



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIP. TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e Ambientali

**Interpretazione di dati radio-telemetrici per la
valutazione su base LiDAR-GIS della variabilità
stagionale dell'habitat del Gallo cedrone
(*Tetrao urogallus* L.)**

Relatore

Prof. Tommaso Sitzia

Correlatore

Dott. Luca Rotelli

Laureando

Nicolò Moresco

Matricola n.1040304

ANNO ACCADEMICO 2015 - 2016

RIASSUNTO

Specie emblematica delle grandi foreste di conifere, il Gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) trova sull'arco alpino il suo habitat ideale tra il piano montano superiore e quello altimontano. Nonostante le sue popolazioni abbiano subito un drastico declino negli ultimi decenni, alcuni aspetti riguardanti l'ecologia delle popolazioni presenti sul versante meridionale delle Alpi sono ancora poco chiari.

Per questi motivi il Parco Naturale di Paneveggio - Pale di San Martino, in collaborazione con il Dipartimento di Ecologia e Gestione della Fauna Selvatica dell'Università di Freiburg e con il Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento, ha promosso e finanziato, una ricerca pluriennale sul Gallo cedrone mediante l'utilizzo della radiotelemetria. Nel periodo maggio 2009 – settembre 2012 sono stati catturati e radiocollari complessivamente 22 maschi e 6 femmine all'interno del comprensorio del Primiero – Vanoi.

Utilizzando i dati delle localizzazioni georeferenziate degli individui marcati, si è voluto indagare mediante interpretazione di dati LiDAR l'ambiente utilizzato dal Gallo cedrone nelle diverse stagioni dell'anno. Inoltre, con lo scopo di quantificare il territorio effettivamente utilizzato dalla specie sono stati calcolati gli *home range* mediante il metodo del *Multiple Convex Hull*.

In base ai risultati emersi dalle variabili indagate in ambiente GIS, si è cercato di valutare i motivi che portano la specie a frequentare nel corso dell'anno le varie fasce altitudinali.

Dai risultati emerge come il Gallo cedrone sia in grado di utilizzare un ampio range altitudinale che va dal piano montano superiore a quello subalpino. I maschi utilizzano le formazioni vicine l'area di canto durante la primavera, mentre nella stessa stagione le femmine rimangono ancora a lungo nei quartieri di svernamento. L'estate è la stagione in cui entrambi i sessi trascorrono gran parte del tempo al suolo ricercando le formazioni più rade. Nella prima parte della stagione autunnale sia maschi che femmine hanno utilizzato le stesse zone in cui hanno trascorso l'estate, mentre nella seconda parte si spostano nelle zone di svernamento. In inverno invece, i galli cedroni hanno utilizzato le formazioni più dense frequentando in molti casi le quote più basse.

I risultati derivanti dalla stima degli *home range* hanno inoltre permesso di quantificare le esigenze spaziali della specie e come questa utilizzi il territorio all'interno di vasti comprensori forestali.

Il monitoraggio mediante radiotelemetria ha permesso di conoscere importanti aspetti nella selezione dell'habitat da parte del Gallo cedrone nelle varie stagioni dell'anno. Disponendo inoltre di dati relativi all'utilizzazione dello spazio, un lavoro di questo tipo è in grado di fornire dei validi spunti nella gestione e nella pianificazione dei soprassuoli ancora frequentati dalla specie.

ABSTRACT

Emblematic species of the great forests of conifers, the Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) found its ideal habitat in the Alps between the mountain plain top and high mountain plain. Despite its populations have declined drastically in recent decades, some aspects of the biology of the populations, which lived in the South Alpin region, are still unclear.

For these reasons the Paneveggio - Pale di San Martino Natural Park, in collaboration with the Department of Ecology and Wildlife Management from the University of Freiburg and the Forestry and Wildlife Department of Provincia Autonoma di Trento, promoted and financed, a multi-year research on the capercaillie through the use of radio telemetry. In the period May 2009 - September 2012 were captured and marked total of 22 males and 6 females in the area of Primiero - Vanoi.

Using georeferenced data locations of individuals marked, in combination LiDAR data, I wanted to investigate the selection of habitat by the capercaillie in the various seasons of the year. In addition, with the aim to quantify the area actually used by the species I calculated *home range* by the method of the *Multiple Convex Hull*.

Based on the results of the variables investigated in a GIS environment, I tried to assess the reasons on which the species in the year to attend the various altitudinal range.

The results show how the capercaillie be able to use a wide range altitude, from mountain plain to subalpine. Males use formations nearby area singing during the spring, while in the same season the females remain much longer in winter area. Summer is the season in which both sexes live on ground researching formations with more lower canopy. In the first part of autumn, males and females remain in the same areas where they have spent the summer, while in the second part they have moved in the wintering areas. In winter, the grouse have used the formations denser attending many of the lower altitudes.

The results from the estimation of *home range* allowed to quantify the spatial requirements of the species and how this use within the territory of vast forest area.

Monitoring by radio telemetry allowed to know important aspects in habitat selection by the capercaillie in the various seasons of the year. As it also has data on the use of space, a work of this kind is able to provide the valuable input in the management of forestry area still frequented by the species.

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	9
1.1	Premessa e obiettivi della ricerca	9
1.2	Il Gallo cedrone: abitatore delle foreste rade e diversificate.....	10
1.3	Applicazioni lidar nell’analisi degli habitat forestali	13
2	AREA DI STUDIO.....	16
2.1	Il Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino	16
2.2	Inquadramento geolitologico	19
2.3	Inquadramento climatico	19
2.4	Aspetti vegetazionali	20
3	MATERIALI E METODI	23
3.1	La ricerca sul Gallo cedrone nel Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino	23
3.2	Cattura e marcatura di individui di Gallo cedrone	24
3.2.1	Metodo di localizzazione degli individui radiocollari.....	26
3.2.2	Gestione dei dati in ambito informatico	28
3.3	Rilevamenti LiDAR	29
3.4	Criteri di analisi dei dati raccolti in campo.....	30
3.4.1	Aree campione.....	30
3.4.2	Localizzazioni georeferenziate degli individui marcati	32
3.4.3	Modelli stagionali	33
3.4.4	Home range	34
3.5	Criteri di analisi dei dati informatici.....	34
3.5.1	Altitudine m (s.l.m.)	35
3.5.2	Pendenza (°)	36
3.5.3	Indice di esposizione sud o “Southness” (0 - 180)	36
3.5.4	Copertura arborea	36
3.5.5	Altezza delle piante.....	37
3.6	Analisi statistica dei dati	38

4	RISULTATI	39
4.1	Modello stagionale della variabile altitudine m (s.l.m.)	39
4.1.1	Substrato silicatico	39
4.1.2	Substrato dolomitico.....	50
4.2	Modello stagionale della variabile pendenza (°).....	58
4.2.1	Substrato silicatico	58
4.2.2	Substrato dolomitico.....	69
4.3	Modello stagionale della variabile indice di esposizione sud o “Southness” (0-180°)	77
4.3.1	Substrato silicatico	77
4.3.2	Substrato dolomitico.....	79
4.4	Modello stagionale della variabile copertura arborea.....	82
4.4.1	Substrato silicatico	82
4.4.2	Substrato dolomitico.....	93
4.5	Modello stagionale della variabile altezza delle piante (m).....	101
4.5.1	Substrato silicatico	101
4.5.2	Substrato dolomitico.....	113
4.6	Home Range	122
4.6.1	Substrato silicatico	122
4.6.2	Substrato dolomitico.....	125
5	DISCUSSIONE	128
5.1	Selezione stagionale dell’habitat	128
5.1.1	Maschi dell’area Tognola+Pian del Termen	128
5.1.2	Maschi dell’area Bedolè.....	130
5.1.3	Maschi dell’area Fossernica	131
5.1.4	Femmine della macroarea dolomitica	133
5.1.5	Maschi della macroarea dolomitica.....	134
5.2	Home range e utilizzo dello spazio	135
6	CONCLUSIONE.....	138

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa e obiettivi della ricerca

All'interno del suo areale di distribuzione, il Gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) è andato incontro ad un rapido e costante declino, soprattutto a partire dagli anni settanta del ventesimo secolo (Marcström, 1979; Wegge, 1979; De Franceschi, 1994; Klaus and Bergmann, 1994; Ménoni, 1994; Moss, 1994; Beshkarev et al., 1995, Moss et al., 2000) e con una diversa intensità a seconda dell'area geografica considerata.

La specie è ancora ben rappresentata in Scandinavia e nella taiga russa, mentre le popolazioni presenti nell'Europa centro-occidentale e sulle Alpi hanno subito una forte contrazione dell'areale di distribuzione e della consistenza (Storch, 2007). Alcune si sono estinte negli ultimi decenni, come ad esempio quella presente sulle Alpi francesi, scomparsa alla fine del XX secolo (Ménoni, 2008), mentre altre sono oramai isolate e ridotte a poche decine o centinaia di individui (Storch, 2007).

In Italia, il Gallo cedrone è presente soltanto sulle Alpi centro-orientali, con il grosso della popolazione presente in Trentino – Alto Adige, che quindi ha una grande responsabilità nella conservazione della specie sul versante meridionale delle Alpi.

La popolazione presente sull'arco alpino italiano è stimata in circa 4000-5000 maschi in primavera e nel corso degli ultimi vent'anni è da considerarsi stabile (Storch, 2007). Il Gallo cedrone è considerato "Vulnerabile" secondo la Lista Rossa degli uccelli italiani, oltre ad essere inserito nell'Allegato I, Allegato II/2 e III/2 della Direttiva "Uccelli" e nell'Allegato III della Convenzione di Berna.

Ad oggi ricerche mirate, che si sono avvalse dell'uso della radiotelemetria per comprendere le cause del declino della specie sono state proposte prevalentemente in Scandinavia, Scozia e sui Pirenei francesi e spagnoli, mentre fino ad ora sulle Alpi l'unico studio condotto mediante questa tecnica, era stato quello prodotto da Storch (1993) sulle Alpi Bavaresi.

Tuttavia le differenze sotto il profilo ambientale, paesaggistico e climatico, di tutte queste ricerche, rispetto al versante meridionale delle Alpi sono notevoli e quindi difficilmente trasferibili all'area di distribuzione del Gallo cedrone in ambiente alpino.

In Italia, sono stati condotti soprattutto degli studi improntati prevalentemente sugli ambienti frequentati dai maschi in primavera durante il periodo riproduttivo, mentre mancano ricerche condotte su lunghi periodi di tempo e realizzate con l'uso della

radiotelemetria. La mancanza di studi specifici e la poca conoscenza sulle reali cause di declino del Gallo cedrone, non hanno dunque permesso di individuare fino ad ora mirate azioni di conservazione della specie.

Per questi motivi, il Parco Naturale di Paneveggio - Pale di San Martino, in collaborazione con il Dipartimento di Ecologia e Gestione della Fauna Selvatica dell'Università di Freiburg e con il Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento, ha promosso e finanziato a partire da maggio del 2009, una ricerca pluriennale sul Gallo cedrone mediante l'utilizzo di questa tecnica.

Lo studio, protrattosi fino all'agosto del 2013, aveva l'obiettivo di incrementare le conoscenze sulla biologia ed ecologia della specie indagando principalmente i seguenti aspetti: la selezione degli habitat stagionali, l'uso stagionale dello spazio, la determinazione del successo riproduttivo e del tasso di sopravvivenza, in modo tale da comprendere meglio le cause di declino del Gallo cedrone e di intraprendere efficaci misure di conservazione in un'area delle Alpi dove la specie deve fronteggiare non solo difficoltà legate al cambiamento nell'uso del territorio, ma anche molti disturbi di origine antropica.

Nell'ambito di questo importante progetto si inserisce la presente tesi di laurea che sfruttando buona parte dei dati raccolti sul campo cerca di comprendere le caratteristiche dell'habitat utilizzato dal Gallo cedrone mediante l'impiego della tecnologia LiDAR (*Light Detection And Ranging*) aerotrasportata.

In particolare, il lavoro intende misurare i principali parametri strutturali e topografici degli ambienti forestali frequentati dalla specie nel corso delle stagioni, attraverso l'interpretazione in ambiente GIS di riprese LiDAR invernali a media risoluzione.

Obiettivo dello studio sarà anche quello di verificare le possibilità applicative del Laser Scanning nell'acquisizione su vasta scala di importanti informazioni territoriali utili ad una maggiore comprensione delle esigenze ecologiche di una specie oggetto di particolare tutela.

1.2 Il Gallo cedrone: abitatore delle foreste rade e diversificate

Quale abitatore originario delle regioni boreali della taiga eurasiatica, il Gallo cedrone ha bisogno di boschi radi e ben strutturati (Boag e Rolstad, 1991; Storch, 1993; Sjöberg, 1996).

I soprassuoli in grado di soddisfare le esigenze della specie si contraddistinguono per la presenza di alberi maturi e stramaturi, più o meno isolati, nuclei di rinnovazione e un

mosaico di formazioni giovanili e radure che permettono un elevato sviluppo della vegetazione arbustiva ed erbacea.

L'eterogeneità di queste formazioni, consente la sopravvivenza di una ricchezza vegetazionale e faunistica di molto superiore rispetto a quanto accade in boschi più omogenei.

Diversi studi hanno infatti dimostrato che le aree frequentate dalle femmine per l'allevamento delle nidiate hanno una maggior abbondanza di invertebrati (Stuen e Spidsø, 1988; Sjöberg, 1996) e, presumibilmente, una maggior ricchezza di specie (Suter et al., 2002). Per questi motivi, il Gallo cedrone può dunque essere considerato un importante indicatore biologico degli ecosistemi forestali del piano montano e di quello subalpino delle Alpi (Scherzinger, 1989; Boag e Rolstad, 1991; Storch, 1993; Storch, 1995).

Nel corso dell'anno, maschi e femmine utilizzano territori individuali di alcune centinaia di ettari (Rolstad, 1989a; Gjerde, 1991c; Ménoni, 1991; Storch, 1995c; Summers e Proctor, 1996; Rotelli e Berchtold, 2015), così che soltanto vasti comprensori forestali sono in grado di soddisfare le esigenze ecologiche delle specie.

L'utilizzo dell'habitat e dello spazio, subiscono tuttavia delle variazioni importanti, in base alla stagione, al sesso e all'età degli individui.

Dalla primavera inoltrata ai primi mesi autunnali, la vegetazione del sottobosco, caratterizzata dalla presenza di specie erbacee e arbustive, offre un'importante risorsa trofica, sia agli adulti, sottoforma di germogli, frutti e bacche, che ai pulcini fornendo una ricca entomofauna composta principalmente da larve di Lepidotteri (Kastdalen e Wegge, 1985; Stuen e Spidsø, 1988; Picozzi et al., 1999; Wegge et al. 2005). Allo stesso tempo essa garantisce protezione nei confronti dei predatori e degli agenti atmosferici.

La mobilità degli adulti è massima in estate e autunno. In queste stagioni, i maschi possono compiere lunghi spostamenti, la cui finalità è essenzialmente antipredatoria, frequentando territori di alcune centinaia di ettari (Rotelli e Berchtold, 2015) e attraversando in volo valli larghe anche alcuni chilometri (Rotelli, 2009).

Soltanto specifici adattamenti anatomici agli ambienti freddi e nevosi, consentono invece alla specie di sopravvivere al lungo inverno alpino. Il Gallo cedrone riesce a superare la scarsità di nutrimento del periodo invernale alimentandosi quasi esclusivamente di aghi di conifere (Pulliainen, 1970; Storch et al., 1991) e minimizzando il dispendio energetico trascorrendo gran parte del tempo appollaiato sui rami. In questo periodo dell'anno gli

spostamenti sono minimi e sia maschi che femmine utilizzano territori molto ristretti (Rotelli e Berchtold, 2015).

Molti autori evidenziano le preferenze ecologiche della specie nei confronti delle foreste di conifere (Klaus et al., 1986; Sachot et al., 2003) dominate dagli stadi successionali più avanzati (Seiskari, 1962; Zeimentz, 1974; Müller, 1978; Swenson e Angelstam, 1993). Tuttavia la vasta area di distribuzione utilizzata in Eurasia, ha portato il Gallo cedrone ad adattarsi ad ambienti e fasce altitudinali molto diversificate.

Se nelle regioni boreali, la specie è molto comune nelle vaste foreste di conifere, dominate da Pino silvestre e Abete rosso, che si estendono su vaste superfici dalla topografia relativamente pianeggiante, lo stesso non si può dire delle popolazioni che vivono nell'Europa centro – meridionale.

L'eterogeneità degli habitat utilizzati dalla specie a queste latitudini è molto marcata. Il Gallo cedrone si è infatti adattato a vivere negli ambienti e nelle situazioni più disparate: dalle pinete scozzesi di Pino silvestre, molto spesso di origine artificiale (Kortland, 2006), ai boschi di latifoglie, prevalentemente di Faggio e Quercia della Cordigliera Cantabrica (Quevedo et al., 2006), alle foreste rade di Pino uncinato che sfiorano i 2400 m (s.l.m.) sul massiccio del Canigou nei Pirenei orientali (Cantegrel e Ménoni, 2014), fino alle formazioni di Larice e Abete rosso presenti sulle Alpi. Senza considerare nel dettaglio le numerose popolazioni isolate che ancora vivono in diverse aree montuose dell'Europa centro occidentale, tra cui la catena dei Vosgi (Ménoni, 1994) e del Giura francese e svizzero (Ménoni, 1994; Klaus e Bergmann, 1994), le Prealpi Bavaresi, la Foresta Nera (Storch, 2001), i piccoli rilievi della Fichtelgebirge, della Turingia (Klaus et al., 1989; Klaus e Bergmann, 1994) e della Lusazia (Sassonia) (Klaus e Bergmann, 1994).

In un quadro distributivo così frammentato, bisogna dunque prendere in considerazione il fatto che ci siano delle differenze sostanziali nell'uso dell'habitat e dello spazio anche da parte delle diverse metapopolazioni.

In molte realtà alpine tuttavia, manca ancora una capillare e costante campagna di monitoraggio che consenta di quantificare lo status della specie a livello locale. Questa attività sarebbe inoltre di fondamentale importanza nella raccolta di dati riguardanti gli ambienti ancora frequentati dal Gallo cedrone dopo la drastica riduzione numerica che la specie ha subito fino agli anni ottanta dello scorso secolo.

Fino alla prima metà del '900, il Gallo cedrone ha infatti vissuto un periodo di grande espansione indotto soprattutto dalle pratiche antropiche tradizionali. Le principali attività delle popolazioni di montagna, come la raccolta dello strame, il pascolo intensivo e lo sfruttamento del legname, avevano impoverito i soprassuoli riducendone la densità e favorito indirettamente la componente arbustiva (mirtillo soprattutto) e la formazione di radure in bosco (Klaus et al., 1986). Un tempo, i boschi con queste caratteristiche strutturali erano molto frequenti anche a bassa quota nelle valli alpine e in molte zone pianeggianti del centro Europa.

A partire dagli anni '60, l'abbandono della montagna ha portato ad una modifica radicale di queste condizioni, provocando il deterioramento dell'habitat dei tetraonidi forestali, Gallo cedrone e Francolino di monte, del Fagiano di monte e della Coturnice (Mollet et al., 2003; De Franceschi, 1996; Storch, 1997).

Questo cambiamento nell'uso del territorio ha pesantemente contribuito a modificare la fisionomia del paesaggio alpino e di conseguenza anche la distribuzione della specie sul territorio (Rotelli, 2007; Rotelli e Berchtold, 2015).

Le conoscenze finora maturate nel corso del Progetto effettuato nell'area del Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino, consentono di inquadrare nella fascia compresa tra il piano montano superiore e quello subalpino inferiore l'ambiente maggiormente idoneo ad ospitare la specie (Rotelli, 2012). Soltanto in questa fascia altitudinale i boschi, a causa di particolari condizioni climatiche ed edafiche, possono assumere naturalmente una struttura molto simile a quella dei popolamenti radi della taiga boreale. In queste situazioni, la copertura moderata, la presenza di radure (Sitzià et al., 2003b) e di fasce ecotonali incrementano in modo consistente lo sviluppo del sottobosco, aumentando in generale l'idoneità dell'area nei confronti della specie.

1.3 Applicazioni lidar nell'analisi degli habitat forestali

La conoscenza della distribuzione di specie minacciate e delle loro esigenze ambientali è un prerequisito fondamentale per la salvaguardia della biodiversità (Rushton et al., 2004) e per individuare idonee misure di conservazione su ampie superfici (Sitzià, 2009).

I modelli che pongono in relazione le specie con i loro habitat o le biocenosi con i loro biotopi sono tra gli strumenti più importanti su cui poggiano la pianificazione delle risorse naturali e le valutazioni ambientali (Sitzià, 2009). Tali modelli sono spesso utilizzati nel

definire la distribuzione di una specie su grandi aree (a livello di paesaggio, regione, continente) (Mladenoff e Sickley, 1998; Corsi et al., 1999; Graf et al. 2004; Braunisch e Suschant, 2007) svolgendo un importante supporto alla pianificazione faunistica di un territorio.

Questi strumenti dovrebbero essere allo stesso tempo sufficientemente realistici, precisi e generali (Guisan e Zimmermann, 2000), garantendo la loro validità anche al di fuori dell'area dove sono stati calibrati (Graf et al., 2009). Tuttavia, sono molteplici i limiti applicativi quando questi vengono impiegati in realtà territoriali troppo estese e/o diversificate rispetto a quelle originali (Storch, 2002).

Questo aspetto assume ancor più importanza in ambito alpino, caratterizzato da una estrema eterogeneità morfologica e climatica in grado di influenzare pesantemente la composizione e la struttura dei soprassuoli forestali e conseguentemente le scelte ambientali operate dagli animali (Armanini, 2011).

Gli strumenti utilizzati per creare questi modelli variano in precisione ed affidabilità, a seconda delle risorse disponibili e dell'estensione dell'area di studio (Sitzia, 2009). Tradizionalmente, si fa affidamento su rilevamenti di campo basati sull'analisi di parametri forestali a livello di aree di saggio che consentono di ottenere delle valutazioni soltanto su aree spazialmente limitate (Zellweger et al., 2013) e che di contro necessitano di un notevole dispendio di risorse, sia in termini di tempo che di personale.

Per far fronte a queste limitazioni, l'interpretazione di dati LIDAR sta assumendo sempre maggior rilievo nell'analisi degli ambienti naturali (Turner et al., 2003). Negli ultimi anni, diversi studi hanno infatti dimostrato come le riprese da Laser Scanning possano essere un valido mezzo da impiegare nella stima di importanti caratteristiche della struttura arborea dei popolamenti forestali (Nilsson, 1996; Naesset, 1997; Magnussen e Boudewyn, 1998; Sitzia, 2009).

Grazie alla possibilità di ottenere informazioni sulla copertura arborea nelle tre dimensioni, i dati ottenuti da telerilevamento possono essere sfruttati con ottimi risultati nella mappatura di vasti territori forestali oltre a costituire un valido supporto nella pianificazione delle risorse naturali.

A seconda della risoluzione dei dati ottenuti dal Laser Scanning è infatti possibile quantificare direttamente o indirettamente il valore di importanti variabili di un soprassuolo,

come l'altezza delle chiome, posizione degli alberi, distribuzione dei diametri, volume, area basimetrica e biomassa epigea (Pirotti, 2009), oltre a copertura e densità.

L'impiego del LiDAR trova di conseguenza ampio spazio anche nella gestione faunistica. L'opportunità di lavorare con dati telerilevati su vasta scala ed alto livello di dettaglio, permette di individuare il particolare rapporto che lega le specie animali alle caratteristiche strutturali dell'ambiente in cui vivono.

Una maggior comprensione di tali relazioni risulta fondamentale nel delineare il quadro generale della distribuzione di una specie su un vasto territorio (Hill et al., 2004; Swatantran et al., 2012; Seavy et al., 2009), come del resto nel fornire utili indicazioni sulla diversità avifaunistica presente in una determinata area (Clawges et al., 2008; Müller et al., 2009b).

Una specie in declino come il Gallo cedrone (Storch, 2000; Mollet et al., 2003), con esigenze spaziali a livello di metapopolazione nell'ordine di alcune centinaia di km² (Storch, 1995; Rotelli e Berchtold, 2015), necessita di azioni di tutela quanto mai mirate e tempestive. Solo misure di conservazione estese ad ampie superfici sono dunque in grado di invertire il trend negativo delle popolazioni ancora presenti sull'arco alpino.

In questo contesto, le possibili applicazioni in ambito forestale del Laser Scanning giocano un ruolo di primaria importanza nel definire in maniera dettagliata le caratteristiche che deve avere l'habitat, se vogliamo che questo venga utilizzato dall'Urogallo.

Le azioni finora intraprese a favore del Gallo cedrone per arrestarne il declino hanno avuto raramente degli effetti tangibili. Molto probabilmente l'insuccesso risiede nel fatto che queste misure sono state intraprese per territori molto circoscritti e utilizzando criteri non idonei ad individuare e a contrastare le criticità responsabili del declino della specie, anche a causa della mancanza delle conoscenze che stanno alla base della dinamica di popolazione che regolano la specie su ampia scala (Storch, 2002; Graf et al., 2007).

2 AREA DI STUDIO

L'area di studio si trova nella parte orientale del Trentino e si estende su di una superficie di circa 20.000 ha. Essa comprende la valle del Primiero e la sinistra orografica della valle del Vanoi rientrando per circa il 40% nei confini del Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino (Figura 1).

Questa vasta zona viene circoscritta da confini geografici ben definiti. Verso nord e verso ovest, l'area è delimitata dalla catena porfirica dei Lagorai, mentre verso est dal gruppo dolomitico delle Pale di San Martino. A sud-est, sud e sud-ovest, invece, i confini sono determinati dai fondovalle dei torrenti Cismon e Vanoi.



Figura 1. Il Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino (area in verde).

2.1 Il Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino

Istituito nel 1967, il Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino è situato nella parte orientale del Trentino. Esso comprende parte della Valle di Fiemme a nord del Passo Rolle, la Valle del Primiero e parte della Valle del Vanoi a Ovest.

Il territorio del Parco si estende da un'altitudine minima di 1075 m ad una massima di 3195 m (Cima Vezzana) interessando una superficie di 19.097 ha coperta per il 39 % da foreste, per il 33 % da prati-pascoli e per il restante 28 % da improduttivo.

Nel complesso, il Parco si caratterizza per la presenza di ambienti tipicamente montani: la foresta di Abete rosso di Paneveggio, la parte orientale della catena dei Lagorai e il gruppo dolomitico delle Pale di San Martino.

Il patrimonio faunistico dell'area protetta annovera numerose specie tipiche degli ambienti alpini.

Tutte e quattro le specie di ungulati, stambecco, camoscio, capriolo e cervo sono presenti nell'area di studio, ma soltanto le ultime tre sono caratterizzate da una buona consistenza numerica ed una soddisfacente distribuzione territoriale. In particolare, va ricordata l'alta densità del Cervo che causa notevoli problemi allo sviluppo della rinnovazione e dello strato arbustivo (Berretti e Motta, 2005).

Per quanto riguarda i carnivori, si riscontra la presenza capillare e con elevate densità della Volpe (*Vulpes vulpes* L.) e la buona distribuzione territoriale di molte specie di mustelidi, soprattutto Faina (*Martes foina* E.) e Martora (*Martes martes* L.), mentre la presenza dei grandi predatori è segnalata in modo assolutamente sporadico e limitatamente all'Orso bruno (*Ursus arctos* L.).

I lagomorfi sono rappresentati da Lepre comune (*Lepus europeus* P.) nelle zone di fondovalle e sopra ai 1300 m di quota dalla Lepre variabile (*Lepus timidus* L.).

Grazie ad una notevole eterogeneità ambientale, il Parco è caratterizzato da un'importante ricchezza avifaunistica, primi fra tutti i galliformi alpini, rappresentati da Gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) (Figura 2), Fagiano di monte (*Tetrao tetrix* L.), Pernice bianca (*Lagopus muta* M.), Francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.) e Coturnice (*Alectoris graeca* M.).



Figura 2. Maschio di Gallo cedrone in atteggiamento di parata (Foto: G.Pelucchi).

Radure e pascoli alpini sono invece terreno di caccia di diversi rapaci. Nidificano all'interno dell'area del parco, l'Aquila reale (*Aquila chrysaetos* L.), l'Astore (*Accipiter gentilis* K.), lo Sparviere (*Accipiter nisus* L.) e la Poiana (*Buteo buteo* L.)

Tra i rapaci notturni sono segnalati il Gufo reale (*Bubo bubo* L.), il Gufo comune (*Asio otus* L.), l'Allocco (*Strix aluco* L.), la Civetta capogrosso (*Aegolius funereus* L.) e la Civetta nana (*Glaucidium passerinum* L.).

Per quanto riguarda la frequentazione turistica, essa risulta particolarmente elevata nell'area gravitante attorno all'abitato di San Martino di Castrozza. Il comprensorio sciistico di Tognola-Malga Ces-Col Verde e il gruppo dolomitico delle Pale di San Martino attraggono migliaia di turisti ogni anno, sia nella stagione estiva che in quella invernale.

Nella parte sud-occidentale, lungo la Catena del Lagorai e nella valle del Vanoi la pressione antropica è invece più limitata non essendo presenti stazioni e località turistiche di rilievo, ciò rende possibile lo svolgimento di un turismo più sostenibile.

In tutta l'area del Parco, ma in generale nelle valli del Primiero – Vanoi, sono ancora ben radicate nel territorio le attività legate alle utilizzazioni forestali e all'allevamento, sebbene quest'ultimo sia andato incontro ad una forte regressione a partire dagli anni 50' del ventesimo secolo.

La drastica riduzione dei capi monticati, sia bovini che ovi-caprini, ha portato ad una diminuzione o totale assenza di sfruttamento degli alpeggi, determinando una profonda e radicale trasformazione del paesaggio alpino.

Molti prati e pascoli un tempo sfruttati per l'allevamento del bestiame, sono oggi in gran parte rioccupati dal bosco la cui superficie, solamente nell'area del Primiero, è aumentata nel corso degli ultimi 120 anni di circa il 55 % (Zanella et al., 2010; Rotelli, 2011).

Per quanto riguarda la risorsa legnosa, la sua importanza socio – economica è andata sensibilmente scemando negli ultimi decenni, come del resto sono mutate le modalità di utilizzazione del bosco che hanno portato ad un rapido ed incisivo cambiamento nella struttura e nella fisionomia dei popolamenti forestali.

Se fino alla prima metà del novecento, l'eccessivo prelievo di legname aveva causato un grave impoverimento del soprassuolo e provvigioni alquanto limitate, oggi giorno i nuovi criteri di selvicoltura naturalistica, ma soprattutto la diminuzione della richiesta di tale risorsa, hanno determinato una netta diminuzione della pressione esercitata

tradizionalmente sui boschi. Attualmente, in Trentino viene prelevato solamente il 55 % (circa 500.000 m³) dell'incremento legnoso annuo consentendo un progressivo aumento della biomassa e della densità delle formazioni forestali (Beretti et al., 2007).

2.2 Inquadramento geolitologico

Sotto il profilo geolitologico il Parco è caratterizzato da una notevole eterogeneità e complessità.

Sulla destra orografica del torrente Cismon e a nord del Passo Rolle, la catena dei Lagorai e il massiccio di Cima Bocche costituiscono le ultime propaggini di un sistema di montagne scolpite nelle vulcaniti della vasta Piattaforma porfirica Atesina. Quest'ultima, originata da un'intensa attività vulcanica avvenuta circa 270 Milioni di anni fa (Permiano), è costituita fondamentalmente da due tipologie di rocce. Le prime, inferiori e più antiche, derivano dal raffreddamento di colate laviche, mentre le seconde, le ignimbriti riolitiche si sono formate a seguito di eruzioni di ceneri e detriti incandescenti. Alternati alle vulcaniti troviamo inoltre tufi, arenarie e conglomerati.

Nei pressi di Passo Rolle sono invece osservabili rocce di natura sedimentaria, le cosiddette "arenarie di Val Gardena".

La parte sud-orientale del Parco, sulla sinistra orografica del torrente Cismon, è occupata dall'imponente formazione dolomitica delle Pale di San Martino. La serie stratigrafica di questo settore copre un periodo di circa 150 milioni di anni, che va dal Paleozoico inferiore al tardo Carnico – Norico. Le sue rocce appartengono perlopiù alla storia geologica permo - triassica ed è ben rappresentato il periodo Anisico – Ladinico.

Infine, ancora più a sud, oltre la Val Canali, la dolomia lascia il posto definitivamente ai calcari delle Vette Feltrine.

2.3 Inquadramento climatico

A causa di un ampio gradiente altitudinale e di una orografia accidentata le valli del Primiero e del Vanoi sono caratterizzate da una notevole variabilità climatica.

Le temperature registrate nel periodo 1961-1990 alla stazione di San Martino di Castrozza (1467 m S.l.m.) rivelano una temperatura media annua di 6 °C (Rotelli, 2011). In

inverno, la temperatura minima, con $-1,6$ °C, è raggiunta in gennaio. L'estate è invece fresca con la temperatura più elevata registrata durante il mese di luglio con $14,2$ °C (Tabella 1).

Le precipitazioni sono abbondanti e apportano annualmente circa 1300-1400 mm. I valori massimi sono concentrati soprattutto nei mesi di Maggio–Giugno e Ottobre–Novembre, con eventi particolarmente intensi nel periodo autunnale in cui si verificano elevati apporti in pochi giorni di pioggia. Fenomeni temporaleschi sono tuttavia frequenti anche durante il periodo estivo, ma si verificano soprattutto nelle stazioni più interne, come San Martino di Castrozza, Canal San Bovo e Caoria, per l'effetto dell'accumulo di nubi convettive alla testata delle valli (Rotelli, 2011).

Tabella 1. Dati termo-pluviometrici rilevati a San Martino di Castrozza (1467 m S.l.m.). Medie del periodo 1961-1990 (Fonte: MeteoTrentino).

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Prec. media (mm)	67	57	82	113	158	154	142	149	121	125	130	64	1362
Temp. media (°C)	-1,6	-1,0	1,3	4,5	8,3	11,6	14,2	13,9	11,4	7,4	2,3	-0,4	6,0
Giorni di Pioggia (n°)	5,6	5,4	7,8	11,6	15,1	14,8	13,0	12,1	8,5	8,0	7,8	5,6	115,1

2.4 Aspetti vegetazionali

Sotto il profilo fitogeografico l'area del Primiero – Vanoi rientra nella regione forestale mesalpica, che si identifica come un distretto di transizione, tra le regioni esalpica, più temperata, e quella endalpica, più continentale e tipica delle valli interne dell'arco alpino (Del Favero, 2004).

La leggera diminuzione delle precipitazioni, che rimangono tuttavia abbondanti e prevalenti nelle stagioni intermedie, e l'abbassamento sensibile delle temperature dovuto alla presenza di rilievi più alti, determina un cambiamento nella competitività delle specie forestali (Del Favero, 2004). Le latifoglie lasciano quindi il posto alle conifere che diventano dominanti già a partire dalla fascia montana (Del Favero, 2004).

La zona di studio è caratterizzata da estesi boschi di Abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst) che arrivano quasi puri fino a circa 1800 m, mentre a quote superiori, tra la fascia

altimontana e quella subalpina, diventa prevalente il Larice (*Larix decidua* Mill.), che solo frammentariamente viene accompagnato dal Pino cembro (*Pinus cembra* L.).

Solamente nella fascia montana, e quasi mai sopra ai 1700 m di quota, l'Abete bianco (*Abies alba* Mill.) acquista localmente una certa importanza, mentre il Faggio (*Fagus sylvatica* L.) è presente perlopiù con individui isolati o in formazioni miste assieme all'Abete rosso (Rotelli e Berchtold, 2015).

Tra le latifoglie, il Sorbo degli Uccellatori (*Sorbus aucuparia* L.) è presente in maniera del tutto sporadica e solamente con individui di grosse dimensioni. L'elevata densità raggiunta negli ultimi decenni dalle popolazioni di Cervo (*Cervus elaphus* L.) ne hanno infatti ormai completamente compromesso la rinnovazione (Motta et al., 2001; Motta, 2003).

La distribuzione delle specie del sottobosco è invece legata fundamentalmente alla natura del substrato.

Sui versanti a roccia silicatica, dove la copertura arborea è moderata, il Mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus* L.) diviene la specie dominante al di sopra dei 1600 m di quota. L'eccessiva brucatura del Cervo penalizza pesantemente la vitalità della pianta la cui crescita difficilmente supera i 20 cm. Insieme al Mirtillo nero spesso si trova il Mirtillo rosso (*Vaccinium vitis-idaea* L.), mentre nella zona di transizione tra l'Abete rosso e il Larice acquista maggior importanza il Rododendro (*Rhododendron ferrugineum* L.) (Rotelli e Berchtold, 2015). Soltanto a partire dalla fascia subalpina e dove il lariceto diviene più rado si inserisce il Mirtillo di palude (*Vaccinium uliginosum* L.).

Sui versanti meridionali, dove la disponibilità idrica è scarsa, si insedia il Ginepro (*Juniperus communis* L.), la cui crescita è molto limitata dalla brucatura del Cervo, mentre formazioni di Ontano verde (*Alnus viridis* Chaix) sono presenti solamente nelle aree più umide e nei colatoi di valanga.

Sui substrati carbonatici, le ericacee sono molto meno diffuse e ad eccezione dell'Erica (*Erica carnea* L.), il sottobosco è costituito principalmente di graminacee, tra cui la *Calamagrostis villosa* (Chaix), e di megaforie. Nelle situazioni edaficamente meno favorevoli, come oltre il limite superiore del bosco o nei canali detritici si affermano delle formazioni di Pino mugo (*Pinus mugo* Turra) che diventano talvolta molto dense ed estese (Figura 3)(Rotelli e Berchtold, 2015).



Figura 3. Sui versanti del substrato dolomitico, ai bordi dei canali detritici e vicino il limite superiore del bosco a ridosso delle pareti rocciose, si formano delle dense formazioni di pino mugo (Val Pradidali) (Foto: G.Pelucchi).

3 MATERIALI E METODI

Il presente lavoro è stato svolto basandosi sia su dati raccolti in campo, nel periodo maggio 2009 – aprile 2014, nell’ambito del Progetto di ricerca sul Gallo cedrone proposto e intrapreso nel 2009 dal Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino, sia su dati informatici derivanti dal rilievo LiDAR del territorio della Provincia Autonoma di Trento effettuato nel periodo ottobre 2006 – dicembre 2007.

3.1 La ricerca sul Gallo cedrone nel Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino

A partire dal 2009, l’Ente Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino in collaborazione con il Dipartimento di Ecologia e Gestione della Fauna Selvatica dell’Università di Freiburg e con il Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento, ha avviato un’importante ricerca sul Gallo cedrone mediante l’utilizzo della radiotelemetria, con l’obiettivo di acquisire importanti conoscenze riguardo la biologia e l’ecologia della specie.

Lo studio, che prevedeva la cattura e la marcatura di individui di Gallo cedrone, ha consentito di munire di radiocollare complessivamente 22 maschi e 6 femmine.

La possibilità di seguire tutto l’anno gli esemplari marcati, ha fornito importanti dati sugli spostamenti e l’utilizzo dell’habitat da parte della specie. In particolare, la ricerca ha voluto investigare i seguenti aspetti (Rotelli, 2008):

- Selezione del micro e macro – habitat in relazione alle diverse stagioni dell’anno e al sesso.
- Uso dello spazio e definizione degli *home Range*, durante le varie fasi del ciclo biologico della specie e in relazione al sesso.
- Individuazione dei fattori determinanti la dinamica di popolazione, come il tasso di sopravvivenza degli adulti e il successo riproduttivo.

La ricerca sul campo è stata condotta e coordinata dal dott. Luca Rotelli, dell’Istituto di Ecologia e Gestione della Fauna Selvatica dell’Università di Friburgo, mentre il coordinamento scientifico del progetto è stato affidato alla Prof.ssa Ilse Storch, docente

nella medesima Università e referente a livello mondiale per i tetraonidi della IUCN (Organizzazione mondiale per la conservazione della natura).

3.2 Cattura e marcatura di individui di Gallo cedrone

I Galli cedroni, di entrambi i sessi, sono stati catturati mediante reti di tipo *mist-net* e trappole a terra del tipo *lily-pad*. Le catture si sono verificate nel periodo maggio 2009 – ottobre 2012, mentre nel 2013 non è stata effettuata alcuna cattura. Sono stati fatti alcuni tentativi di catturare ancora qualche femmina predisponendo pochi metri di rete sulle arene di canto in modo estremamente mirato, ma questo non ha sortito alcun effetto (Rotelli e Berchtold, 2015).

Le reti del tipo *mist-net* sono state utilizzate esclusivamente sulle arene di canto durante il periodo riproduttivo. Tale metodo consiste nel fissare ad appositi paletti e a circa 1,2 m da terra delle reti lunghe 15 m e con maglie di 120 mm per le femmine e di 150 mm per i maschi. Esse venivano piazzate nei punti di probabile passaggio degli uccelli e messe in funzione nel pomeriggio precedente la cattura, molto prima dell'arrivo dei maschi che normalmente avviene tra le 19 e le 21.

Le reti sono state continuamente sorvegliate dal momento del loro innesco da parte del personale pronto ad intervenire all'interno di capanni mimetici posti vicino ai punti di canto.

Quando non è stato catturato alcun esemplare i capanni venivano lasciati dal personale solamente dopo che l'attività di parata si era completamente conclusa. Quando invece si sono verificate le catture, l'uccello è stato liberato in pochi minuti e posto in appositi sacchi di cotone, in attesa di essere misurato e munito di radiocollare.

Questo sistema di cattura ha consentito di marcare complessivamente 21 maschi e 3 femmine di Gallo cedrone (Rotelli e Berchtold, 2015).

Le trappole *lily-pad* sono invece un sistema di cattura che prevede la stesura di lunghi tratti di rete di plastica di circa 50 cm di altezza lungo le linee di livello, dove, ad alcune decine di metri di distanza vengono posizionate alcune gabbie in rete. Queste hanno una particolare apertura congegnata nello stesso modo delle nasse da pesca, in modo tale che l'uccello una volta all'interno non riesca più a trovare la via d'uscita (Figura 4).

Il principio della trappola prevede che i Galli cedroni salendo di pedana lungo il versante, intercettino la rete e costretti a costeggiarla siano convogliati all'interno della gabbia.

Nell'entrare nella trappola, l'uccello (o un altro animale) va ad urtare un sottile filo in cotone che provoca l'accensione di un radiocollare posizionato all'esterno della gabbia. Questo meccanismo di allarme consente all'operatore di verificare lo stato della trappola, anche a notevole distanza, mediante la stessa strumentazione utilizzata per la radiotelemetria. In questo modo l'animale può essere liberato e marcato in un breve lasso di tempo (Rotelli e Berchtold, 2015).



Figura 4. Trappola del tipo *lily-pad* utilizzata nella cattura dei Galli cedroni.

Predisposto soltanto in alcune località ritenute maggiormente idonee e caratterizzate da elevate densità di Gallo cedrone, questo sistema di cattura è stato utilizzato soltanto in autunno e in primavera, ma in quest'ultimo caso limitatamente alle poche settimane che precedono la deposizione delle uova e la loro cova.

Durante il periodo in cui sono state innescate, le trappole venivano controllate dall'operatore almeno tre volte al giorno, di primo mattino, a metà giornata e nel tardo pomeriggio.

Mediante le trappole *lily-pad* sono stati marcati complessivamente 1 maschio e 3 femmine (Rotelli e Berchtold, 2015).

I Galli cedroni catturati sono stati misurati, pesati, radiocollarati e prontamente liberati. Tutte queste fasi si sono svolte nell'arco di alcune decine di minuti, senza che nessun individuo subisse alcun trauma.

I radiocollari utilizzati sono della ditta canadese Holohil, dotati di sensore di attività, hanno un peso di 19 grammi, con aspettative di vita di 36 mesi. Dal 2011, invece, sono stati utilizzati radiocollari del peso di 22 grammi.

In entrambi i casi, si tratta comunque di pesi ampiamente compatibile con il buon stato di salute degli uccelli corrispondendo a circa lo 0,5 % del peso del maschio e l'1 % di quello delle femmine. Nel caso degli uccelli, infatti, il peso del trasmettitore non dovrebbe essere superiore al 2-3 % di quello dell'individuo, quindi abbondantemente al di sotto del valore massimo ritenuto ammissibile (Rotelli e Berchtold, 2015).

3.2.1 Metodo di localizzazione degli individui radiocollari

Il monitoraggio degli individui marcati è stato fatto utilizzando la seguente attrezzatura:

- Radio – ricevente (VHF – modello *Regal 2000*), della ditta australiana *Titley*.
- Antenna direzionale modello *Yagi* a 4 elementi della ditta svedese *Followit*.
- Cavo VHF.
- GPS *Garmin 60 Csx*.
- Bussola *RECTA* munita di specchio.

L'operatore, giunto nella zona abitualmente frequentata dagli uccelli, impostava sulla radio – ricevente la frequenza del trasmettitore (radiocollare) dell'individuo marcato. Una volta intercettato il segnale, l'operatore si muoveva sul terreno verso la zona di provenienza dello stesso. Solo quando l'operatore capiva, in base alla potenza del segnale, di essere sufficientemente vicino all'uccello, ma a distanza tale da non provocarne l'involo, procedeva alla localizzazione precisa dell'individuo (Figura 5).

La posizione dell'uccello è stata determinata mediante la tecnica della triangolazione. Tale metodo consiste nel prendere, mediante l'aiuto di bussola e GPS almeno 3 direzioni di provenienza del segnale, ma in molti casi il loro numero è stato superiore. Queste hanno permesso di ottenere per intersezione un punto o al massimo un triangolo, i cui lati, per scelta convenzionale, dovevano avere una lunghezza non superiore ai 100 m. In quest'ultimo caso la posizione dell'animale veniva fatta coincidere con il baricentro del triangolo.

Nella prima settimana successiva alla cattura, sono state fatte delle localizzazioni a distanza solo per stabilire se l'animale fosse vivo, mentre dalla seconda settimana sono state

condotte localizzazioni più precise, utili sia alla costruzione degli home range che allo studio della selezione dell'habitat.

La precisione dei dati ottenuti mediante la radiotelemetria è infatti tanto maggiore quanto più l'operatore riesce ad avvicinarsi all'animale che deve localizzare, evitando allo stesso tempo qualsiasi forma di disturbo che possa provocarne lo spostamento o l'involo (Kenward, 2001).



Figura 5. Operatore impiegato nella localizzazione di un individuo radiocollareto (Foto: G.Pelucchi).

Nel periodo compreso tra la tarda primavera e la prima parte dell'autunno, si è cercato di localizzare i Galli cedroni radiocollareti a distanze comprese tra i 100 e i 200 m, considerando tale distanza compatibile con la necessità di ottenere dei dati molto precisi e allo stesso tempo di evitare qualsiasi forma di disturbo agli uccelli (Rotelli e Berchtold, 2015).

Dopo le prime nevicate l'avvicinamento è stato più difficoltoso e gli uccelli sono stati localizzati a distanze maggiori, nell'ordine di alcune centinaia di metri.

Per questi motivi, le localizzazioni effettuate sono state classificate secondo un gradiente di precisione in una scala da 0 a 5:

- 0: individuo non trovato, non è stato captato nessun segnale.
- 1: viene captato solo il segnale emesso dal trasmettitore dell'individuo, ma non è stato possibile prendere nessuna direzione. In questo caso, è possibile soltanto capire in modo grossolano la località in cui l'animale si trova.

- 2: viene intercettato il segnale e vengono prese 1 o 2 direzioni, che permettono di individuare con maggiore precisione della precedente la località di soggiorno dell'animale, ma senza avere una localizzazione georeferenziata dell'uccello.
- 3: localizzazione ottenuta con una triangolazione di lato inferiore a 100 m e ad una distanza media superiore ai 200 m dall'individuo.
- 4: localizzazione ottenuta con una triangolazione di lato inferiore a 100 m e ad una distanza media inferiore ai 200 m dall'individuo.
- 5: localizzazione precisa, l'uccello viene visto o si invola.

I Galli cedroni, radiocollari nel corso della ricerca, sono stati localizzati durante tutto l'anno e per tutto il periodo di funzionamento del trasmettitore.

Gli individui marcati sono stati localizzati in media due volte per settimana cercando di rispettare lo stesso intervallo temporale tra una localizzazione e l'altra.

Per i maschi (N=22), si è cercato di seguire tale cadenza durante tutto l'anno. Soltanto durante il periodo riproduttivo, gli individui sono stati localizzati con maggiore frequenza grazie alla possibilità di osservare gli uccelli sulle arene di canto durante le attività di censimento e cattura.

Limitatamente all'ultimo periodo di studio, settembre 2013 - aprile 2014, i maschi sono stati localizzati solamente una volta per settimana.

Per le femmine (N=6), tale cadenza è stata rispettata durante tutto l'anno ed intensificata durante il periodo riproduttivo (maggio - giugno) quando sono state seguite quotidianamente con lo scopo di individuare il sito di nidificazione e stabilire l'inizio della cova.

Dal giorno della schiusa (mediamente attorno alla metà di giugno, n=4) le femmine con i piccoli sono state localizzate ogni giorno fino alla fine del mese di agosto (per circa 12 settimane). Se invece il nido veniva preda o la femmina perdeva i piccoli, le localizzazioni sono procedute con cadenza bisettimanale.

3.2.2 Gestione dei dati in ambito informatico

I dati raccolti in campo sono stati gestiti in ambito informatico utilizzando il software *FileMaker Pro 13*.

