UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi

Tesi di Laurea Magistrale in
Biologia dell'Ambiente

Classe di laurea LM-6

Analisi del movimento e dell'uso dello spazio dei cani da guardiania usati per la difesa del bestiame nelle Alpi Marittime

Candidato:
Maria Virginia Boiani

Primo Relatore:
Massimo Meregalli

Secondo Relatore:
Francesca Marucco

Anno Accademico 2017/2018

Indice

1.Introduzione 1
1.2 Obiettivi del lavoro di tesi: 6
1.3 Progetto LIFE WOLFALPS 7
2. Area di studio e Contestualizzazione 9
2.1 Caratteristiche geomorfologiche, climatiche, floristiche e faunistiche 10
2.2 Distribuzione del Lupo nell'area di studio 12
2.3 Pastorizia nelle Alpi cuneesi 13
3. Materiali e Metodi 16
3.1 Descrizione del campione ed installazione dei collari GPS sui cani da guardiania. 16
2.1.1 Parametri tecnici dei collari datalogger GPS utilizzati 17
2.2 Analisi del movimento attraverso la descrizione delle traiettorie 19
3.3 Uso dello spazio: Home ranges e core area con Stimatore Kernel (KDE) 23
3.4 Associazione tra cani da guardiania ed il bestiame 25
3.4.1 Associazione tra CG e il bestiame nelle ore diurne 25
3.4.2 Associazione tra CG e il bestiame nelle ore notturne 26
3. 5 Associazione tra cani da guardiania della stessa muta: gli indici di sovrapponimento degli home-range 27
3.6 Analisi statistiche e ripartizione del campione 29
3.7 Cluster dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio 30
4. Risultati 32
4.1 Applicazione datalogger e periodo di monitoraggio 32
4.2 Traiettoria e analisi del movimento 32
4.3 Dimensione degli *Home ranges* e delle *Core areas* 44
4.3.1 *Home range* con Kernel al 95% 45
4.3.2 *Core area* con Kernel al 50% 46
4.4 Associazione tra cani da guardiania e bestiame 48
4.4.1 Diurna 48
4.4.2 Notturna 51
4.5 Associazione tra cani dello stesso gruppo sociale 54
4.5.1 VI – Volume dell'Intersezione 54
4.5.2 UDOI – Indice di Sovrapponimento dell'UD 56
4.6 Cluster Analysis dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio 58
5. Discussione 60
5.1 Applicazione datalogger e periodo di monitoraggio 60
5.2 Traiettoria e analisi del movimento 61

5.3 Dimensione degli *Home-range* e delle *Core area* 63
5.3.1 *Home-range* con Kernel al 95% 64
5.3.2 *Core area* con Kernel al 50% 65
5.4 Associazione tra cani da guardiania e bestiame 65
5.5 Associazione tra cani dello stesso gruppo sociale 66
5.5.1 VI – Volume dell'Intersezione 67
5.5.2 UDOI - Indice di sovrapponimento dell'UD 67
5.6 Cluster Analysis dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio 68
6. Conclusione e raccomandazioni per la gestione ottimale dei CG 70
7. Bibliografia 71

1.Introduzione

Il recupero dei grandi carnivori in Europa ha riportato in superficie antichi conflitti tra predatori e gli interessi dell'uomo (Kaczensky, 1996). La conservazione dei carnivori è spesso problematica per il presupposto che gli obiettivi dei conservazionisti possono essere in forte contraddizione con quelli degli agricoltori (Rust et al., 2013). E' noto che la fauna selvatica, e in maggior modo i grandi carnivori, rovinino i raccolti, competano con i cacciatori e raramente feriscano o addirittura uccidano l'uomo (Woodroffe et al., 2005), comunque il più frequente e rumoroso dei contrasti, rimane quello all'interno della categoria degli allevatori (Graham et al., 2004). In tutto il mondo è stato dimostrato che la severità di questo conflitto, è comunemente collegata con il livello, e non lo stile, dell'allevamento. Dove per livello si intende l'*input* (capitale o manodopera) per unità di terreno, o animale, che l'allevatore investe, mentre stile si riferisce ai diversi metodi di allevamento applicati (i.e. strategie di pascolo) (Graham et al., 2004, citato in Leijenaar et al., 2015).

