., Ramirez, C., & Ustin, S. (2015). Black-backed woodpecker habitat suitability mapping using conifer snag basal area estimated from airborne laser scanning. AGU Fall Meeting.
- Clark, P. J., & Evans, F. C. (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35(4), p. 445-453.
- Colpi, C., Varaschin, M., Zenatello, M., & Luise, R. (2009). Selvicoltura ed avifauna sensibile. Il caso del picchio nero (*Dryocopus martius*) nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi. *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*, (p. 16-19). Taormina (ME).
- Elledge, J., & Barlow, B. (2010). Basal Area: A Measure Made for Management. Alabama Cooperative Extension System (Alabama A&M University and Auburn).
- European Commission. (2017). Riesame dell'attuazione delle politiche ambientali dell'UE. Bruxelles.
- Fior, C., & Notarangelo, G. (2007). Proposte per facilitare accesso e scambio via internet delle informazioni dei piani di assestamento forestale. *Forest@*, 4(2), p. 170-176.

- Genovesi, P., Angelini, P., Bianchi, E., Dupré, E., Ercole, S., Giacanelli, V., . . . Stoch, F. (2014). Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. ISPRA.
- Gini, C. (1921). Measurement of inequality of incomes. *The Economic Journal*, 31(121), p. 124-126.
- Guglietta, D. (2014). Il Rischio di incendio: I casi studio del parco nazionale del cilento e vallo di diano e della Sardegna. Tesi di dottorato, Scienze agrarie e agro-alimentari. Università degli Studi di Napoli Federico II. Tratto da <http://www.fedoa.unina.it/9228/>
- Katholnig, L. (2012). Growth Dominance and Gini-Index in even-aged and in uneven-aged forests. Master thesis. Vienna: Institute of Forest Growth and Yield Research. University of Natural Resources and Applied Life Sciences.
- Kucbel, S. (2006). Stand structure and the optimisation of silvicultural treatments performed in mountain forests of the Low Tatra.
- La Marca, O. (2004). Elementi di dendrometria. Bologna: Patron editore.
- Lee, W.-K., Von Gadow, K., & Akça, A. (1999). Waldstruktur und Lorenz-Modell. *Allgemeine Forst-und Jagdzeitung*, 170(12), p. 220-223.
- Lexerod, N. L., & Eid, T. (2006). An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 222, 17-28.
- Lorenz, M. O. (1905). Methods of measuring the concentration of wealth. *Publications of the American statistical association*, 9(70), 209-219.
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. New York: Springer Science & Business Media.
- Masutti, L., & Battisti, A. (2007). La Gestione Forestale per la conservazione degli habitat della Rete Natura 2000. Regione del Veneto, Accademia Italiana di Scienze Forestali. Venezia.
- Merino, A., Real, C., Alvarez-Gonzalez, J. G., & Rodriguez-Guitian, M. A. (2007). Forest structure and C stocks in natural *Fagus sylvatica* forest in southern Europe: The effects of past management. *Forest Ecology and Management*, 250, p. 206-214.

- Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. (2017). Tratto il giorno 06 24, 2017 da <http://www.minambiente.it>
- Motza, K., Sterba, H., & Pommerening, A. (2010). Sampling measures of tree diversity. *Forest Ecology and Management*, 260, p. 1985-1996.
- Muller, J., Pollath, J., Ralf, M., & Schroder, B. (2009). Predicting the occurrence of Middle Spotted Woodpecker (*Dendrocopos medius* L.) on a regional scale, using forest inventory data. *Forest Ecology and Management*, 257, p. 502-509.
- Nadai, G. D. (2011). Caratteristiche forestali di alcuni siti frequentati in periodo riproduttivo da civetta capogrosso (*Aegolius funereus* L.) in provincia di Belluno.
- Neumann, M., & Starlinger, F. (2001). The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest ecology and Management*, 145(1), 91-106.
- Pielou, E. C. (1961). Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest-neighbour relationships. *The Journal of Ecology*, 49(2), p. 255-269.
- R Core Team. (2014). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna (Austria).
- Raven, P. H., & Wilson, E. O. (1992). A Fifty-Years Plan for Biodiversity Surveys. *Science*, 258(5058), p. 1099-1100.
- Salogni, G., & Trivelloni, U. (2008). Gli strumenti conoscitivi della Rete Natura 2000 nel Veneto.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of information. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*.
- Sitzia, T., Dainese, M., Clementi, T., & Mattedi, S. (2014). Capturing cross-scalar variation of habitat selection with grid sampling: an example with hazel grouse (*Tetrastes bonasia* L.). *European journal of wildlife research*, 60(2), p. 177-186.
- Sitzia, T., Lingua, E., Bolzon, P., Campagnaro, T., Portoghesi, L., Rizzi, A., & Trentanovi, G. (2014). Pianificazione forestale di indirizzo territoriale. Comunità Montana della Valle del Boite. Venezia Mestre e Padova: Regione del Veneto, Università degli Studi di Padova.

- 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, p. 232-238.
- Sterba, H. (2008). Diversity indices based on angle count sampling and their interrelationships when used in forest inventories. *Forestry*, 81(5), p. 587-597.
- Sterba, H., & Zingg, A. (2006). Abstandsabhängige und abstandsunabhängige Bestandesstrukturbeschreibung. *Allgemeine forst und jagdzeitung*, 177(8/9), p. 169.
- Trentanovi, G., Campagnaro, T., Rizzi, A., & Sitzia, T. (2017). Synergies of planning for forests and planning for Natura 2000: Evidences and prospects from northern Italy. *Journal for Nature Conservation* doi: 10.1016/j.jnc.2017.07.006.
- Vergari, F., Della Seta, M., Del Monte, M., Fredi, P., & Palmieri, E. (2011). Landslide susceptibility assessment in the Upper Orcia Valley (Southern Tuscany, Italy) through conditional analysis: a contribution to the unbiased selection of causal factors. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(5), p. 1475.
- Wiener, N. (1949). *The interpolation, extrapolation, and smoothing of stationary time series*. Wiley, New York.

# 7 - ALLEGATI

## 7.1 - Allegato 1 - Frequenze indice di Gini suddiviso per specie