Tutte le localizzazioni, indipendentemente dal gradiente di precisione ottenuto, sono state archiviate nel database. Per ognuna di esse venivano inoltre riportate, sotto forma di

formulario, delle informazioni riguardanti sia l'individuo localizzato che il sito di localizzazione.

Altro software adottato nella gestione ed elaborazione successiva del database ai fini delle analisi statistiche è il programma *Microsoft Office Excel 2007*, della famiglia *Microsoft Office*.

3.3 Rilevamenti LiDAR

I dati informatici, impiegati nel presente lavoro per l'analisi dell'habitat utilizzato dal Gallo cedrone, provengono da una ripresa LiDAR effettuata nel periodo ottobre 2006 – dicembre 2007 su gran parte del territorio della Provincia Autonoma di Trento.

Le scansioni, commissionate dalla Protezione Civile – Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento sono state effettuate con lo scopo di produrre DTM ad alta risoluzione.

Il sensore utilizzato è un sistema Optech ALTM (*Airborn Laser Terrain Mapper*) 3033 installato su aeromobile, che registrando due ritorni per impulso (*first and last pulse*), misura le coordinate x,y,z (in WGS 84) dei punti colpiti dai segnali emessi dal telemetro laser.

Il capitolato di fornitura prevedeva risoluzioni e precisioni altimetriche diverse a seconda della zona telerilevata.

L'area di studio ricade all'interno della zona di riprese di TIPO 1 i cui metadati sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 Metadati della ripresa LiDAR nell'area di studio Primiero-Vanoi.

Velivolo	PARTENAVIA P68
Sensore	Optech ALTM 3033
Altezza di volo	1500 – 1800 mt
Frequenza di impulsi	33 kHz
Densità di punti	1,28 punti/m ²
Precisione altimetrica	20-30 cm (1 σ) (variabile tra zone di fondovalle e altre)
Numero echi	2 (<i>first e last</i>)
Epoca di volo	Inverno 2006-2007

La campagna di rilevamento LiDAR e la pre-elaborazione dei dati grezzi ("nube" di punti georeferenziati) da parte della Provincia Autonoma di Trento, ha permesso di fornire per l'area di studio i seguenti prodotti:

- Modello digitale della superficie (DSM): il grigliato regolare che rappresenta l'andamento delle superfici (*first pulse*) con risoluzione di 1x1 m.
- Modello digitale del terreno (DTM): il grigliato regolare che rappresenta l'andamento del terreno (*last pulse*) con risoluzione di 1x1 m.
- Modello digitale delle chiome (CHM): il grigliato regolare ottenuto mediante la sottrazione algebrica pixel per pixel del DTM dal DSM con risoluzione di 1x1 m.

3.4 Criteri di analisi dei dati raccolti in campo

3.4.1 Aree campione

Le differenze geolitologiche e stazionali, che si riscontrano nelle valli del Primiero e del Vanoi (Capitolo 2.4), determinano importanti diversità ambientali all'interno dell'area di studio.

E' infatti possibile distinguere tra habitat caratteristici del substrato dolomitico, che contraddistinguono i versanti alla base delle Pale di San Martino, da quelli che si sviluppano su substrato silicatico nella zona nord-occidentale. Tali differenze svolgono un ruolo decisivo nello sviluppo di tipologie vegetazionali in gran parte diverse (Rotelli e Berchtold, 2015).

L'area di studio è stata dunque suddivisa, in base alla tipologia del substrato, in due macroaree principali, quella dolomitica e quella silicatica.

La macroarea silicatica è stata suddivisa a sua volta in quattro aree, ciascuna costituita dal territorio utilizzato dai maschi e dalle femmine gravitanti attorno alle arene di canto ivi presenti. Esse sono poi state ridotte a tre, in quanto i maschi gravitanti attorno all'arena di Tognola e quelli di Pian del Termen sono stati raggruppati insieme (Rotelli e Berchtold, 2015). Sono dunque state individuate all'interno della macroarea silicatica, le aree delle arene di Tognola e Pian del Termen, con le località Cavallazza, Malga Ces, Val Cigolera, Tognola, Malga Crel, Bosco Tognazza, Pian del Termen e Malga Scanaiol fino alla Bassa del Col Santo, quella del Bedolè, con le località Lago di Calaita, Bassa del Col Santo, Bedolè, Camp, Revers del Bedolè, Malga Lozen, Malga Grugola, e infine quella di Fossernica, con le località, Gole di Fiamena, Malga Fiamena, Fratton, Malga Fossernica di Dentro, Malga Coltorondo e Malga Coldosè (Figura 6).

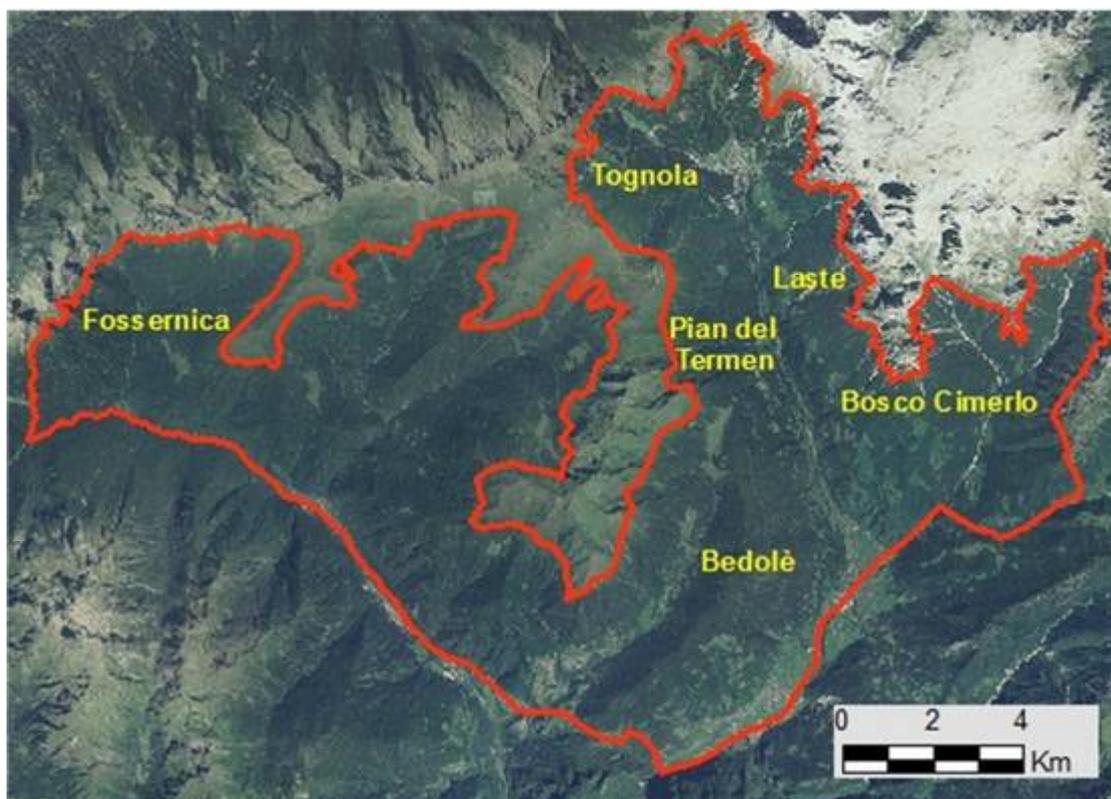


Figura 6. Confine dell'area di studio (linea rossa) utilizzata per la selezione dell'habitat e l'uso dello spazio dei Galli cedroni radiocollari nella macroarea silicatica (Tognola, Pian del Termen, Bedolè e Foss ernaica) e in quella dolomitica (Lastè e Bosco Cimerlo).

Anche all'interno della macroarea dolomitica le aree sono state scelte con gli stessi criteri già indicati per quella silicatica. La macroarea dolomitica è stata dunque suddivisa a sua volta in due aree: quella di Lastè con le località Crode Rosse, Col Verde, Rosetta, Lastè e Prati Sora Ronz e quella del Bosco Cimerlo, con le località Fossa dell'Orso, Malga Pradidali, Bosco della Madonna e Bosco Welsperg (Figura 6).

I tre gruppi di individui della macroarea silicatica corrispondono quindi alle tre diverse aree all'interno delle quali si sono mossi i maschi di Gallo cedrone gravitanti intorno alle arene di canto di Tognola (N=5), di Pian del Termen (N=2, i cui individui sono poi stati raggruppati insieme con quelli di Tognola), del Revers del Bedolè (N=4) e di Foss ernaica di Dentro (N=4) (Tabella 3). Questi tre gruppi sono poi stati accorpate insieme per dar vita al gruppo dell'area silicatica, denominato "Maschi silicatico".

Per la macroarea dolomitica, anche a causa del campione piuttosto esiguo, si è deciso di individuare un unico gruppo di individui, denominato "Maschi dolomitico", che comprende tutti i maschi catturati e marcati sulle arene di Lastè (N=2) e del Bosco Cimerlo (N=1).

Tale scelta è giustificata anche dal fatto che questa macroarea risulta meno estesa e più omogenea sotto il profilo stazionale e vegetazionale rispetto a quella silicatica (Tabella 3).

Solamente nella macroarea dolomitica, grazie ad un campione sufficientemente grande di femmine seguite (N=4), è stato possibile creare un gruppo denominato “Femmine dolomitico” (Tabella 3).

Tabella 3. Gruppi di individui con i quali vengono suddivisi gli uccelli radiocollari nel corso delle ricerche.

Gruppo di individui	Arena di canto	Sigla degli uccelli appartenenti al gruppo
Tognola + Pian del Termen	Tognola e Pian del Termen	M001 - M002 - M003 - M005 - M008 - M015 - M021
Bedolè	Revers del Bedolè	M010 - M011 - M014 - M022
Fossernica	Fossernica di Dentro	M012 - M013 - M016 - M017
Maschi silicatico	Tognola, Pian del Termen, Revers del Bedolè e Fossernica di Dentro	M001 - M002 - M003 - M005 - M008 - M010 - M011 - M012 - M013 - M014 - M015 - M016 - M017 - M021 - M022
Maschi dolomitico	Laste e Bosco Cimerlo	M004 - M006 - M018
Femmine dolomitico	Laste e Bosco Cimerlo	F002 - F004 - F005 - F006

3.4.2 Localizzazioni georeferenziate degli individui marcati

Nel periodo maggio 2009 - aprile 2014, sono state compiute 6293 localizzazioni di Galli cedroni marcati.

Poiché l’accuratezza e la precisione delle localizzazioni è un elemento imprescindibile, per poter ottenere dati attendibili, sono state utilizzate solo le localizzazioni ottenute con un grado di accuratezza maggiore o uguale a 4 (per la definizione del grado di accuratezza si rimanda al Capitolo 3.2.1).

Inoltre, sono state escluse, tutte quelle localizzazioni che seppur avessero conseguito un livello di precisione superiore o uguale a 4, non potevano essere ritenute adatte all’analisi della selezione dell’habitat del Gallo cedrone. Sono dunque state escluse, le localizzazioni

relative al sito di cattura, ricattura, morte e nidificazione (dalla prima localizzazione sul nido alla schiusa). Anche le localizzazioni dei maschi fatte sulle arene di canto nel periodo riproduttivo, cioè da metà aprile all'inizio di giugno non sono state utilizzate, in quanto l'animale utilizza l'arena soltanto per scopi riproduttivi e per un breve periodo di tempo nel corso dell'anno.

In totale dunque, le localizzazioni utilizzate nel presente lavoro sono 3881, di cui 3706 di precisione 4 e 175 di precisione 5.

3.4.3 Modelli stagionali

Con l'obiettivo di condurre dei confronti tra le diverse stagioni, il ciclo annuale del Gallo cedrone è stato suddiviso in quattro periodi diversi, che corrispondono alle fasi più importanti del ciclo biologico della specie:

- Primavera, stagione riproduttiva (inizio marzo – fine maggio).
- Estate, stagione dell'allevamento dei piccoli e della muta (inizio giugno – fine agosto).
- Autunno, stagione post- riproduttiva e della dispersione dei giovani (inizio settembre – fine novembre).
- Inverno, stagione di svernamento (inizio dicembre – fine febbraio).

In tabella 4 vengono riportate il numero di stagioni di monitoraggio per ogni gruppo di uccelli.

Tabella 4. Tabella riassuntiva del numero di stagioni di monitoraggio per ciascun gruppo di uccelli.

Gruppo di individui	n° di stagioni
Tognola + Pian del Termen	17
Bedolè	13
Fossernica	13
Maschi silicatico	20
Maschi dolomitico	17
Femmine dolomitico	17

3.4.4 Home range

Le localizzazioni georeferenziate sono state impiegate nella stima della dimensione degli *home range* (HR) utilizzati dagli individui radiocollariati nel corso della ricerca.

L'operazione è stata eseguita utilizzando il software statistico R, versione 3.2.2, e la funzione *Multiple Convex Hull* del pacchetto *adehabitatHR*.

Il metodo impiegato dalla funzione è stato proposto da Kenward et al. (2001) e permette di identificare la struttura degli *home range* utilizzati dagli individui.

La rappresentazione grafica, esprime in ascissa la dimensione in ettari (ha) dell'*Home range*, mentre in ordinata il livello probabilistico (in termini percentuali, %) di trovare l'individuo all'interno dell'*home range* di una certa dimensione.

L'obiettivo del metodo impiegato è dunque di identificare l'area effettivamente ricercata e utilizzata dall'individuo, che in linea di massima corrisponde al livello probabilistico del 95% o nel punto in cui la funzione tende all'asintoto verticale. In questo modo, viene stimata la dimensione dell'*home range* all'interno del quale l'animale trova l'ambiente idoneo a soddisfare tutte le sue esigenze ecologiche escludendo possibili escursioni e luoghi di soggiorno occasionale.

3.5 Criteri di analisi dei dati informatici

I dati informatici LiDAR sono stati utilizzati in ambiente GIS per analizzare le variabili di maggior interesse nella descrizione dei soprassuoli utilizzati dai Galli cedroni radiocollariati nel corso delle diverse stagioni.

L'analisi delle variabili è stata svolta a livello di buffer investigando l'intorno del punto di localizzazione. Metodo questo che permette di studiare un ambiente più grande attorno al dato georeferenziato, considerando anche il fatto della non assoluta precisione della localizzazione.

Le variabili utilizzate nel presente studio per la descrizione dell'habitat frequentato dalla specie, riguardano sia aspetti topografici che aspetti strutturali dei popolamenti forestali.

Tra le variabili topografiche, sono state scelte:

- Altitudine m (s.l.m.)
- Pendenza (°)

- Indice di esposizione sud o “Southness” (0 – 180)

Mentre tra quelle strutturali:

- Copertura arborea
- Altezza delle piante

Prima di passare all’elaborazioni dei dati LiDAR, utilizzando il software ArcGIS 10 sono stati creati i buffer circolari di 20 m di raggio attorno ai punti di localizzazione, mediante l’opzione *Proximity* di *Analysis tools* dal menù ArcToolbox.

Alla localizzazione georeferenziata dell’individuo è stato dunque attribuito il valore medio della variabile calcolata all’interno della superficie di 1256 m² delimitata dal buffer. Tale operazione è stata svolta utilizzando il *tool Shapes/Grid Tools/Grid Statistics for Polygons* di SAGA GIS e selezionando l’opzione *Shapefiles wise/supports overlappings polingons* in modo tale da consentire il corretto funzionamento dello strumento di analisi anche sui buffer sovrapposti. Soltanto per la variabile copertura delle chiome è stata utilizzata l’opzione *Zonal Statistic* di QGIS 2.6.0 in modo tale da effettuare l’analisi con risoluzione di 1 metro.

Al *layer* ottenuto e ai due modelli digitali, del terreno (DTM) e delle chiome (CHM), è stato attribuito il sistema cartografico di riferimento ETRS89/ETRS TM 32, in modo tale che potessero essere spazialmente sovrapposti.

I seguenti capitoli espongono i procedimenti impiegati alla creazione dei raster utilizzati nella stima delle variabili all’interno dei buffer.

3.5.1 Altitudine m (s.l.m.)

Al Modello digitale del terreno (DTM), con risoluzione di 1 m, è stata applicata in ArcGIS una matrice a scorrimento quadrata di dimensione 10x10 m, mediante la funzione *Focal Statistics* di *Spatial Analyst* (dal menù ArcToolbox).

Tale operazione somma i valori dei singoli pixel 1x1 m in un’unica cella di risoluzione 10 m ottenendo il raster denominato “DTM_10” impiegato nell’analisi della variabile altitudine m (s.l.m.).

3.5.2 Pendenza (°)

Al raster denominato "DTM_10" è stato applicato in SAGA GIS, il tool *Slope, Aspect, Curvature* di *Terrain Analysis/Morphometry* portando alla creazione dei raster denominati "Aspect_360" e "Slope". Quest'ultimo attribuisce ad ogni pixel, con risoluzione 10 x 10 m, il valore in gradi (°) dell'inclinazione del terreno ed è pertanto stato utilizzato per l'analisi della variabile pendenza (°).

3.5.3 Indice di esposizione sud o "Southness" (0 - 180)

Il raster denominato "Aspect_360" (Cap. 5.4.2), con risoluzione di 10 x 10 m, attribuisce ad ogni pixel il valore in gradi (°) dell'esposizione nell'intervallo 0 - 360°.

Questo raster è stato riclassificato in SAGA GIS utilizzando il tool *Grid Calculator* di *Grid/Calculus* e applicando la formula $[180 - \sqrt{(g1 - 180) * (g1 - 180)}]$. Il nuovo raster è stato denominato "Asp_180" e attribuisce ad ogni pixel il valore, in gradi (°), dell'esposizione sud nell'intervallo 0 - 180°. In altre parole, più è alto il valore del pixel e maggiore la sua esposizione verso sud.

Tale raster è stato dunque impiegato come indice di esposizione sud nell'analisi della variabile indice di esposizione sud o "Southness" (0 - 180).

3.5.4 Copertura arborea

Il CHM, modello digitale delle chiome, con risoluzione di 1 metro, è dotato di alcuni valori negativi, dovuti ad errori di misurazione e di alcuni valori troppo elevati per specie come l'abete rosso e il larice, tipici dell'area di studio. In ArgGIS sono dunque stati eliminati i valori inferiori a zero e superiori a 50 m, mediante la funzione *Reclassify* di *Spatial Analyst Tools*.

Al CHM è poi stato assegnato valore 1 a tutti i pixel maggiori o uguali a 2 metri, producendo una maschera binaria nominata "CHM_2m", con valore binario "0" per il pixel vuoto e valore binario "1" per il pixel pianta. Il "CHM_2m" è stato poi riclassificato assegnando valore NoData a tutti i pixel con valore binario "0".

Il taglio a 2 metri è stato fatto sia per eliminare la copertura arbustiva e la rinnovazione, sia perché spesso lavorando con dati a media risoluzione sotto tale soglia si hanno valori poco attendibili.

Il raster denominato "CHM_2m" è stato dunque utilizzato nell'analisi della copertura delle chiome con altezza delle piante superiore ai 2 metri.

3.5.5 Altezza delle piante

Al CHM, modello digitale delle chiome, con risoluzione di 1 metro, è stata applicata una procedura in grado di individuare l'altezza di alcuni individui arborei del piano dominante. Tra i diversi algoritmi utilizzati c'è ne sono alcuni che sfruttano le analogie esistenti fra la forma degli apici arborei (rovesciati) e alcune caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici.

In questo studio si è deciso di applicare la funzione *Sink* di ArcGIS 10 (Penasa, 2012) che identifica gli affossamenti o le aree di drenaggio interno presenti nel raster e ipotizzando che queste siano assimilabili agli apici delle piante.

Innanzitutto al Modello digitale del terreno (CHM), con risoluzione di 1 m, è stata applicata in ArcGIS una matrice a scorrimento quadrata di dimensione 5x5 m, mediante la funzione *Focal Statistics* di *Spatial Analyst* (dal menù ArcToolbox).

Tale operazione somma i valori dei singoli pixel 1x1 m in un'unica cella di risoluzione 5 m ottenendo il raster denominato "CHM_5".

Il raster "CHM_5" è stato moltiplicato per -1. In questo modo i valori più alti, corrispondenti agli apici delle chiome, diventano quelli più bassi e possono essere assimilati a delle buche o a dei punti di drenaggio. Il nuovo "CHM_5" negativo è stato poi sottoposto al tool *Hydrology/Flow Direction*, funzione preparatoria per poter successivamente determinare i sink. Al *layer* prodotto viene dunque applicato l'algoritmo *Sink*. Il valore che viene assegnato ad ogni cella del Sink non ha alcun valore, ma è soltanto un numero progressivo che identifica il numero di celle e quindi il numero di apici arborei individuati.

Il layer "*Sink*" viene dunque trasformato in una maschera binaria, da moltiplicare con il "CHM positivo", con valore "1" per tutti i pixel con valore maggiore o uguale a 1, mentre per quelli inferiori si assegna valore NoData. Il raster ottenuto, denominato "CHM_altezze" è stato dunque utilizzato nella stima della variabile altezza delle piante (m).

3.6 Analisi statistica dei dati

L'analisi statistica dei dati ottenuti dalle elaborazioni LiDAR, è stata svolta utilizzando il software R, versione 3.2.2, ed impiegando i seguenti test statistici:

1. Il test lineare "*Linear Mixed – Effects Models*" che utilizza la funzione *lme* del pacchetto *lmne*. Tale funzione permette di analizzare sia i dati misti che considerare il fattore random (Pinheiro et al., 2015).

2. Il test "*Tukey*", che impiega la funzione *glht* del pacchetto *multcomp* (Torsten et al., 2008) nell'analisi delle differenze stagionali nell'utilizzo delle variabili da parte degli individui marcati nel corso della ricerca.

4 RISULTATI

Vengono di seguito presentati i risultati dell'uso dell'habitat nel corso delle diverse stagioni da parte degli uccelli radiocollari, distinguendo tra macroarea silicatica e macroarea dolomitica. La prima comprende i tre gruppi di individui denominati Tognola+P.Termen, Bedolè e Fossernica, mentre la seconda i due gruppi di individui denominati Maschi dolomitico e Femmine dolomitico.

4.1 Modello stagionale della variabile altitudine m (s.l.m.)

4.1.1 Substrato silicatico

In generale i maschi dell'area silicatica hanno utilizzato nel corso dell'anno una fascia altitudinale piuttosto ampia, compresa tra un valore minimo di 1129 m (s.l.m.) e un valore massimo di 2070 m (s.l.m.).

4.1.1.1 Maschi dell'area Tognola+Pian del Termen

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato una fascia altitudinale molto ampia pari a 634 metri, passando da un minimo di 1341 metri in autunno ad un massimo di 1974 metri in estate, con valori abbastanza simili in tutte le stagioni per le quote minime, mentre quelli massimi sono risultati essere molto simili dalla primavera all'autunno con un valore un po' più basso in inverno (Tabella 5).

Tabella 5. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altitudine m (s.l.m.) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	1714	1934	1357
Est	1698	1974	1363
Aut	1667	1923	1341
Inv	1567	1845	1346

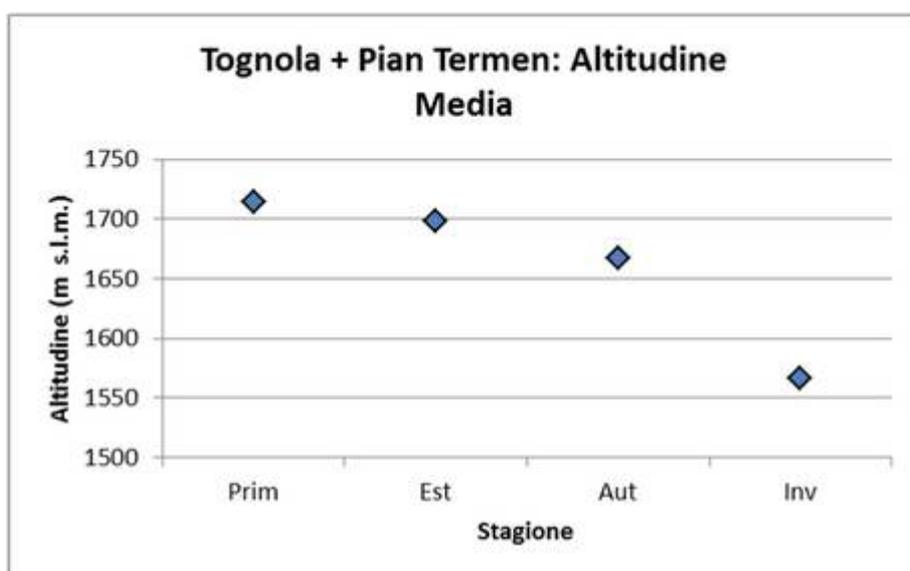


Figura 7. Valori dell'altitudine media delle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1357 metri ad un massimo di 1934 metri, mentre la quota media è stata di 1714 metri (Tabella 5)(Figura 7). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1700-1800 metri, dove è stato fatto il 45% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1600-1700 metri con il 25% e da quella dei 1800-1900 metri con il 16%. Al di sotto dei 1600 metri sono cadute il 12% delle osservazioni, mentre sopra quota 1900 metri solo il 2% (Figura 8).

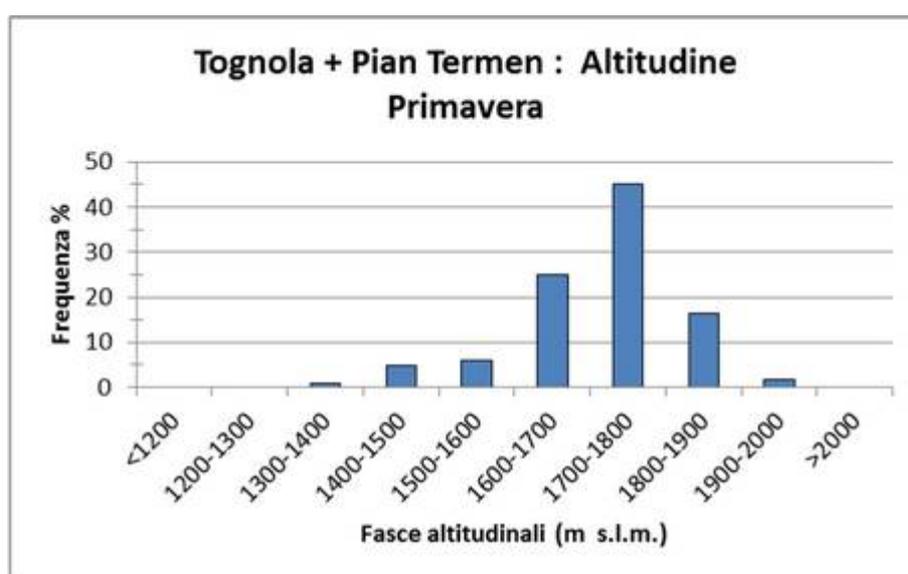


Figura 8. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1363 metri ad una quota massima di 1974 m (s.l.m.), mentre la quota media è stata di 1698 metri (Tabella 5)(Figura 7). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 43% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1700-1800 metri con il 30% e da quella dei 1800-1900 metri con il 14%. Al di sotto dei 1600 metri sono cadute il 12% delle osservazioni, mentre sopra quota 1900 metri soltanto l'15% (Figura 9).

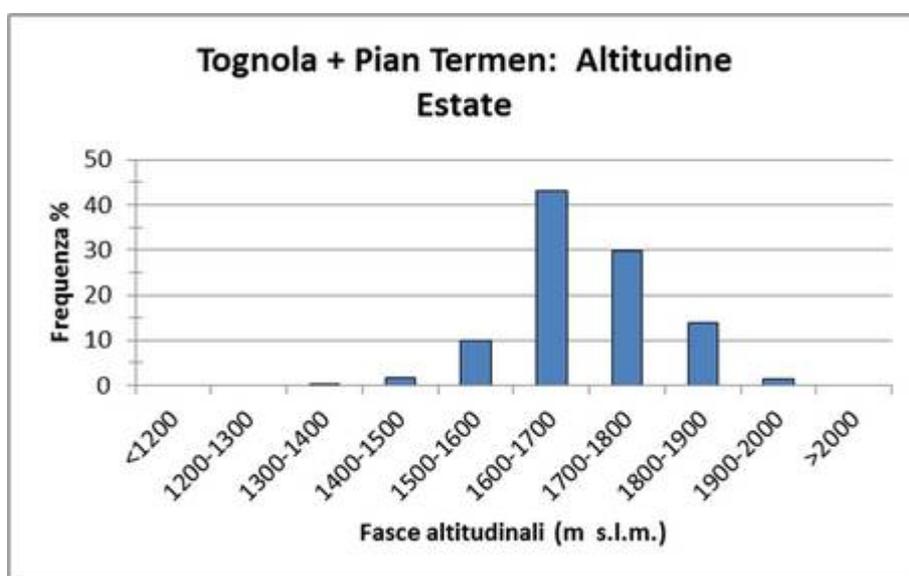


Figura 9. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in estate.

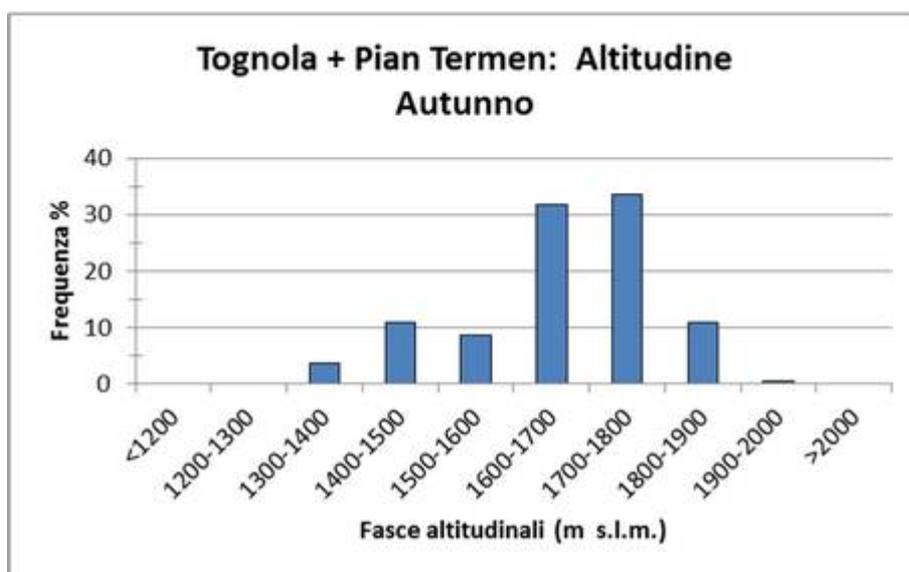


Figura 10. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1341 metri ad un massimo di 1923 metri, mentre la quota media è stata di 1667 metri (Tabella 5)(Figura 7). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1700-1800 metri, dove è stato fatto il 34% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1600-1700 metri con il 32% e da quella dei 1400-1500 metri e dei 1800-1900 metri, entrambe con l'11%. Al di sotto dei 1400 metri sono cadute solo il 4% delle osservazioni, mentre sopra quota 1800 metri il 12% (Figura 10).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1346 metri ad un massimo di 1845 metri, mentre la quota media è stata di 1567 metri (Tabella 5)(Figura 7). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 42% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1400-1500 metri con il 18% e da quella dei 1300-1400 metri con il 16%, che risulta essere la fascia altitudinale in cui sono state registrate le localizzazioni più basse. Sopra quota 1700 metri sono invece cadute il 12% delle localizzazioni (Figura 11).

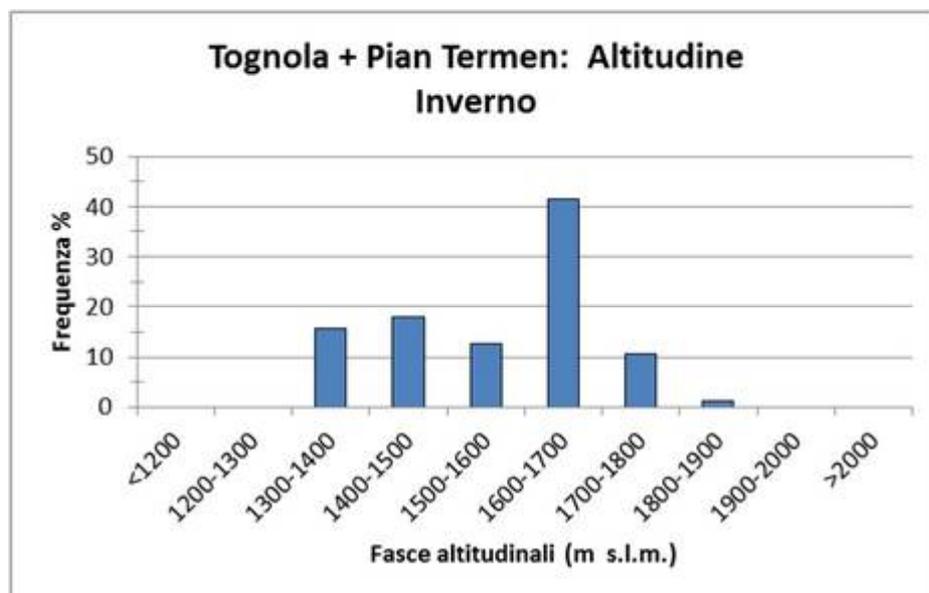


Figura 11. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in inverno.

4.1.1.2 Maschi dell'area Bedolè

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Bedolè hanno utilizzato una fascia altitudinale molto ampia pari a 735 metri, passando da un minimo di 1129 metri in estate ad un massimo di 1863 metri in autunno. Per quanto riguarda le quote massime, sono stati

registrati dei valori simili per tutte le stagioni ad eccezione della primavera con un valore un po' più basso. Quelle minime invece sono risultate simili solamente tra l'inverno e l'autunno, in primavera invece si è osservato il valore più alto mentre in estate quello più basso (Tabella 8).

Tabella 8. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altitudine m (s.l.m.) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Bedolè.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	1688	1773	1460
Est	1523	1854	1129
Aut	1617	1863	1308
Inv	1608	1852	1289

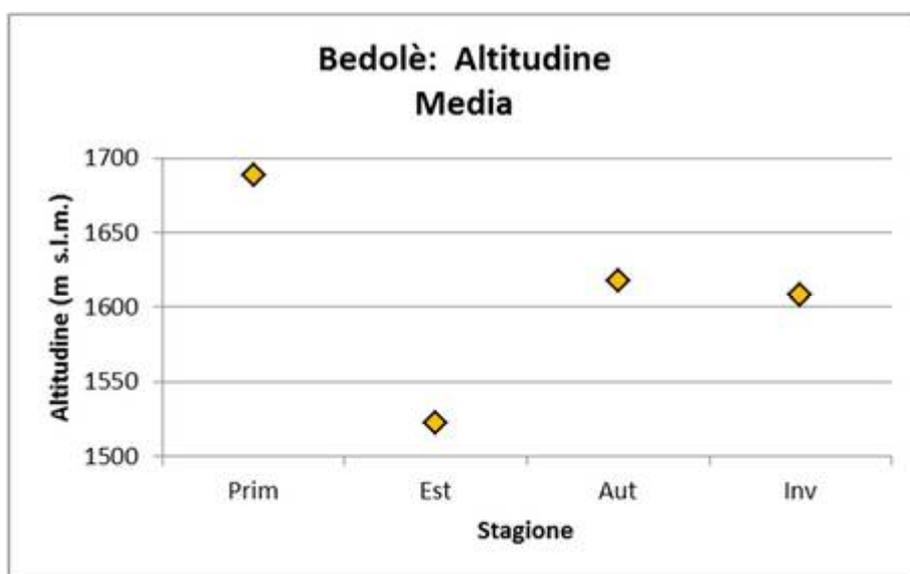


Figura 12. Valori dell'altitudine media delle zone utilizzate dei maschi dell'area Bedolè nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1460 metri ad un massimo di 1773 metri, mentre la quota media è stata di 1688 metri (Tabella 8)(Figura 12). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1700-1800 metri, dove è stato fatto il 49% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1600-1700 metri con il 46%. Al di sotto dei 1600 metri sono cadute solamente il 6% delle osservazioni, mentre non sono state registrate localizzazioni sopra quota 1800 metri (Figura 13).

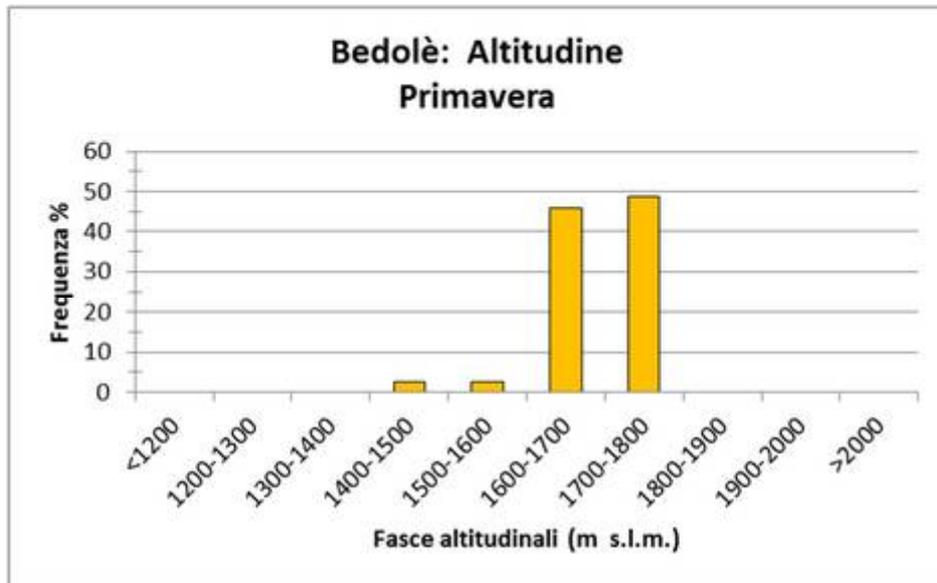


Figura 13. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Bedolè in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1129 metri ad una quota massima di 1854 metri, mentre la quota media è stata di 1523 metri (Tabella 8)(Figura 12). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1500-1600 metri, dove è stato fatto il 29% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1400-1500 metri con il 25% e da quella dei 1600-1700 metri con il 15%. Al di sotto dei 1400 metri sono cadute tuttavia ben il 18% delle osservazioni, mentre sopra quota 1700 metri il 13% (Figura 14).

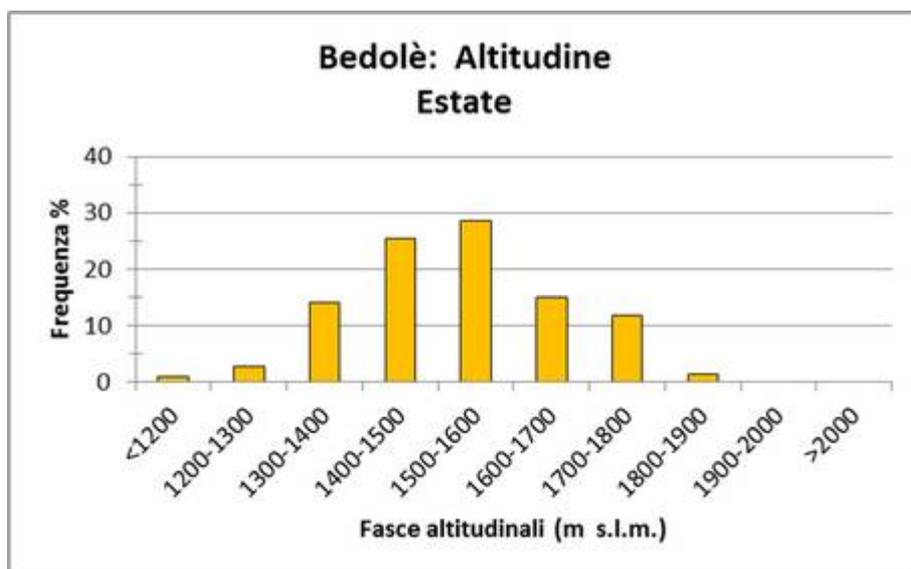


Figura 14. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Bedolè in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1308 metri ad un massimo di 1863 metri, mentre la quota media è stata di 1617 metri (Tabella 8)(Figura 12). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 31% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1700-1800 metri con il 23% e da quella dei 1500-1600 metri con il 21%. Al di sotto dei 1500 metri sono state osservate ben il 19% delle localizzazioni, mentre sopra quota 1800 metri solamente il 4% (Figura 15).

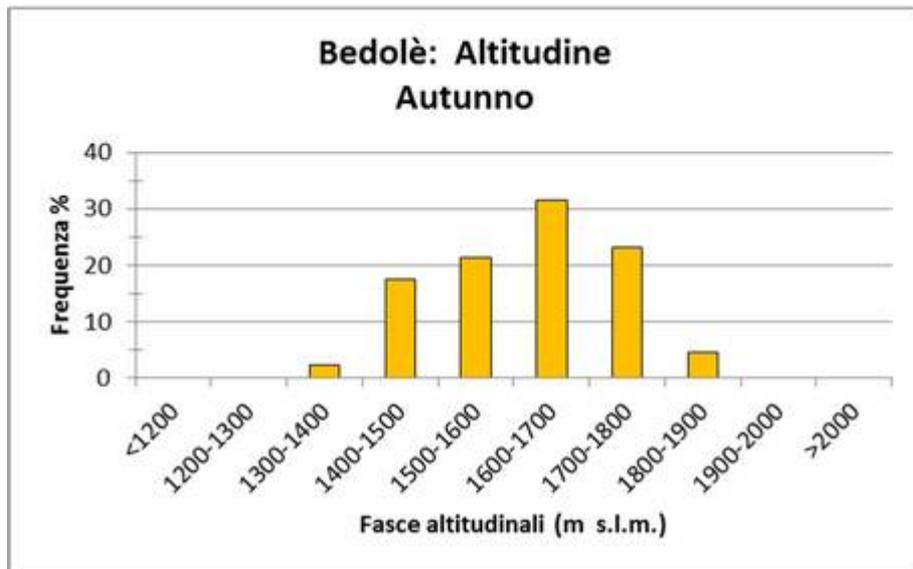


Figura 15. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Bedolè in autunno.

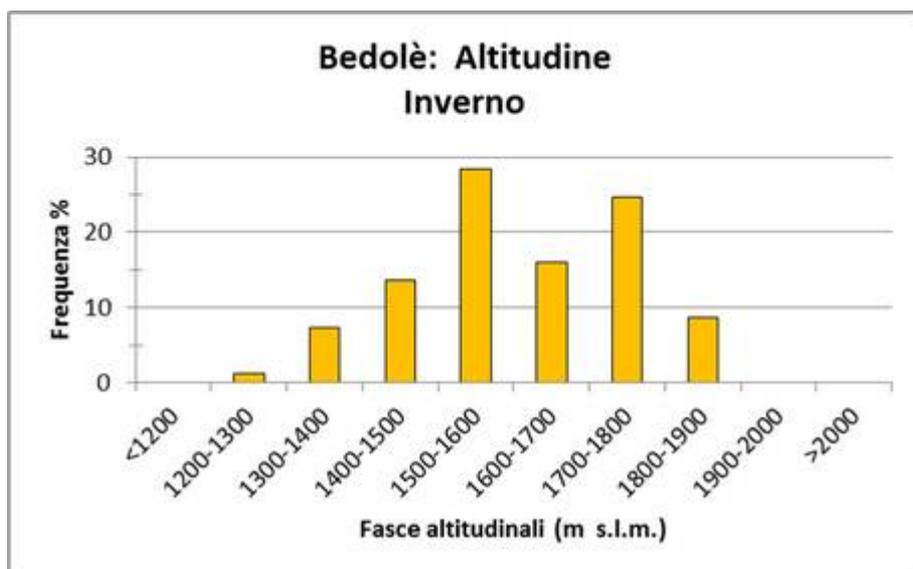


Figura 16. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Bedolè in inverno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1289 metri ad un massimo di 1852 metri, mentre la quota media è stata di 1608 metri (Tabella 8)(Figura 12). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1500-1600 metri, dove è stato fatto il 28% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1700-1800 metri con il 25% e da quella dei 1600-1700 metri con il 16%. Sotto quota 1500 metri sono invece cadute ben il 21% delle localizzazioni, mentre sopra quota 1800 metri, solamente il 9% (Figura 16).

4.1.1.3 Maschi dell'area Fossernica

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Fossernica hanno utilizzato una fascia altitudinale molto ampia pari a 722 metri, passando da un minimo di 1349 metri in inverno ad un massimo di 2070 metri in estate. Per quanto riguarda le quote massime, sono stati registrati i valori più alti in estate e in autunno, mentre in primavera quello più basso. Le quote minime invece risultano simili solamente tra la primavera e l'autunno, in estate invece è stato osservato il valore più alto mentre in inverno quello più basso (Tabella 8).

Tabella 8. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altitudine m (s.l.m.) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Fossernica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	1695	1865	1433
Est	1835	2070	1509
Aut	1807	2019	1449
Inv	1676	1979	1349

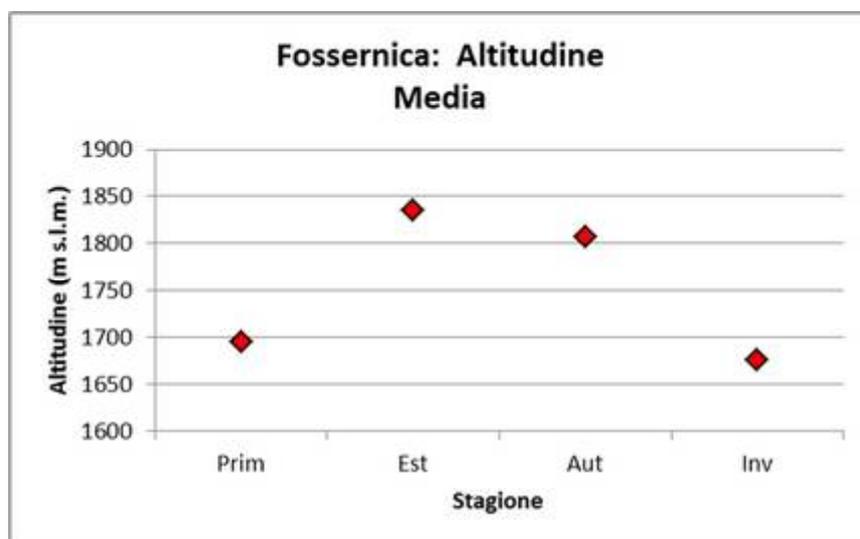


Figura 17. Valori dell'altitudine media dei maschi dell'area Fossernica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1433 metri ad un massimo di 1865 metri, mentre la quota media è stata di 1695 metri (Tabella 8)(Figura 17). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1700-1800 metri, dove è stato fatto il 35% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1800-1900 metri con il 23% e da quella dei 1600-1700 metri con il 19%. Al di sotto dei 1600 metri sono stati osservati ben il 23% delle osservazioni, mentre non sono state registrate localizzazioni sopra quota 1900 metri (Figura 18).

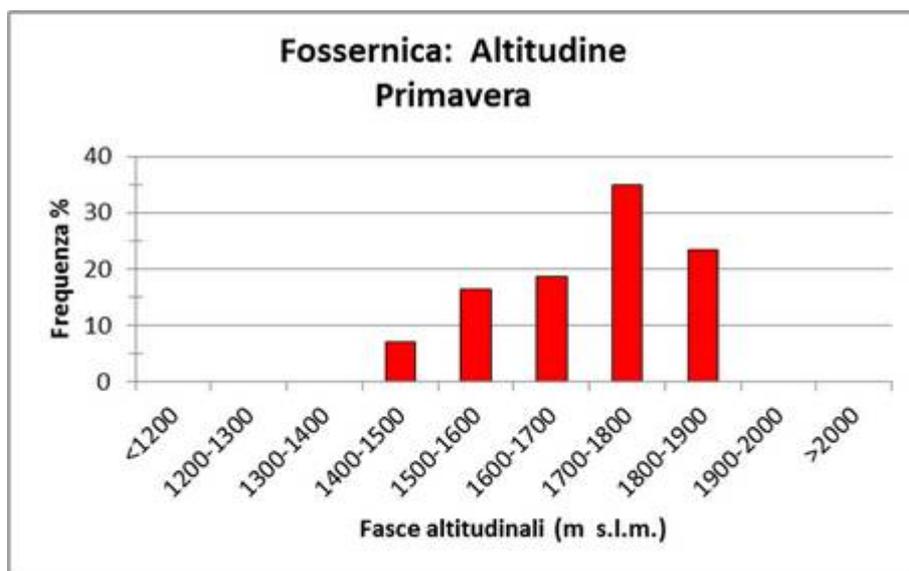


Figura 18. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Fossernica in primavera.