Per fronteggiare i conflitti con l'uomo i grandi carnivori venivano, e tuttora vengono, uccisi in molte parti del mondo (Bangs et al., 1995; Muyard, 1998; Hone, 1994; Macdonald et al., 2010; Daly et al., 2006) applicando quindi delle strategie di controllo letali. Questa metodica di riduzione delle predazioni è spesso ritenuta la meno costosa (Conover, 2001; Mitchell et al., 2004), nonostante siano diversi gli studi che confutano questa tesi (Mech, 1998; McLeod e Norris, 2004). Altro argomento a favore delle politiche di controllo letale è l'alta efficacia (Conover, 2001; Mitchell et al., 2004), va però sottolineato che nella migliore delle ipotesi la sua azione è da considerarsi temporanea (Avenant & du Plessis, 2008), infatti in molte situazioni il numero di predatori recupera velocemente attraverso vari meccanismi ecologici e biologici, come ad esempio l'immigrazione di altri esemplari nell'area che si è nuovamente resa disponibile (Saunders et al., 1995; Musiani et al., 2005; Knowlton et al., 1999; Allen e Gonzalez, 1998). In aggiunta, ridurre il numero di predatori al vertice della catena trofica di un ecosistema, può portare all'aumento della densità dei mesopredatori, fattore che a sua volta può avere un ritorno negativo per le prede selvatiche e il bestiame, e quindi accrescere nuovamente il conflitto uomo-fauna selvatica (Terborgh et al., 2001; Reynolds e Tapper, 1996). In ultimo, il controllo letale può contribuire fortemente al declino o estinzione di popolazioni di specie di predatori già minacciate, e la

maggior parte delle volte la pratica è illegale (Woodroffe, 2001, Woodroffe & Ginsberg, 1998, Breitenmoser, 1998, Treves & Naughton-Treves, 1999).

Anche senza politiche mirate alla gestione della specie, il lupo è stato eradicato da gran parte del suo range originale a causa del conflitto con le attività umane (Boitani, 1995; Fritts et al., 2003).

Come accadde nelle Alpi occidentali, dove all'inizio del ventesimo secolo il lupo fu dichiarato estinto (Brunetti, 1984), mentre nel resto d'Italia la popolazione, in forte declino, ha raggiunto il minimo nel 1970, con circa cinquanta esemplari limitati al centro Italia (Boitani, 1992).

Più di recente, grazie ad un aumento delle conoscenze sull'ecologia e al fondamentale cambiamento dell'atteggiamento della società, si è arrivati alla protezione legale per molte specie di carnivori (Mech, 1996), come per il lupo in suolo italiano dal 1971, e l'attenzione per fronteggiare i conflitti con queste specie si è rivolta verso i metodi non-letali (Potgieter et al., 2013). E' di fatto dimostrato che i carnivori possano coesistere con l'uomo e le sue attività, laddove sia presente una politica di gestione favorevole e facilmente applicabile (Linnel et al., 2001); è necessario quindi mitigare i conflitti, in maniera sia effettiva che accettabile (Sillero-Zubiri e Laurenson, 2001).

I sistemi di prevenzione dagli attacchi sui domestici, volti a favorire un regime di coesistenza stabile tra lupo e attività zootecniche, sono il principale sistema applicato sulle Alpi, e non solo, specialmente in considerazione del fatto che la specie è strettamente protetta a livello europeo come da Allegato 2 della Direttiva Habitat, La direttiva Habitat (Direttiva n: 92/43/CC relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche) è la direttiva approvata il 21 maggio 1992 dalla Commissione europea che ha lo scopo di promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nel territorio europeo.

I metodi di prevenzione dei danni causati dai predatori sono vari tra loro, vanno da azioni legate all'allevamento, con delle indicazioni ad hoc per scongiurare gli attacchi (i.e. confinamento notturno del bestiame), veri e proprio strumenti di dissuasione (dissuasori acustici, luminosi, *fladry*) fino a metodi più invasivi sul predatore stesso come il controllo della fertilità, ad oggi mai usati in Europa Occidentali, di applicazione più puramente Nord

Americana (Andelt, 1996, Linnell et al., 1996, Shivik, 2006). Altri metodi di mitigazione del conflitto *ex-post* sono le compensazioni per i capi di bestiame uccisi dai predatori, attualmente in uso in tutta Europa che però possono essere limitanti nell'incrementare la tolleranza verso il predatore (Dalmasso et al., 2012; Muhly & Musiani, 2009).