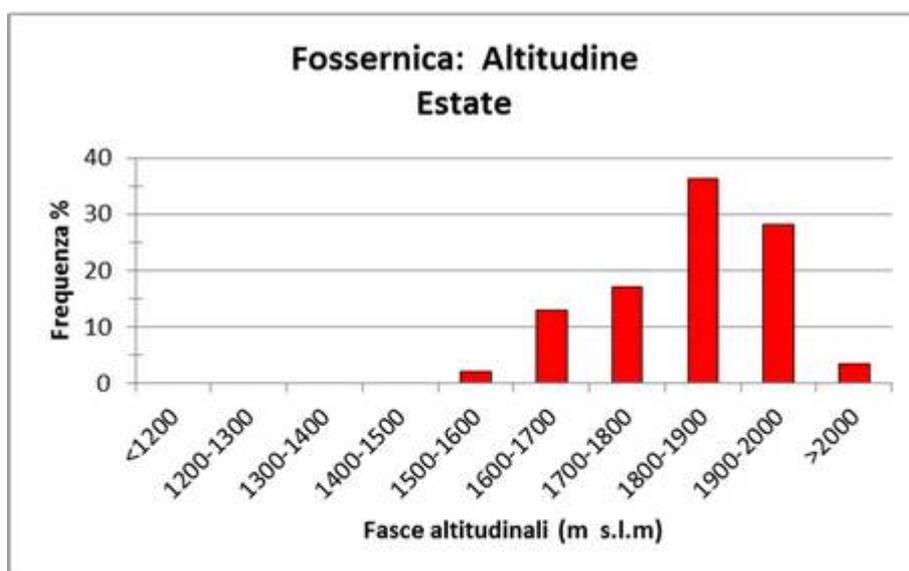


Figura 19. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Fossernica in estate.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1509 metri ad una quota massima di 2070 metri, mentre la quota media è stata di 1835 metri (Tabella 8)(Figura 17). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1800-1900 metri, dove è stato fatto il 36% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1900-2000 metri con il 28% e da quella dei 1700-1800 metri con il 17%. Al di sotto dei 1700 metri sono state registrate il 15% delle osservazioni, mentre sopra quota 2000 metri solo il 3% (Figura 19).

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1449 metri ad un massimo di 2019 metri, mentre la quota media è stata di 1807 metri (Tabella 8)(Figura 17). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1900-2000 metri, dove è stato fatto il 37% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1800-1900 metri con il 22% e da quella dei 1500-1600 metri con il 15%. Sia sotto ai 1500 metri che sopra ai 2000 metri, sono state osservate solamente il 3% (Figura 20).

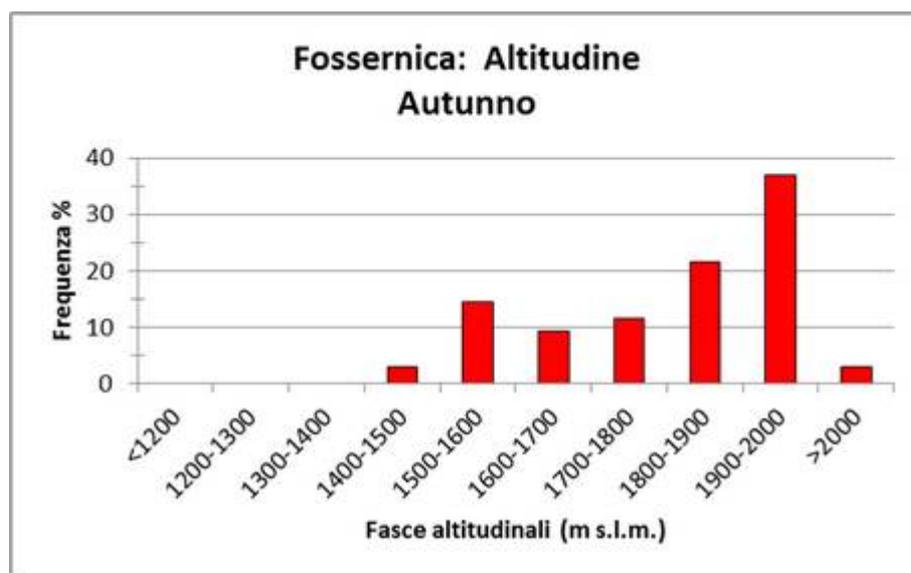


Figura 20. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Fossernica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1349 metri ad un massimo di 1979 metri, mentre la quota media è stata di 1676 metri (Tabella 8)(Figura 17). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 49% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1500-1600 metri con il 18% e da quella dei 1900-2000 metri con il 14%. Sotto i 1500 metri sono invece cadute il 6% delle localizzazioni, mentre non sono state osservate localizzazioni sopra la quota di 2000 metri (Figura 21).

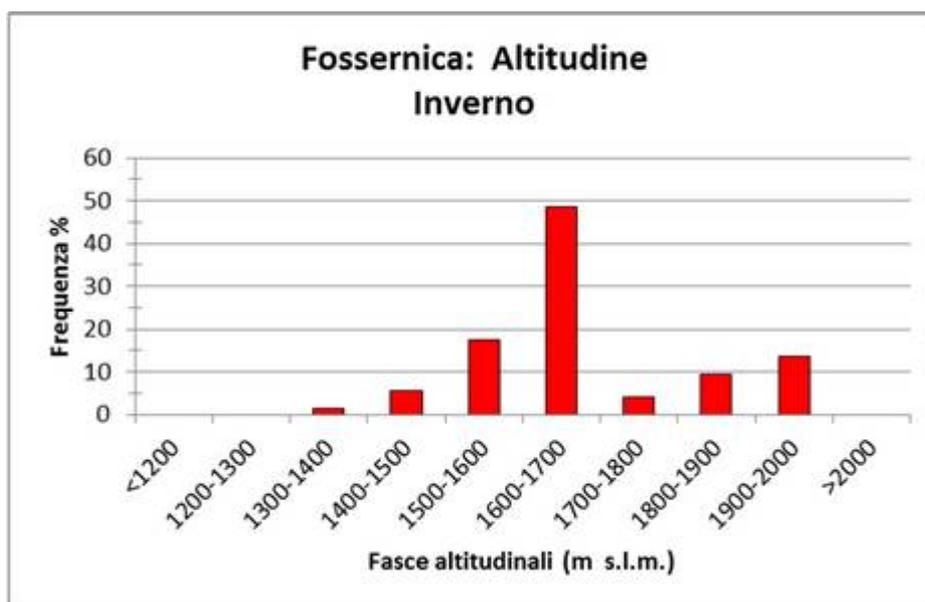


Figura 21. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi dell'area Fossernica in inverno.

4.1.1.4 Differenze stagionali

Considerando le differenze stagionali, per i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen, si osservano delle differenze significative tra tutte le stagioni (test Tukey, $P < 0.001$). Durante la stagione primaverile i maschi hanno frequentato la fasce altimetriche più elevate con un valore medio stagionale di 1714 metri, valore che scende a 1698 metri durante l'estate periodo in cui gli uccelli hanno frequentato fasce altimetriche un po' più basse rispetto la primavera. E' invece durante l'inverno che gli uccelli hanno frequentato le quote più basse con un valore medio stagionale di 1567 metri (Figura 22).

Per quanto riguarda i maschi dell'area Bedolè, le differenze nell'utilizzo dell'altitudine risultano significative tra tutte le stagioni (test Tukey, $P < 0.001$), fuorché tra autunno e inverno (test Tukey, $P = 0.86$). In queste due stagioni, gli individui hanno frequentato praticamente le stesse fasce altitudinali con valori medi rispettivamente di 1617 e 1608 metri. Il valore più alto si osserva in primavera con una quota media stagionale di 1688 metri, mentre in estate gli uccelli hanno frequentato le quote più basse con un valore medio stagionale di 1523 metri (Figura 22).

I maschi dell'area Fossernica, hanno invece frequentato fasce altitudinali molto simili durante l'estate e l'autunno (test Tukey, $P = 0.16$), stagioni in cui si sono registrati i valori medi di altitudine più elevati, rispettivamente con 1835 e 1807 metri. Differenze significative

si osservano per la primavera e l'inverno (test Tukey, $P < 0.001$), in queste due stagioni gli uccelli hanno frequentato quote decisamente più basse facendo registrare valori medi stagionali rispettivamente di 1695 e 1676 metri (Figura 22).

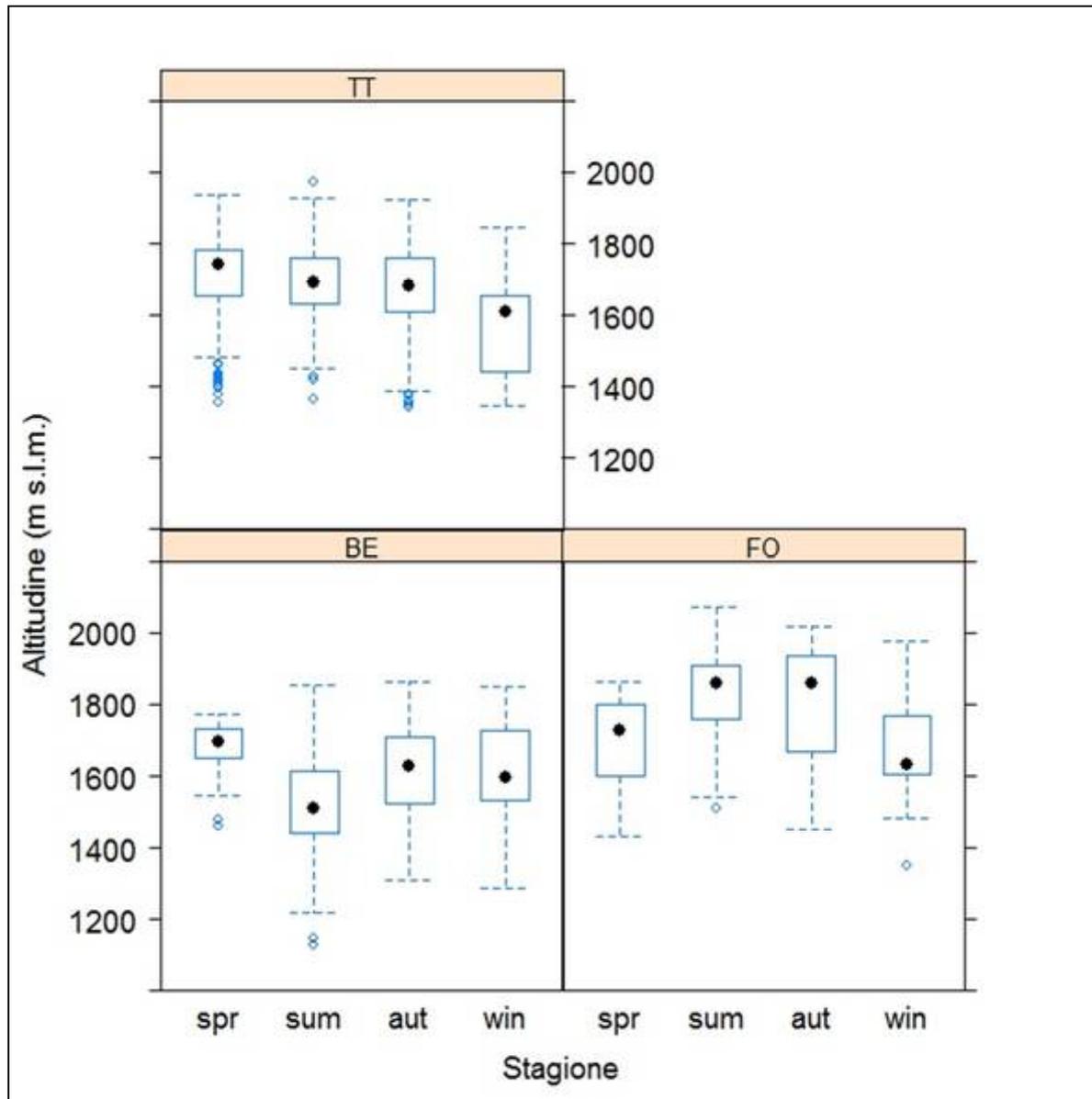


Figura 22. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'altitudine m (s.l.m.) utilizzata dai maschi delle aree Tognola+Pian del Termen (TT), Bedolè (BE) e Fossernica (FO). (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

4.1.2 Substrato dolomitico

In generale gli individui della macroarea dolomitica hanno utilizzato nel corso dell'anno una fascia altitudinale piuttosto ampia, compresa tra un valore minimo di 1185 metri e un valore massimo di 1896 metri.

4.1.2.1 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato una fascia altitudinale piuttosto ampia pari a 667 metri, passando da un minimo di 1185 metri in autunno ad un massimo di 1852 metri in estate. Le quote minime sono risultate abbastanza diverse in tutte le stagioni, con il valore più basso in autunno e quello più elevato in estate. Le quote massime invece, sono risultate abbastanza simili in tutte le stagioni ad eccezione dell'estate dove è stato registrato un valore decisamente più alto (Tabella 9).

Tabella 9. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altitudine m (s.l.m.) delle zone utilizzate dalle femmine della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	1535	1751	1365
Est	1636	1852	1430
Aut	1569	1744	1185
Inv	1556	1778	1294

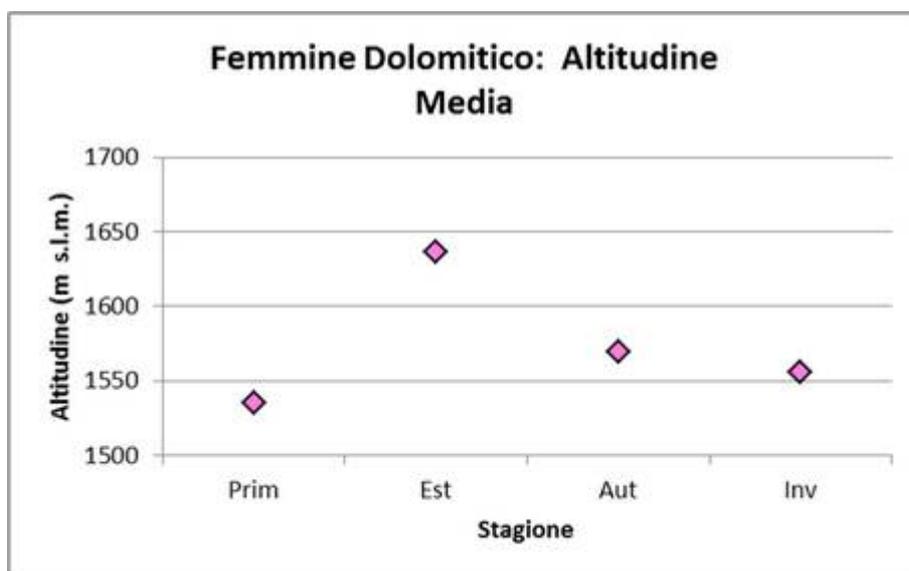


Figura 23. Valori dell'altitudine media delle femmine della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1364 metri ad un massimo di 1751 metri, mentre la quota media è stata di 1535 metri (Tabella 9)(Figura 23). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1500-1600 metri, dove è stato fatto il 55% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1400-1500 metri con il 23% e da quella dei 1600-1700 metri con il 14%. Al di sotto dei 1400 metri sono state osservate il 5% delle

osservazioni, mentre non sono state registrate localizzazioni sopra la quota di 1800 metri (Figura 24).

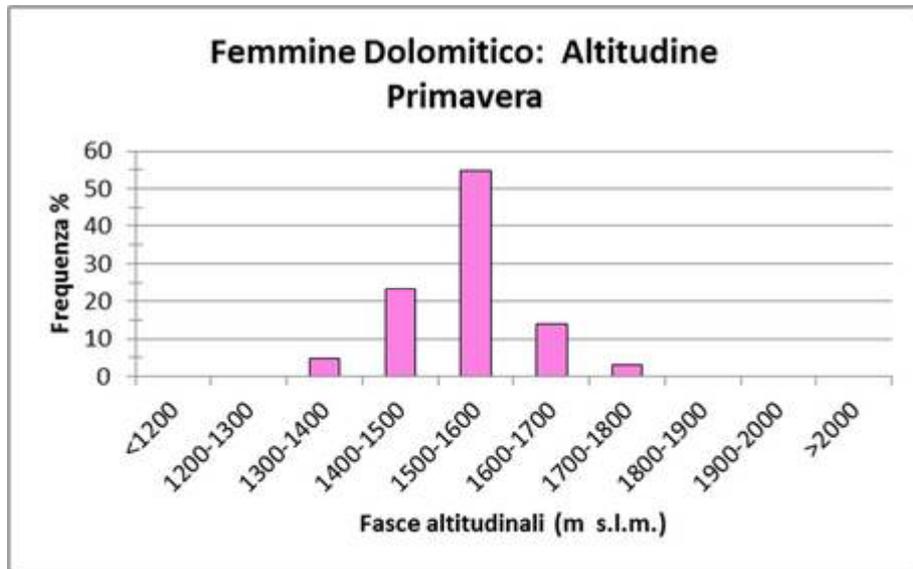


Figura 24. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in primavera.

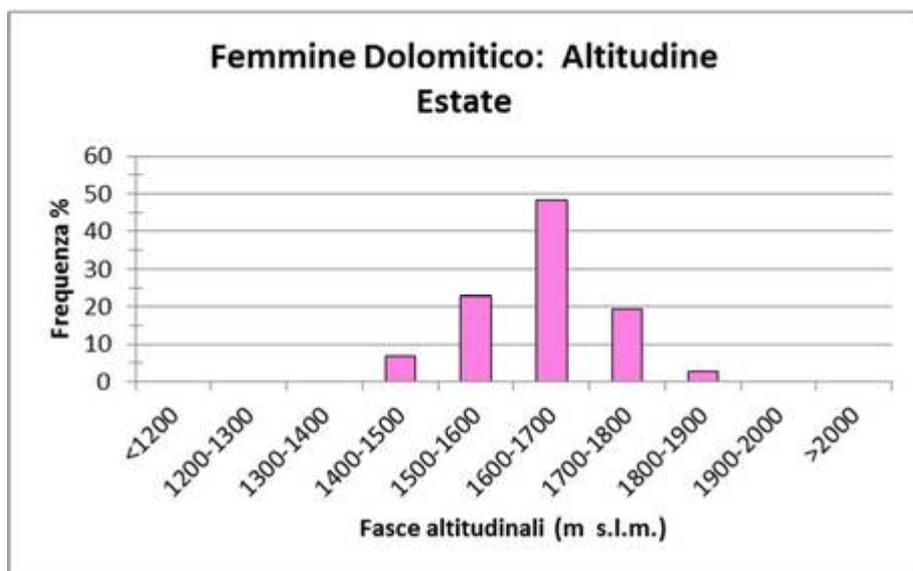


Figura 25. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in estate.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1430 metri ad un massimo di 1852 metri, mentre la quota media è stata di 1636 metri (Tabella 9)(Figura 23).. La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 48% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1500-1600 metri con il 23% e da quella dei 1700-1800 metri con il 19%. Al di sotto dei 1500 metri sono state osservate solamente il

7% delle osservazioni, mentre non sono state registrate localizzazioni sopra i 1900 metri (Figura 25).

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1185 metri ad un massimo di 1744 metri, mentre la quota media è stata di 1569 metri (Tabella 9)(Figura 23). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1500-1600 metri, dove è stato fatto il 38% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1600-1700 metri con il 35% e da quella dei 1400-1500 metri con il 20%. Al di sotto dei 1400 metri sono state osservate solamente il 4% delle osservazioni, mentre non sono state registrate localizzazioni sopra i 1800 metri (Figura 27).

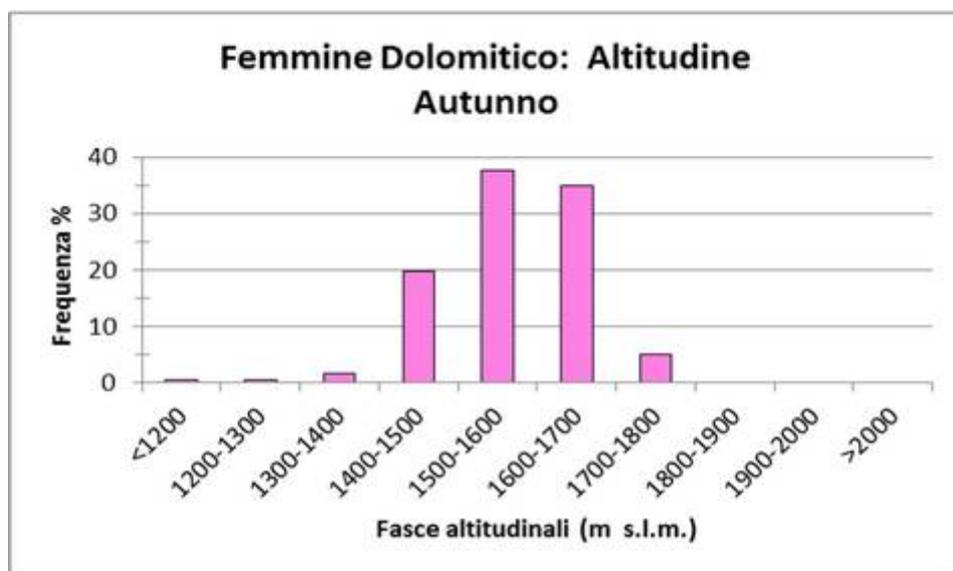


Figura 27. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in autunno.

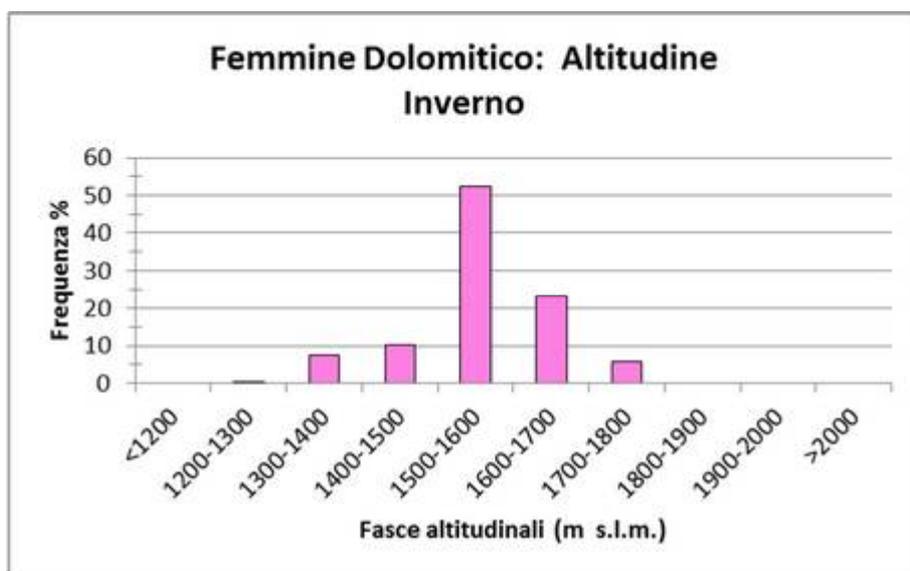


Figura 28. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in inverno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1294 metri ad un massimo di 1778 metri, mentre la quota media è stata di 1556 metri (Tabella 9)(Figura 23). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1500-1600 metri, dove è stato fatto il 52% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1600-1700 metri con il 23% e da quella dei 1400-1500 metri con il 10%. Al di sotto dei 1400 metri si osservano il 7% delle osservazioni, mentre non si registrano localizzazioni sopra i 1800 metri (Figura 28).

4.1.2.2 Maschi della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno i maschi della macroarea dolomitica hanno utilizzato una fascia altitudinale pari a 509 metri, passando da un minimo di 1387 metri in inverno ad un massimo di 1896 metri in estate, con valori abbastanza simili in tutte le stagioni sia per le quote minime che per quelle massime ad eccezione dell'inverno, stagione in cui è stato osservato un valore un po' più basso in entrambi i casi (Tabella 10).

Tabella 10. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altitudine m (s.l.m.) delle zone utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	1620	1896	1454
Est	1674	1853	1421
Aut	1627	1884	1415
Inv	1602	1747	1387

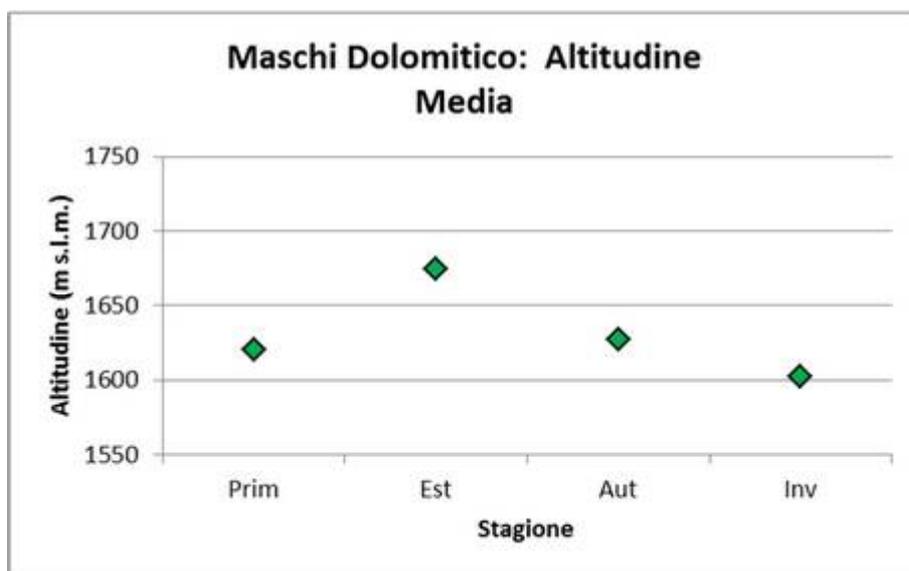


Figura 29. Valori dell'altitudine media delle zone utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1454 metri ad un massimo di 1896 metri, mentre la quota media è stata di 1620 metri (Tabella 10)(Figura 29). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 58% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1500-1600 metri con il 28% e da quella dei 1700-1800 metri con l'8%. Al di sotto dei 1500 metri sono state osservate il 6% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 1800 metri solamente l'1% (Figura 30).

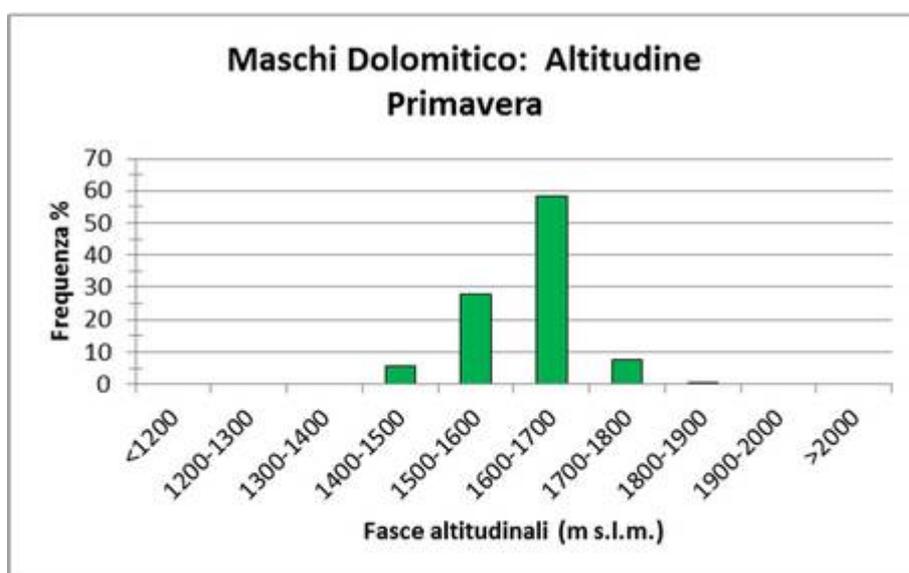


Figura 30. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in primavera.

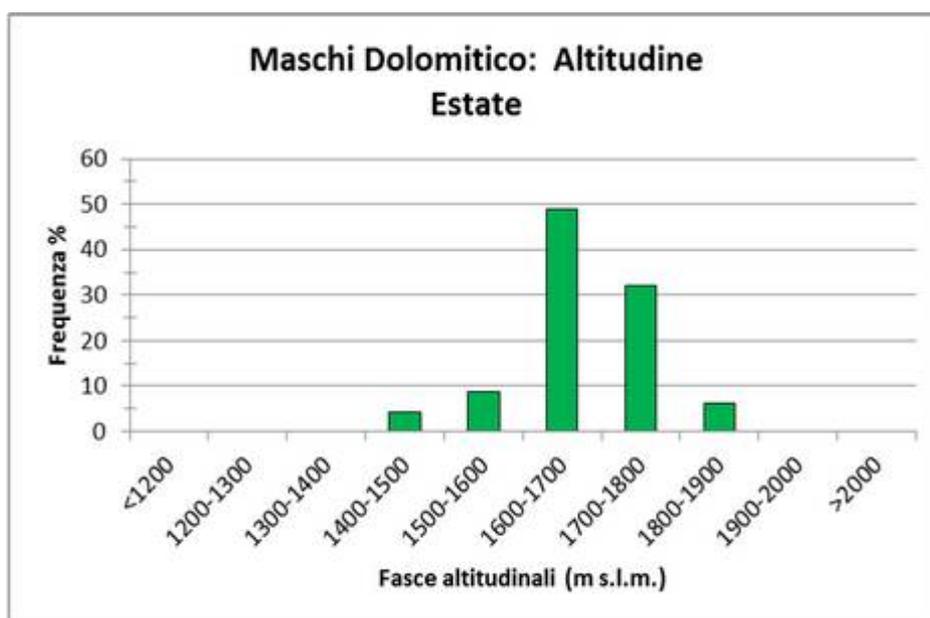


Figura 31. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in estate.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1421 metri ad un massimo di 1853 metri, mentre la quota media è stata di 1674 metri (Tabella 10)(Figura 29). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 49% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1700-1800 metri con il 32% e da quella dei 1500-1600 metri con il 9%. Al di sotto dei 1500 metri sono state osservate solamente il 4% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 1800 metri il 6% (Figura 31).

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1415 metri ad un massimo di 1884 metri, mentre la quota media è stata di 1627 metri (Tabella 10)(Figura 29). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 53% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1500-1600 metri con il 24% e da quella dei 1700-1800 metri con il 14%. Al di sotto dei 1500 metri sono state osservate il 7% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 1800 metri solamente l'1% (Figura 32).

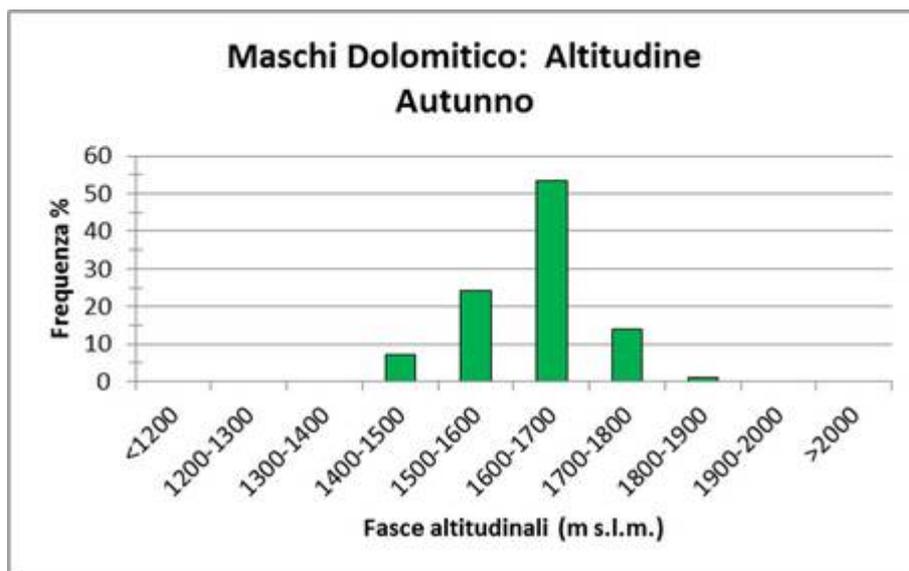


Figura 32. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 1387 metri ad un massimo di 1747 metri, mentre la quota media è stata di 1602 metri (Tabella 10)(Figura 29). La fascia altitudinale maggiormente frequentata è stata quella dei 1600-1700 metri, dove è stato fatto il 48% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 1500-1600 metri con il 37% e da quella dei 1700-1800 metri con il 9%. Al di sotto dei 1500 metri si osservano il 7% delle localizzazioni, mentre non si osserva alcuna localizzazione al di sopra dei 1800 metri (Figura 33).

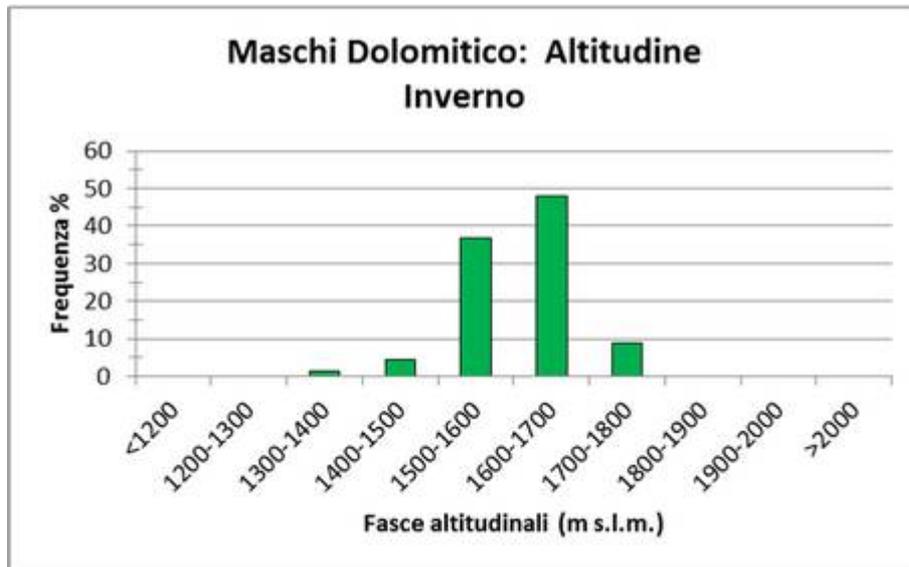


Figura 33. Distribuzione percentuale delle fasce altitudinali frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in inverno.

4.1.2.3 Differenze stagionali

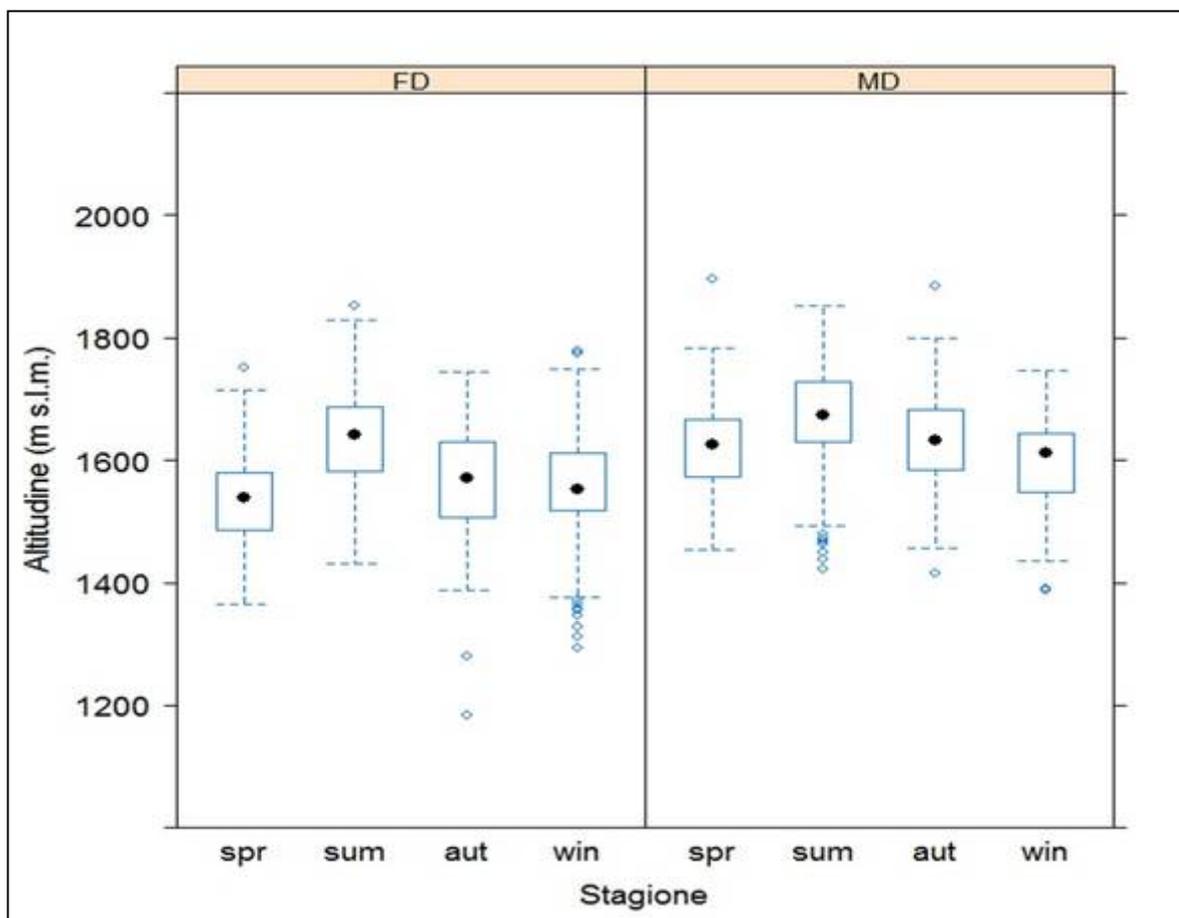


Figura 34. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'altitudine m (s.l.m.) utilizzata dalle femmine (FD) e dai maschi (MD) della macroarea dolomitica. (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

In riferimento ai valori delle quote medie stagionali, per le femmine della macroarea dolomitica, non si riscontrano differenze significative tra le stagioni eccetto che per la stagione estiva (test Tukey, $P < 0.001$). In estate, gli individui hanno frequentato le fasce altitudinali più elevate, con una quota media stagionale di 1636 metri. La stagione in cui gli uccelli utilizzano le fasce altimetriche più basse è invece la primavera, con un valore medio dell'altitudine pari a 1535 metri (Figura 34).

Anche per il gruppo Maschi dolomitico, differenze significative si osservano solamente in estate (test Tukey, $P < 0.001$), stagione in cui gli uccelli hanno frequentato le quote più elevate con un valore medio stagionale di 1674 metri, mentre diversamente dal gruppo delle femmine, risulta essere l'inverno la stagione in cui gli uccelli hanno frequentato le quote più basse con una quota media di 1602 metri (Figura 34).

4.2 Modello stagionale della variabile pendenza (°)

4.2.1 Substrato silicatico

In generale i maschi della macroarea silicatica hanno utilizzato nel corso dell'anno dei versanti con una pendenza compresa tra i 4 e i 53 gradi.

4.2.1.1 Maschi dell'area Tognola+Pian del Termen

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato dei versanti con una pendenza compresa tra un minimo di 6 gradi in primavera e un massimo di 53 gradi in estate, con valori minimi pressoché simili in tutte le stagioni, mentre per quelli massimi sono stati registrati valori identici tra l'autunno e l'inverno risultando invece un po' più alti in estate e un po' più bassi in primavera (Tabella 11).

Tabella 11. Valori medi, massimi e minimi stagionali della pendenza (°) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	23	43	6
Est	26	53	7
Aut	26	48	6
Inv	24	48	8

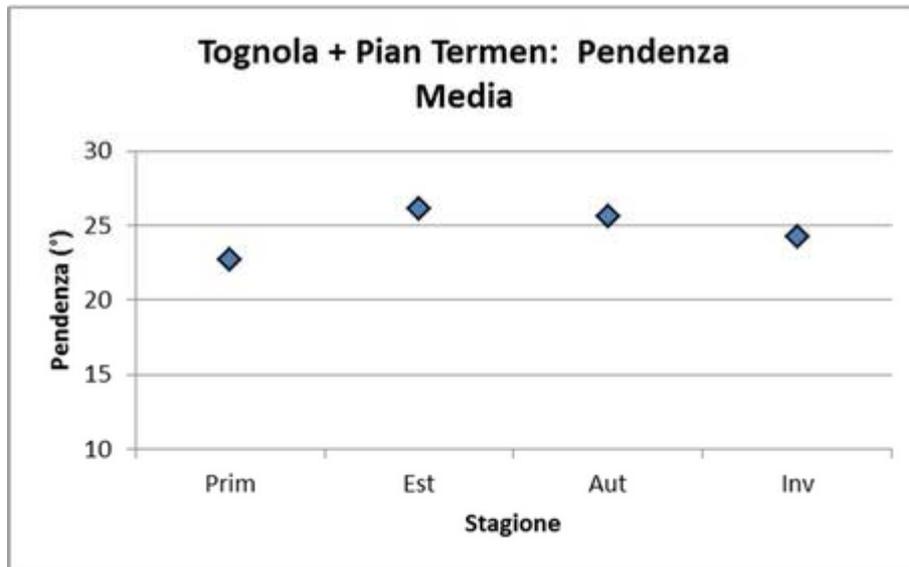


Figura 35. Valori della pendenza media delle zone utilizzate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 6 gradi ad un massimo di 43 gradi, mentre la pendenza media è stata di 23 gradi (Tabella 11)(Figura 35). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 50% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 35% e da quella dei 5-15 gradi con il 12%. Su pendenze inferiori ai 5 gradi non sono state registrate localizzazioni, mentre sopra i 35 gradi si osserva solamente il 2% delle localizzazioni (Figura 36).

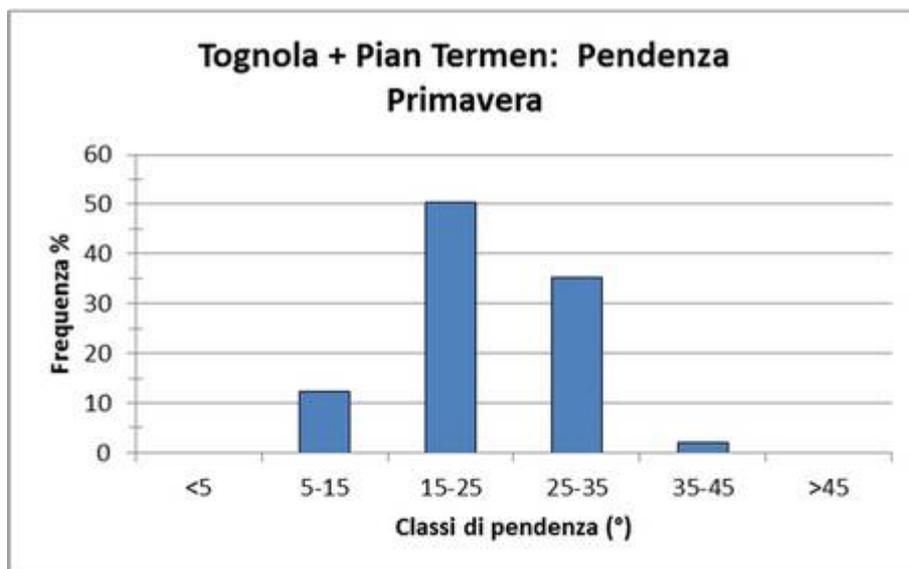


Figura 36. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 7 gradi ad un massimo di 53 gradi, mentre la pendenza media è stata di 26 gradi (Tabella 11)(Figura 35). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 49% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 37% e da quella dei 35-45 gradi con il 9%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi sono cadute il 5% delle localizzazioni, mentre sopra i 45 gradi sono state osservate solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 37).

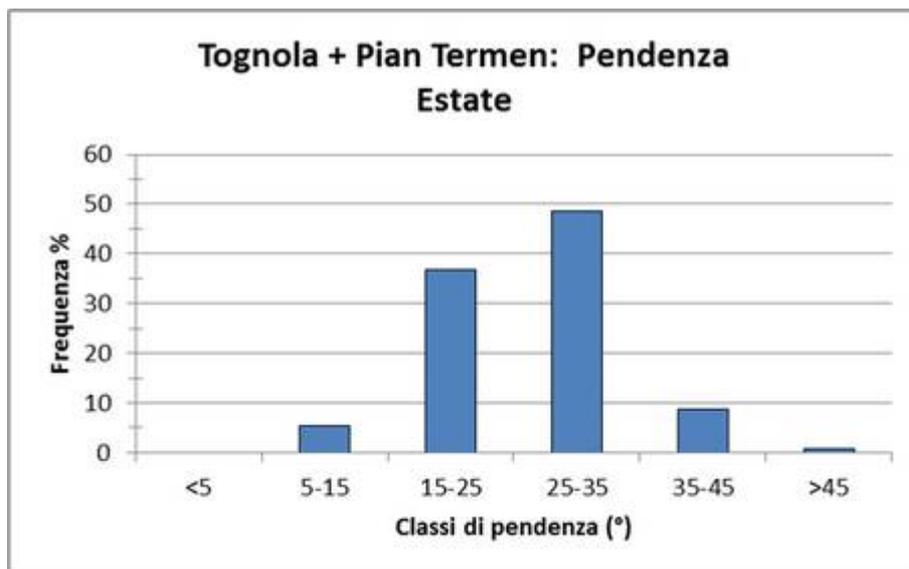


Figura 37. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in estate.

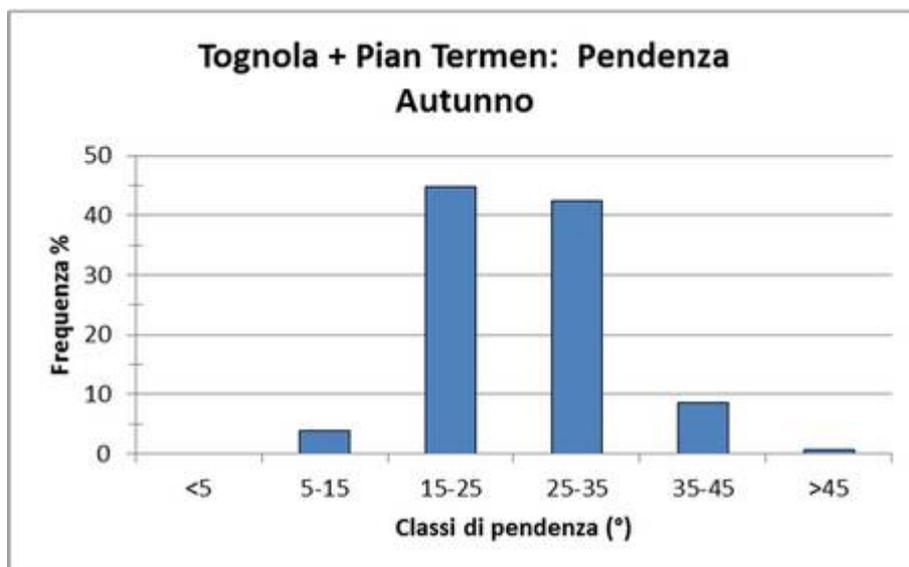


Figura 38. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 6 gradi ad un massimo di 48 gradi, mentre la pendenza media è stata di 26 gradi (Tabella 11)(Figura 35). La classe di pendenza

maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 45% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 42% e da quella dei 35-45 gradi con l'8%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi sono state osservate il 4% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi solamente l'1% (Figura 38).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 8 gradi ad un massimo di 48 gradi, mentre la pendenza media è stata di 24 gradi (Tabella 11)(Figura 35). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 50% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 38% e da quella dei 5-15 gradi con il 6%. Su pendenze inferiori ai 5 gradi non è stata fatta alcuna localizzazione, mentre al di sopra dei 35 gradi sono state registrate il 5% delle osservazioni (Figura 39).

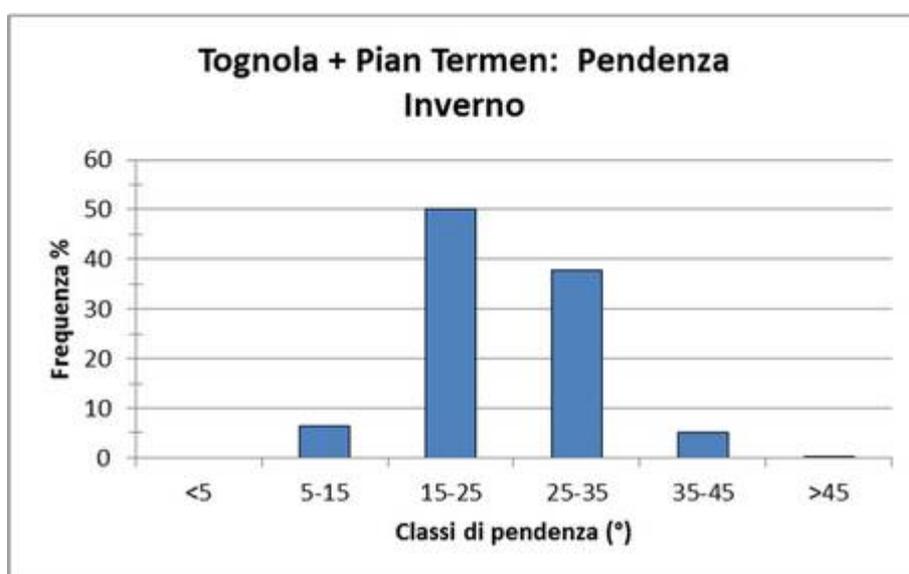


Figura 39. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in inverno.

4.2.1.2 Maschi dell'area Bedolè

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Bedolè hanno utilizzato dei versanti con una pendenza compresa tra un minimo di 8 gradi in autunno e un massimo di 53 gradi in estate, sempre durante la stagione autunnale. I valori minimi che si osservano sono piuttosto simili in tutte le stagioni, mentre quelli massimi sono risultati pressoché identici tra tutte le stagioni ad eccezione dell'autunno in cui si registra un valore un po' più alto (Tabella 12).

Tabella 12. Valori medi, massimi e minimi stagionali della pendenza (°) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Bedolè.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	26	49	9
Est	31	48	11
Aut	29	53	8
Inv	29	49	10

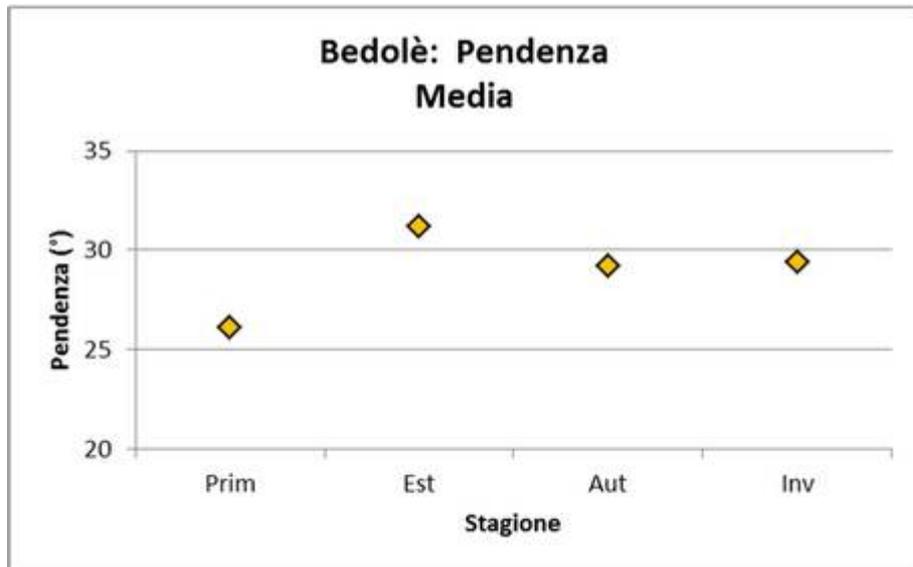


Figura 40. Valori della pendenza media delle zone utilizzate dai maschi dell'area Bedolè nel corso delle stagioni.

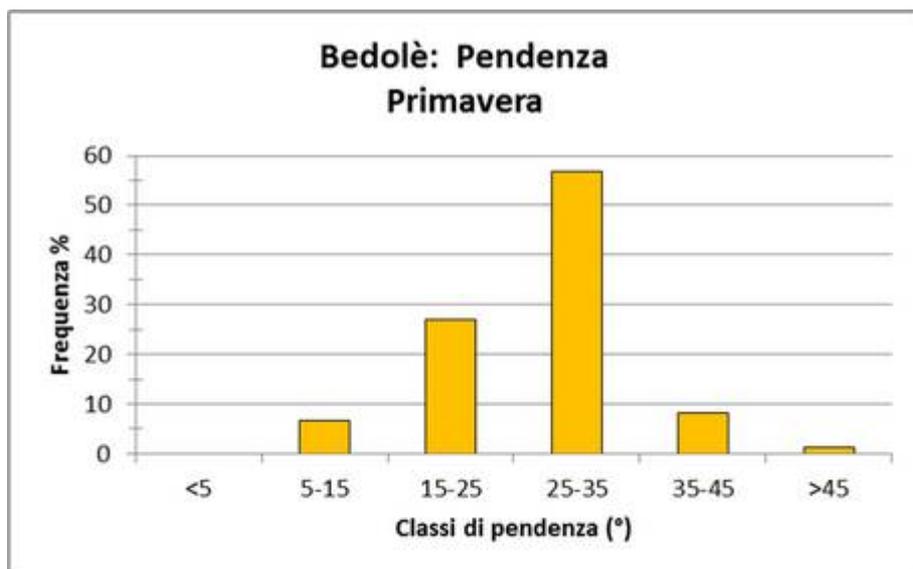


Figura 41. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Bedolè in primavera.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 9 gradi ad un massimo di 49 gradi, mentre la pendenza media è stata di 26 gradi (Tabella 12)(Figura 40). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 57% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 27% e da quella dei 35-45 gradi con l'8%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi sono state registrate il 7% delle localizzazioni, mentre sopra i 45 gradi sono state osservate solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 41).

In estate, gli estremi sono passati da un minimo di 11 gradi ad un massimo di 48 gradi, mentre la pendenza media è stata di 31 gradi (Tabella 12)(Figura 40). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 57% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 35-45 gradi con il 26% e da quella dei 15-25 gradi con il 15%. Sia su pendenze inferiori ai 15 gradi che su quelle superiori ai 45 gradi è stato osservato solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 42).

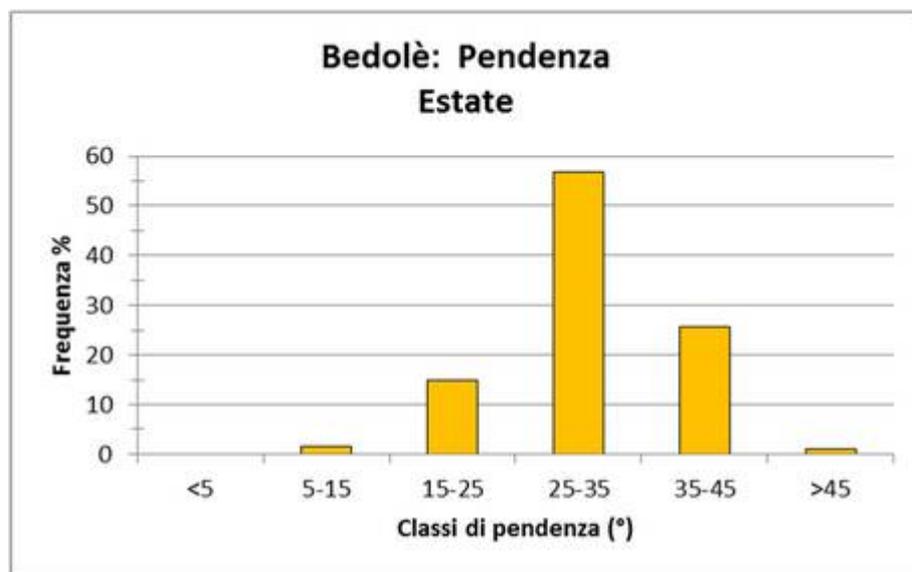


Figura 42. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Bedolè in estate.

In autunno, gli estremi sono passati da un minimo di 8 gradi ad un massimo di 53 gradi, mentre la pendenza media è stata di 29 gradi (Tabella 12)(Figura 40). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 56% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 22% e da quella dei 35-45 gradi con il 18%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi sono state registrate il 3% delle localizzazioni, mentre sopra i 45 gradi sono state osservate solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 42).

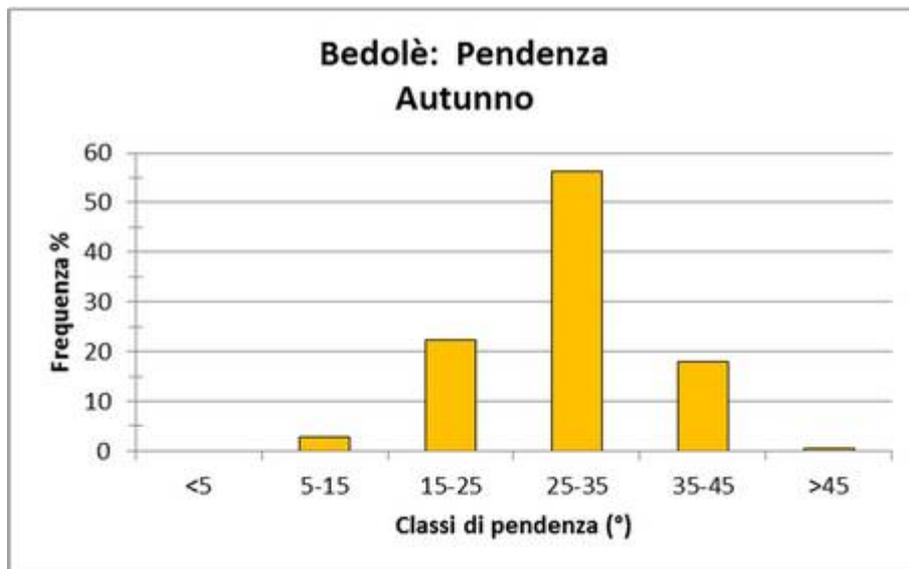


Figura 43. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Bedolè in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 gradi ad un massimo di 29 gradi, mentre la pendenza media è stata di 29 gradi (Tabella 12)(Figura 40). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 59% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi e da quella dei 35-45 gradi entrambe con il 17%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi sono state registrate il 5% delle localizzazioni, mentre sopra i 45 gradi sono state osservate solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 44).

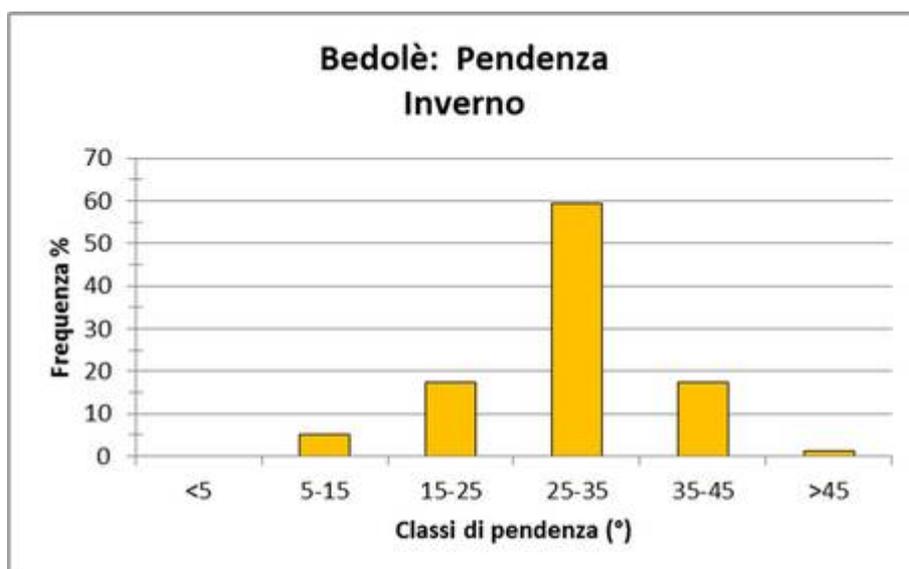


Figura 44. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Bedolè in inverno.

4.2.1.3 Maschi dell'area Fossernica

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Fossernica hanno utilizzato dei versanti con una pendenza compresa tra un minimo di 4 gradi in estate e un massimo di 50 gradi in inverno. I valori minimi che si osservano sono piuttosto simili in tutte le stagioni, ad eccezione dell'estate in cui è stato osservato un valore un po' più basso; per i massimi invece, sono stati registrati valori molto simili tra l'estate e l'autunno, mentre è stato registrato un valore un po' più alto in inverno e decisamente più basso in primavera (Tabella 13).

Tabella 13. Valori medi, massimi e minimi stagionali della pendenza (°) delle zone utilizzate dai maschi dell'area Fossernica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	22	34	10
Est	25	43	4
Aut	24	44	11
Inv	24	50	11

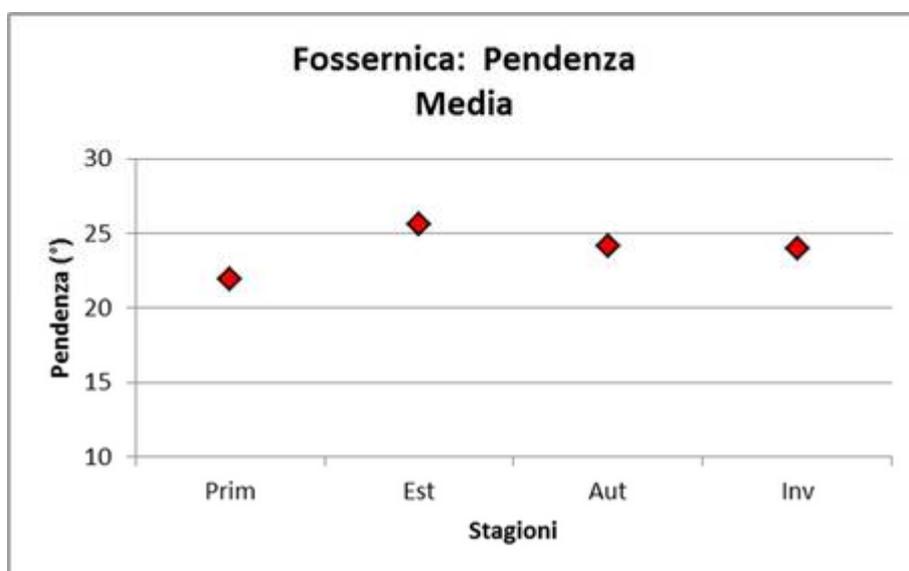


Figura 45. Valori della pendenza media delle zone utilizzate dai maschi dell'area Fossernica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 gradi ad un massimo di 34 gradi, mentre la pendenza media è stata di 22 gradi (Tabella 13)(Figura 45). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 49% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 40% e da quella dei 5-15 gradi

con l'11%. Non sono state osservate localizzazioni su pendenze inferiori ai 5 gradi e nemmeno su quelle superiori ai 35 gradi (Figura 46).

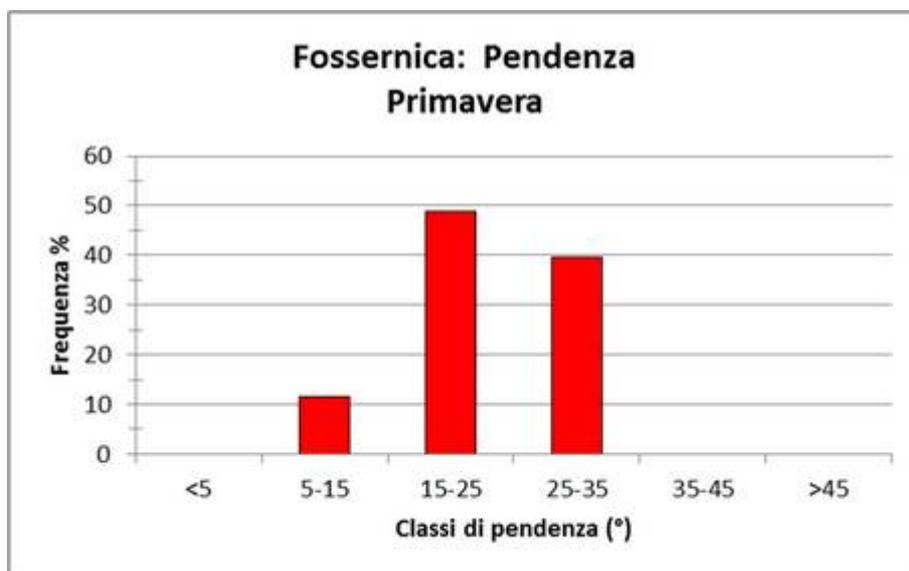


Figura 46. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Fossernica in primavera.

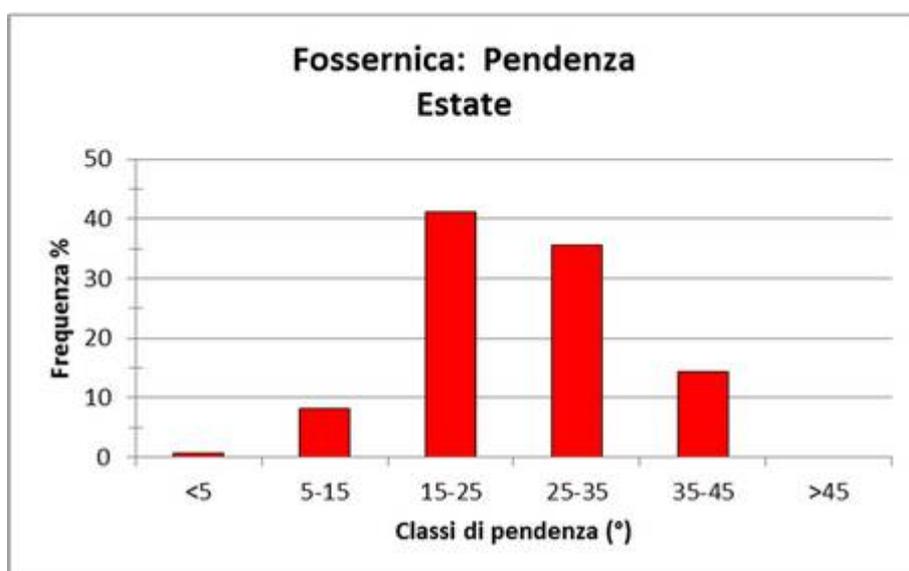


Figura 47. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Fossernica in estate.

In estate, per quanto riguarda gli estremi si è passati da un minimo di 4 gradi ad un massimo di 43 gradi, mentre la pendenza media è stata di 26 gradi (Tabella 13)(Figura 45). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 41% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 36% e da quella dei 35-45 gradi con il 14%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi è stato osservato ancora il 9%

delle localizzazioni, mentre non è stata fatta nessuna osservazione al di sopra dei 45 gradi (Figura 47).

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 11 gradi ad un massimo di 44 gradi, mentre la pendenza media è stata di 24 gradi (Tabella 13)(Figura 45). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 52% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 35% e da quelle dei 35-45 gradi e 5-25 gradi, entrambe con il 7% delle localizzazioni. Sia sotto i 5 gradi di pendenza che sopra i 45 gradi non sono state fatte localizzazioni (Figura 48).

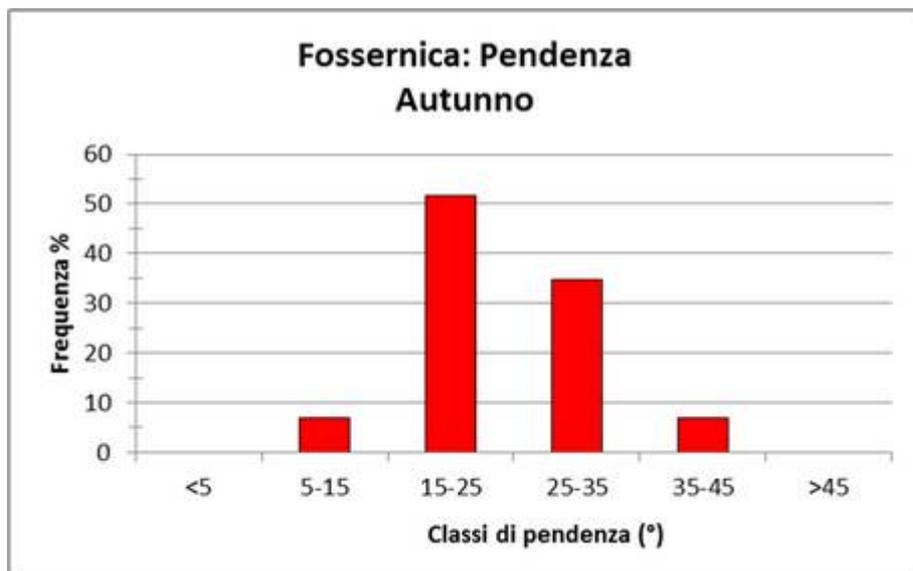


Figura 48. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Fossernica in autunno.

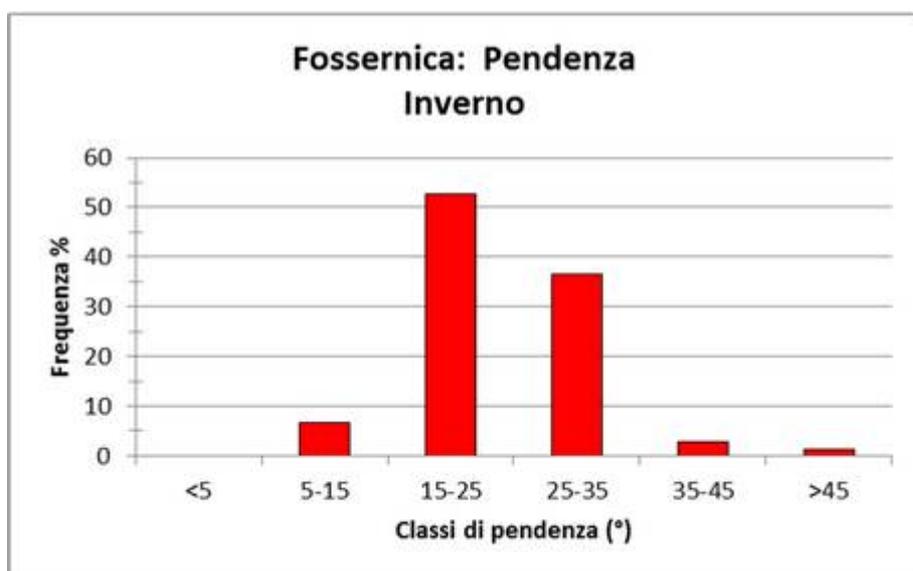


Figura 49. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi dell'area Fossernica in inverno.

In inverno, per quanto riguarda gli estremi si è passati da un minimo di 11 gradi ad un massimo di 50 gradi, mentre la pendenza media è stata di 24 gradi (Tabella 13)(Figura 45). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-25 gradi, dove è stato fatto il 53% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-35 gradi con il 36% e da quella dei 5-15 gradi con il 7%. Su pendenze inferiori ai 5 gradi non sono state osservate localizzazioni, mentre sopra ai 35% sono cadute solamente il 4% delle osservazioni (Figura 49).

4.2.1.4 Differenze stagionali

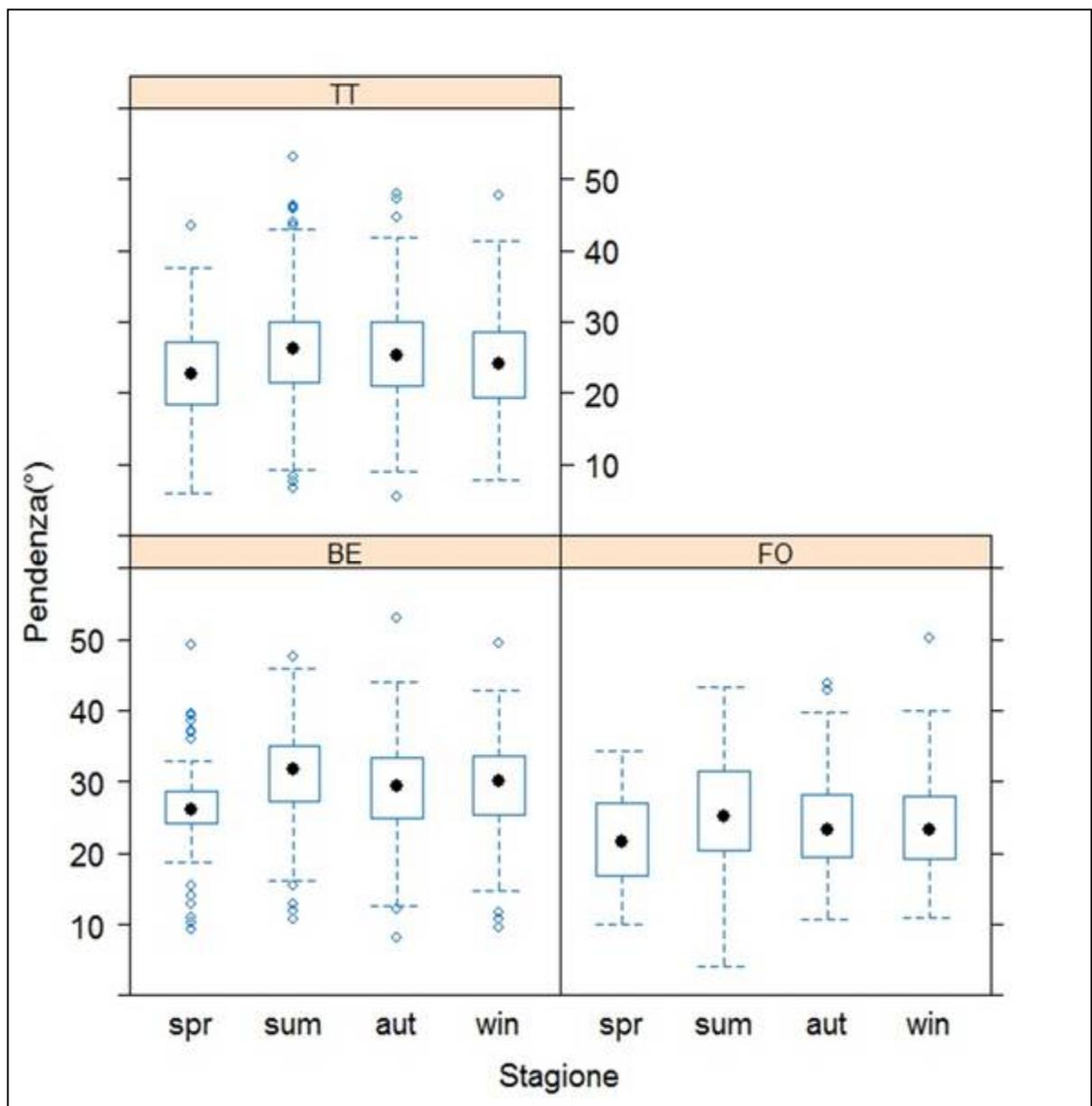


Figura 50. Box-plot: andamento stagionale del valor medio della pendenza (°), utilizzata dai maschi delle aree Tognola+Pian del Termen (TT), Bedolè (BE) e Fossernica (FO). (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

In tutti i gruppi, non sono state osservate differenze stagionali significative, ad eccezione della primavera (test Tukey, $P < 0.001$). In questa stagione tutti i maschi dell'area silicatica hanno utilizzato i versanti con le pendenze più basse con un valore medio stagionale di 26 gradi per il gruppo Bedolè e di circa 22 gradi per i gruppi di Tognola+Pian del Termen e Fossernica (Figura 50).

Durante l'estate, invece, gli individui di tutti e tre i gruppi hanno scelto i versanti più ripidi tra quelli utilizzati nel corso dell'anno. Per il gruppo Tognola+Pian del Termen è stato registrato in questa stagione un valore medio stagionale di circa 26 gradi, valore simile è stato registrato per il gruppo di Fossernica con circa 25 gradi, mentre un valore più elevato, pari a 31 gradi, è stato osservato per il gruppo Bedolè (Figura 50).

4.2.2 Substrato dolomitico

In generale gli individui della macroarea dolomitica hanno utilizzato nel corso dell'anno dei versanti con una pendenza compresa tra gli 8 e i 50 gradi.

4.2.2.1 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato dei versanti caratterizzati da un range di pendenza pari a 38 gradi, passando da un minimo di 8 gradi in autunno ad un massimo di 46 gradi in estate, con valori stagionali simili sia per quanto riguarda i massimi che i minimi (Tabella 14).

Tabella 14. Valori medi, massimi e minimi stagionali della pendenza (°) delle zone utilizzate dalle femmine della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	28	43	9
Est	28	46	9
Aut	29	42	8
Inv	31	44	11

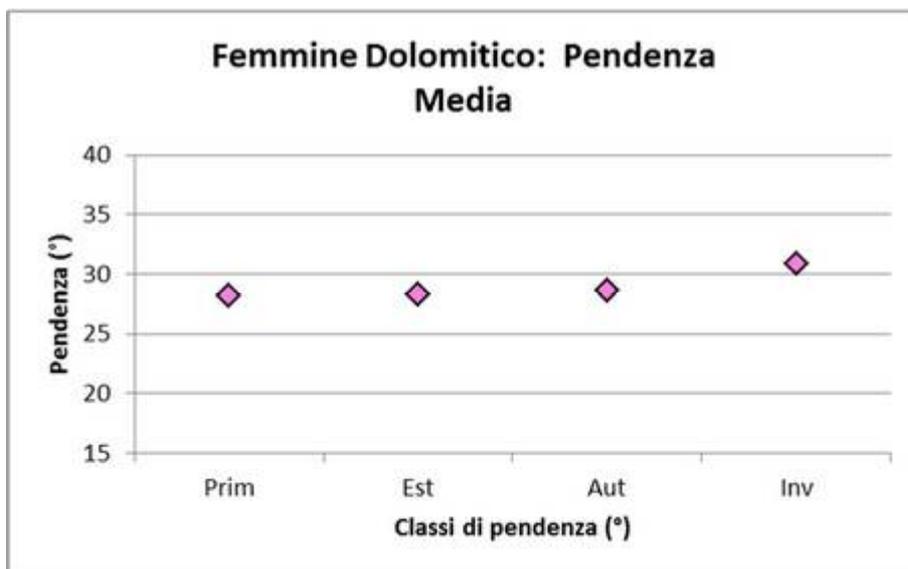


Figura 51. Valori della pendenza media delle zone utilizzate dalle femmine della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 9 gradi ad un massimo di 43 gradi, mentre la pendenza media è stata di 28 gradi (Tabella 14)(Figura 51). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 53% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 23% e da quella dei 35-45 gradi con il 18%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra il 6% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi non si osserva alcuna localizzazione (Figura 52).

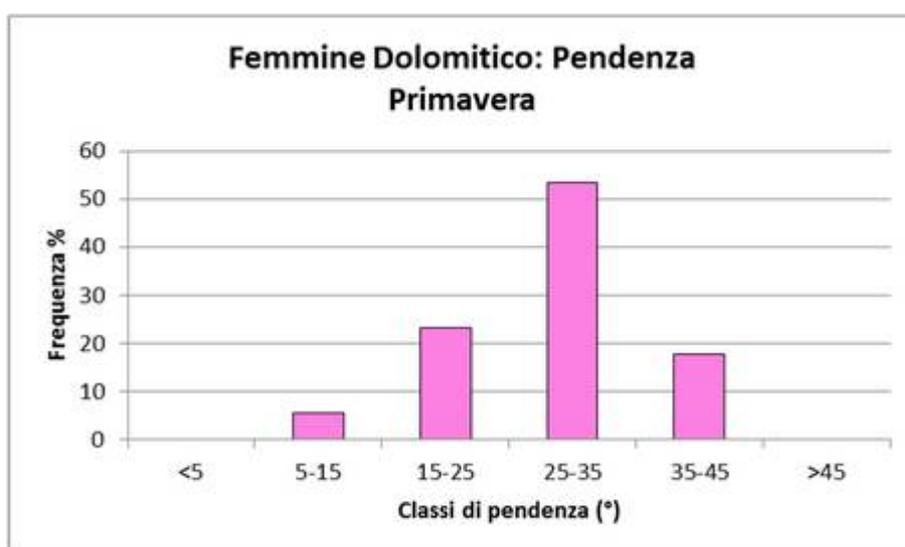


Figura 52. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 9 gradi ad un massimo di 46 gradi, mentre la pendenza media è stata di 28 gradi (Tabella 14)(Figura 51). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 52% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 22% e da quella dei 35-45 gradi con il 17%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra l'8% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi solo l'1% (Figura 53).

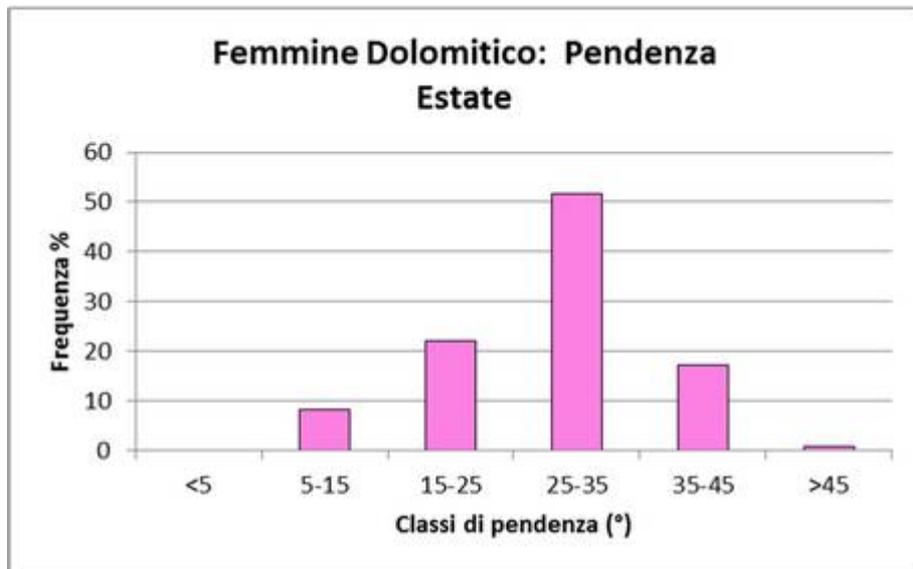


Figura 53. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in estate.

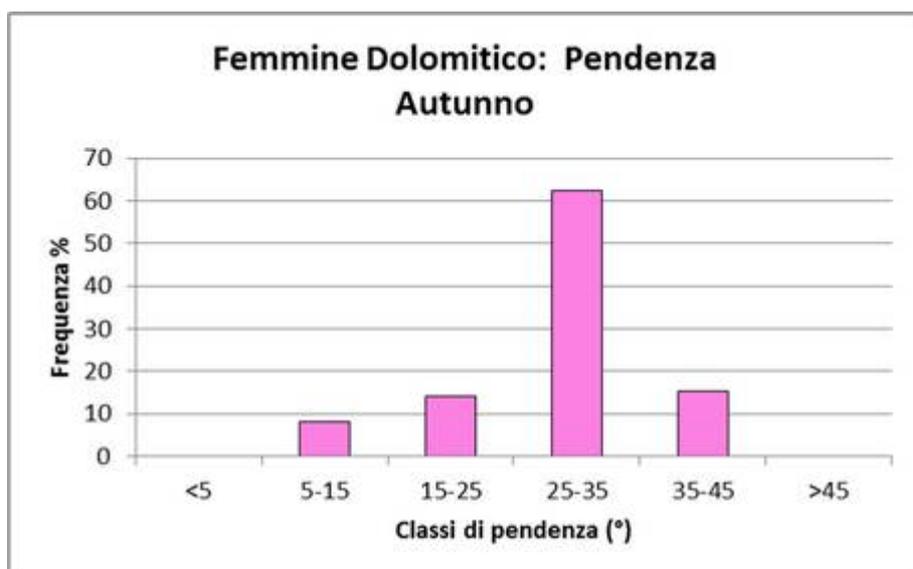


Figura 54. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 8 gradi ad un massimo di 42 gradi, mentre la pendenza media è stata di 29 gradi (Tabella 14)(Figura 51). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 62% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 35-45 gradi con il 15% e da quella dei 15-25 gradi con il 14%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra l'8% di tutte le osservazioni, mentre non si osservano localizzazioni al di sopra dei 45 gradi (Figura 54).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 11 gradi ad un massimo di 44 gradi, mentre la pendenza media è stata di 31 gradi (Tabella 14)(Figura 51). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto ben il 74% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 35-45 gradi con il 18% e da quella dei 15-25 gradi con il 7%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra soltanto l'1% di tutte le osservazioni, mentre non si osservano localizzazioni al di sopra dei 45 gradi (Figura 55).

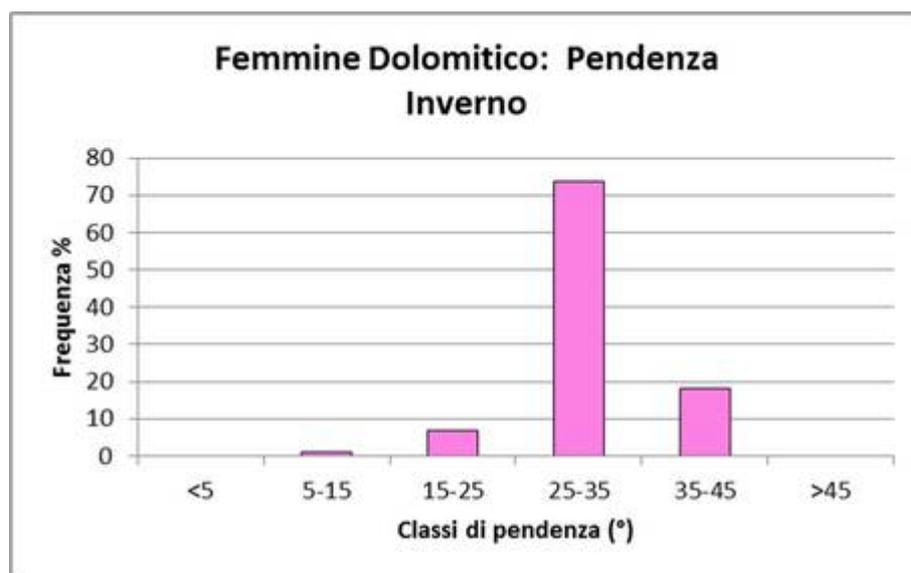


Figura 55. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in inverno.

4.2.2.2 Maschi della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno i maschi della macroarea dolomitica hanno utilizzato dei versanti caratterizzati da un range di pendenza pari a 40 gradi, passando da un minimo di 10 gradi in autunno e in inverno ad un massimo di 50 gradi in estate, con valori minimi tra le stagioni molto simili, mentre per i massimi sono simili tra tutte le stagioni ad eccezione dell'estate dove sono risultati essere più alti (Tabella 15).

Tabella 15. Valori medi, massimi e minimi stagionali della pendenza (°) delle zone utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	27	43	10
Est	30	50	12
Aut	29	40	12
Inv	29	42	10

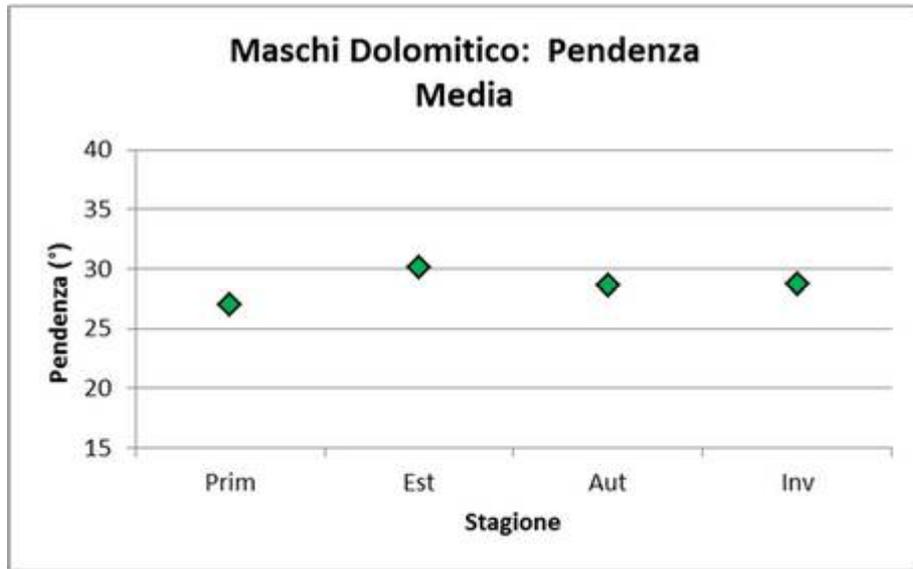


Figura 56. Valori della pendenza media delle zone utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

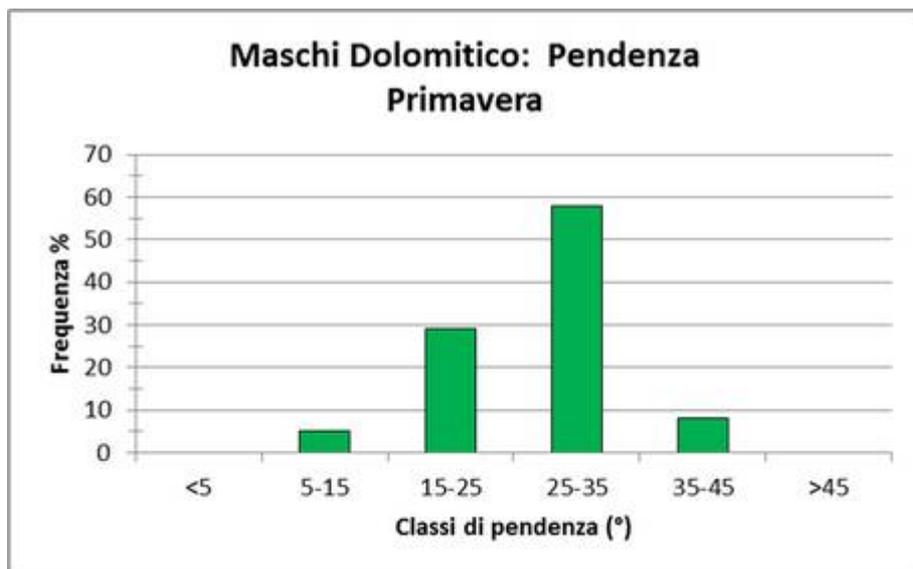


Figura 57. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in primavera.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 gradi ad un massimo di 43 gradi, mentre la pendenza media è stata di 27 gradi (Tabella 15)(Figura 56). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto il 58% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 29% e da quella dei 35-45 gradi con l'8%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra il 5% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi non si osserva alcuna localizzazione (Figura 57).

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 12 gradi ad un massimo di 50 gradi, mentre la pendenza media è stata di 30 gradi (Tabella 15)(Figura 56). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto ben il 69% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 35-45 gradi con il 17% e da quella dei 15-25 gradi con il 12%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra soltanto l'1% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi non si osserva alcuna localizzazione (Figura 58).

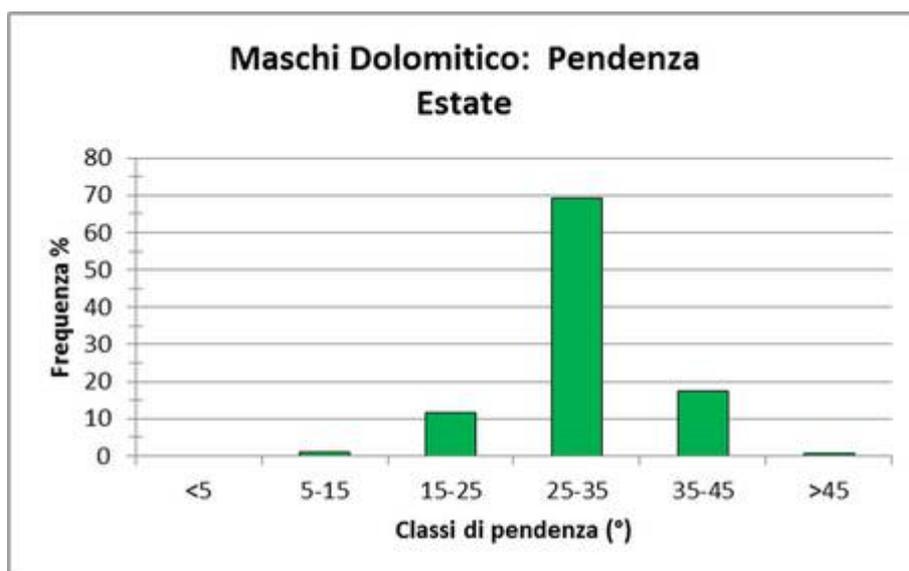


Figura 58. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 12 gradi ad un massimo di 40 gradi, mentre la pendenza media è stata di 29 gradi (Tabella 15)(Figura 56). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto ben il 66% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 21% e da quella dei 35-45 gradi con il 12%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra soltanto il 2% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi non si osserva alcuna localizzazione (Figura 59).

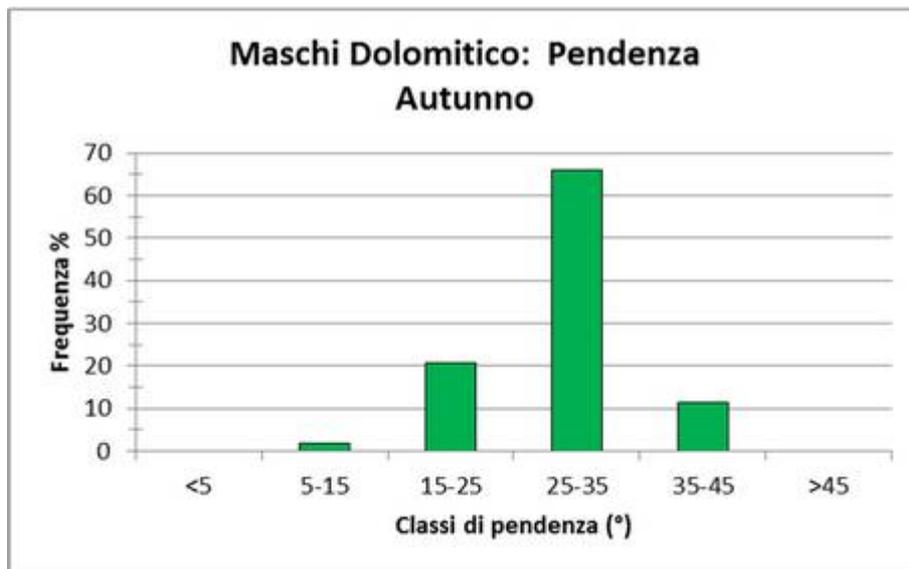


Figura 59. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 gradi ad un massimo di 42 gradi, mentre la pendenza media è stata di 29 gradi (Tabella 15)(Figura 56). La classe di pendenza maggiormente frequentata è stata quella dei 25-35 gradi, dove è stato fatto ben il 66% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-25 gradi con il 17% e da quella dei 35-45 gradi con il 13%. Su pendenze inferiori ai 15 gradi si registra soltanto il 4% di tutte le osservazioni, mentre al di sopra dei 45 gradi non si osserva alcuna localizzazione (Figura 60).

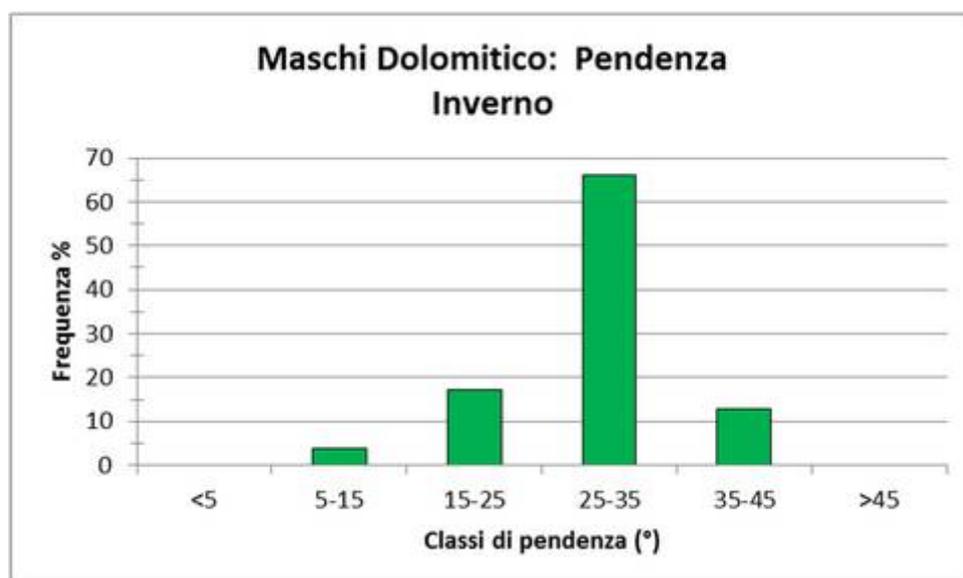


Figura 60. Distribuzione percentuale delle classi di pendenza frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in inverno.

4.2.2.3 Differenze stagionali

In generale, dunque, per quanto riguarda le femmine dell'area dolomitica non si osservano differenze stagionali significative, ma soltanto una ricerca da parte degli individui dei pendii più ripidi durante la stagione invernale, stagione in cui si registra una pendenza media di circa 31 gradi (Figura 61).

Anche per i maschi dell'area dolomitica non si notano differenze significative tra le stagioni, se non tra la primavera e l'estate (test Tukey, $P < 0.001$). Durante la stagione primaverile infatti, gli uccelli utilizzano i versanti con le pendenze medie più basse pari a circa 27 gradi, per poi portarsi nel corso dell'estate sui versanti più ripidi (circa 30 gradi) tra quelli utilizzati nel corso dell'anno (Figura 61).

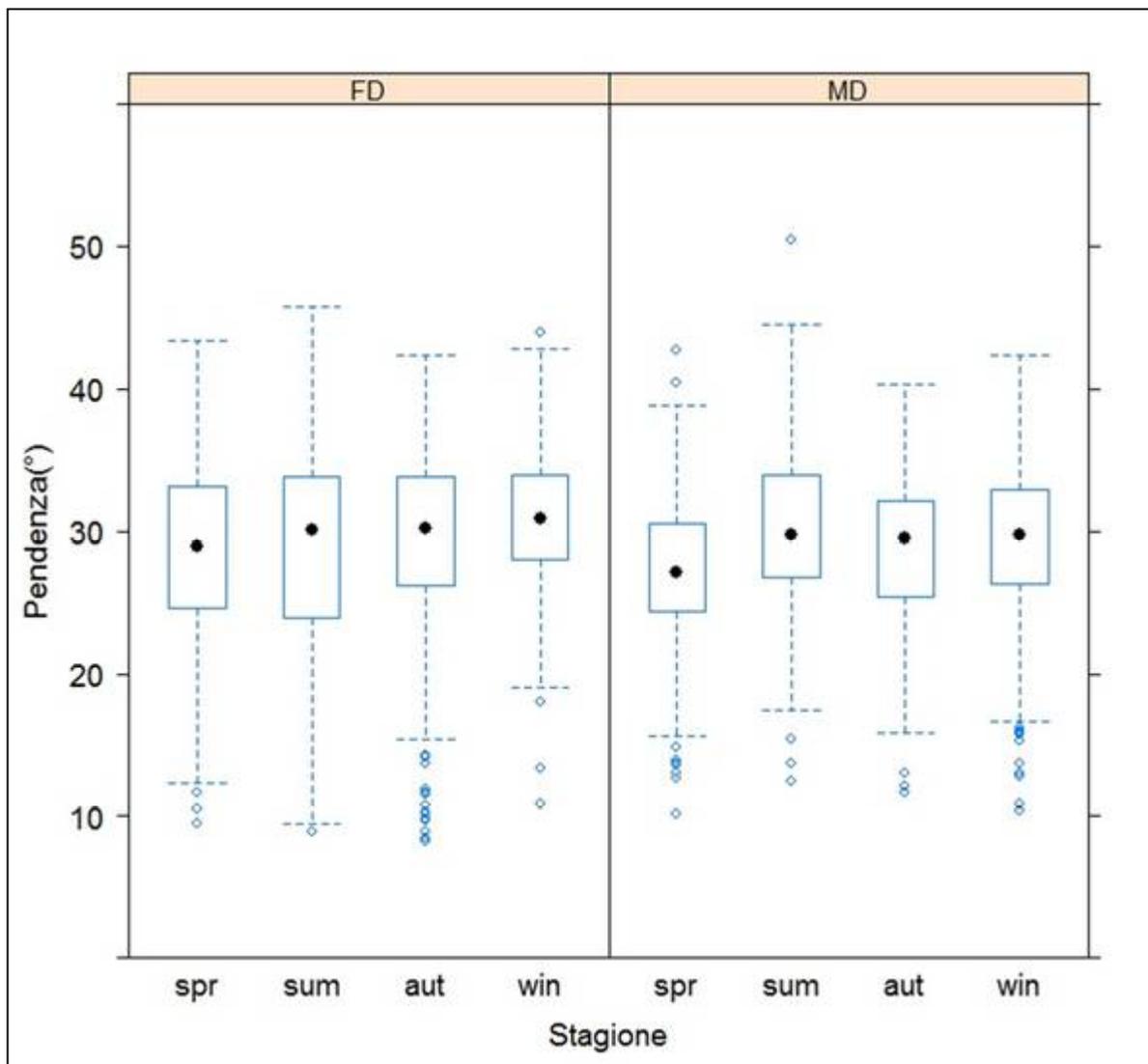


Figura 61. Box-plot: andamento stagionale del valor medio della pendenza utilizzata dalle femmine (FD) e dai maschi (MD) della macroarea dolomitica. (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

4.3 Modello stagionale della variabile indice di esposizione sud o “Southness” (0-180°)

4.3.1 Substrato silicatico

In generale i maschi della macroarea silicatica hanno utilizzato nel corso dell’anno versanti caratterizzati da un indice di esposizione sud compreso tra i 0 e i 178 gradi.

4.3.1.1 Maschi dell’area Tognola+Pian del Termen

Nel corso dell’anno i maschi dell’area Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato dei versanti con un indice di esposizione sud compreso tra un minimo di 0 gradi in primavera e in estate e un massimo di 174 gradi sempre in estate, con valori minimi pressoché simili in tutte le stagioni, mentre per quelli massimi sono stati registrati valori molto simili tra la primavera e l’inverno da una parte, e tra l’estate e l’autunno dall’altra, in quest’ultimo caso con valori decisamente più alti (Tabella 16).

Tabella 16. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell’indice di esposizione sud (°) dei versanti utilizzati dai maschi dell’area Tognola+Pian del Termen.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	64	141	0
Est	74	174	0
Aut	76	172	1
Inv	87	145	3

4.3.1.2 Maschi dell’area Bedolè

Nel corso dell’anno i maschi dell’area Bedolè hanno utilizzato dei versanti con un indice di esposizione sud compreso tra un minimo di 7 gradi in autunno e un massimo di 178 gradi in inverno, con valori minimi molto simili tra l’autunno e l’inverno, più alti per l’estate e ancor più per la primavera, mentre per quelli massimi sono stati registrati valori molto simili tra la primavera e l’estate, e tra l’autunno e l’inverno, in quest’ultimo caso con valori un pò più alti (Tabella 17).

Tabella 17. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell’indice di esposizione sud (°) dei versanti utilizzati dai maschi dell’area Bedolè.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	88	166	42
Est	99	169	31
Aut	88	177	7
Inv	100	178	11

4.3.1.3 Maschi dell'area Fossernica

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Fossernica hanno utilizzato dei versanti con un indice di esposizione sud compreso tra un minimo di 3 gradi in primavera e un massimo di 179 gradi in estate, con valori minimi molto simili tra la primavera e l'estate un po' più alti per l'inverno e l'autunno, mentre per quelli massimi sono stati registrati valori molto simili dall'estate all'inverno, e un po' più bassi in primavera (Tabella 18).

Tabella 18. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'indice di esposizione sud (°) dei versanti utilizzati dai maschi dell'area Fossernica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	93	159	3
Est	120	179	6
Aut	111	178	20
Inv	114	175	15

4.3.1.4 Differenze stagionali

Per i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen sono state osservate differenze significative tra tutte le stagioni (test Tukey, $P < 0.001$), eccetto tra la stagione estiva e quella autunnale ($P = 0.66$). In estate e in autunno, gli uccelli hanno utilizzato versanti con indice di esposizione sud rispettivamente pari a 74 e 76 gradi. La primavera è la stagione in cui i maschi hanno utilizzato i pendii meno esposti a sud, tra quelli utilizzati nel corso dell'anno, con un valore medio stagionale di 64 gradi, mentre durante l'inverno gli uccelli hanno ricercato quelli maggiormente esposti a sud, con un valore medio stagionale di 87 gradi (Figura 62).

Per quanto riguarda i maschi dell'area Bedolè non sono state osservate delle differenze particolarmente significative tra le stagioni. In primavera e in autunno, sono stati osservati i valori medi dell'indice più bassi, pari a 88 gradi in entrambe le stagioni, mentre in estate e in inverno gli uccelli hanno utilizzato i versanti maggiormente esposti a sud, pari a circa 100 gradi (Figura 62).

I maschi dell'area Fossernica, come gli altri due gruppi, hanno utilizzato durante la primavera i versanti meno esposti a sud tra quelli frequentati nel corso dell'anno, con un valore medio stagionale pari a 93 gradi. In estate, rispetto alla stagione primaverile, gli

uccelli hanno frequentato ambienti diversi (test Tukey, $P < 0.001$). In questa stagione è stata osservata la frequentazione dei versanti maggiormente esposti a sud, con un valore medio stagionale di 120 gradi. Ambienti con esposizioni simili sono invece stati frequentati in autunno e in inverno (test Tukey, $P = 0.99$), registrando valori medi stagionali rispettivamente di 111 e 115 gradi (Figura 62).

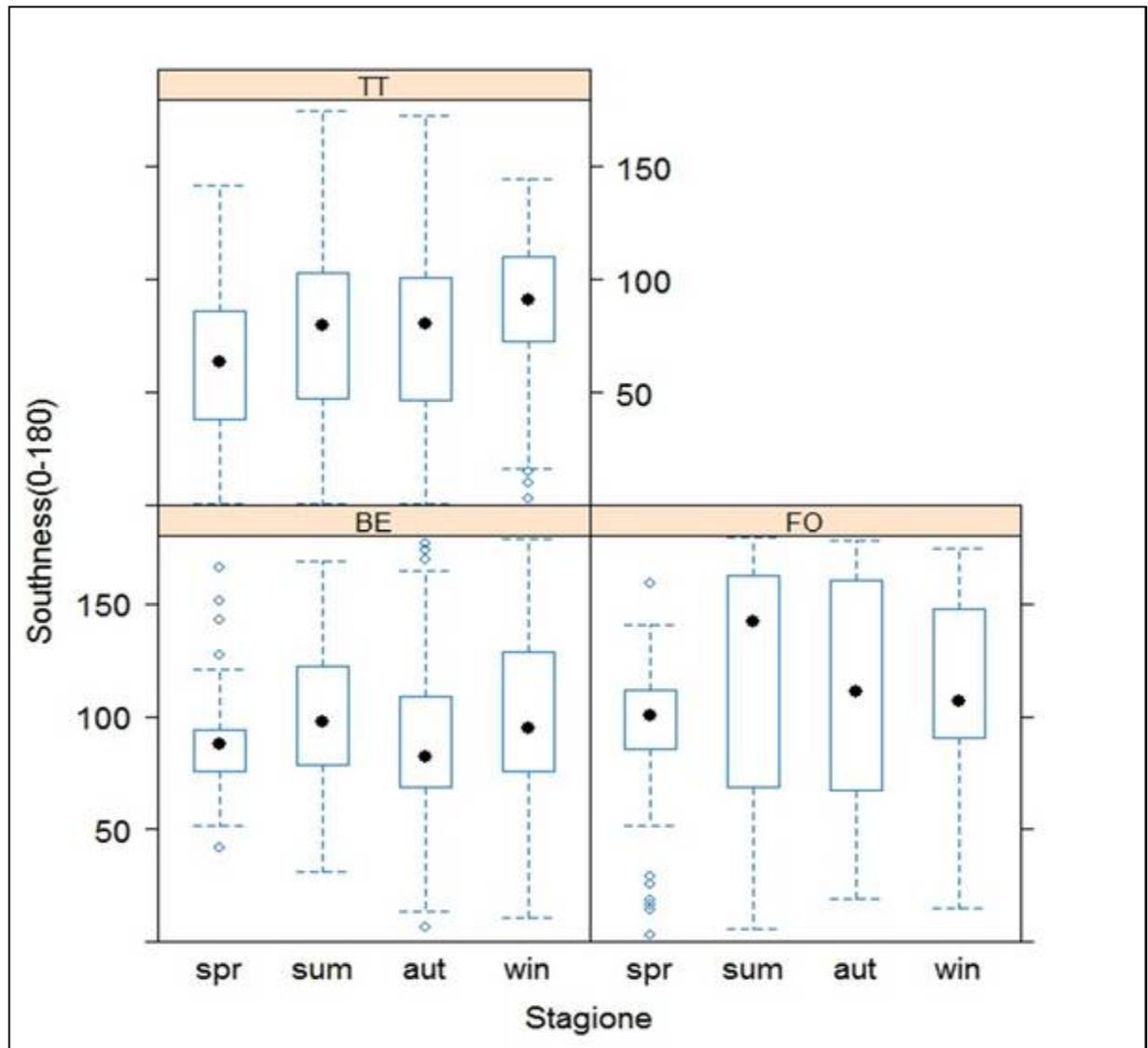


Figura 62. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'indice di esposizione sud o "Southness" (0-180) dei versanti utilizzati dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen (TT), Bedolè (BE) e Fossernica (FO). (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

4.3.2 Substrato dolomitico

In generale i galli cedroni della macroarea dolomitica hanno utilizzato nel corso dell'anno versanti caratterizzati da un indice di esposizione sud compreso tra i 30 e i 179 gradi.

4.3.2.1 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato dei versanti con un indice di esposizione sud compreso tra un minimo di 33 gradi in autunno e un massimo di 179 gradi in estate, con valori minimi abbastanza simili in tutte le stagioni, mentre quelli massimi sono risultati essere molto simili in estate e in autunno, con un valore un po' più basso in primavera e in inverno (Tabella 19).

Tabella 19. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'indice di esposizione sud (°) dei versanti utilizzati dalle femmine della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	94	171	38
Est	102	179	35
Aut	86	175	33
Inv	114	165	36

4.3.2.2 Maschi della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno i maschi della macroarea dolomitica hanno utilizzato dei versanti con un indice di esposizione sud compreso tra un minimo di 30 gradi in autunno e un massimo di 179 gradi in estate, con valori minimi identici tra l'estate e l'autunno, ma un po' più alti in primavera e decisamente più alti in inverno, mentre per quelli massimi sono stati registrati valori molto simili dall'inverno all'estate, e un valore un po' più basso in autunno (Tabella 20).

Tabella 20. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'indice di esposizione sud (°) dei versanti utilizzati dai maschi dell'area dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	105	174	42
Est	108	179	30
Aut	88	166	30
Inv	107	174	55

4.3.2.3 Differenze stagionali

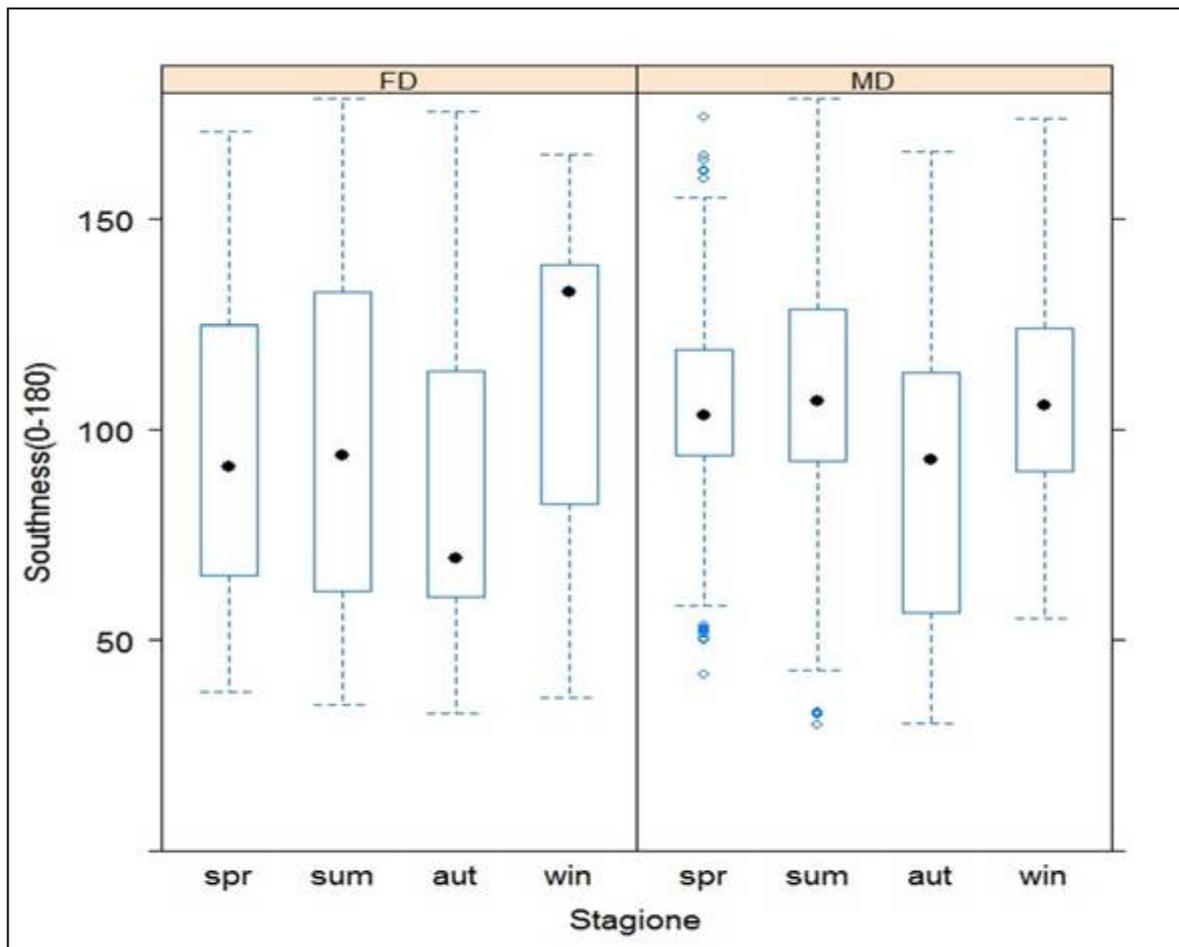


Figura 63. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'indice di esposizione sud o "Southness" (0-180) dei versanti utilizzati dalle femmine (FD) e dai maschi (MD) dell'area dolomitica. (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

Le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato sia in primavera che in estate dei versanti molto simili sotto il profilo dell'esposizione sud (test Tukey, $P = 0.17$), con dei valori medi stagionali rispettivamente pari a 94 e 102 gradi. In autunno le femmine hanno utilizzato nuovamente pendii molto simili alla primavera (test Tukey, $P = 0.25$), con un valore medio stagionale dell'indice pari ad 86 gradi. Differenze significative si osservano invece in inverno (test Tukey, $P < 0.001$), stagione nella quale gli uccelli hanno ricercato i versanti maggiormente esposti a sud, tra quelli frequentati durante l'anno, con un valore medio stagionale pari a 114° (Figura 63).

Per quanto riguarda i maschi della macroarea dolomitica, non si osservano differenze significative tra le stagioni, ad eccezione dell'autunno (test Tukey, $P < 0.001$). Come osservato nel gruppo delle femmine, gli individui in questa stagione hanno utilizzato i

versanti meno esposti a sud tra quelli frequentati nel corso dell'anno con un valore medio stagionale pari ad 88 gradi. Seppur con delle differenze minime, rispetto alla primavera (test Tukey, $P = 0.74$) e all'inverno (test Tukey, $P = 0.99$), la stagione estiva è risultata essere quella nella quale gli uccelli hanno utilizzato i pendii maggiormente esposti a sud, con un valore medio stagionale pari ad 88 gradi (Figura 63).

4.4 Modello stagionale della variabile copertura arborea

4.4.1 Substrato silicatico

In generale i maschi della macroarea silicatica hanno utilizzato nel corso dell'anno delle formazioni con caratteristiche strutturali molto diversificate, andando da soprassuoli molto radi con una copertura arborea pari all'1%, a formazioni molto dense, con valori che hanno raggiunto anche il 100%.

4.4.1.1 Maschi dell'area Tognola+Pian del Termen

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo della copertura arborea, passando da un minimo del 13% in autunno ad un massimo del 98% in estate e in inverno. I valori massimi sono risultati molto simili tra tutte le stagioni, mentre quelli minimi sono risultati uguali dall'autunno alla primavera con un valore un po' più basso per l'estate (Tabella 21).

Tabella 21. Valori medi, massimi e minimi stagionali della copertura arborea delle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	63	97	19
Est	62	98	13
Aut	67	96	17
Inv	73	98	19

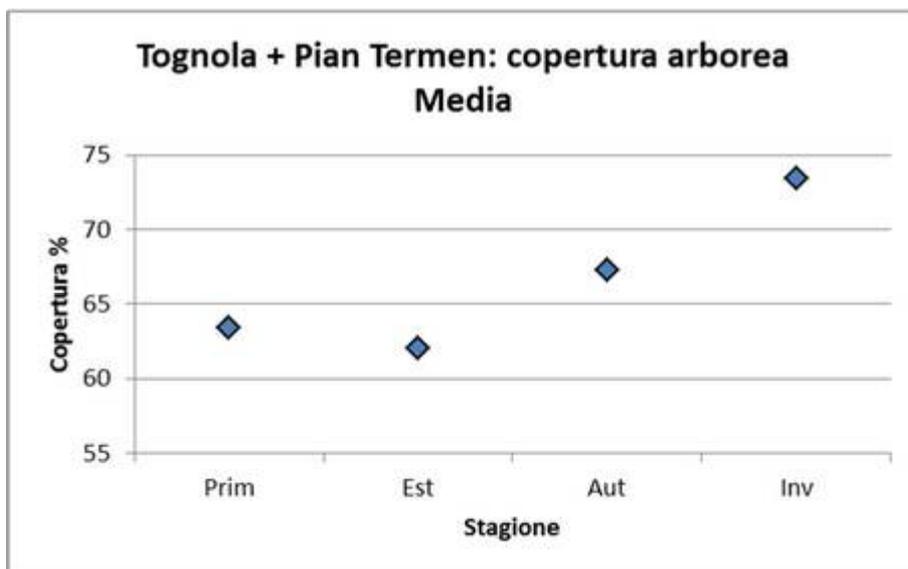


Figura 64. Valori della copertura arborea media presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo del 19% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 63% (Tabella 21)(Figura 64). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 62% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 33% e da quella del 0-40% con solamente il 5% (Figura 65).

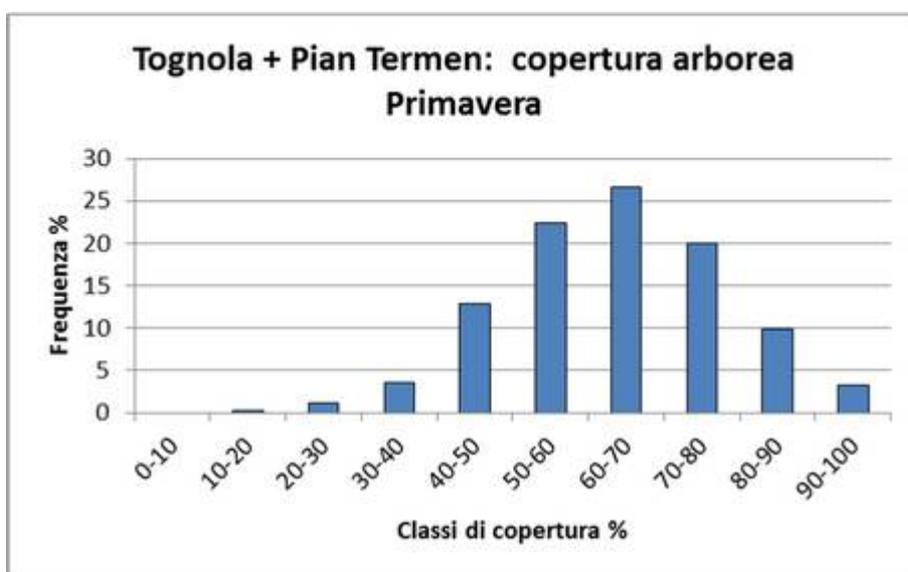


Figura 65. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo del 13% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 62% (Tabella 21)(Figura 64). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 61% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 30% e da quella del 0-40% con solamente il 9% (Figura 66).

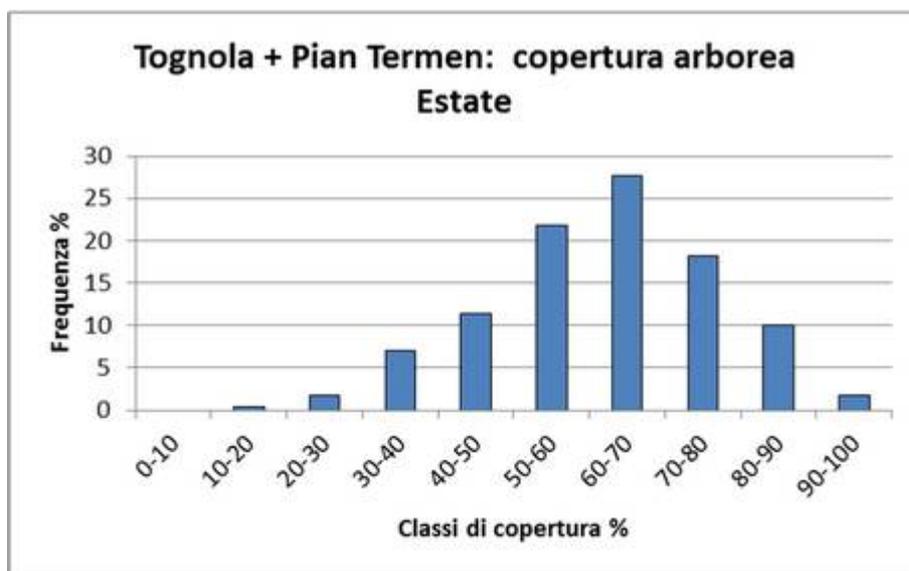


Figura 66. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in estate.

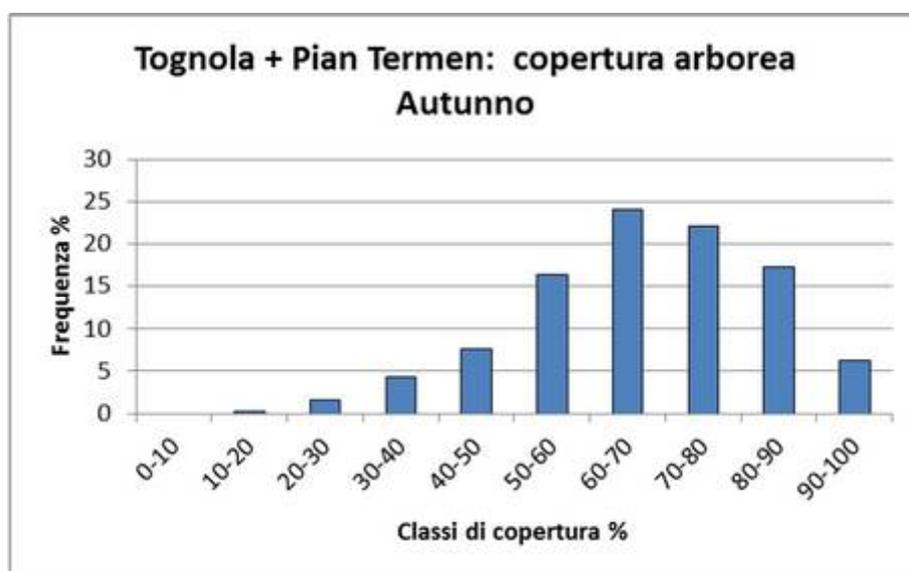


Figura 67. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 17% ad un massimo del 96%, mentre il valore medio è stato del 67% (Tabella 21)(Figura 64). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 48% di tutte le

osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 46% e da quella del 0-40% con solamente il 6% (Figura 67).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 19% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 73% (Tabella 21)(Figura 64). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 63% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 35% e da quella del 0-40% con solamente il 2% (Figura 68).

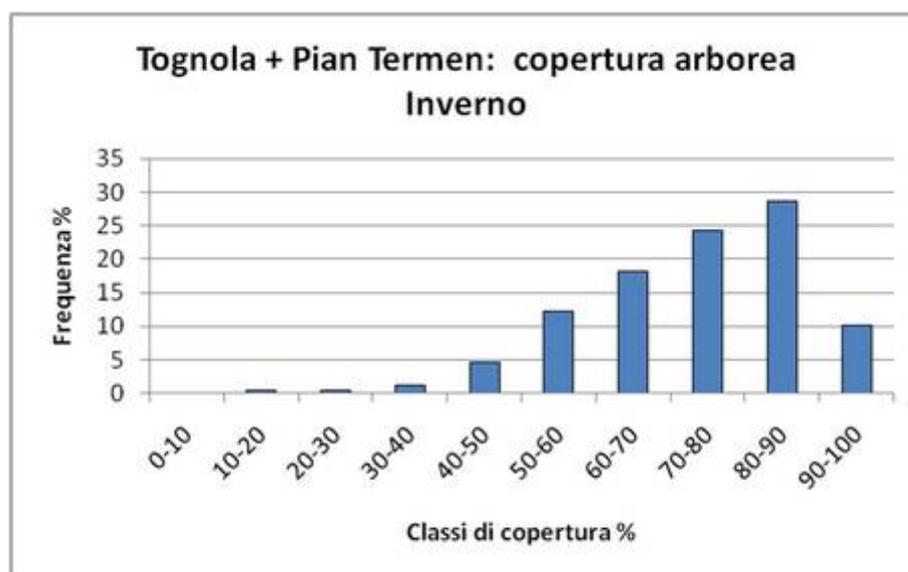


Figura 68. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in inverno.

4.4.1.2 Maschi dell'area Bedolè

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Bedolè hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo della copertura arborea, passando da un minimo del 12% in inverno ad un massimo del 98% in estate e in inverno. I valori massimi sono risultati molto simili tra tutte le stagioni, mentre quelli minimi sono risultati uguali dall'estate all'inverno con un valore un po' più alto in primavera (Tabella 22).

Tabella 22. Valori medi, massimi e minimi stagionali della copertura arborea delle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Bedolè.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	68	96	17
Est	70	98	14
Aut	74	97	14
Inv	74	98	12

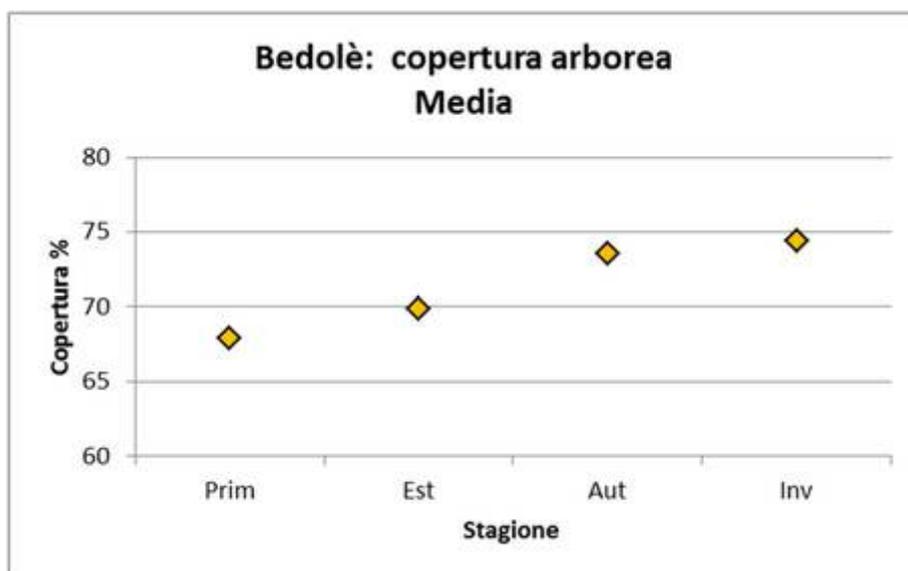


Figura 69. Valori della copertura arborea media presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo del 17% ad un massimo del 96%, mentre il valore medio è stato del 68% (Tabella 22)(Figura 69). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 53% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 43% e da quella del 0-40% con solamente il 4% (Figura 70).

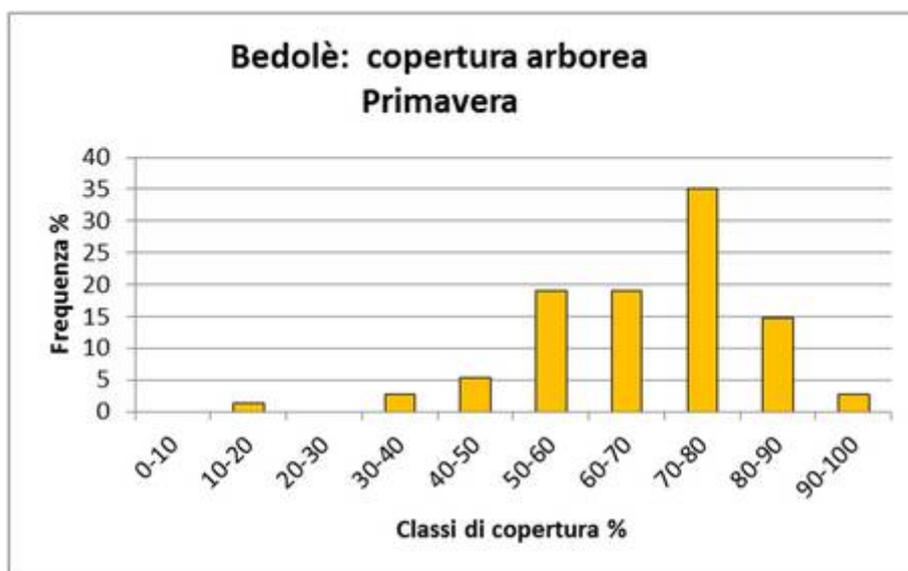


Figura 70. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo del 14% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 70% (Tabella 22)(Figura 69). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 53% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 43% e da quella del 0-40% con solamente il 4% (Grafico 71).

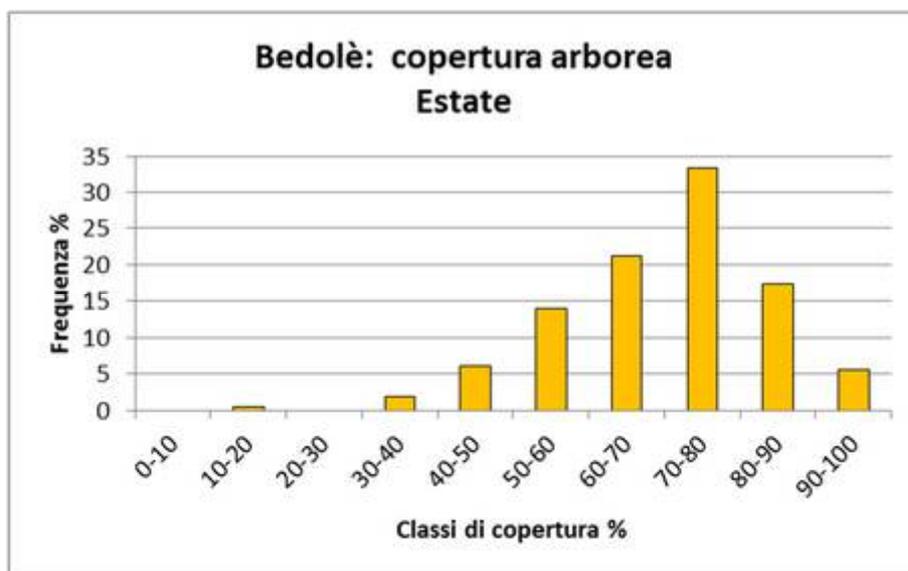


Figura 71. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in estate.

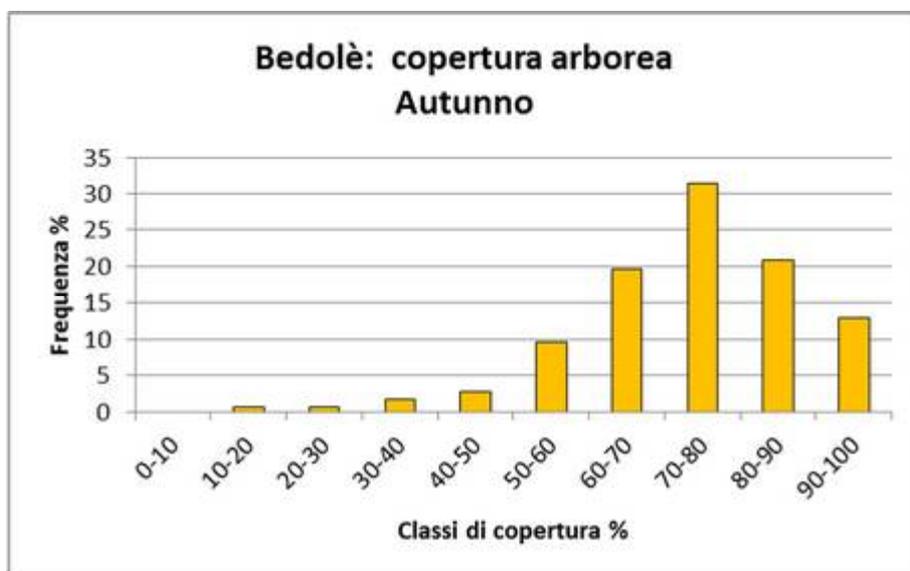


Figura 72. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 14% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 74% (Tabella 22)(Figura 69). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 65% di tutte le

osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 32% e da quella del 0-40% con solamente il 3% (Figura 72).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 12% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 74% (Tabella 22)(Figura 69). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 69% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 28% e da quella del 0-40% con solamente il 2% (Figura 73).

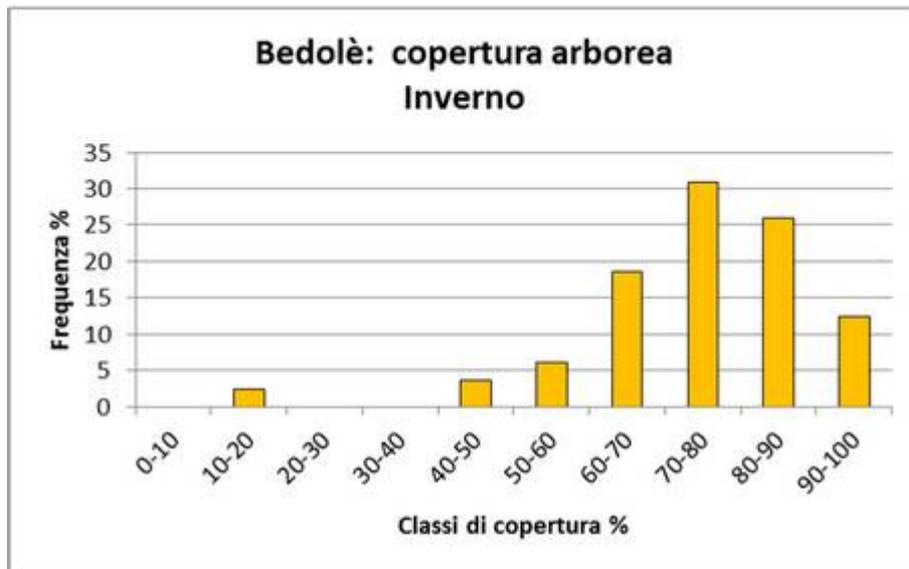


Figura 73. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in inverno.

4.4.1.3 Maschi dell'area Fossernica

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Fossernica hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo della copertura arborea, passando da un minimo del 1% in estate e in autunno ad un massimo del 100% sempre in autunno. I valori massimi sono risultati molto simili tra tutte le stagioni, mentre quelli minimi sono risultati uguali tra l'estate e l'autunno, un po' più alti in inverno e decisamente più elevati in primavera (Tabella 23).

Tabella 23. Valori medi, massimi e minimi stagionali della copertura arborea delle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Fossernica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	67	97	43
Est	57	99	1
Aut	58	100	1
Inv	70	96	11

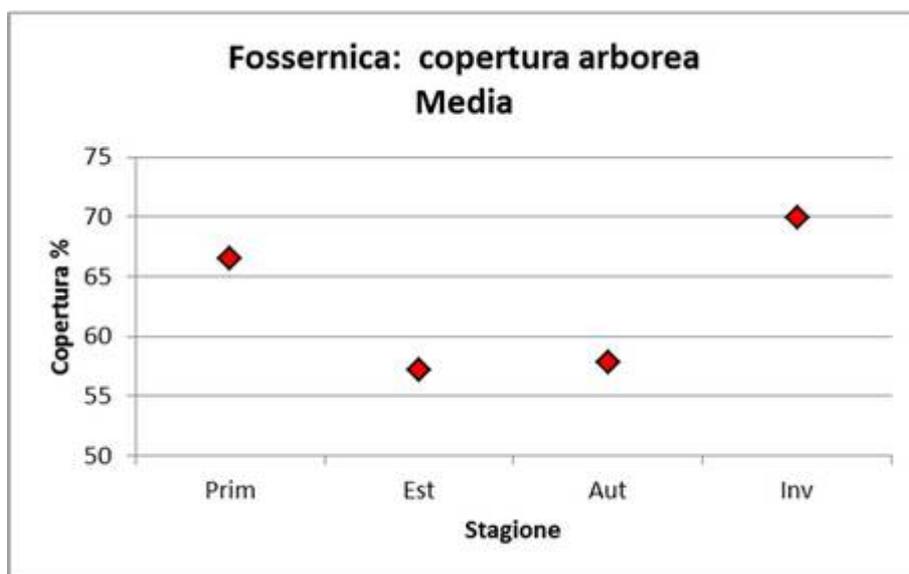


Figura 78. Valori della copertura arborea media presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica nel corso delle stagioni.

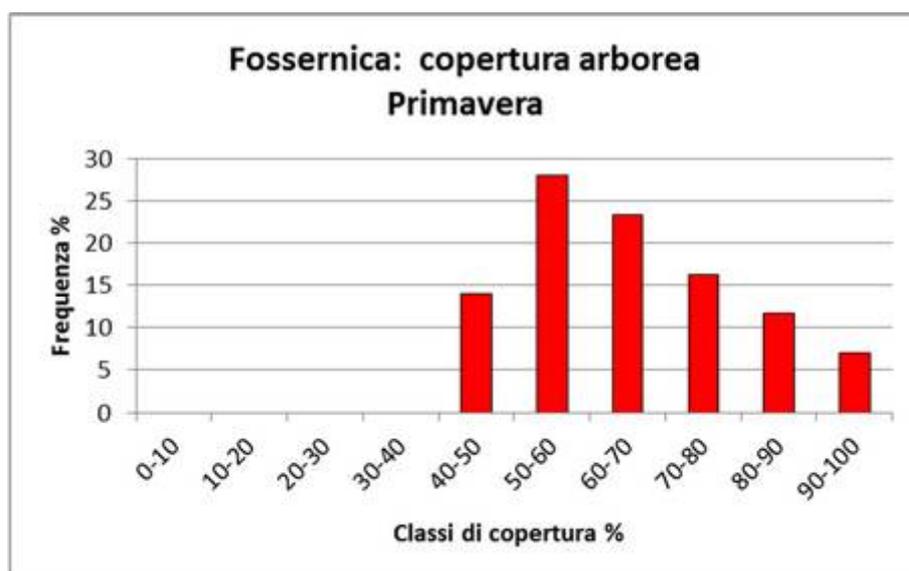


Figura 79. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in primavera.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo del 43% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 67% (Tabella 23)(Figura 78). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 65% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 35%. Non è stata fatta nessuna osservazione nella classe del 0-40% (Figura 79).

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo del 1% ad un massimo del 99%, mentre il valore medio è stato del 57% (Tabella 23)(Figura 78). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 64% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 23% e da quella del 0-40% con il 14% (Figura 80).

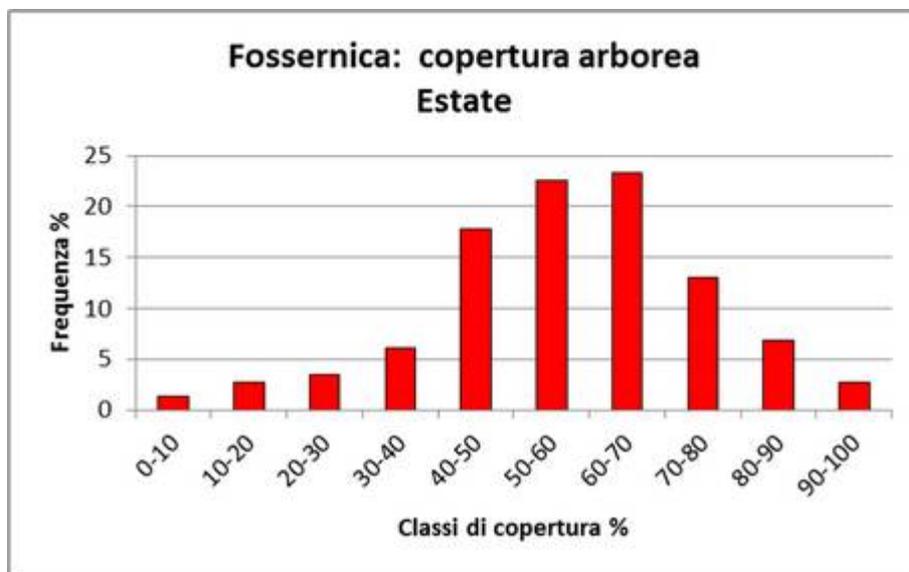


Figura 80. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo dell'11% ad un massimo del 96%, mentre il valore medio è stato del 58% (Tabella 23)(Figura 78). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 55% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 28% e da quella del 0-40% con il 17% (Figura 80).



Figura 81. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 11% ad un massimo del 96%, mentre il valore medio è stato del 70% (Tabella 23)(Figura 78). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 54% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 41% e da quella del 0-40% con il 5% (Figura 82).



Figura 82. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in inverno.

4.4.1.4 Differenze stagionali

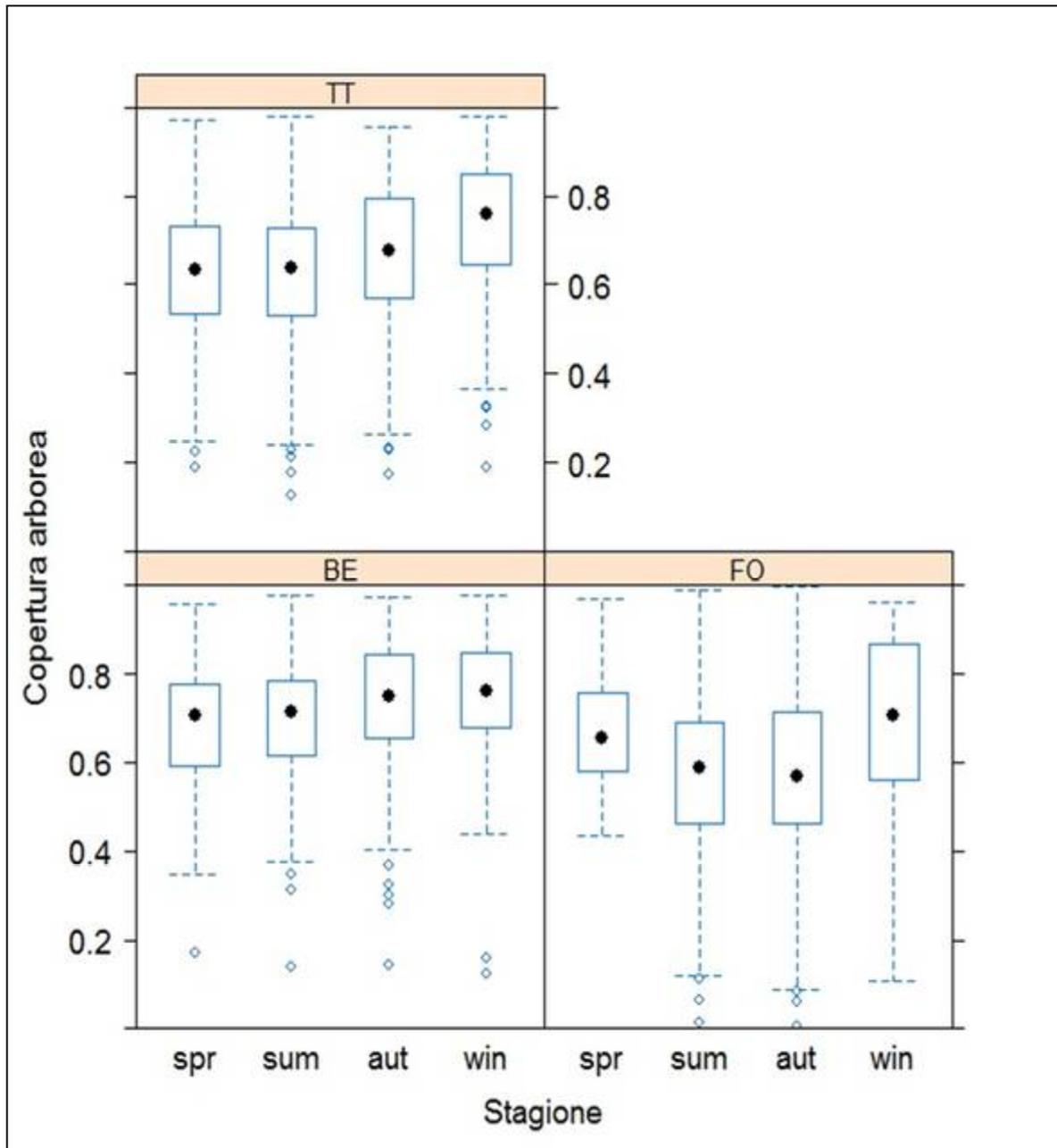


Figura 83. Box-plot: andamento stagionale del valor medio della copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi delle aree di Tognola+Pian del Termen (TT), Bedolè (BE) e Fossernica (FO). (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

Analizzando i valori medi stagionali delle coperture arboree, i maschi del gruppo Tognola+Pian del Termen hanno frequentato sia in primavera che in estate ambienti con una copertura arborea molto simile (test Tukey, $P = 0.69$), registrando dei valori medi stagionali rispettivamente del 63% e del 62%. In inverno sono emerse differenze significative nei confronti delle altre stagioni (test Tukey, $P < 0.001$). In questo periodo dell'anno i maschi hanno frequentato le formazioni forestali più dense, caratterizzate da valori medi di

copertura arborea del 73%. Anche in autunno si riscontrano differenze significative nei confronti delle altre stagioni (test Tukey, $P < 0.001$), con un valore medio della copertura arborea pari al 67% (Figura 83).

Per i maschi del gruppo Bedolè invece, non si osservano differenze significative tra le diverse stagioni quanto un aumento graduale nel corso dell'anno dei valori medi di copertura arborea delle formazioni forestali utilizzate. In primavera dunque, gli uccelli hanno frequentato le formazioni più rade, con un valore medio di copertura arborea del 68%, mentre l'inverno è la stagione in cui gli individui hanno ricercato maggiormente quelle più dense con un valore medio di copertura arborea pari al 74% (Figura 83).

I maschi del gruppo Fossernica hanno invece utilizzato formazioni forestali molto simili in estate e in autunno (test Tukey, $P = 0.99$), periodo dell'anno in cui gli uccelli hanno ricercato le formazioni forestali più rade tra quelle utilizzate nelle diverse stagioni con un valore medio di copertura arborea del 57%. La stagione invernale risulta invece significativamente diversa rispetto al periodo estivo ed autunnale (test Tukey, $P < 0.001$) con un valore medio pari al 70%, risultando la stagione in cui gli uccelli hanno ricercato le formazioni più dense (Figura 83).

4.4.2 Substrato dolomitico

In generale i galli cedroni della macroarea dolomitica hanno utilizzato nel corso dell'anno delle formazioni con caratteristiche strutturali molto diversificate, andando da soprassuoli privi di copertura arborea a formazioni molto dense, con valori che hanno raggiunto anche il 99%.

4.4.2.1 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato formazioni forestali con strutture molto diverse, passando da suoli completamente privi di copertura arborea in autunno a soprassuoli molto densi con valori che hanno raggiunto il 99%, sempre in autunno. I valori massimi sono risultati molto simili tra tutte le stagioni, mentre quelli minimi sono risultati pressoché uguali tra l'estate e l'autunno, un po' più alti in primavera e decisamente più elevati in inverno (Tabella 24).

Tabella 24. Valori medi, massimi e minimi stagionali della copertura arborea delle formazioni utilizzate dalle femmine della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	77	97	23
Est	62	98	2
Aut	68	99	0
Inv	78	98	37

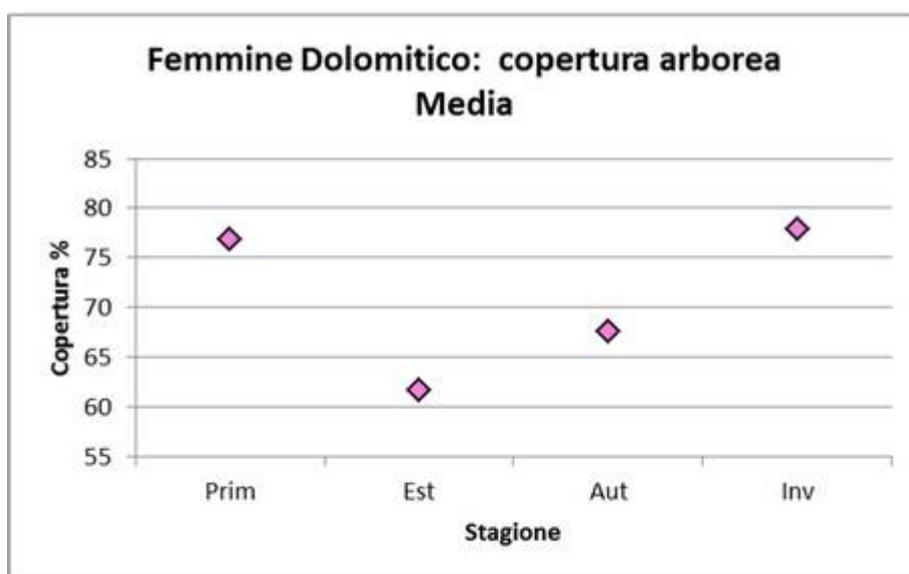


Figura 84. Valori della copertura arborea media presente nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

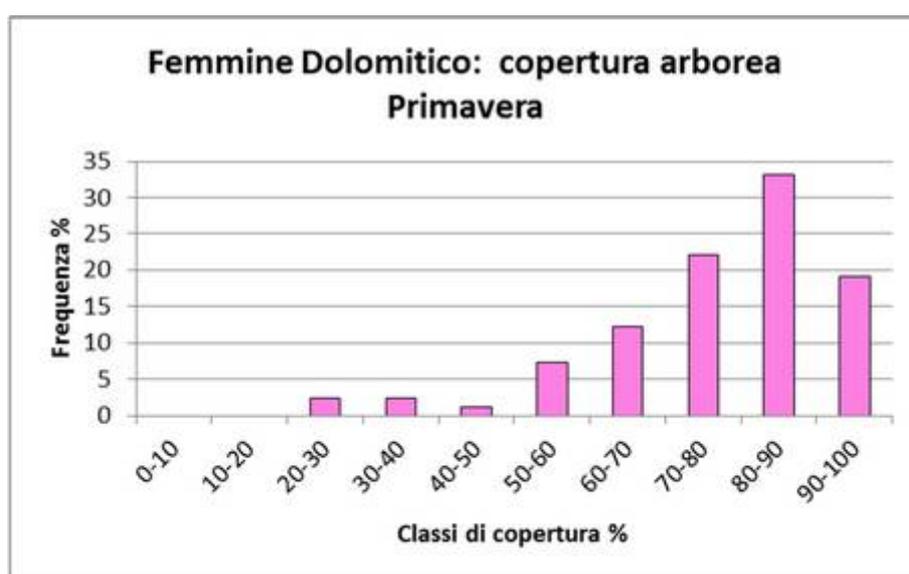


Figura 85. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in primavera.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo del 23% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 77% (Tabella 24)(Figura 84). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 74% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 21% e da quella del 0-40% con soltanto il 5% delle osservazioni (Figura 85).

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo del 2% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 62% (Tabella 24)(Figura 84). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 43% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 40% e da quella del 0-40% con il 17% delle osservazioni (Figura 86).

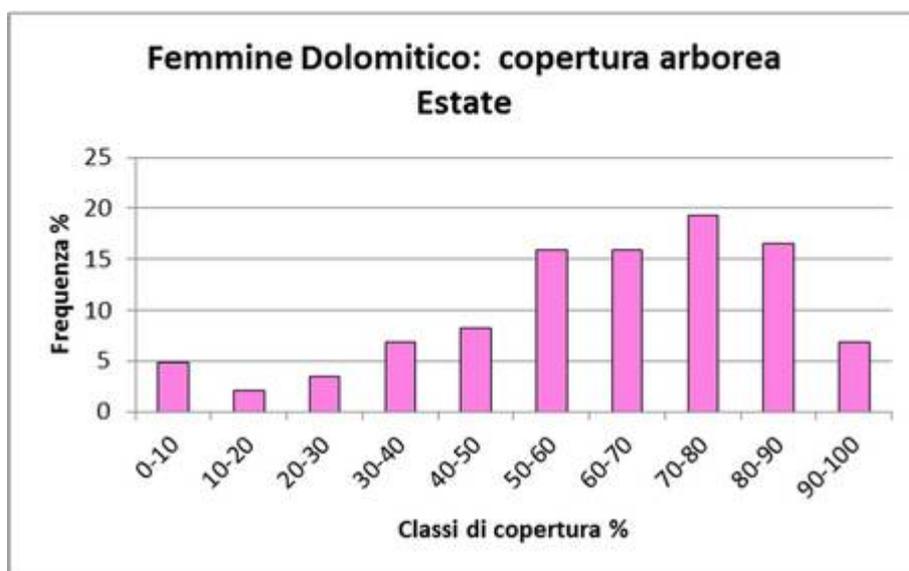


Figura 86. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo dello 0% ad un massimo del 99%, mentre il valore medio è stato del 68% (Tabella 24)(Figura 84). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 54% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 35% e da quella del 0-40% con il 12% delle osservazioni (Figura 86).

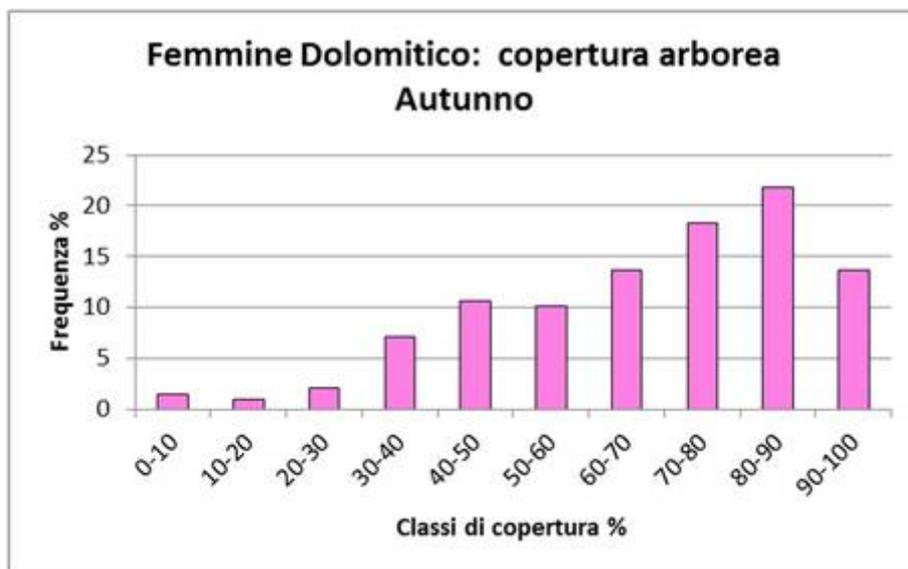


Figura 87. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 37% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 78% (Tabella 24)(Figura 84). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 73% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 26%. Non è stata fatta invece nessuna osservazione nella classe del 0-40% (Figura 88).

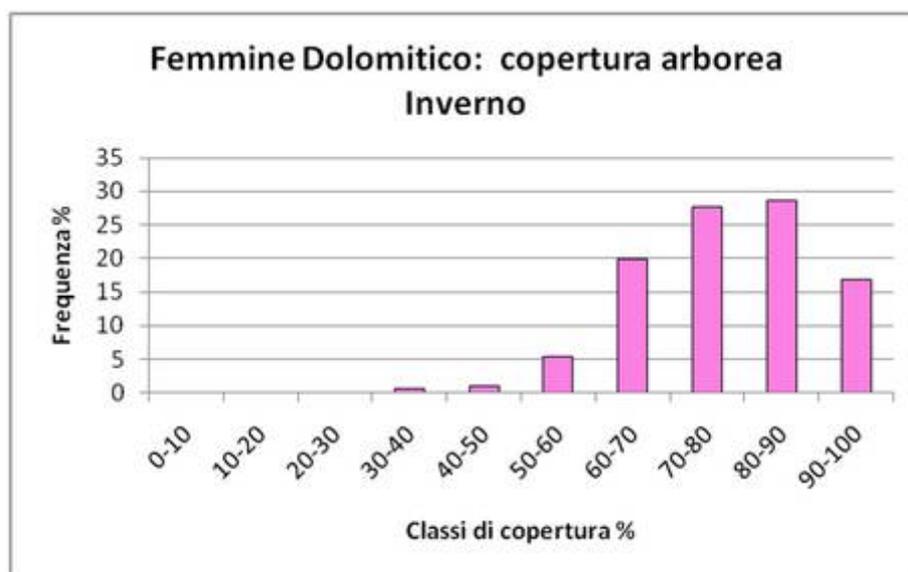


Figura 88. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in autunno.

4.4.2.2 Maschi della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno i maschi della macroarea dolomitica hanno utilizzato formazioni forestali con strutture piuttosto diversificate, passando da soprassuoli con copertura arborea del 26% in autunno a formazioni molto dense con una copertura arborea del 98%, in primavera. I valori massimi sono risultati molto simili tra tutte le stagioni, mentre quelli minimi sono risultati pressoché uguali dalla primavera all'autunno e più alti in inverno (Tabella 25).

Tabella 25. Valori medi, massimi e minimi stagionali della copertura arborea delle formazioni utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	66	98	28
Est	65	96	31
Aut	69	97	26
Inv	74	97	37

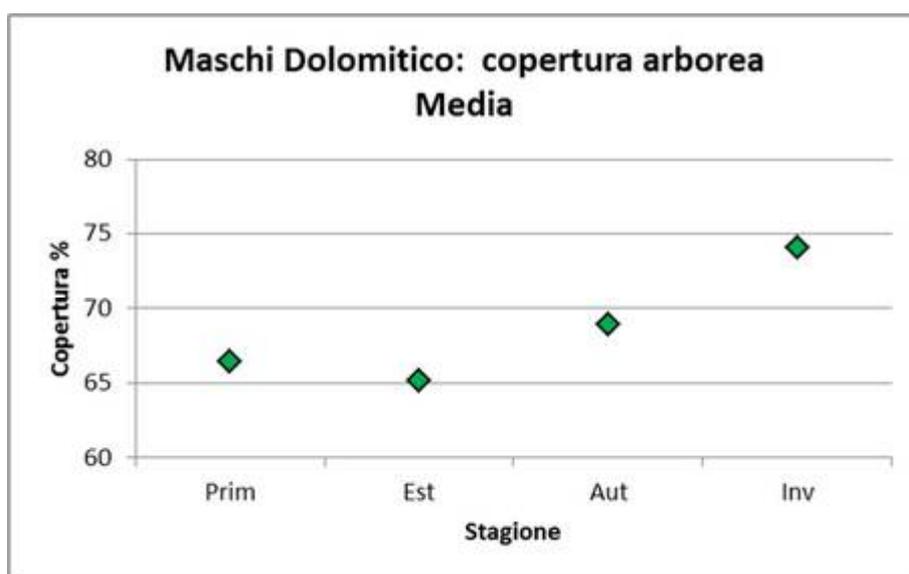


Figura 89. Valori della copertura arborea media presente nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo del 28% ad un massimo del 98%, mentre il valore medio è stato del 66% (Tabella 25)(Figura 89). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 57% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 40% e da quella del 0-40% con soltanto il 4% delle osservazioni (Figura 90).

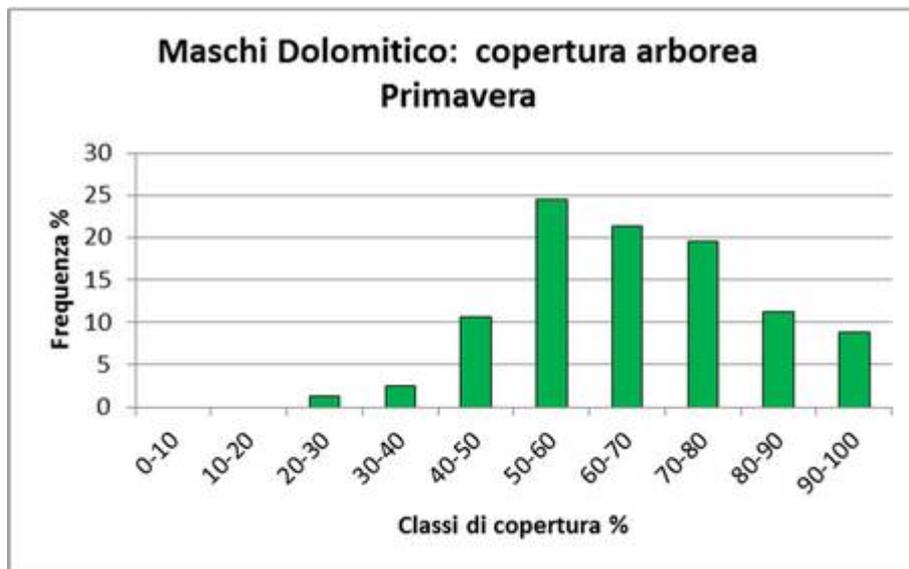


Figura 90. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo del 31% ad un massimo del 96%, mentre il valore medio è stato del 65% (Tabella 25)(Figura 89). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 40-70%, dove è stato fatto il 59% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 70-100% con il 37% e da quella del 0-40% con soltanto il 4% delle osservazioni (Figura 91).

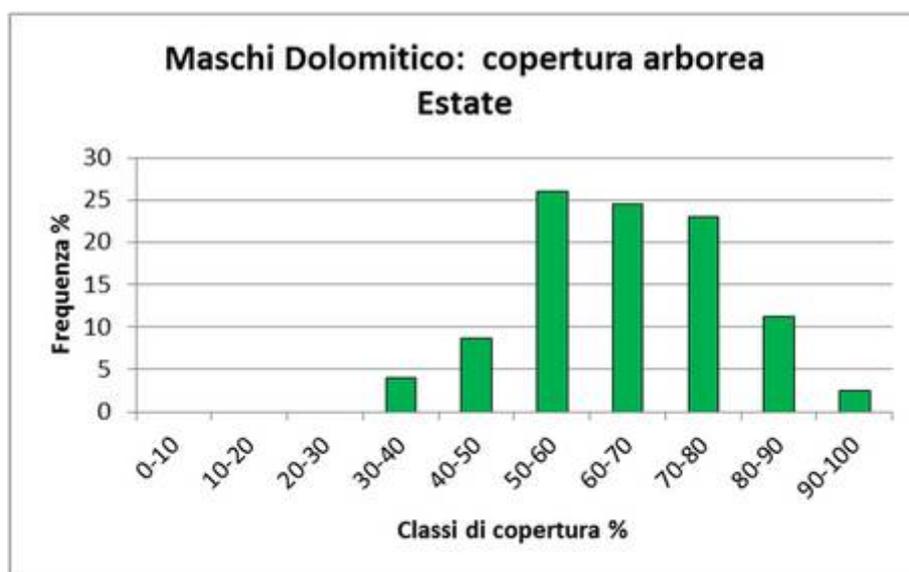


Figura 91. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 26% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 69% (Tabella 25)(Figura 89). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 51% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 47% e da quella del 0-40% con soltanto il 2% delle osservazioni (Figura 92).

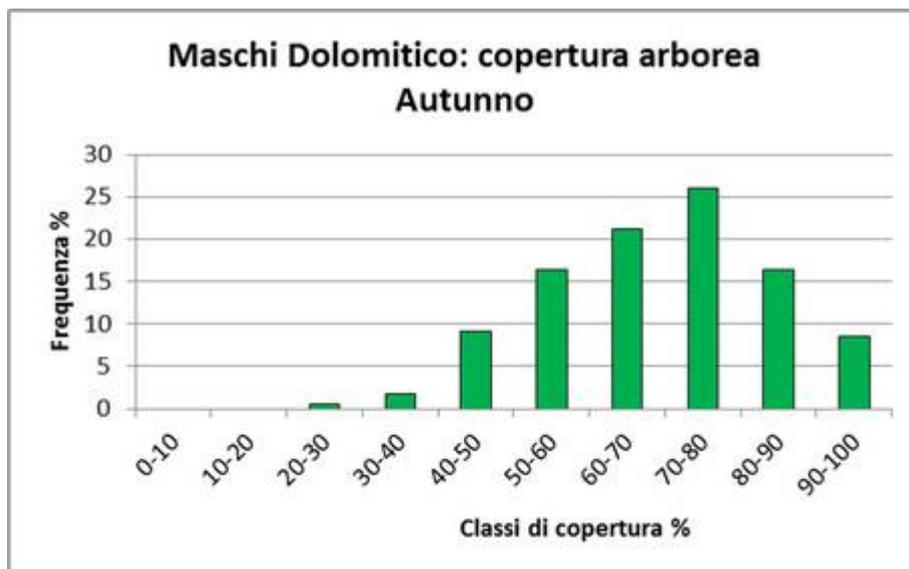


Figura 92. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in autunno.

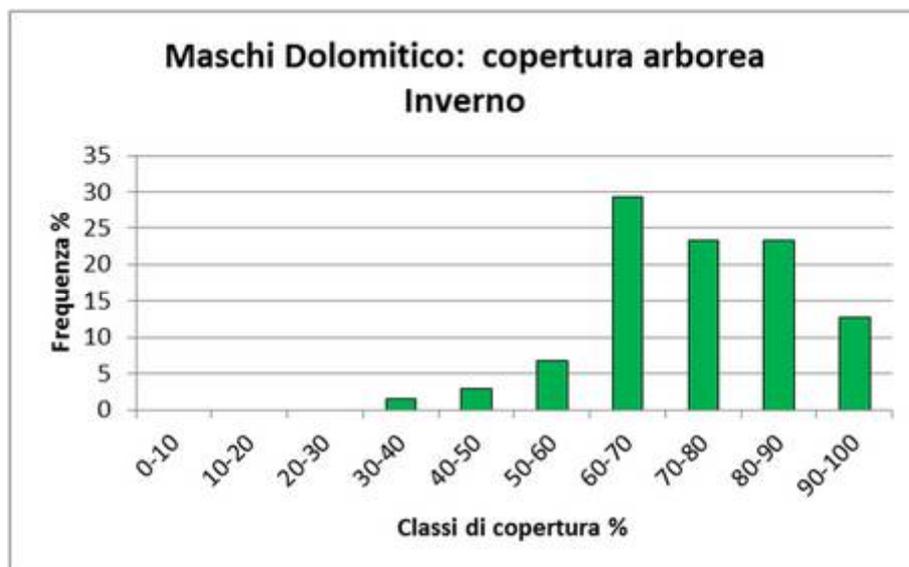


Figura 93. Distribuzione percentuale delle classi di copertura arborea presente nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in inverno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo del 37% ad un massimo del 97%, mentre il valore medio è stato del 74% (Tabella 25)(Figura 89). La classe di copertura maggiormente frequentata è stata quella del 70-100%, dove è stato fatto il 59% di tutte le osservazioni, seguita da quella del 40-70% con il 39% e da quella del 0-40% con soltanto il 2% delle osservazioni (Figura 93).

4.4.2.3 Differenze stagionali

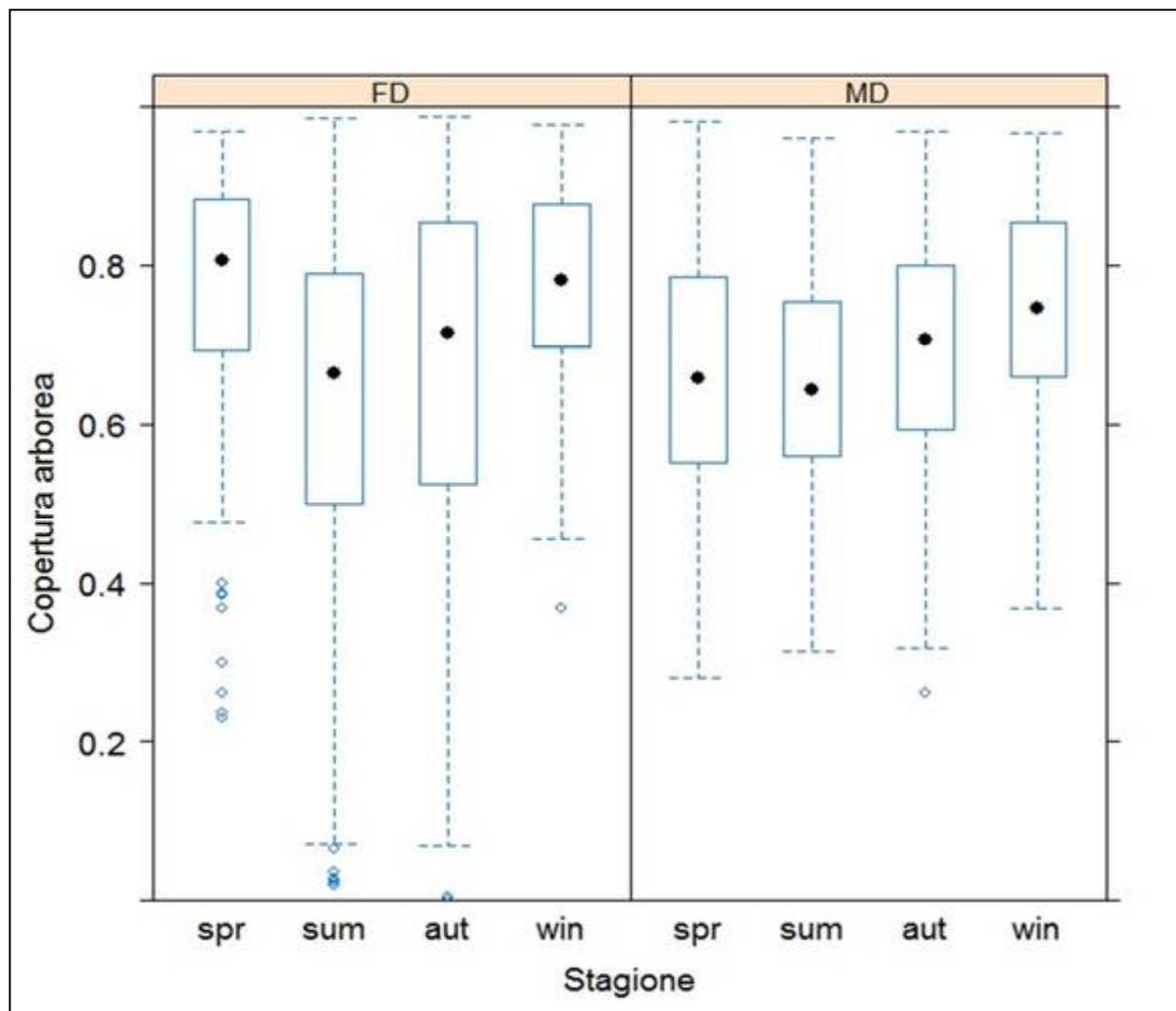


Figura 94. Box-plot: andamento stagionale del valor medio della copertura arborea presente nelle zone frequentate dalle femmine (FD) e dai maschi (MD) della macroarea dolomitica. (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

Le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato soprassuoli molto simili durante l'inverno e la primavera (test Tukey, $P = 0.95$). In queste stagioni sono state ricercate le formazioni forestali più dense con valori medi della copertura arborea rispettivamente del 78 % e del 77 %. Al contrario, durante l'estate e l'autunno (test Tukey, $P = 0.05$), le femmine

hanno ricercato le formazioni più rade con dei valori medi stagionali rispettivamente del 61 % e del 67 % (Figura 94).

Per i maschi della macroarea dolomitica non si osservano differenze significative tra le diverse stagioni eccetto tra la stagione invernale e quelle primaverile ed estiva (test Tukey, $P < 0.001$). In inverno i maschi hanno frequentato le formazioni più dense tra quelle utilizzate nel corso dell'anno, con un valore medio della copertura arborea pari al 74 %. In primavera e in estate invece, sono stati ricercati i soprassuoli più radi con un valore medio della copertura arborea rispettivamente del 66 e del 65 % (Figura 94).

4.5 Modello stagionale della variabile altezza delle piante (m)

4.5.1 Substrato silicatico

In generale i maschi della macroarea silicatica hanno utilizzato nel corso dell'anno dei soprassuoli con caratteristiche strutturali molto diversificate, andando da suoli privi di copertura arborea a formazioni caratterizzate da un'altezza delle piante pari a 37 m.

4.5.1.1 Maschi dell'area Tognola+Pian del Termen

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo dell'altezza media delle piante, passando da un minimo di 3 metri in autunno ad un massimo di 37 metri in autunno e in inverno. Considerando i valori estremi, essi sono risultati essere molto simili tra le stagioni sia in quelli minimi che in quelli massimi (Tabella 25).

Tabella 25. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altezza delle piante presenti nelle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	21	36	4
Est	20	36	5
Aut	22	37	3
Inv	22	37	4

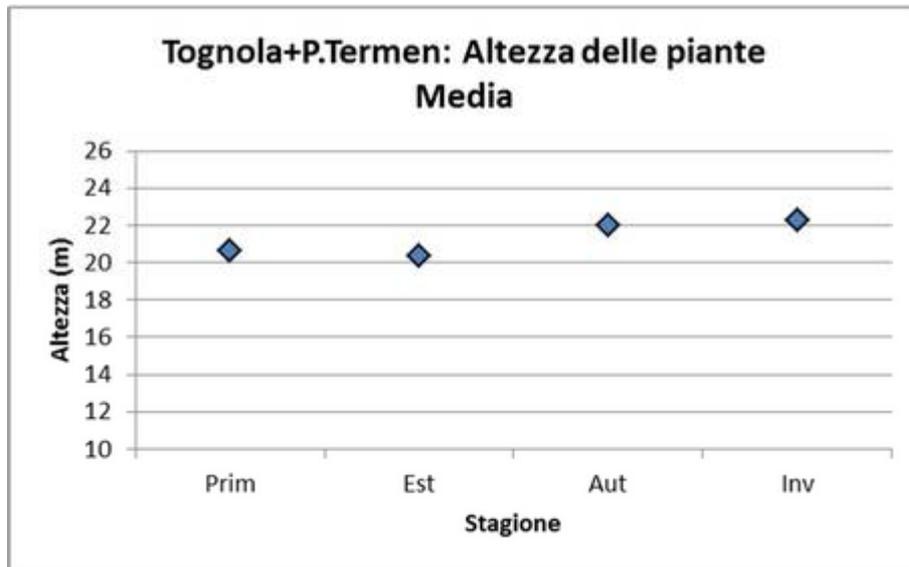


Figura 95. Valori dell' altezza media delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 4 metri ad un massimo di 36 metri, mentre il valore medio è stato di 21 metri (Tabella 25)(Figura 95). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 44% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 27% e da quella dei 25-30 metri con il 15%. Per altezze inferiori ai 15 metri sono state registrate nel 14% delle localizzazioni, mentre sopra i 30 metri è stato osservato solamente l'1% delle localizzazioni (Figura 96).

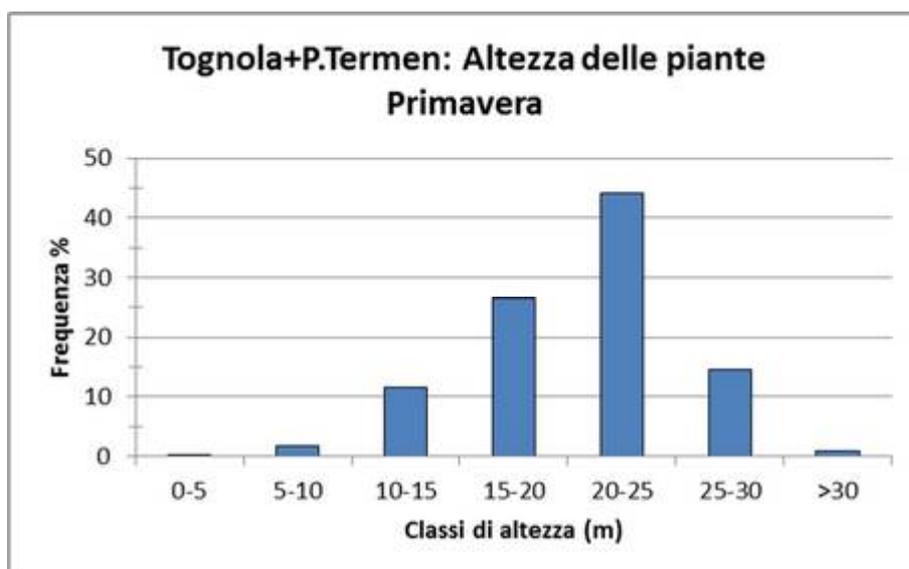


Figura 96. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 5 metri ad un massimo di 36 metri, mentre il valore medio è stato di 20 metri (Tabella 25)(Figura 95). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 35% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 29% e da quella dei 25-30 metri con il 17%. Altezze inferiori ai 15 metri sono state registrate nel 16% dei casi, mentre sopra i 30 metri è stato osservato solamente il 3% delle localizzazioni (Figura 97).

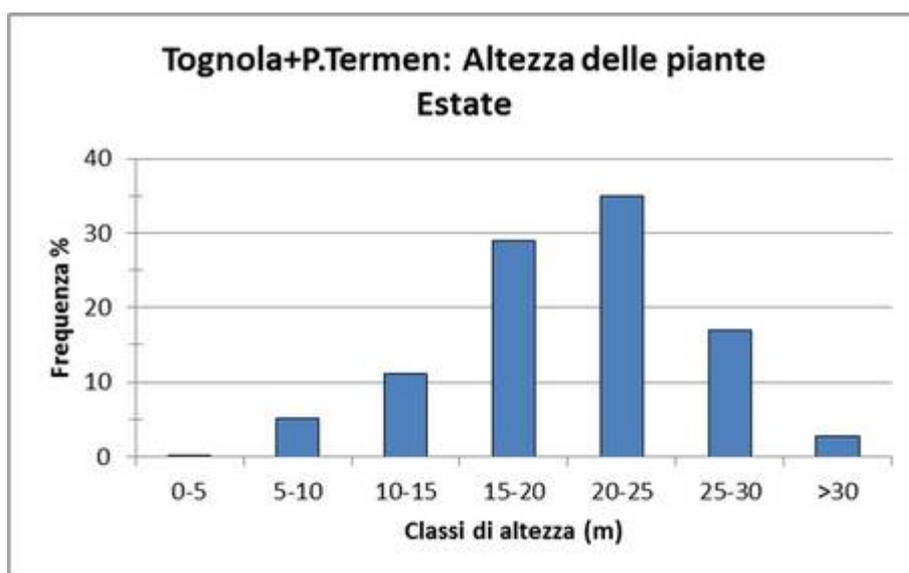


Figura 97. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in estate.

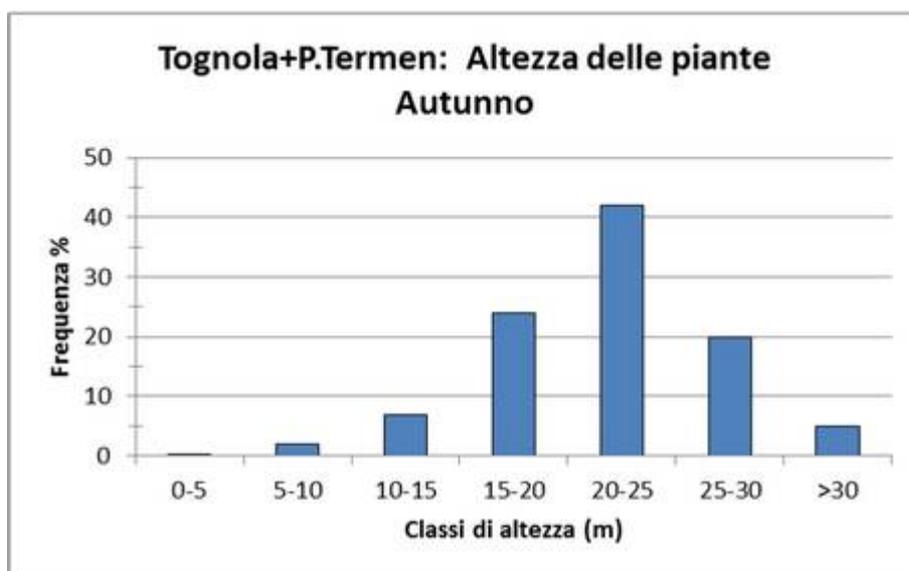


Figura 98. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 3 metri ad un massimo di 37 metri, mentre il valore medio è stato di 22 metri (Tabella 25)(Figura 95). La classe di altezza

maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 42% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 24% e da quella dei 25-30 metri con il 20%. Altezze inferiori ai 15 metri sono state registrate nel 9% dei casi, mentre sopra i 30 metri è stato osservato il 5% delle localizzazioni (Figura 98).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 4 metri ad un massimo di 37 metri, mentre il valore medio è stato di 22 metri (Tabella 25)(Figura 95). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 36% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 28% e da quella dei 15-20 metri con il 24%. Altezze inferiori ai 15 metri sono state registrate nel 7% dei casi, mentre sopra i 30 metri è stato osservato il 4% delle localizzazioni (Figura 99).

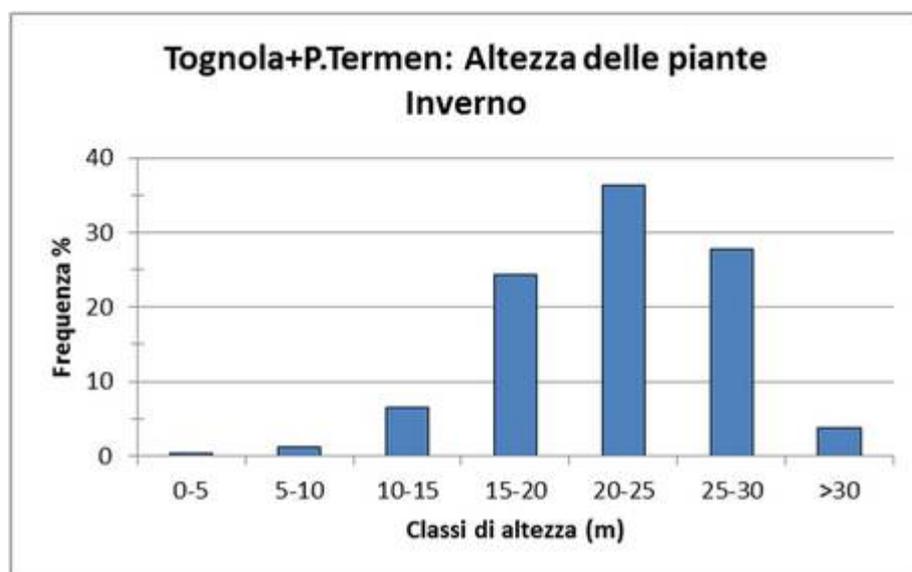


Figura 99. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Tognola+Pian del Termen in inverno.

4.5.1.2 Maschi dell'area Bedolè

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Bedolè hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo dell'altezza media delle piante, passando da un minimo di 5 metri in autunno ad un massimo di 33 metri sempre in autunno. I valori massimi sono risultati essere molto simili dall'estate all'inverno con un valore un po' più basso in primavera, mentre per quelli minimi sono stati osservati valori simili tra l'estate e l'inverno e tra la primavera e l'autunno, in quest'ultimo caso con valori leggermente più alti rispetto alle altre due stagioni (Tabella 26).

Tabella 26. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altezza delle piante presenti nelle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Bedolè.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	20	27	10
Est	22	32	5
Aut	23	33	12
Inv	22	32	7

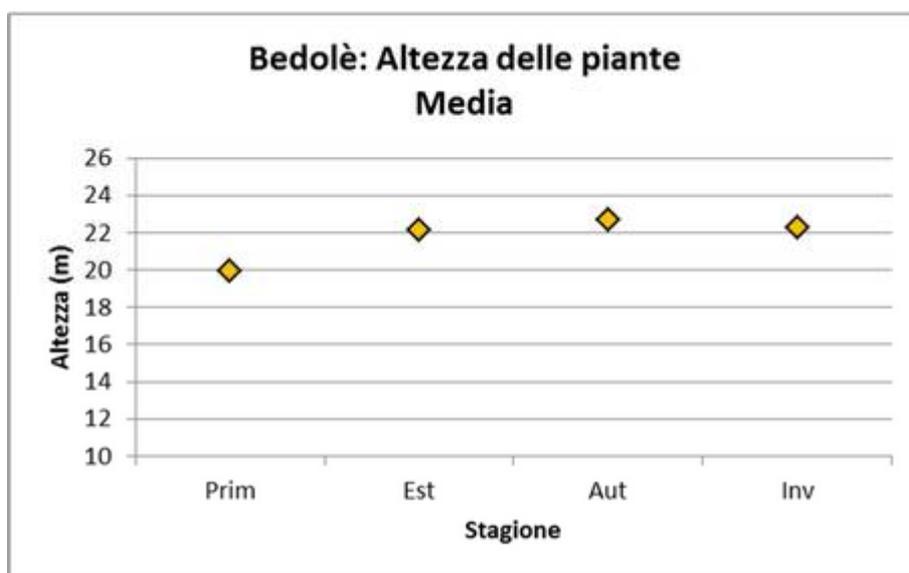


Figura 100. Valori dell'altezza media delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè nel corso delle stagioni.

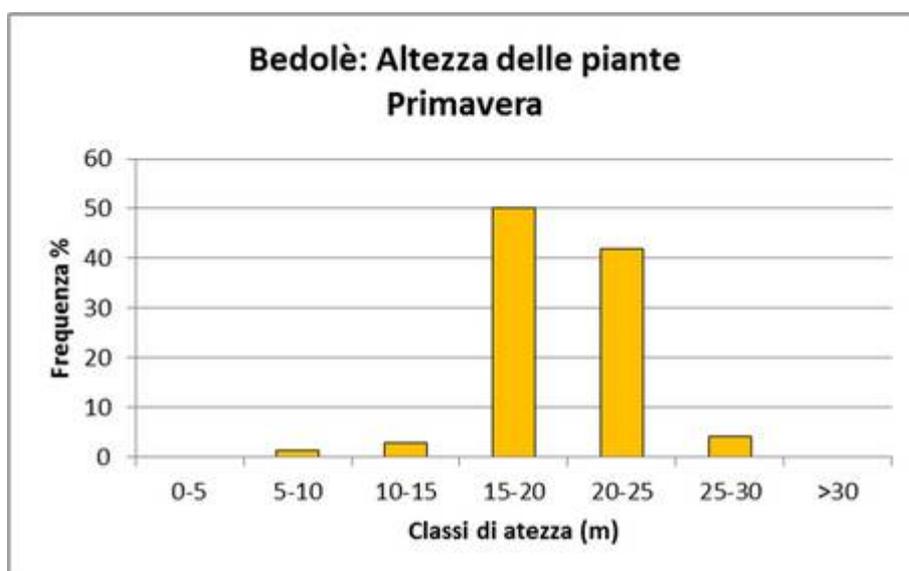


Figura 101. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in primavera.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 metri ad un massimo di 27 metri, mentre il valore medio è stato di 20 metri (Tabella 26)(Figura 100). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-20 metri, dove è stato fatto il 50% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 20-25 metri con il 42%. Altezze inferiori ai 15 metri e superiori ai 25 metri sono state osservate soltanto nel 4% dei casi (Figura 101).

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 5 metri ad un massimo di 32 metri, mentre il valore medio è stato di 22 metri (Tabella 26)(Figura 100). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 36% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 27% e da quella dei 15-20 metri con il 25%. Altezze inferiori ai 15 metri sono state osservate nel 9% dei casi, mentre quelle superiori ai 30 metri sono state registrate soltanto nel 3% delle osservazioni (Figura 102).

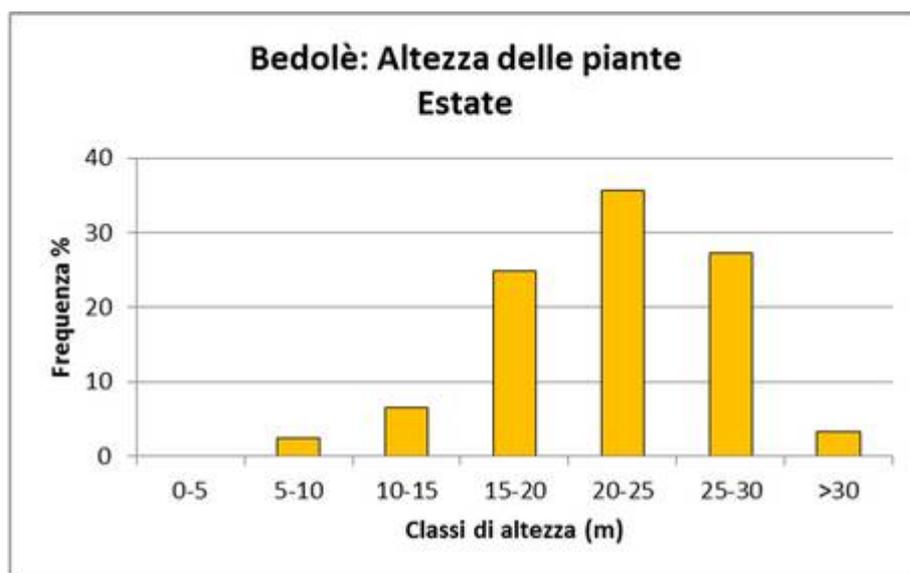


Figura 102. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 12 metri ad un massimo di 33 metri, mentre il valore medio è stato di 23 metri (Tabella 26)(Figura 100). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 48% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 25% e da quella dei 15-20 metri con il 20%. Per altezze inferiori ai 15 metri sono state osservate nel 6% dei casi, mentre quelle superiori ai 30 metri sono state registrate soltanto nel 2% delle osservazioni (Figura 103).



Figura 103. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 7 metri ad un massimo di 32 metri, mentre il valore medio è stato di 22 metri (Tabella 26)(Figura 100). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 44% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 27% e da quella dei 15-20 metri con il 22%. Per altezze inferiori ai 15 metri sono state osservate nel 5% delle localizzazioni, mentre per quelle superiori ai 30 metri sono state registrate soltanto nell'1% delle osservazioni (Figura 104).

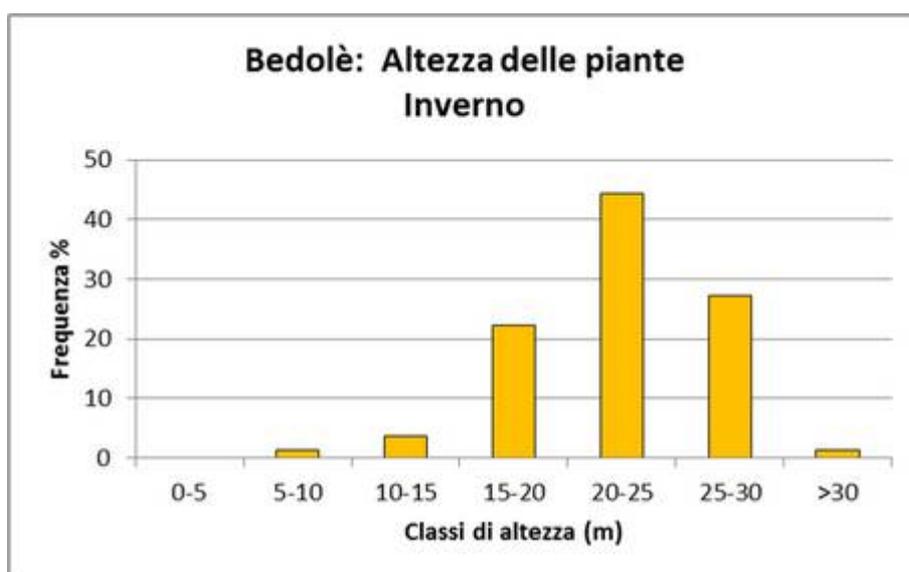


Figura 104. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Bedolè in inverno.

4.5.1.3 Maschi dell'area Fossernica

Nel corso dell'anno i maschi dell'area Fossernica hanno utilizzato delle formazioni forestali molto diversificate, passando da suoli completamente privi di copertura arborea in estate e autunno a soprassuoli con altezza media delle piante pari a 36 metri in autunno. I valori massimi sono risultati molto simili tra l'estate e la primavera e po' più alti in inverno e in autunno, per quelli minimi invece sono state osservate differenze maggiormente significative con valori decisamente più alti in inverno e ancor più in primavera rispetto all'estate e all'autunno, stagioni in cui alcune localizzazioni sono state fatte in suoli privi di copertura arborea (Tabella 27).

Tabella 27. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altezza delle piante presenti nelle formazioni utilizzate dai maschi dell'area Fossernica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	20	29	14
Est	16	30	0
Aut	16	36	0
Inv	20	33	6

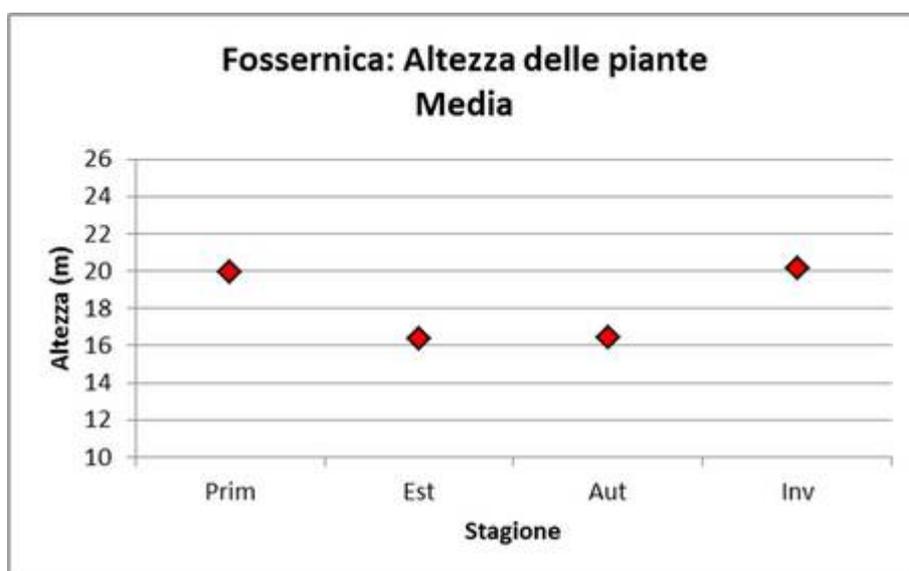


Figura 105. Valori dell'altezza media delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 14 metri ad un massimo di 29 metri, mentre il valore medio è stato di 20 metri (Tabella 27)(Figura 105). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 44% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 37% e da quelle dei 10-15 metri e dei 25-30 metri, entrambe con il 9%. Non sono state osservate invece localizzazioni al di sotto dei 10 metri e al di sopra dei 30 metri di altezza (Figura 106).



Figura 106. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in primavera.

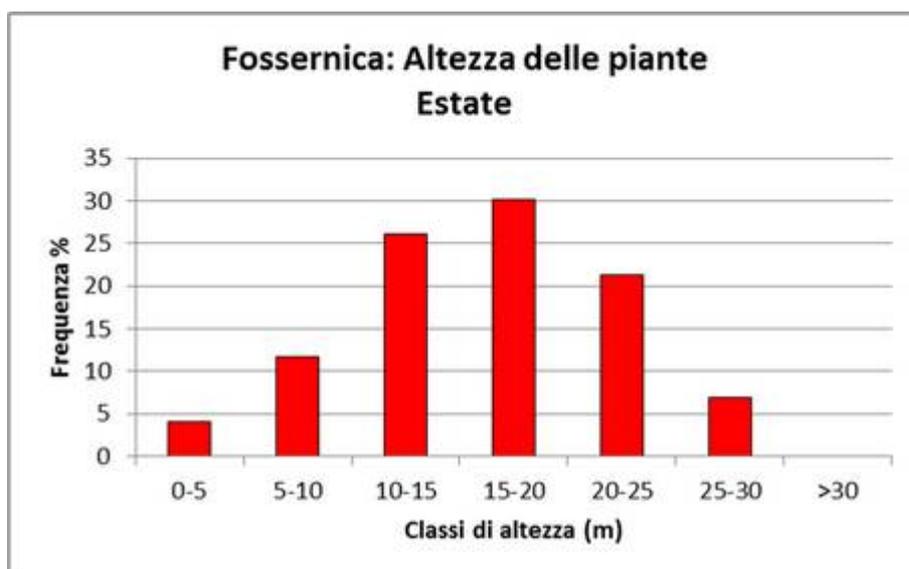


Figura 107. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in estate.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 0 metri ad un massimo di 30 metri, mentre il valore medio è stato di 16 metri (Tabella 27)(Figura 105). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-20 metri, dove è stato fatto il 30% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 10-15 metri con il 26% e da quelle dei 20-25 metri con il 21%. Al di sotto dei 10 metri di altezza è stato osservato invece il 16% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 25 metri il 7% (Figura 107).

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 0 metri ad un massimo di 36 metri, mentre il valore medio è stato di 16 metri (Tabella 27)(Figura 105). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-20 metri, dove è stato fatto il 28% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 10-15 metri con il 23% e da quelle dei 5-10 metri con il 16%. Al di sotto dei 10 metri di altezza è stato osservato ancora il 16% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 25 metri il 14% (Figura 108).

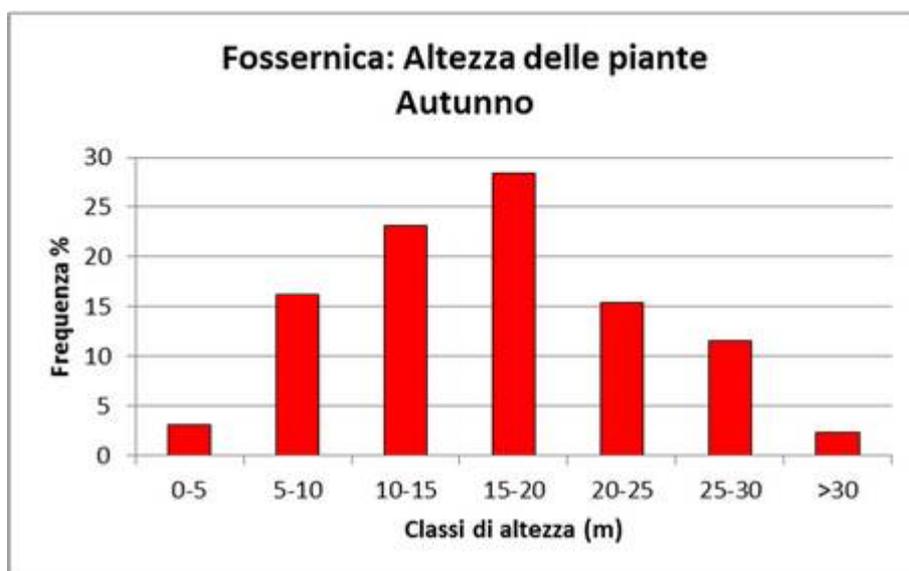


Figura 108. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 6 metri ad un massimo di 33 metri, mentre il valore medio è stato di 20 metri (Tabella 27)(Figura 105). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-20 metri, dove è stato fatto il 30% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 20-25 metri con il 26% e da quella dei 25-30 metri con il 18%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato ben il 21% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 30 metri il 5% (Figura 109).



Figura 109. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi dell'area Fossernica in inverno.

4.5.1.4 Differenze stagionali

In relazione alla variabile altezza delle piante, per i maschi dell'area Tognola+Pian del Termen, sono emerse differenze significative tra tutte le stagioni (test Tukey, $P < 0.001$), eccetto tra la primavera e l'estate (test Tukey, $P = 0.87$) e tra l'autunno e l'inverno (test Tukey, $P = 0.86$). Durante la stagione primaverile ed estiva i maschi di Gallo cedrone hanno frequentato le formazioni forestali caratterizzate dall'altezza media più bassa tra quelle utilizzate nel corso dell'anno, con dei valori medi stagionali di circa 20 metri in entrambe le stagioni, viceversa, sia in autunno che in inverno gli uccelli hanno ricercato quelle con le altezze medie più alte, pari a 22 metri (Figura 110).

Per quanto riguarda i maschi dell'area Bedolè, le differenze maggiormente significative sono state osservate tra la primavera e l'autunno (test Tukey, $P < 0.001$). In primavera, i maschi di Gallo cedrone hanno utilizzato delle formazioni con un'altezza media delle piante più bassa tra quelle utilizzate nel corso dell'anno, con un valore medio stagionale pari a 20 metri, mentre durante l'autunno gli individui hanno ricercato i soprassuoli con il valore delle altezze medie più alto, pari a 23 metri. Anche durante la stagione estiva ed invernale i maschi hanno utilizzato delle formazioni con delle altezze medie delle piante arboree più alte rispetto a quanto fatto in primavera (test Tukey, $P < 0.01$), con dei valori medi di 22 metri (Figura 110).

I maschi dell'area Fossernica hanno ricercato sia in estate che in autunno (test Tukey, $P = 1$) le formazioni con un'altezza media delle piante di 16 metri, le più basse tra quelle

utilizzate nel corso dell'anno. In inverno e in primavera sono invece stati ricercati i soprassuoli con un'altezza media più alta, con un valore medio in entrambe le stagioni pari a 20 metri (Figura 110).

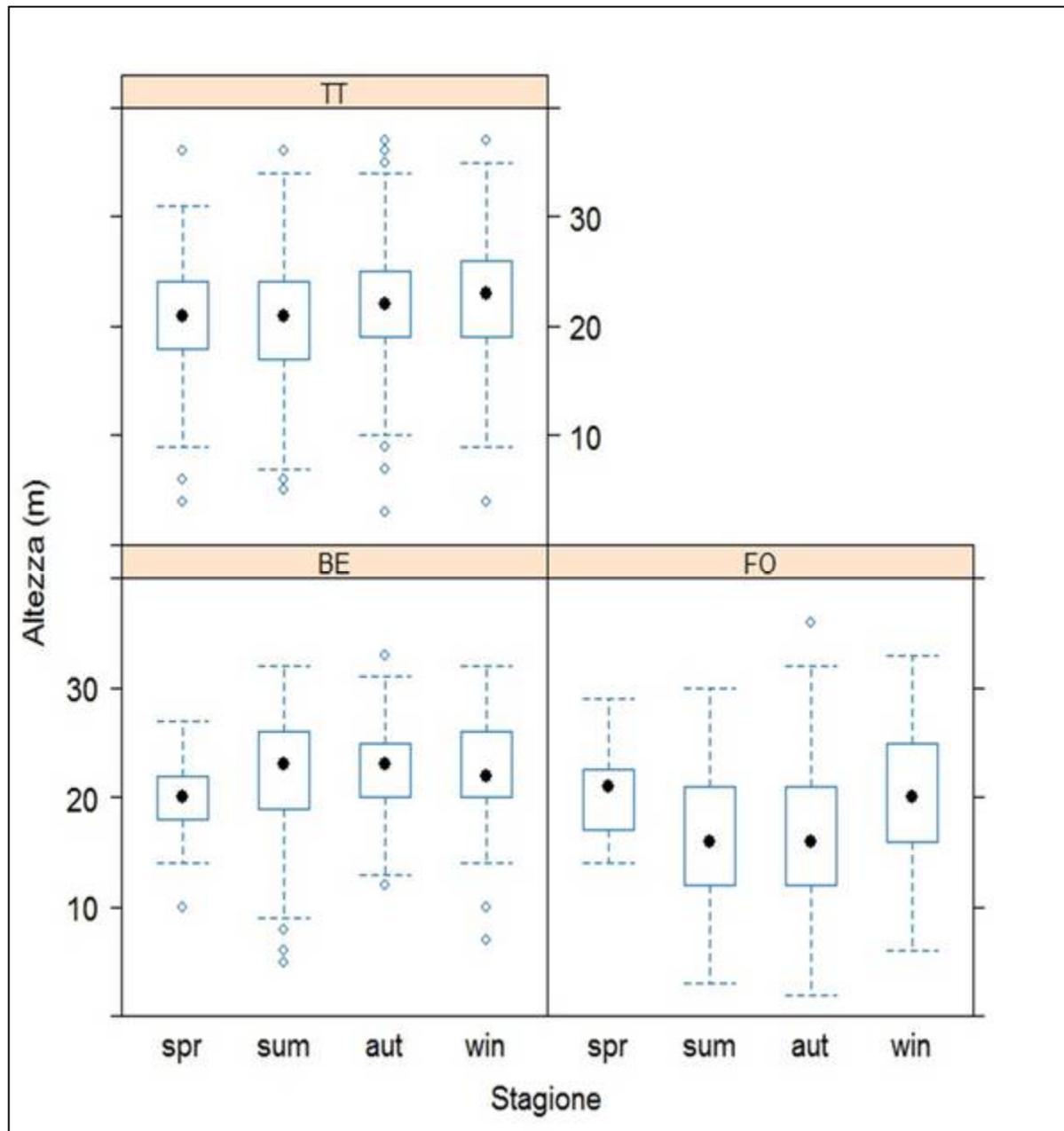


Figura 110. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'altezza delle piante dei soprassuoli utilizzati dai maschi dell'area di Tognola+Pian del Termen (TT), Bedolè (BE) e Fossernica (FO). (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

4.5.2 Substrato dolomitico

In generale gli individui della macroarea dolomitica hanno utilizzato nel corso dell'anno dei soprassuoli con caratteristiche strutturali molto diversificate, andando da suoli privi di copertura arborea a formazioni caratterizzate da un'altezza delle piante pari a 34 m.

4.5.2.1 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato delle formazioni forestali piuttosto diversificate sotto il profilo dell'altezza delle piante, passando da soprassuoli privi di copertura arborea, in autunno, a formazioni con un'altezza delle piante pari a 34 m, in primavera. I valori massimi sono risultati essere più bassi nella stagione estiva e in quella autunnale e un po' più alti in quella primaverile e invernale. Anche per i minimi sono stati osservati i valori più bassi in estate e in autunno, mentre valori decisamente più elevati sono stati registrati in primavera e in inverno (Tabella 28).

Tabella 28. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altezza delle piante presenti nelle formazioni utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	21	34	8
Est	17	30	2
Aut	17	28	0
Inv	21	32	10

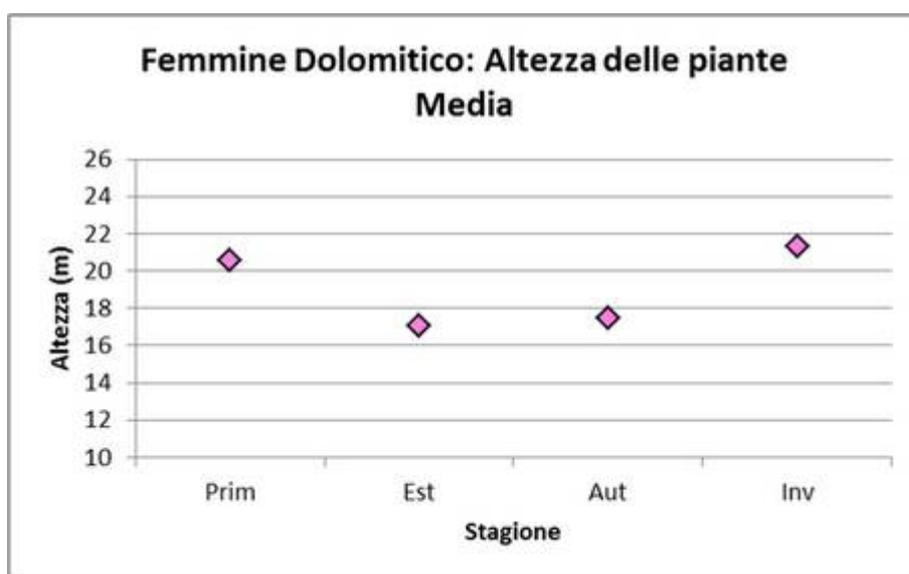


Figura 111. Valori dell'altezza media delle piante delle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 8 metri ad un massimo di 34 metri, mentre il valore medio è stato di 21 metri (Tabella 28)(Figura 111). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 38% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 36% e da quella dei 25-30 metri con il 12%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato l'11% dei casi, mentre al di sopra dei 30 metri soltanto il 3% (Figura 112).

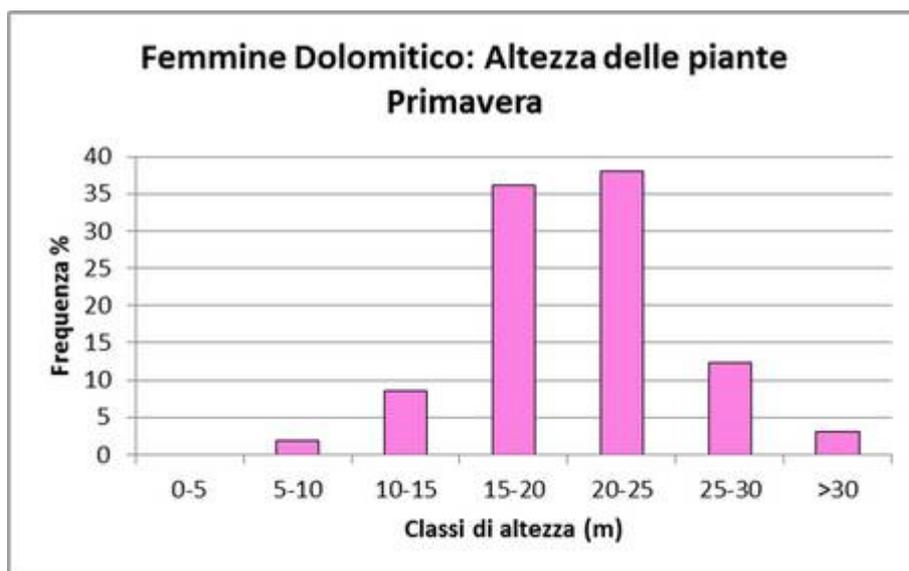


Figura 112. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti delle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 2 metri ad un massimo di 30 metri, mentre il valore medio è stato di 17 metri (Tabella 28)(Figura 111). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 15-20 metri, dove è stato fatto il 33% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 20-25 metri con il 25% e da quella dei 10-15 metri con il 21%. Al di sotto dei 10 metri di altezza è stato osservato il 13% delle localizzazioni, mentre al di sopra dei 25 metri l'8% (Figura 113).



Figura 113. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in estate.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 0 metri ad un massimo di 28 metri, mentre il valore medio è stato di 17 metri (Tabella 28)(Figura 111). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 38% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 26% e da quella dei 10-15 metri con il 20%. Al di sotto dei 10 metri di altezza è stato osservato il 12% dei casi, mentre al di sopra dei 25 metri il 4% (Figura 114).

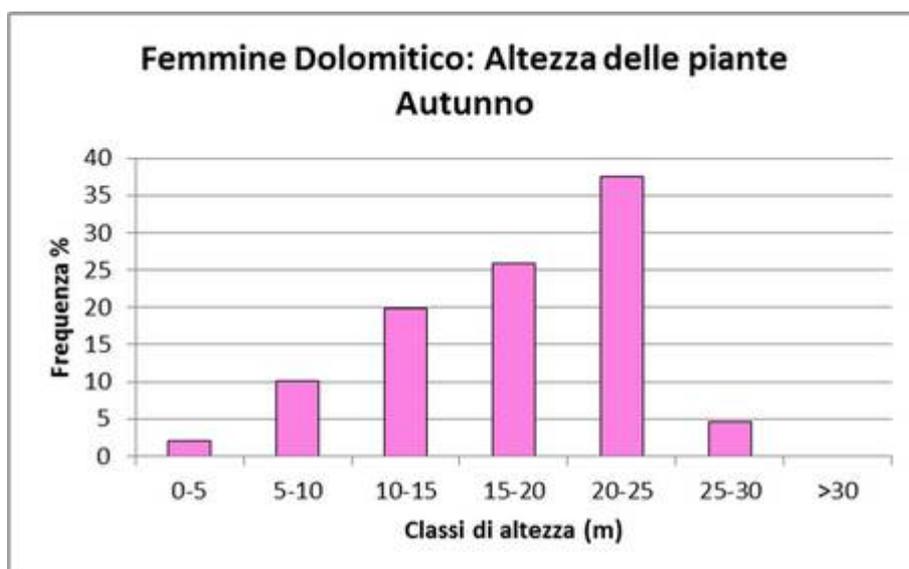


Figura 114. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in autunno.

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 10 metri ad un massimo di 32 metri, mentre il valore medio è stato di 21 metri (Tabella 28)(Figura 111). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 48% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 32% e da quella dei 25-30 metri con il 14%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato il 5% dei casi, mentre al di sopra dei 30 metri soltanto l'1% (Figura 115).

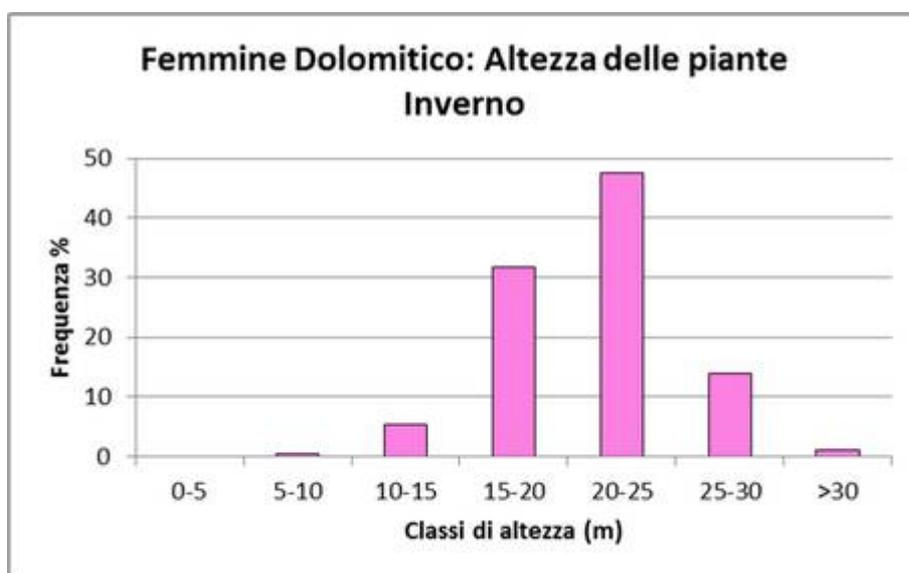


Figura 115. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dalle femmine della macroarea dolomitica in inverno.

4.5.2.2 Maschi dell'area dolomitica

Nel corso dell'anno, i maschi dell'area dolomitica hanno utilizzato delle formazioni forestali abbastanza diversificate, passando da soprassuoli con un'altezza media delle piante pari a 7 m, in primavera e in estate, a formazioni con un'altezza media delle piante pari a 33 metri in primavera e in autunno. I valori massimi sono risultati abbastanza simili tra tutte le stagioni, per quelli minimi invece sono stati osservati valori molto simili dalla primavera all'autunno e un valore un po' più alto in inverno (Tabella 29).

Tabella 29. Valori medi, massimi e minimi stagionali dell'altezza delle piante presenti nelle formazioni utilizzate dai maschi della macroarea dolomitica.

Stagione	Media	Massima	Minima
Prim	22	33	7
Est	21	31	7
Aut	23	33	8
Inv	21	31	11

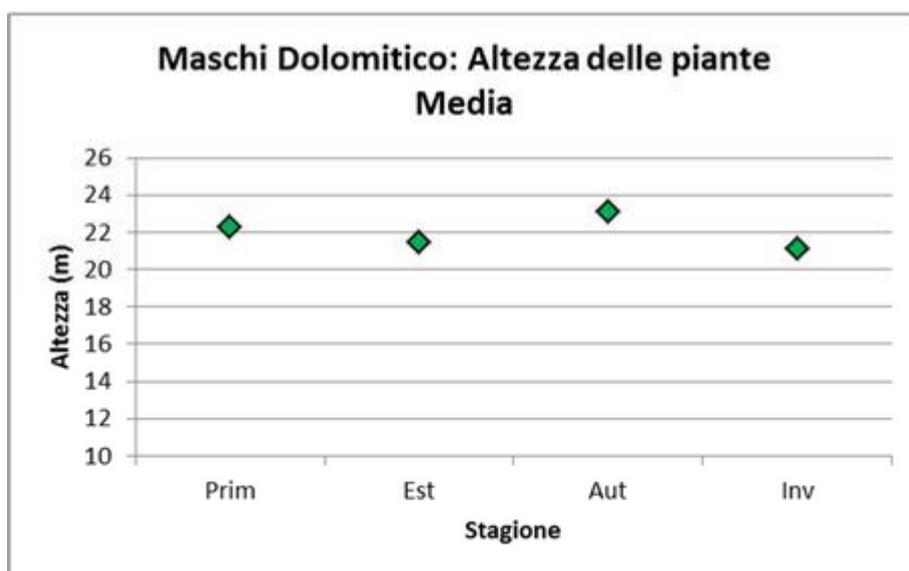


Figura 116. Valori dell'altezza media delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica nel corso delle stagioni.

In primavera, gli estremi sono oscillati da un minimo di 7 metri ad un massimo di 33 metri, mentre il valore medio è stato di 22 metri (Tabella 29)(Figura 116). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 41% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 28% e da quella dei 15-20 metri con il 20%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato il 9% dei casi, mentre al di sopra dei 30 metri soltanto il 2% (Figura 117).

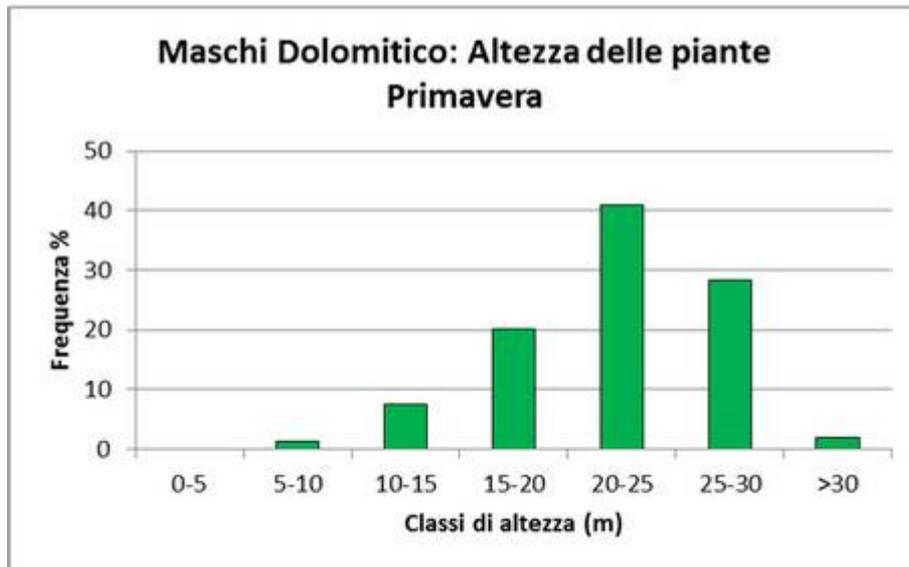


Figura 117. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in primavera.

In estate, gli estremi sono oscillati da un minimo di 7 metri ad un massimo di 31 metri, mentre il valore medio è stato di 21 metri (Tabella 29)(Figura 116). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 51% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 29% e da quella dei 25-30 metri con il 14%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato il 6% dei casi, mentre al di sopra dei 30 metri soltanto l'1% (Figura 118).

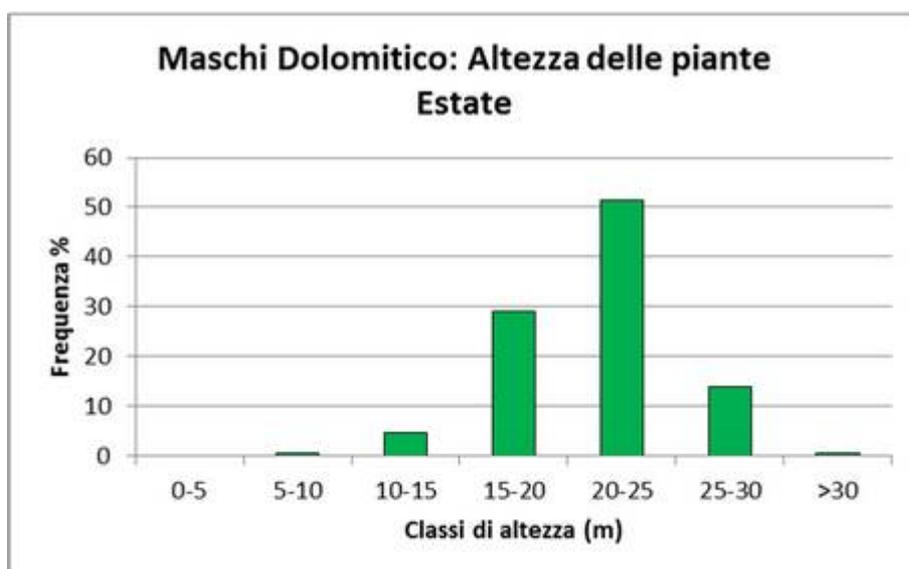


Figura 118. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in estate.

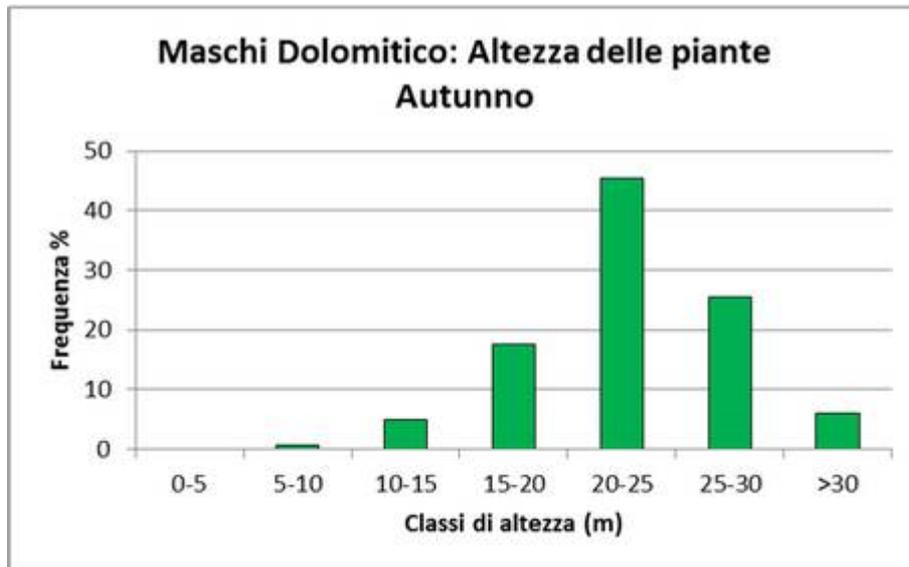


Figura 119. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in autunno.

In autunno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 8 metri ad un massimo di 33 metri, mentre il valore medio è stato di 23 metri (Tabella 29)(Figura 116). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 45% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 25-30 metri con il 25% e da quella dei 15-20 metri con il 18%. Sia sotto ai 15 metri che sopra ai 30 metri di altezza, è stato osservato il 6% dei casi (Figura 119).

In inverno, gli estremi sono oscillati da un minimo di 8 metri ad un massimo di 33 metri, mentre il valore medio è stato di 23 metri (Tabella 29)(Figura 116). La classe di altezza maggiormente frequentata è stata quella dei 20-25 metri, dove è stato fatto il 38% di tutte le osservazioni, seguita da quella dei 15-20 metri con il 34% e da quella dei 25-30 metri con il 19%. Al di sotto dei 15 metri di altezza è stato osservato l'8% dei casi, mentre al di sopra dei 30 metri soltanto il 2% (Figura 120).

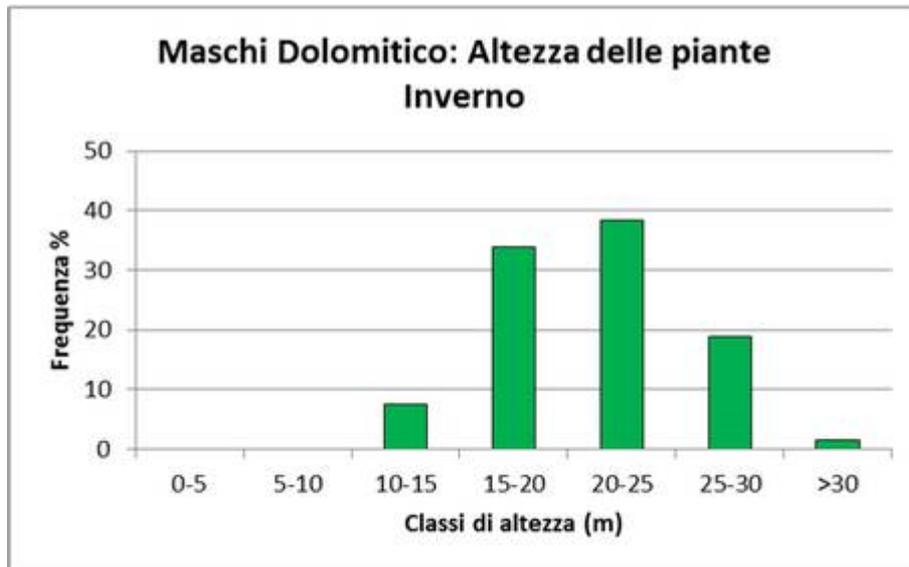


Figura 120. Distribuzione percentuale delle classi di altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dai maschi della macroarea dolomitica in inverno.

4.5.2.3 Differenze stagionali

Le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato formazioni forestali molto simili in inverno e in primavera (test Tukey, $P = 0.30$), stagioni dell'anno in cui hanno ricercato soprassuoli con dei valori medi stagionali di 21 metri. Viceversa, sia in estate che in autunno (test Tukey, $P = 0.39$), le femmine di Gallo cedrone hanno ricercato formazioni con l'altezza media delle piante più bassa, con valori medi di 17 metri in entrambe le stagioni (Figura 121).

Per i maschi della macroarea dolomitica non si osservano delle differenze significative a livello stagionale. Nel corso dell'anno, tuttavia, risulta essere l'autunno la stagione in cui gli individui hanno ricercato maggiormente i soprassuoli con l'altezza media delle piante più alta, con un valore medio pari a 23 m. Contrariamente a quanto osservato negli altri gruppi, è invece l'inverno la stagione in cui i maschi hanno frequentato maggiormente soprassuoli con un'altezza media più bassa tra quelli utilizzati nelle diverse stagioni, con un valore medio dell'altezza delle piante pari a 21 m (Figura 121).

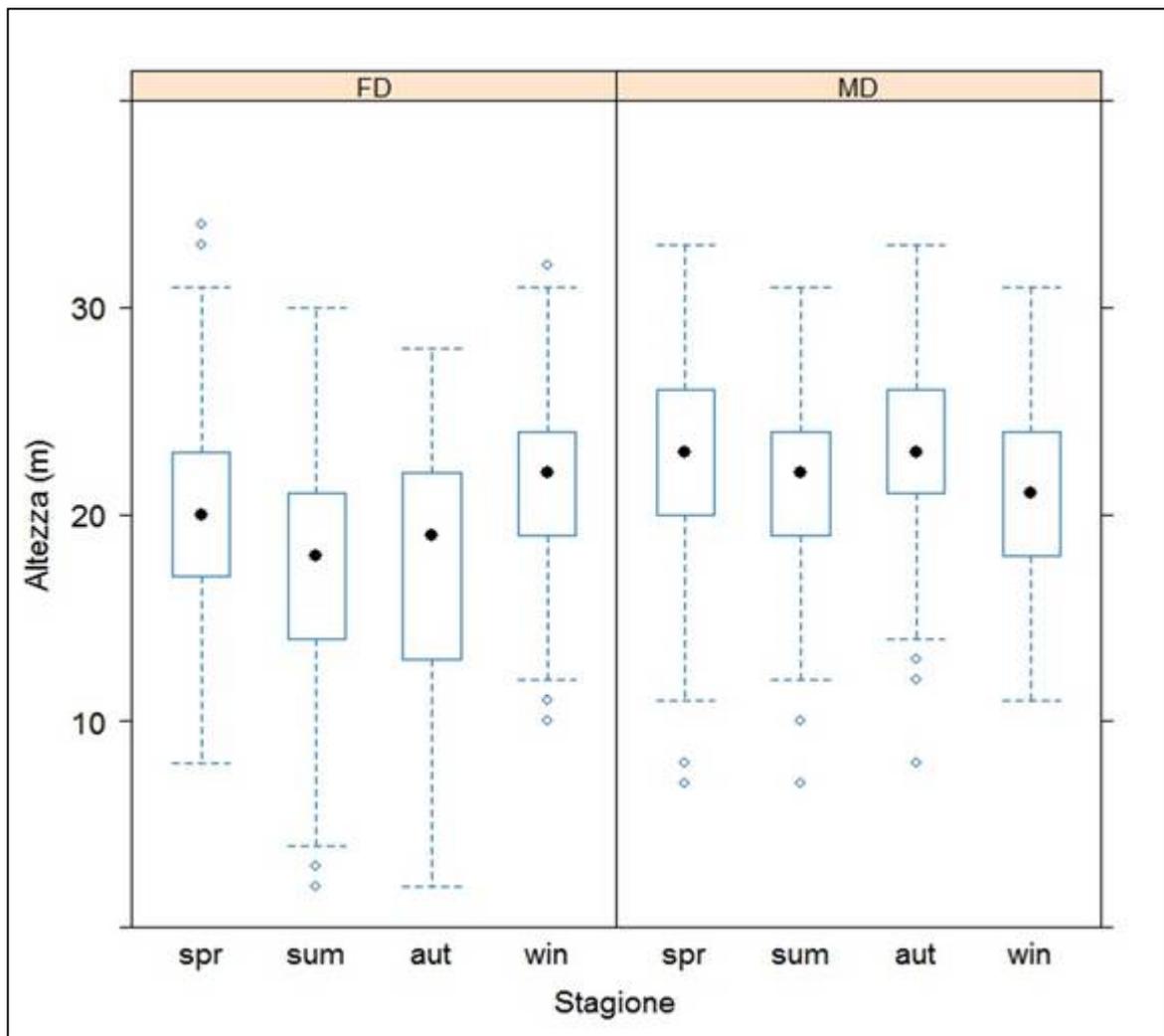


Figura 121. Box-plot: andamento stagionale del valor medio dell'altezza delle piante presenti nelle zone frequentate dalle femmine (FD) e dai maschi (MD) della macroarea dolomitica. (spr: primavera, sum: estate, aut: autunno, win: inverno).

4.6 Home Range

4.6.1 Substrato silicatico

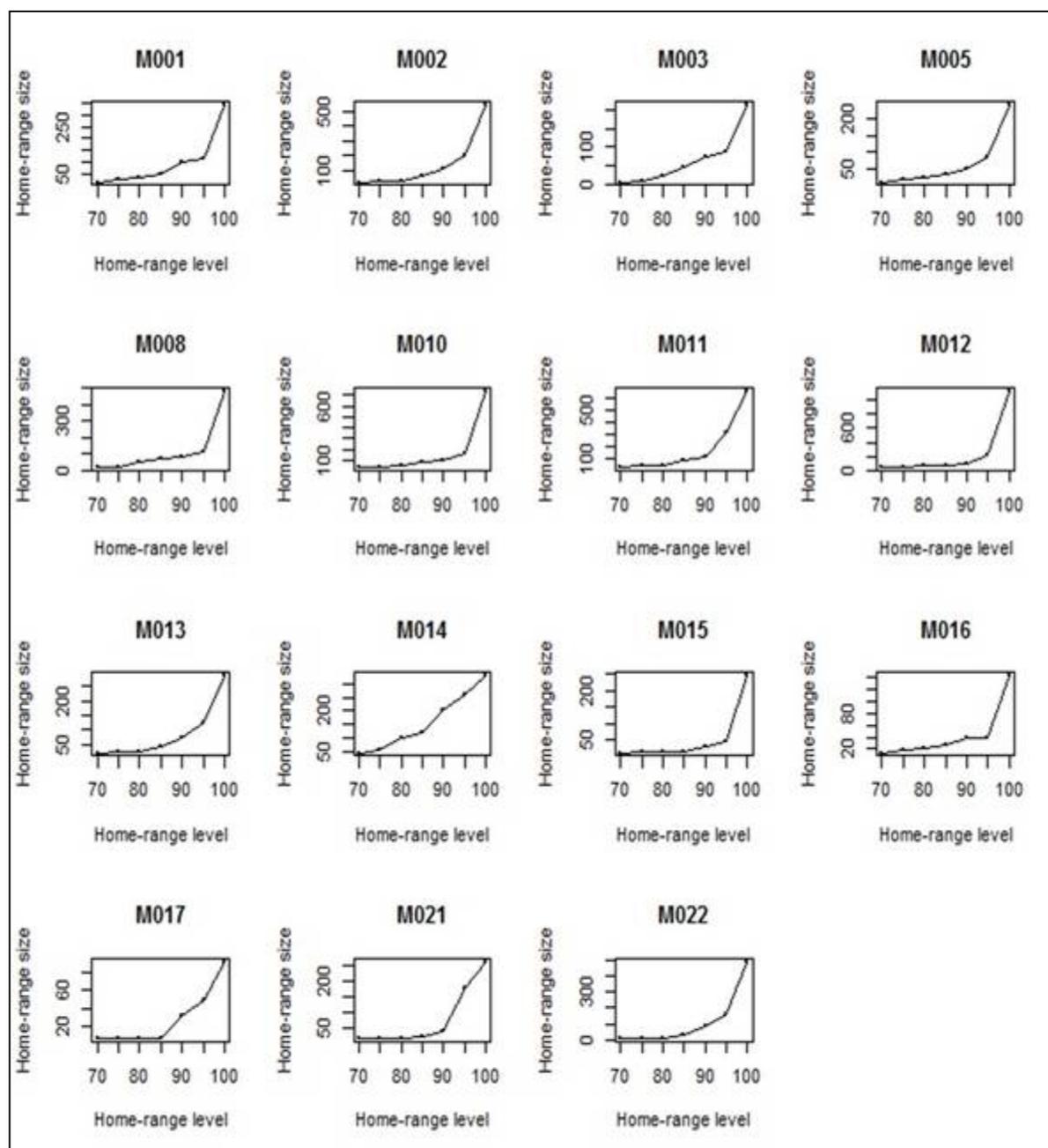


Figura 122. Dimensione degli *Home-range* (ha) degli individui gravitanti all'interno dell'area silicatica calcolati mediante il metodo del *Multiple Convex Hull*.

Dalla rappresentazione grafica degli *home range* (ha) (Figura 122), si osserva in quasi tutti i casi, in corrispondenza del valore del 95%, la funzione tendere all'asintoto verticale. Pertanto è stata assunta tale soglia nella stima della dimensione degli *home range* degli individui gravitanti all'interno della macroarea silicatica.

Considerando l'insieme del campione si osserva una dimensione media degli *home range* pari a circa 143 ha, con un valore minimo di 39 ha registrato per l'individuo M016 ad un massimo di 315 ha per l'individuo M011.

Per quanto riguarda i singoli gruppi di uccelli, gli individui del gruppo Tognola+Pian del Termen hanno utilizzato, nel corso del periodo di monitoraggio, degli *home Range* con una dimensione media pari a 117 ha, con un valore minimo di 47 ha registrato dall'individuo M015 ad un massimo di 199 ha registrato dall'individuo M002.

Gli uccelli del gruppo Bedolè hanno invece utilizzato in media *home range* con una dimensione di 224 ha, con un valore minimo di 156 ha registrato dall'individuo M022 ad un massimo di 315 ha registrato dall'individuo M011.

Infine, gli individui del gruppo Fossernica hanno delimitato *home range* con una dimensione media di 105 ha, andando da un valore minimo di 39 ha, registrato dall'individuo M016 ad un massimo di 208 ha registrato dall'individuo M012.

La rappresentazione planimetrica degli *home range* (Figura 123), permette di identificare le aree maggiormente utilizzate dall'individuo e soprattutto come queste sono distribuite nello spazio.

Le aree più scure rappresentano le zone dell'*home range* dove la probabilità che l'individuo sia stato all'interno è molto alta, mentre al contrario gli spazi bianchi indicano le zone dell'*home range* dove invece la presenza dell'uccello può considerarsi del tutto occasionale.

In diversi casi, si osserva come gli individui abbiano selezionato, all'interno del proprio *home range*, due o più zone distinte all'interno delle quali hanno trascorso la maggioranza del tempo. Queste sono separate da ampi spazi territoriali frequentati dall'individuo in maniera sporadica, in quanto utilizzati per un tempo molto breve.

In generale, considerando i singoli gruppi, non emergono dei chiari modelli di distribuzione nello spazio delle aree maggiormente frequentate, quanto la scelta da parte di diversi individui (M005, M010, M012, M013, M014 ed M016) di utilizzare zone distinte e poste a notevole distanza l'una dall'altra.

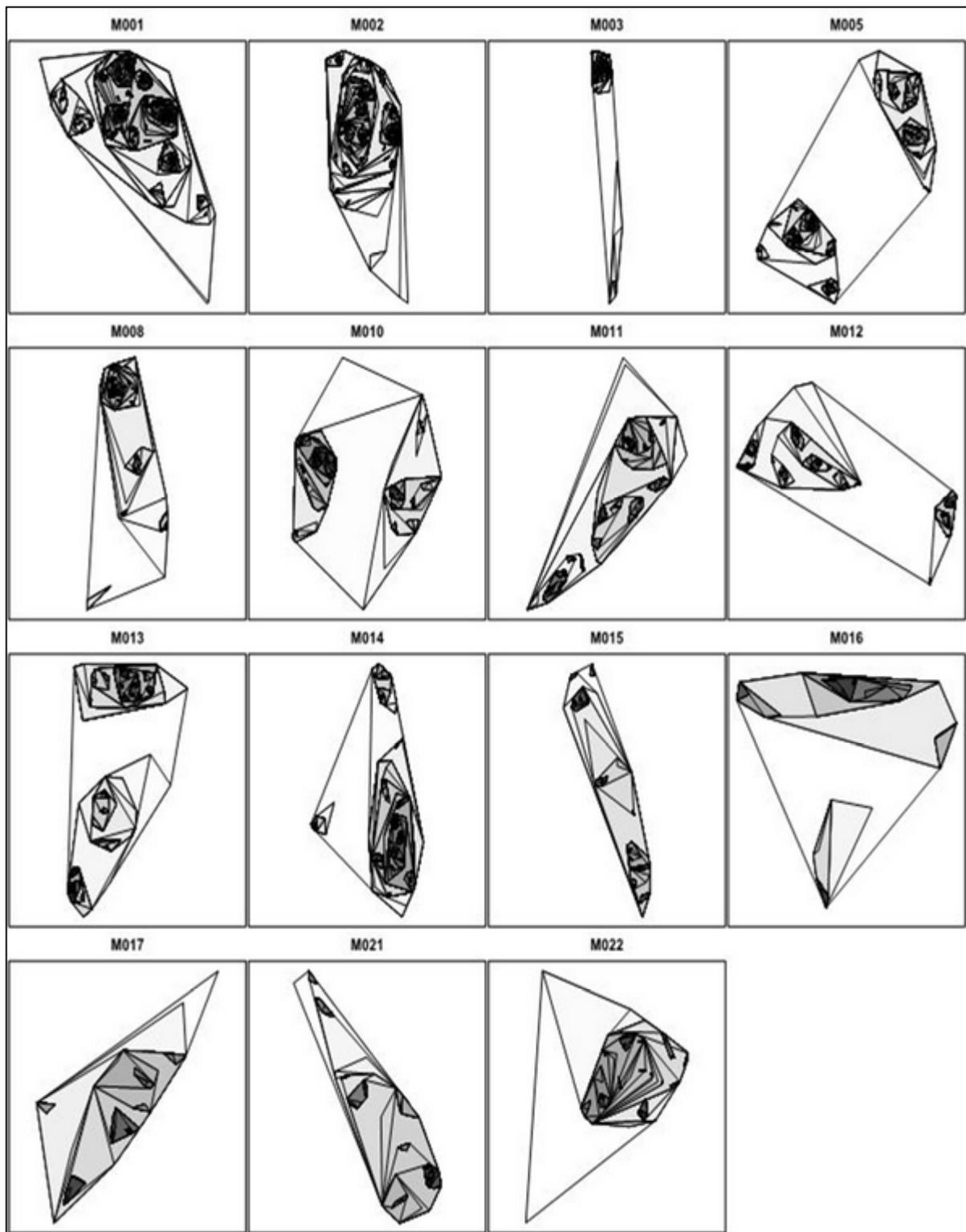


Figura 123. Rappresentazione planimetrica degli *home range* utilizzati dagli individui gravitanti all'interno della macroarea silicatica, calcolati mediante il metodo del *Multiple Convex Hull*.

4.6.2 Substrato dolomitico

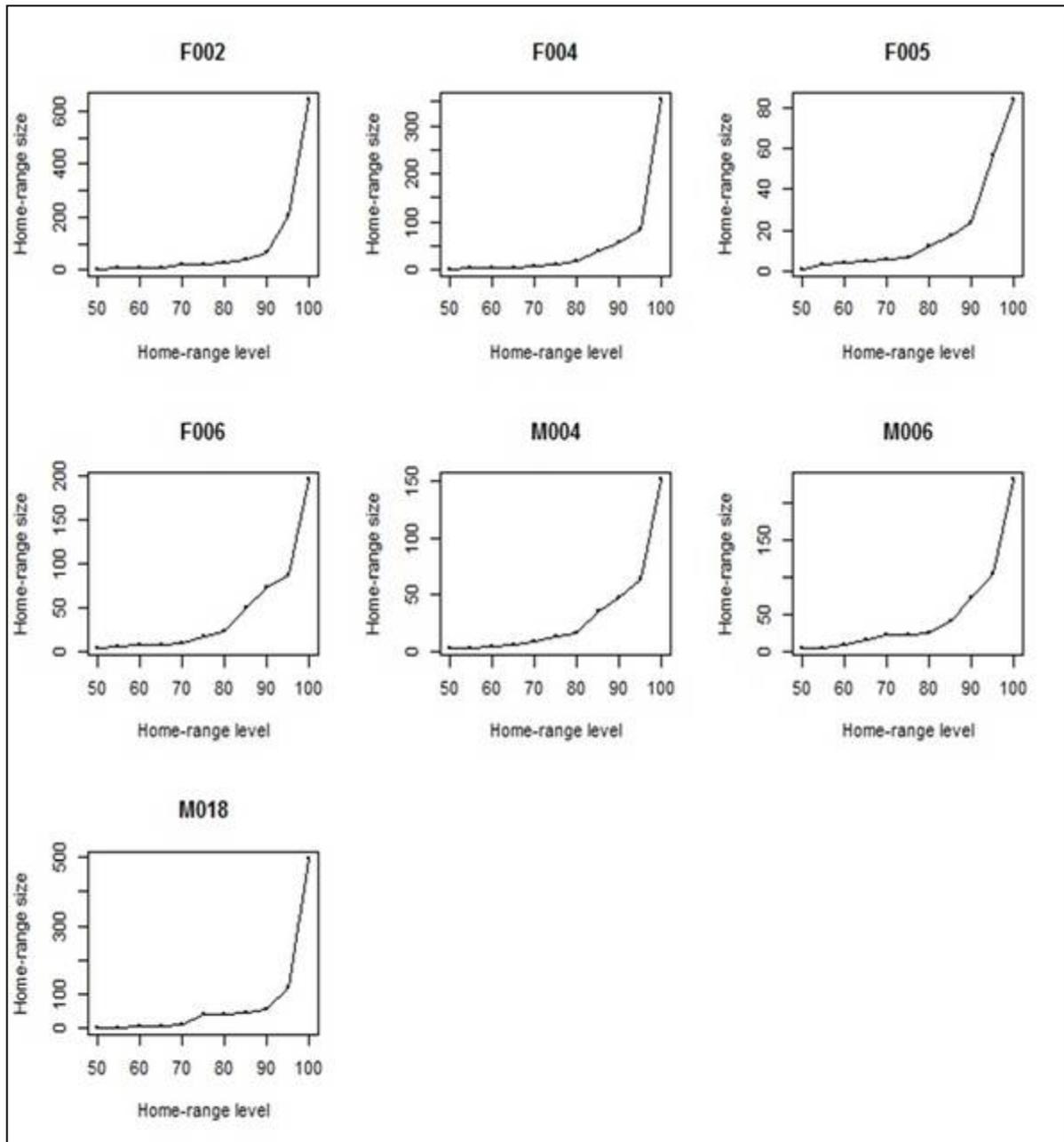


Figura 124. Dimensione degli *home-range* (ha) degli individui gravitanti all'interno della macroarea dolomitica calcolati mediante il metodo del *Multiple Convex Hull*.

Come osservato per la macroarea silicatica, dalla rappresentazione grafica degli *home range* (ha) (Figura 124), in tutti i casi la funzione tende all'asintoto verticale in corrispondenza del valore del 95%. Anche in questo caso è stata dunque scelta tale soglia percentuale nel determinare la dimensione degli *home range* degli individui gravitanti all'interno della macroarea dolomitica.

Nel loro insieme, gli individui della macroarea dolomitica hanno utilizzato *Home range* (ha) caratterizzati da una dimensione media pari a circa 101 ha, con un valore minimo di 64 ha registrato dall'individuo M004 ad un massimo di 202 ha per l'individuo F002.

Per quanto riguarda i singoli gruppi di uccelli, gli individui del gruppo Femmine dolomitico hanno utilizzato, nel corso del periodo di monitoraggio, degli *Home Range* con una dimensione media pari a 107 ha, con un valore minimo di 56 ha registrato dall'individuo F005 ad un massimo di 202 ha registrato dall'individuo F002.

Gli uccelli del gruppo Maschi dolomitico hanno invece utilizzato in media *Home range* con una dimensione di 94 ha, con un valore minimo di 64 ha registrato dall'individuo M001 ad un massimo di 115 ha registrato dall'individuo M018.

Mediante la rappresentazione planimetrica (Figura 125) degli home range, è possibile osservare, come le zone in cui si concentra la più alta frequentazione da parte dell'individuo siano separate da ampie zone dove invece l'uccello è soggiornato in maniera del tutto occasionale.

Questo risulta particolarmente evidente per tutti e tre i maschi, M004, M006 e M018 e per la femmina F002, mentre per le tre femmine della Val Pradidali, F004, F005 e F006, gli ambienti frequentati con maggior probabilità risultano concentrati in uno spazio più continuo.

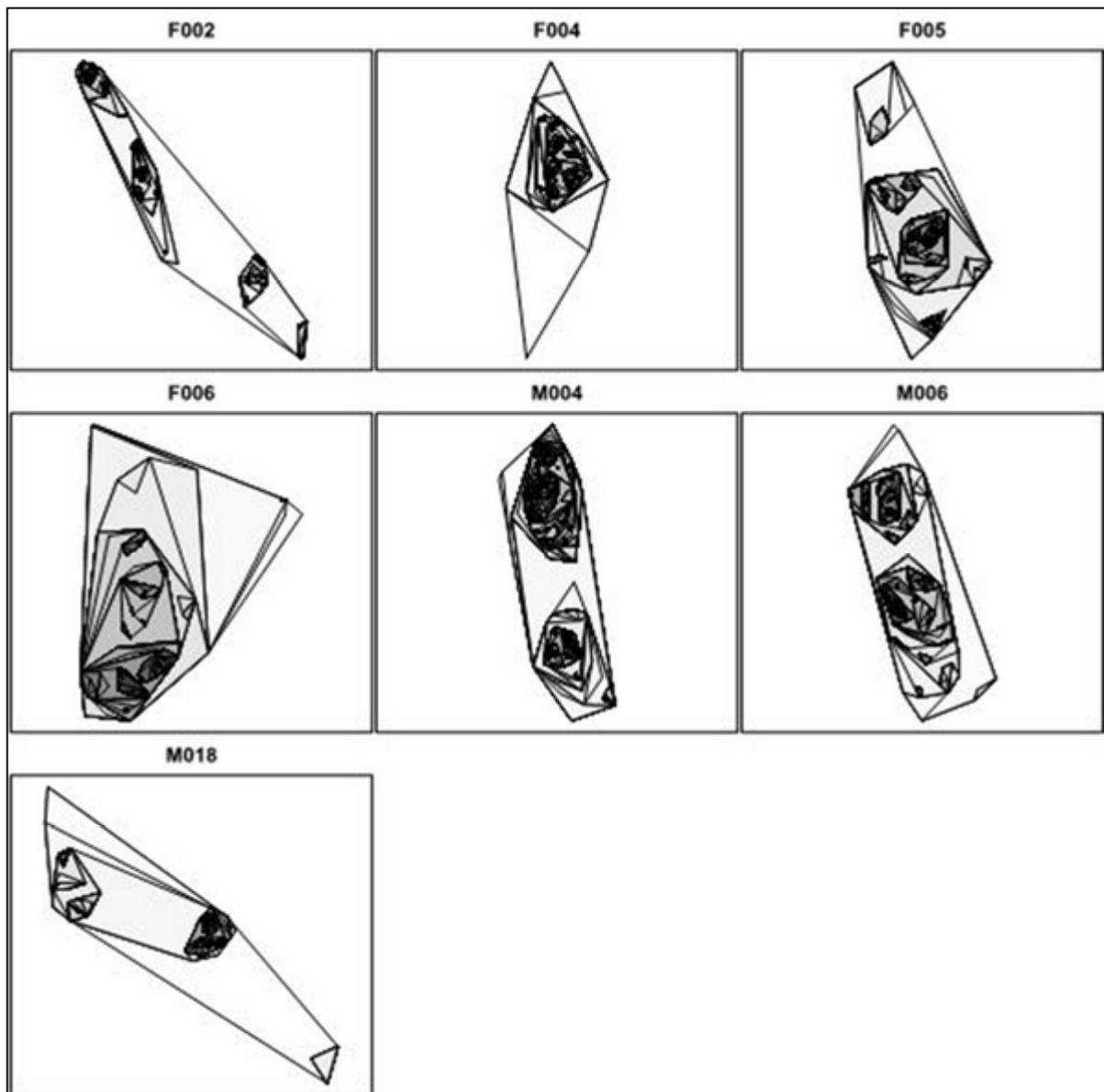


Figura 125. Rappresentazione planimetrica degli *home range* utilizzati dagli individui gravitanti all'interno della macroarea dolomitica, calcolati mediante il metodo del *Multiple Convex Hull*.

5 DISCUSSIONE

5.1 Selezione stagionale dell'habitat

5.1.1 Maschi dell'area Tognola+Pian del Termen

In primavera i maschi gravitanti attorno alle arene di Tognola e Pian del Termen hanno utilizzato altitudini comprese tra i 1600 e i 1900 metri, ricercando particolarmente i soprassuoli tra i 1700 e i 1800 m di quota, la fascia altitudinale più alta tra quelle utilizzate nel corso dell'anno.

A queste quote, le peccete altimontane con la presenza del Larice, sono caratterizzate da una copertura piuttosto rada che consente un rigoglioso sviluppo della vegetazione erbacea ed arbustiva al suolo. In questo periodo dell'anno, tuttavia, è ancora spesso presente un'importante coltre nevosa che esclude la possibilità che i maschi abbiano frequentato queste fasce altitudinali per alimentarsi delle specie del sottobosco.

Molto probabilmente, il motivo che ha spinto i maschi a frequentare queste fasce altitudinali nella stagione primaverile, è dovuto essenzialmente all'ubicazione dell'arena di canto. Terminata l'attività di parata, infatti, i maschi durante le ore centrali del giorno si ritirano alla ricerca di nutrimento e riparo utilizzando i soprassuoli presenti entro 1 km di distanza dal centro dell'arena (Wegge e Larsen, 1987; Storch, 1997). L'altitudine delle due arene di canto, ubicate rispettivamente a 1700 (Pian del Termen) e 1850 (Tognola) metri di quota, determinano dunque l'utilizzo di queste fasce altitudinali da parte degli uccelli che le frequentano in questa stagione. Le arene di canto sono inoltre di solito presenti nelle zone meno ripide dei versanti e questo spiega il fatto di come solamente in primavera i maschi abbiano utilizzato le zone significativamente meno inclinate tra quelle frequentate nel corso dell'anno.

Durante la stagione estiva, i maschi hanno ancora utilizzato lo stesso range altitudinale primaverile, ma ricercando con maggior frequenza la fascia altimetrica dei 1600-1700 metri. I soprassuoli a prevalenza di Abete rosso che troviamo a queste quote sono caratterizzati da una copertura arborea compresa tra il 50 e il 70%, il che consente lo sviluppo di un elevato strato arbustivo ed erbaceo, in grado di fornire nutrimento e sufficiente spazio d'involo in caso di pericolo (Storch, 1993).

Al di sotto dei 1600 metri, infatti, nell'area di Tognola e Pian del Termen si osserva un aumento importante della copertura arborea che comporta uno scarso sviluppo delle

vegetazione arbustiva ed erbacea al suolo. In questo periodo dell'anno è dunque la copertura e quindi la struttura del bosco la variabile che spiega la distribuzione della specie lungo il gradiente altitudinale.

Durante la stagione autunnale i maschi sono scesi di quota, frequentando ancora le fasce altitudinali comprese tra i 1600 e i 1800 metri in maniera predominante, ma mostrando un certo interesse anche per quelle comprese tra i 1300 e i 1600 metri di quota. Quest'ultime vengono via via utilizzate in maniera più marcata in inverno, stagione in cui si registra la quota media stagionale più bassa, pari a 1567 metri. I boschi utilizzati in questo periodo hanno una struttura abbastanza diversa, con valori della copertura tra il 70 e il 90%.

Durante l'inverno il Gallo cedrone, come del resto le altre specie di tetraonidi, è solito trascorrere le ore più fredde del giorno all'interno di buchi scavati nella neve dove la temperatura è generalmente più alta rispetto l'esterno (Seiskari, 1962). Sulle Alpi, però, le condizioni di innevamento raramente permettono alla specie di adottare questa strategia (Storch, 1933), costringendo il Gallo cedrone a trascorre gran parte del tempo appollaiato sui rami alimentandosi degli aghi delle conifere (Pulliainen, 1970; Storch et al., 1991) e riducendo l'attività e gli spostamenti in modo tale da minimizzare le perdite energetiche e il rischio di predazione (Bergerud e Gratson, 1988; Gjerde, 1991c).

La selezione dunque di popolamenti più maturi rientra nelle strategie di svernamento del Gallo cedrone sulle Alpi. In un ambiente più chiuso, l'uccello gode di un microclima decisamente più favorevole e più protetto nei confronti dei rigori invernali. Ulteriore conferma di tale ipotesi è la scelta dei versanti maggiormente esposti a sud tra quelli utilizzati nel corso dell'anno, proprio nella stagione invernale.

Inoltre, a quote più basse il Gallo cedrone può essere spinto anche dalla maggior diffusione dell'Abete bianco, i cui aghi possono costituire fino al 95% della sua alimentazione invernale (Storch, 1993c). Anche nell'area di studio Tognola e Pian del Termen, ciò è stato osservato, con una concentrazione delle osservazioni in inverno sotto i 1600 metri, in popolamenti in cui l'Abete bianco era più diffuso che altrove.

Per quanto riguarda la variabile altezza delle piante, si osservano, differenze significative passando dal periodo invernale-primaverile, con i valori medi più bassi, a quello autunnale-invernale, in cui si osservano i valori medi più alti, confermando l'ipotesi secondo la quale in queste due stagioni gli uccelli scendendo di quota utilizzano i soprassuoli più densi e maturi.

5.1.2 Maschi dell'area Bedolè

Nel corso dell'anno i maschi del Bedolè hanno utilizzato formazioni forestali piuttosto omogenee sotto il profilo della struttura del bosco. Non sono state infatti osservate differenze significative nell'utilizzo della variabile copertura, né della variabile altezza delle piante, se non la ricerca di soprassuoli mediamente più densi durante la stagione autunnale e in quella invernale. Anche dall'analisi dell'altezza delle piante le differenze riscontrate non delineano un chiaro modello stagionale.

Molto probabilmente questo è dovuto alle caratteristiche morfologiche del complesso montuoso del Bedolè sul quale si sono mossi per gran parte dell'anno i maschi di quest'area. Si tratta di versanti che si estendono fino ad una quota massima di circa 1800 metri, ospitando di fatto solamente le formazioni di Abete rosso tipiche del piano montano e di quello altimontano con la presenza localizzata del Larice alle quote superiori.

Il fatto dunque che sia stato osservato anche in questo gruppo la ricerca delle fasce altitudinali più elevate durante la primavera, si spiega solamente con l'ubicazione dell'arena di canto. L'arena del Revers del Bedolè si trova a circa 1750 metri di quota, determinando dunque l'utilizzo in maniera più marcata della fascia altitudinale compresa tra i 1700 e i 1800 metri di quota da parte degli uccelli che la frequentano in questa stagione. Inoltre, anche in questo gruppo è stato rilevato l'utilizzo significativo delle pendenze meno ripide durante la stagione primaverile, dimostrando come gli uccelli abbiano utilizzato in questo periodo dell'anno le zone prossime all'arena di canto, note per essere ubicate nelle fasce meno inclinate dei versanti.

In estate, invece, i maschi hanno utilizzato un range altitudinale molto più ampio, ma soprattutto hanno utilizzato fasce altitudinali più basse. In questo periodo, i maschi si sono mossi in una fascia compresa tra i 1400 e i 1700 metri ricercando in diversi casi anche quote molto basse, inferiori ai 1300 metri le quote più basse in assoluto utilizzate nel corso della ricerca.

Il motivo che spinge i maschi a ricercare, in questo periodo quote così basse è da ricondursi a situazioni locali particolari. Molte localizzazioni fatte durante la stagione estiva cadono sul versante orientale del Bedolè, caratterizzato da una maggiore accidentalità e con la presenza di abbondanti affioramenti rocciosi. Questa situazione crea delle condizioni di maggior luminosità all'interno del bosco dove può crescere una ricca vegetazione arbustiva ed erbacea costituita in particolar modo dal mirtillo, notoriamente riconosciuta per essere un

importante fonte di nutrimento per il Gallo cedrone durante la stagione estiva ed autunnale (Jacobs, 1987; Storch et al., 2001). Va inoltre evidenziata, la presenza, in questo periodo di alcuni soggetti (M011, M022) nella fascia superiore del piano montano, a quote molte basse tra i 1100 e i 1300 metri, in popolamenti di Abete rosso sottoposti ad utilizzazione negli ultimi decenni.

In autunno e in inverno, i maschi sono saliti di quota, utilizzando fasce altimetriche diverse rispetto a quanto fatto in primavera e in estate, gravitando principalmente all'interno di un range altitudinale compreso tra i 1500 e i 1800 metri di quota. In questo periodo sono state utilizzate principalmente le peccete altimontane sia del versante orientale che di quello occidentale del Bedolè, oltre ai soprassuoli prossimi alla fascia subalpina posti sulla destra orografica del torrente Lozen.

Nell'area del Bedolè, l'Abete bianco era ben rappresentato a sud, lungo la cresta tra Camp e Cima Arinas e anche oltre, ma sono zone che non sono state molto ricercate dai maschi. Molto probabilmente in queste zone i popolamenti sono eccessivamente densi per poter essere utilizzati dal Gallo cedrone, che preferisce trascorrere l'inverno a quote più elevate.

Per quanto riguarda la variabile esposizione sud non sono invece risultate differenze significative tra le stagioni.

5.1.3 Maschi dell'area Fossernica

In primavera i maschi dell'area di Fossernica hanno utilizzato un range altitudinale compreso tra i 1600 e i 1900 metri di quota, frequentando in particolare la fascia altitudinale tra i 1700 e i 1800 metri di quota. Come osservato negli altri due gruppi della macroarea silicatica, il motivo che porta i maschi a frequentare questa fascia altitudinale in primavera è dovuto molto probabilmente all'ubicazione dell'arena di canto e non tanto alla copertura rada che caratterizza le peccete altimontane a queste quote. In primavera, i maschi gravitano all'interno di territori molto vicini l'arena di canto (Storch, 1993c) e il fatto che questa sia ubicata a circa 1830 metri di quota determina l'utilizzo di queste fasce altitudinali da parte degli uccelli che le frequentano in questa stagione. Inoltre, per lo stesso motivo evidenziato negli altri gruppi, le arene di canto sono solitamente presenti nelle zone meno ripide dei versanti e questo spiega il fatto di come solamente in primavera i maschi abbiano utilizzato le zone significativamente meno inclinate tra quelle frequentate nel corso dell'anno.

In estate e in autunno, i maschi hanno utilizzato fasce altitudinali diverse rispetto la primavera, frequentando le quote più elevate tra quelle utilizzate nel corso dell'anno e tra quelle osservate per l'intera area di studio. Sia nella stagione estiva che in quella autunnale, i maschi hanno utilizzato un range altitudinale compreso tra i 1700 e i 2000 metri di quota, ricercando in entrambe le stagioni soprassuoli molto simili sotto il profilo strutturale. In questo periodo dell'anno i maschi si sono mossi tra la fascia altimontana superiore e la fascia subalpina utilizzando formazioni piuttosto rade, caratterizzate da una copertura arborea compresa tra il 50 e il 70%.

Nella fascia altimetrica indicata sopra, si trovano soprassuoli a prevalenza di Abete rosso e Larice il quale diviene la specie dominante al di sopra dei 1900 metri di quota. Infine, verso il limite superiore del bosco, si trovano quasi esclusivamente Lariceti radi con la presenza localizzata di individui isolati di Abete rosso.

Le tipologie di soprassuolo, sopra elencate, hanno una struttura molto simile a quella delle foreste boreali, in grado di garantire un rigoglioso sviluppo della vegetazione erbacea ed arbustiva fondamentale al Gallo cedrone in questo periodo dell'anno. Nel periodo in cui il terreno è libero dalla neve, infatti, i cedroni stanno prevalentemente sul terreno, alimentandosi per lo più delle specie del sottobosco (Klaus et al., 1989). In quest'area, la foresta al di sotto dei 1600 metri di quota risulta oramai troppo densa per consentire la crescita del sottobosco come avviene all'interno dei popolamenti d'alta quota, per natura molto più aperti e luminosi.

Quest'ultimi si sviluppano su terreni piuttosto accidentati, a quote mediamente compresa tra i 1900 e i 2000 metri di quota e su suoli caratterizzati dalla presenza di numerosi affioramenti rocciosi determinando accrescimenti molto lenti della vegetazione arborea. Il che giustifica i valori molto più bassi relativi alla variabile altezza delle piante, rispetto alla stagione primaverile e a quella invernale.

Durante l'inverno è stata osservata la frequentazione da parte dei maschi delle fasce altitudinali più basse tra quelle utilizzate nel corso dell'anno. Il range altitudinale maggiormente utilizzato si estende dai 1500 ai 1700 metri di quota all'interno di popolamenti a prevalenza di Abete rosso. Scendendo di quota i maschi hanno utilizzato soprassuoli più densi rispetto l'estate e l'autunno, dove la più elevata copertura fornisce maggior protezione e nutrimento. Inoltre, il Gallo cedrone può essere spinto a quote più

basse dalla maggior diffusione dell'Abete bianco i cui aghi possono costituire fino al 95% della sua alimentazione invernale (Storch, 1993c).

5.1.4 Femmine della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno, ad eccezione del periodo estivo, le femmine della macroarea dolomitica hanno utilizzato principalmente un range altitudinale compreso tra i 1400 e i 1700 metri, frequentando in particolar modo la fascia tra i 1500 e i 1600 metri di quota. Durante l'estate, invece, le femmine si sono portate a quote più elevate utilizzando soprattutto il range altitudinale compreso tra i 1500 e i 1800 metri e frequentando in particolar modo la fascia tra i 1600 e i 1700 metri di quota.

Nelle fasce altitudinali dell'area dolomitica indicate sopra, si sviluppano formazioni a prevalenza di Abete rosso caratterizzate da una copertura delle chiome tra il 40 e il 70 % che consente un buon sviluppo della vegetazione arbustiva ed erbacea. Alle quote inferiori diventa localmente significativa localmente la presenza dell'Abete bianco e del Faggio, mentre in quelle superiori il Larice aumenta gradatamente d'importanza. Al di sopra dei 1800 metri si trovano invece formazioni di Pino mugo con la presenza sporadica dell'Abete rosso e del Larice (Rotelli e Berchtold, 2015).

Nonostante l'utilizzo di un range altitudinale piuttosto ristretto, le femmine dell'area dolomitica, hanno frequentato nel corso dell'anno formazioni con caratteristiche strutturali diverse. Durante l'inverno e la primavera, sono stati preferiti i soprassuoli più densi, con altezza delle piante più alta, mentre in estate e in autunno, quelli più radi e con altezza delle piante più bassa.

Come già esposto sopra, anche nei maschi, le femmine superano la stagione invernale minimizzando gli spostamenti e trascorrendo gran parte del tempo in pianta per alimentarsi e sfuggire ai predatori (Storch, 1993). Inoltre, le dimensioni più piccole richiedono un maggior dispendio energetico e una maggiore dispersione di calore rispetto ai maschi (Rintamäki et al., 1984), il che giustifica la ricerca di soprassuoli anche molto densi e maggiormente esposti a sud durante il periodo invernale.

Il fatto che in primavera venga ancora frequentato un ambiente strutturalmente molto simile a quello utilizzato in inverno, è dovuto molto probabilmente al fatto che le femmine non stabiliscono un rapporto così forte come i maschi nei confronti dell'arena di canto

rimanendo nei quartieri di svernamento per un periodo molto più lungo, per portarsi poi soltanto nella tarda primavera nei siti di nidificazione.

Come detto sopra, in estate, le femmine si sono mosse all'interno di fasce altitudinali più elevate. In questa stagione, sono stati ricercati i soprassuoli del piano altimontano, fin dove la copertura rada consente un buon sviluppo dello strato arbustivo ed erbaceo. Al di sopra di questa quota, la muggheta diviene troppo fitta e l'ambiente non risulta più idoneo al Gallo cedrone, sia per quanto riguarda l'alimentazione che le possibilità di spostamento al suolo.

In autunno, le femmine hanno ancora utilizzato formazioni strutturalmente molto simili all'estate, ma sfruttando le fasce altitudinali più basse. Le stesse che verranno poi utilizzate nel corso dell'inverno e della primavera. Sotto il profilo della selezione dell'habitat, dunque, nella prima parte della stagione, gli uccelli rimangono nelle zone dove hanno trascorso l'estate, mentre a partire grosso modo dalla metà di ottobre si spostano in quelli che saranno i quartieri di svernamento. L'autunno può dunque essere considerata più una continuazione dell'estate nella prima parte, e un'anticipazione dell'inverno nella seconda.

5.1.5 Maschi della macroarea dolomitica

Nel corso dell'anno, ad eccezione del periodo estivo, i maschi della macroarea dolomitica hanno utilizzato principalmente un range altitudinale compreso tra i 1500 e i 1700 metri, ricercando in particolar modo la fascia tra i 1600 e i 1700 metri di quota. Durante l'estate, come osservato nelle femmine, si sono portati a quote più elevate utilizzando soprattutto il range altitudinale compreso tra i 1600 e i 1800 metri.

In primavera, contrariamente alle femmine, i maschi dimostrano un forte legame nei confronti dell'arena di canto. Molto spesso già a partire dal mese di marzo i maschi si spostano nelle zone vicine l'arena (Rotelli e Berchtold, 2015), frequentandole poi con regolarità dal mese di aprile e fino all'inizio di giugno. Per tanto, come emerso nella macroarea silicatica, i maschi in primavera frequentano principalmente la fascia altitudinale dove è ubicata l'arena di canto, che nel caso dell'area dolomitica si colloca tra i 1600 e 1700 metri, poiché l'arena di Val Pradidali e quella di Laste si trovano rispettivamente a 1600 e a 1650 metri di altitudine.

In estate, i maschi hanno ricercato fasce altitudinali più elevate, utilizzando i soprassuoli più radi tra quelli utilizzati nel corso dell'anno. Come osservato per le femmine, in questa stagione i maschi si sono mossi all'interno delle formazioni del piano altimontano, fin dove la

copertura rada consente un buon sviluppo dello strato arbustivo ed erbaceo. Al di sopra di questa quota, la mugheta diviene troppo fitta e l'ambiente preclude di fatto la possibilità al Gallo cedrone di trovare un ambiente in grado di soddisfare le sue esigenze ecologiche. Sia in termini di alimentazione al suolo che di spazio per l'involo.

Durante l'autunno gli uccelli abbassandosi di quota tornano a frequentare le stesse fasce utilizzate nella stagione invernale e in quella primaverile ricercando tuttavia popolamenti con valori della copertura intermedi tra l'estate e l'inverno. La stagione autunnale può dunque essere considerata più una continuazione dell'estate nella prima parte, e un'anticipazione dell'inverno nella seconda.

Durante l'inverno, i maschi utilizzano le formazioni forestali più dense, con valori della copertura delle chiome compresi tra il 60 e il 90%. Anche nell'area dolomitica, la fase di svernamento coincide quindi con l'utilizzo da parte degli uccelli delle formazioni più dense. Quest'ultime, caratterizzate da una buona presenza dell'Abete bianco forniscono, nutrimento di ottima qualità e protezione nei confronti del freddo e dei predatori (Thiel et al., 2007).

Per quanto riguarda le altre variabili, quali esposizione sud e pendenza, non sono emerse particolari differenze a livello stagionale.

5.2 Home range e utilizzo dello spazio

Dall'elaborazione degli *home range*, mediante il metodo del *Multiple Convex Hull* è emerso come gli individui utilizzino territori effettivi che spaziano da un minimo di alcune decine ad un massimo di alcune centinaia di ha.

La letteratura disponibile sul Gallo cedrone è tuttavia scarsa di informazioni sull'uso dello spazio e spesso risulta difficoltoso il paragone con realtà territoriali molto diverse.

I dati elaborati con questo metodo hanno permesso di mettere in evidenza e quantificare le aree maggiormente utilizzate dal Gallo cedrone e come queste sono distribuite sullo spazio. Va tuttavia considerato che le esigenze spaziali del Gallo cedrone sono effettivamente molto più grandi. Di fatto utilizzando il metodo del Minimo Poligono Convesso è stato osservato, anche in altre aree di studio, che l'*home range* medio dei maschi è di circa 500 ha, mentre quello delle femmine è circa il doppio (Storch, 1993; Rotelli, 2012). La distribuzione delle aree maggiormente utilizzate dalla specie indicano gli spostamenti stagionali che la specie compie nella ricerca dei soprassuoli più adatti a soddisfare le proprie esigenze ecologiche.

In riferimento alle dimensioni degli *home range* ottenuti con questo metodo, dal confronto tra le due macroaree è possibile osservare come gli individui gravitanti all'interno della macroarea silicatica utilizzino *home range* mediamente più grandi rispetto a quelli della macroarea dolomitica.

Questi risultati rispecchiano del resto la minor mobilità lungo il gradiente altitudinale riscontrata nei galli cedroni della macroarea dolomitica. Tale comportamento è dovuto innanzitutto alla maggior omogeneità sia della composizione che della struttura dei soprassuoli dei versanti dolomitici rispetto a quelli silicatici. In un range altitudinale piuttosto ristretto i galli cedroni trovano infatti un ambiente idoneo in ogni stagione.

Inoltre, la conformazione topografica dei pendii attorno alle Pale di San Martino non consente al bosco di svilupparsi così in alto come sui versanti del substrato silicatico. Già al di sopra dei 1800 metri di quota, la presenza di pareti di roccia verticali e di depositi detritici permettono l'insediamento soltanto di formazioni dense di Pino mugo, con la presenza sporadica di Abete rosso, Larice e localmente Faggio e Sorbo degli uccellatori. Il Gallo cedrone sopra tale quota non trova già più un ambiente a lui congeniale dovendo di fatto utilizzare fasce altimetriche più basse e quindi frequentando territori più ristretti rispetto a quelli utilizzati dagli individui della macroarea silicatica, i quali possono muoversi lungo gradienti altitudinali più ampi e fino al limite superiore del bosco.

Per quanto riguarda la distribuzione nello spazio dei soprassuoli utilizzati nel corso dell'anno, mediante la rappresentazione planimetrica degli *Home range* è emerso come diversi individui utilizzino aree molto circoscritte, separate tra loro da spazi molto vasti considerevoli utilizzati solo in maniera sporadica o del tutto occasionale da parte del Gallo cedrone.

La specie è infatti in grado di compiere spostamenti importanti attraversando in volo valli di alcuni chilometri (Rotelli, 2009) ed effettuando delle migrazioni stagionali che portano gli individui a notevole distanza dall'arena di canto, soprattutto durante il periodo estivo (Rolstad et al, 1988; Helle et al., 1990; Storch, 1995; Beshkarev et al., 1995; Rotelli e Berchtold, 2015). Molto spesso però si tratta di un comportamento anti predatorio, in quanto grossi spostamenti sono stati fatti all'interno della stessa stagione, mentre spostamenti finalizzati alla ricerca dei soprassuoli più idonei all'interno delle aree maggiormente frequentate si sono verificati quando l'uccello si è spostato lungo il gradiente

altitudinale alla ricerca dei popolamenti caratterizzati dalla struttura più congeniale alle sue esigenze.

6 CONCLUSIONE

Lo studio ha permesso di dimostrare come il Gallo cedrone sia in grado di spostarsi nel corso delle stagioni lungo un ampio gradiente altitudinale alla ricerca delle formazioni forestali che meglio rispecchiano le sue esigenze ecologiche.

In particolare, durante la primavera, la frequentazione da parte dei maschi di determinate fasce altitudinali, e quindi di certe tipologie strutturali, è dovuto essenzialmente all'ubicazione dell'arena di canto, mentre le femmine in questa stagione, sono ancora molto legate ai quartieri di svernamento dove trascorrono buona parte del tempo in formazioni particolarmente dense.

In estate, gli uccelli conducono vita quasi esclusivamente terricola all'interno di soprassuoli aperti e luminosi che permettono lo sviluppo un rigoglioso sottobosco. Compiendo anche spostamenti altitudinali di notevole entità, sia maschi che femmine, ricercano durante la stagione estiva le formazioni forestali caratterizzate da una copertura media delle chiome compresa tra il 50 e il 70%. Solo i boschi di questa tipologia consentono al Gallo cedrone di trovare nutrimento energetico, protezione nei confronti dei predatori e sufficiente spazio d'involo in caso di pericolo.

L'autunno si è invece rivelata una stagione intermedia dove gli uccelli frequentano soprassuoli e fasce altitudinali in parte simili sia alla stagione estiva che a quella invernale. Quest'ultima viene affrontata adottando strategie di sopravvivenza ben precise, quali la ricerca di soprassuoli più densi e maturi e la frequentazione delle fasce altimetriche più basse dove poter alimentarsi degli aghi dell'Abete bianco.

Dall'analisi degli *home range* sono inoltre state confermate le notevoli esigenze spaziali del Gallo cedrone, mettendo in evidenza come gli uccelli compiano spostamenti importanti lungo il gradiente altitudinale alla ricerca di determinati soprassuoli e allo stesso tempo come ampie zone vengano evitate o solamente frequentate in maniera del tutto occasionale. Quest'ultime possono essere rappresentate, sia da ostacoli naturali, come valli e formazioni rocciose sia da quelli artificiali, come paesi e infrastrutture d'alta quota. In molti casi però, si tratta di territori forestali dove per motivi legati fondamentalmente alla struttura del bosco il Gallo cedrone non trova più un ambiente idoneo.

La chiusura eccessiva dei soprassuoli del piano montano è una caratteristica oramai comune a molti comprensori forestali (Rotelli e Berchtold, 2015). Mentre nella fascia altimontana superiore e in quella subalpina, le condizioni stagionali favoriscono la naturale

affermazione di un soprassuolo dalla copertura moderata, a quote inferiori, la maggior velocità di accrescimento del bosco e il fatto che gli interventi selvicolturali non vengano oramai più eseguiti, hanno inevitabilmente peggiorato la qualità dell'habitat nei confronti delle esigenze ecologiche della specie (Rotelli e Berchtold, 2015). L'utilizzo da parte di diversi individui radiocollari, soprattutto durante la stagione estiva, della fascia subalpina, fa ritenere che l'areale del Gallo cedrone si stia spostando verso l'alto seguendo il processo di innalzamento del limite del bosco e la trasformazione delle foreste di bassa quota ormai incompatibili con le esigenze del cedrone, sia per la dominanza delle latifoglie che per l'eccessiva copertura (Storch, 1997).

Tra le misure di conservazione delle popolazioni di Gallo cedrone presenti sul versante meridionale delle Alpi, la selvicoltura gioca dunque un ruolo decisivo. Diversi autori hanno d'altronde rilevato una ridotta presenza della specie, in particolare delle covate, in aree a bassa intensità selvicolturale (Artuso e De Franceschi, 1988; Schröder, 1974). Inoltre, è stata più volte accertata una dinamica di popolazione favorevole in corrispondenza di foreste particolarmente produttive e regolarmente sottoposte a prelievo ogni 10-15 anni (Angeli e Predotti, 2007).

Su soprassuoli eccessivamente densi del piano montano, si dovrebbe intervenire cercando di diversificare il più possibile la composizione del soprassuolo, magari favorendo l'entrata di specie diverse dall'Abete rosso (Sitzia, 2009). Andrebbero inoltre incentivati, anche sotto il profilo economico, tutta quella serie di utilizzazioni, in molti casi non remunerativi, quali sfolli e diradamenti (Sitzia, 2009) che consentono un notevole aumento dell'illuminazione del sottobosco. L'esecuzione di diradamenti incisivi e a gruppi, di tipo alto o misto, potrà aprire precocemente e in maniera duratura il soprassuolo (Storch, 1997; Mollet e Marti, 2001; Tosi et al., 2005), predisponendolo ad una struttura per nuclei ecologicamente complessa e particolarmente favorevole al cedrone.

Mediante la radiotelemetria sono state acquisite conoscenze di fondamentale importanza riguardo la selezione dell'habitat e l'utilizzo dello spazio da parte delle popolazioni di Gallo cedrone gravitanti sui versanti meridionali delle Alpi. La possibilità di seguire tutto l'anno gli individui radiocollari ha consentito di delineare la struttura delle formazioni forestali ricercate dalla specie in ogni stagione dell'anno, ma soprattutto la dislocazione di queste lungo il gradiente altitudinale. Informazioni quest'ultime di base nella

pianificazione degli interventi a favore della conservazione di una specie oggetto di particolare tutela come il Gallo cedrone.

BIBLIOGRAFIA

Angeli F., Pedrotti L., 2007. Selvicoltura e gallo cedrone. Analisi delle dinamiche in Val di Sole (TN) (II Parte). *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 133, 5/07.

Armanini M., 2011. Il gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) nel Parco Naturale Adamello Brenta: dalla caratterizzazione forestale delle arene di canto ad un modello predittivo della distribuzione potenziale. Tesi di Laurea Magistrale discussa alla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Padova. A.A. 2010/2011.

Beretti R., Motta R., 2005. Ungulati selvatici e foresta. I Danni prodotti alla rinnovazione forestale del Parco. *Quaderni del Parco* 5, Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino, Tonadico.

Beretti R., Vacchiano G., Castagneri D., 2007. Field Trip Guide (International Conference on Natural Hazards and Natural Disturbances in Mountain Forest). Dattiloscritto, 1-40.

Bergerud A.T., Gratson M.W., 1988. Adaptive strategies and population ecology of northern grouse. Vol. II. Theory e synthesis. – University of Minnesota Press, Minneapolis.

Beshkarev A.B., Blagovidov A., Teplov V., Hjeljord O., 1995. Spatial distribution and habitat preferences of male of Capercaillie in the Pechora-Illych Nature Reserve in 1991-92. In Jenkins, D. (a cura di), *Proceedings of the International Symposium on Grouse*, Vol. 6, pp. 48-53. World Pheasant Association, Reading.

Boag D.A., Rolstad J., 1991. Aim sand methods of managing forests for the conservation of tetraonids. *Ornis Scandinavica* 22, 225-226.

Braunisch V., Suschat R., 2007. A model for evaluating the “habitat potential” of a landscape for capercaillie *Tetrao urogallus*: a tool for conservation planning. *Wildlife Biology* 13 (Suppl. 1), 21 – 33.

Cantegrel R., Ménoni E., 2014. Le Grand Tétras et la gestion forestière des pineraie soncinées. *Les Dossiers Forestiers*. Office National des Forêts-pp. 120-130.

Clawges R.M., Vierling K.T., Vierling L.A., Rowell E., 2008. The use of airborne lidar to assess avian species diversity, density, and occurrence in a pine/aspen forest. *Remote Sens. Environment* 112, 2064-2073.

- Corsi F., Dupré E., Boitani L., 1999. A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning. *Conservation Biology* 13, 150 – 59.
- De Franceschi P., 1994. Status, geographical distribution and limiting factors of Capercaillie in Italy. *Gibier Faune Sauvage* 11, 161-84.
- De Franceschi P., 1996. I tetraonidi della foresta di Tarvisio. Cierre edizioni, Verona.
- Del Favero R., 2004. I boschi delle regioni alpine italiane: tipologia, funzionamento, selvicoltura. CLEUP, Padova.
- Gjerde I., 1991c. Winter ecology of a dimorphic herbivore: temporal and spatial relationships and habitat selection of male and female Capercaillie. Thesis, University of Bergen.
- Graf R.F., Bollman K., Suter W., Bugmann H., 2004. Using a multi-scale model for identifying priority areas in capercaillie (*Tetrao urogallus*) conservation. In: Smithers, R. (Ed.), *Proceedings of the 12th annual IALE (UK) Conference “Land-scape Ecology of Trees and Forests”*, Cirencester, UK, pp. 84-90.
- Graf R.F., Bollmann K., Suter W., Bugmann H., 2007. Forest and landscape structure variables as predictors for capercaillie occurrence. *Journal of Wildlife Management* 71 (2), 356-365.
- Graf R.F., Mathys L., Bollmann K., 2009. Habitat assessment for forest dwelling species using LiDAR remote sensing: Capercaillie in the Alps. *Forest ecology and management* 257 (1), 160 – 167.
- Guisan A., Zimmermann N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135, 147 – 186.
- Helle P., Jokimäki J., Lindén H., 1990. Metsokukkojen elinympäristönvalinta Pohjois-Suomessa – radiotelemetrinen tutkimus. (In Finnish with English summary: Habitat selection of the male Capercaillie in northern Finland: a study based on radiotelemetry).- *Suonem Riista* 36, 72-81.
- Hill R.A., Hinsley S.A., Gaveau D.L.A., Bellamy P.E., 2004. Predicting habitat quality for Great Tits (*Parus major*) with airborne laser scanner data. *Int. J. Remote Sensing* 25, 4851-4855.

Jacobs L., 1987. Le régime alimentaire du grand tetras: synthese bibliographique. *Gibier Faune Sauvage* 4, 429-448.

Kastdalen L., Wegge P., 1985. Animal food in Capercaillie and black grouse chicks in south est Norway – a preliminary report. In Hudson P. and Lovel T.W.I. (eds), *Proceedings of the International Symposium on Grouse*, Vol.3, pp. 499-509. World Pheasant Association, Reading.

Kenward R., 2001. *A manual for wildlife radio tagging*, 2nd edition. New York: Academic Press. 350 pp.

Klaus S., Andreev A.V., Bergamann H.H., Müller F., Porkert J., Wiesner J., 1986. *Die Auerhühner*, second ed. Die NeueBrehm-Bucherei. A. ZiemsenVerlag. Wittenberg Lütherstadt.

Klaus S., Andreev A.V., Bergmann H.-H., Müller F. , Porkert J., Wiesner J. 1989. *Die Auerhühner*. Die Neue Brehm-Bücherei. Band 86. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Germany.

Klaus S., Bergmann H.H., 1994. Distribution, status and limiting factors of Capercaillie in central Europe, particularly in Germany, including an evaluation of re-introduction. *Gibier Faune Sauvage* 11, 57-80.

Kortland K., 2006. *Forest management for capercaillie*. Funded by: UE LIFE found, Scottish Executive and RSPB Scotland. Nevi sprint, Fort William.

Liste Rosse italiane. <http://www.iucn.it>.

Marcström V., 1979. A review of the Tetraonid situation in Sweeden. In Lovel T.W.I. (ed.), *Proceedings of the International Symposium on Grouse*, Vol.1, pp. 13-16. World Pheasant Association, Reading.

Masutti L., Battisti A. (a cura di), 2007. *La gestione forestale per la conservazione degli habitat della Rete Natura 2000*. Regione del Veneto, Accademia Italiana di Scienze Forestali, (Venezia).

Magnussen S., Boudewyn P., 1998. Derivations of stand heights from airborne laser scanner data with canopy-based quantile estimators. *Canadian Journal of Forest Research*, 28, 1016-1031.

Ménoni E., 1991. Ecologie et dynamique des population du Grand Tetras dans le Pirénées, avec des references specials a la biologie de la reproduction chez les poules-quelques application a sa conservation. Ph.D. thesis, University of Toulouse.

Ménoni E., 1994. Status, evolution et facteurs limitants des population Française de grand tetras (*Tetrao urogallus*): synthese bibliographique. *Gibier Faune Sauvage* 11, 97-158.

Ménoni E., 2008. Le Grand Tétrás *Tetrao Urogallus* dans les Alpes françaises: histoire d'une disparition. *Ornithos*, 15 (4), 266-271.

MeteoTrentino. <http://www.meteotrentino.it>.

Mladenoff D.J. e Sickley T.A., 1998. Assensing potential gray wolf restoration in the northeastern United States: a spatial prediction of favorable habitat and potential population level. *Journal of Wildlife Management* 62, 1-10.

Mollet P., Marti C., 2001. Grand Tétrás et gestion de la forêt. L'environnement pratique, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 2e édition révisée: 21 p.

Mollet P., Badilatti B., Bollman K., Graf R.F., Hess R., Jenny H., Mulhauser B., Perrenoud A., Rudmann F., Sachot S., Studer J., 2003. Vorbereitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Scweiz 2001 und ihre Veränderungenim 19° und 20° Jahrhundert. *Ornithologische Beobachter* 100, 67-86.

Moss R., 1994. Decling of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Scotland. *Gibier Faune Sauvage* 11, 217-22.

Moss R., Picozzi N., Summers R. W., Baines D., 2000. Capercaillie in Scotland-demography of a declining population. *Ibis* 142, 259-67.

Motta R., Puppo C., 2001. L'impatto degli ungulati selvatici sul sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia* L.) nelle foreste di montagna dei parchi provinciali del Trentino. *Dendronatura* 21, 43-57.

- Motta R., 2003. Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) height structure in mountain forest in the eastern Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 181, 139-150.
- Müller F., 1978. Rauhfußhühner als Biotopindikatoren. In Hofmann R. (ed.), *Wild biologische Informationen für den Jäger*, pp. 57-68. Jagd&Hege. Ausbildungsbuch II Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Müller J., Moning C., Bässler C., Heurich M., Brandl R., 2009b. Using airborne laser scanning to model potential abundance and assemblages of forest passerines. *Basic and Applied Ecology* 10(7), 671-681.
- Naesset E., 1997. Estimating Timber Volume of Forest Stands Using Airborne Laser Scanner Data. *Remote Sensing of Environment* 61, 246-253.
- Nilsson M., 1996. Estimation of tree heights and stand volume using an airborne lidar system. *Remote Sensing of Environment* 56, 1-57.
- Parco Paneveggio – Pale di San Martino. <http://www.parcopan.org>.
- Penasa A., 2012. Impiego di dati LiDAR per la creazione di mappe tematiche a supporto del tecnico forestale. Uno studio condotto in Val di Rabbi (Trentino). Tesi di Laurea Triennale discussa alla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Padova. A.A. 2011/2012.
- Picozzi N., Moss R. and Kortland K., 1999. Diet and survival of Capercaillie *Tetrao urogallus* chicks in Scotland. *Wildlife Biology* 5, 11-23.
- Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D and R Core Team (2015). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-122.
- Pirotti F., 2009. Le tecnologie lidar per applicazioni forestali. *Sherwood* 15 (7), 7 - 16.
- Pulliainen E., 1970. Composition and selection of winter food by capercaillie in northeastern Finnish Lapland. *Suomen Riista* 22, 67-73.
- Quevedo M., Banuelos M.J., Saez O., Obeso J.R., 2006. Habitat selection by Cantabrian capercaillie *Tetrao urogallus cantabricus* at the edge of the specie distribution. *Wildl. Biol.* 12, 267-276.

Rintamäki H., Karplund L., Lindén H., Hissa R., 1984. Sexual differences in temperature regulation and energetics in the capercaillie. – *Ornis Fennica* 61, 69-74.

Rolstad J., 1989a. Habitat and range use of Capercaillie in south central Scandinavian boreal forest. Ph.D. thesis, Agricultural University of Norway, As.

Rotelli L., 2007. Cause di declino dei galliformi in Italia: implicazioni gestionali e di conservazione. 108-129. In: AA.VV., 2007. Atti del convegno internazionale “I galliformi alpini. Esperienze europee di conservazione e gestione”, Torino, 28 novembre 2006. 1994 pp. Assessorato agricoltura, Tutela della fauna e della flora, Direzione territorio rurale. Osservatorio regionale sulla fauna selvatica. Regione Piemonte.

Rotelli L., 2008. Differenze stagionali nella selezione dell’habitat e nell’uso dello spazio nel gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) nel Parco Naturale di Paneveggio Pale-S. Martino (Alpi orientali italiane). Parco Paneveggio – Pale di San Martino. Albert – Ludwigs – Universität Freiburg.

Rotelli L., 2009. Relazione riguardante l’attività di monitoraggio in estate ed in autunno di 4 galli cedroni, 3 maschi ed 1 femmina, muniti di radio collare nella primavera 2009 nell’area del Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino. Parco Paneveggio – Pale di San Martino. Albert – Ludwigs – Universität Freiburg.

Rotelli L., 2011. Il gallo cedrone sulle Alpi italiane: ricerca, conservazione e gestione nel Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino. Mittelleuropäisches Raufußhuhn-Expertentreffen 2011. Parco Paneveggio – Pale di San Martino. Albert – Ludwigs – Universität Freiburg.

Rotelli L., 2012. Risultati dell’attività svolta nell’ambito del progetto sul Gallo cedrone nel Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino nel corso del 2012. Parco Paneveggio – Pale di San Martino. Albert – Ludwigs – Universität Freiburg.

Rotelli L., Berchtold M., 2015. Risultati dell’attività svolta nell’ambito del progetto sul Gallo cedrone nel Parco Naturale Paneveggio - Pale di San Martino nel periodo 2009-2013. Parco Naturale Paneveggio - Pale di San Martino. Albert – Ludwigs – Universität Freiburg.

Rushton S.P., Ormerod S.J. and Kerby G., 2004. New paradigms for modelling species distributions ?. *Journal of Applied Ecology* 41,193-200.

Sachot S., Perrin N. and Neet C., 2003. Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation. *Biological Conservation* 112, 373-382.

Scherzinger W., 1989. Biotopansprüchebedrohter Waldvogelarten und ihre Eingliederung in die Wald-sukzession. *Stapfia* 20, 81-100.

Seavy N.E., Viers J.H., Wood J.K., 2009. Riparian bird response to vegetation structure : a multiscale analysis using LiDAR measurements of canopy height. *Ecol. Appl.* 19, 1848-1857.

Seiskari P., 1962. On the winter ecology of the capercaillie and black grouse in Finland. *Papers on Game Research* 22, 1-119.

Sitzia T., Borgo A. e Mattedi S., 2003b. Selezione e conservazione dell'habitat del Gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) II. *EM linea Ecol.* 35 (3), 36-41.

Sitzia T., 2009. Analisi degli habitat forestali. *Sherwood* 15 (7), 31-34.

Sitzia T., 2009. Ecologia e gestione dei boschi di neoformazione nel paesaggio trentino. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, Trento.

Sjöberg K., 1996. Modern forestry and the capercaillie. Pg. 111-135 in R.M. De Graaf and R.I. Miller, editors. *Conservation of faunal diversity in forested landscapes*. Chapman & Hall, London.

Swatantran A., Dubayah R., Goetz S.J., Hofton M., Betts M.G., Sun M., Simard M., Holmes R., 2012. Mapping migratory birds prevalence using remote sensing data fusion. *Plos One* 7, e28922.

Storch I., 1993. Habitat use and spacing of capercaillie in relation to forest fragmentation patterns. PhD Thesis, University of Munich, 97 pp.

Storch I., 1993c. Patterns and strategies of winter habitat selection in alpine Capercaillie. – *Ecography*, 16, 351-359.

Storch I., 1995. Habitat requirements of capercaillie. *Proc. 6thInt.Symp. on Grouse*, Udine, Italy, 20-24/9/93, 151-154.

- Storch I., 1995c. Annual home ranges and spacing patterns of Capercaillie in central Europe. *Journal of Wildlife Management* 59, 392-400.
- Storch I., 1997. Male territoriality, female range use, and spatial organization of Capercaillie *Tetrao urogallus* leks. *Wildlife Biology* 3, 149-161.
- Storch I., 2000. Conservation status and threats to grouse worldwide: an overview. *Wildlife Biol.* 6, 195-204.
- Storch I., 2001. *Tetrao urogallus* Capercaillie. *BWP Update* 3 (1), 1-24.
- Storch I., 2002. On spatial resolution in habitat models: can small-scale forest structure explain Capercaillie numbers? *Conserv. Ecol.* 6(1), 6 [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art6>.
- Storch I., 2007. Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010 IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and World Pheasant Association, Fordingbridge, UK.
- Storch I., Scharzmüller C. and Von den Stemmen D., 1991. The diet of Capercaillie in the Alps: a comparison of hens and cocks. *Transactions of the Congress of the International Union of Game Biologists* 20, 630-5.
- Stuen O.H. and Spidsø T.K., 1988. Invertebrate abundance in different forest habitats as animal as animal food available to Capercaillie chicks. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3, 527-32.
- Summers R. and Proctor R., 1996. Movements by Capercaillie tagged at Abernethy forest. Internal report RSPB, North Scotland Office, Inverness.
- Suter W., Graf R.F. and Hess R., 2002. Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and avian biodiversity: testing the umbrella-species concept. *Conservation Biology* 16, 778-788.
- Swenson J.E. and Angelstam P., 1993. Habitat separation by sympatric forest grouse in Fennoscandia in relation to boreal forest succession. *Can. J. Zool.* 71, 1303-1310.
- Thiel D., Unger C., Kery M., Jenni L., 2007. Selection of night roosts in winter by capercaillie *Tetrao urogallus* in Central Europe. *Wildlife Biology* 13 (Suppl. 1), 73-86.

Torsten H., Bretz F., Westfall P., 2008. Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50(3), 346--363.

Tosi G., Bianchi G., Bottazzo M., Bressan U., Capretti M., Carlini E., Cereda M., Favaron M., Gallinato N., Pedrotti L., Preatoni D., Scherini G., Tosi W., Wauters L. (a cura di), 2005. Il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) in Lombardia: biologia e conservazione. Parco Nazionale dello Stelvio, Parco delle Orobie Valtellinesi, Comunità Montana Parco Alto Garda Bresciano, Sondrio, 128 pp.

Turner W., Spector S., Gardiner N., Fladeland M., Sterling E., Steininger M., 2003. Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends EcolEvol* 18(6), 306-314.

Wegge P., 1979. Status of Capercaillie and Black Grouse in Norway. In Lovel T.W.I. (ed.), *Proceedings of the International Symposium on Grouse, Vol.1*, pp. 17-26. World Pheasant Association, Reading.

Wegge P., Larsen B.B., 1987. Spacing of adult and subadult male common Capercaillie during the breeding season. – *The Auk* 104, 481-490.

Wegge P., Eliassen S., Fine M.H., Odden M., 2005. Social interactions among Capercaillie *Tetrao urogallus* males outside the lek during spring. *Ornis Fennica* 82, 147-154.

Zanella A., Tattoni C., Ciolli M., 2010. Studio della variazione temporale della quantità e qualità del bestiame nel Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino e influenza sui cambiamenti del paesaggio forestale. *Dendronatura* 1, 24-33.

Zeimentz K., 1974. Lebensraum und Bestandstendenz des Auerwildes in den Bayerrischen Alpen. *Allgem. Forst. Zeitsch.* 29.

Zellweger F., Braunisch V., Baltensweiler A., Bollmann K., 2013. Remotely sensed forest structural complexity predicts multi species occurrence at the landscape scale. *Forestry Ecology Management* 307, 303-312.