In questo contesto di prevenzione e mitigazione, vengono introdotti i cani da guardiania (Cani da Guardiania, CG *Canis familiaris*), attualmente uno dei metodi più utilizzati in molte parti del mondo per la prevenzione dagli attacchi dei predatori sul bestiame (Rigg, 2001; Gehring et al., 2010; van Bommel, 2010; van Bommel e Jhonson, 2012; Leijenaar et al., 2015; Potgieter et al., 2015, McManus et al., 2014) e storicamente legato alla tradizione pastorale europea, infatti questi cani, appartenenti a razze di grossa taglia, sono originati in Europa ed Asia grazie a secoli di selezione, e vedono come razze più utilizzate in contesto italiano, il Pastore Maremmano-Abruzzese e il Cane da montagna dei Pirenei (Patou) (Salvatori et al., 2017).. La presenza dei CG è stata dimostrata come favorevolmente relazionata alla riduzione delle perdite del bestiame, almeno in ambienti a scala ridotta di analisi (Rigg et al. 2011; Potgieter et al., 2013, van Bommel & Jhonson, 2014). Solitamente Prerogative di un buon cane da guardiania sono: un forte senso di protezione e di attaccamento al bestiame che esso deve proteggere, la capacità di lavorare in autonomia pur rispondendo ai comandi di base impartiti dall'allevatore e una mole somatica adeguata a fronteggiare un predatore, ma allo stesso tempo non eccessiva o comunque tale da permettergli agili spostamenti. Oltre a quelle fisiche, sono importanti le caratteristiche comportamentali che si riassumono in: attenzione (forte attaccamento del cane verso il bestiame e forte senso di protezione); affidabilità (assenza di istinto predatorio verso il bestiame); protezione (azione di difesa del bestiame verso i predatori (Coppinger et al.,1986).

Per raggiungere queste specifiche caratteristiche è opportuno seguire un addestramento mirato, i cani da guardiania infatti, sono cresciuti insieme al bestiame fin da cuccioli e come risultato sviluppano nei confronti di questo un legame che gli permette di vederli come compagni sociali, al fine di proteggerli dalle minacce (Coppinger 1992; citato in Marker 2000c). Il periodo critico per lo sviluppo del legame sociale con il bestiame va dalle 4 alle 12 settimane di vita, il momento ideale per iniziare l'addestramento è quindi intorno all'ottava settimana (Rigg, 2001), solitamente il cane inizia a lavorare seguendo il bestiame dopo circa un anno di età, vivendo mediamente fino ai 10 - 12 anni (Lorenz 1985), il che fornirebbe all'allevatore 10 anni di servizio produttivo (Green et al., 1984).

Vi sono diverse problematiche che pregiudicano l'inserimento di questi animali nel contesto dell'allevamento, il primo a carico degli allevatori stessi che sono reticenti nell'esercitare il lavoro extra legato all'addestramento dei cuccioli, aggiunto alle difficoltà che sorgono in seguito, a causa del temperamento dei cani e quindi delle interazioni tra i CG e i visitatori, o genericamente estranei, che si avvicinano al bestiame (Rigg et al., 2011).

In un contesto come quello alpino, in cui si svolge questo studio, la corretta integrazione del cane da guardiania è essenziale per garantire un loro efficacie e duraturo utilizzo e, soprattutto, il loro impiego deve essere un aiuto al lavoro dei pastori senza entrare in contrasto con le altre attività di montagna (Menzano, 2015). La diffusione di questi cani, in questo ambiente più di altri può creare dei problemi, a causa dell'elevato numero di fruitori della montagna, soprattutto legati al turismo: spesso gli escursionisti sono scarsamente informati, e formati, sui più corretti comportamenti da tenere all'atto di transitare in alpeggi presidiati da cani da guardiania e come si è riportato, il cane da guardiania manifesta i suoi comportamenti di difesa con chiunque di estraneo si avvicini al bestiame, un comportamento non adeguato da parte del turista potrebbe sfociare in un aggressione da parte del CG e mettere in seria difficoltà l'allevatore che si avvale del suo aiuto.

Per incentivare l'utilizzo dei CG in ambiente rurale, o alpino come in questo caso, è quindi necessario fornire agli allevatori una prova effettiva della loro utilità, per far sì che i costi sopperiscano nel confronto con i benefici che questi cani possono apportare. Per fare ciò, sempre più spesso i cani da guardiania sono il soggetto di valutazioni che hanno lo scopo di attestarne l'efficacia come validi metodi di prevenzione. Prevalentemente queste valutazioni avvengono per metodi indiretti, come questionari, a cui vengono sottoposti gli allevatori, dove i cani vengono giudicati in base alla percezione di questi ultimi (Marker et al., 2005), oppure tramite censimenti delle perdite di bestiame (Andelt, 1992; Leijenaar et al., 2015) o ancora tramite osservazioni focalizzate sul comportamento del cane (Coppingher et al., 1983; Colombo et al., 2018). Recenti studi hanno sottolineato l'importanza delle interazioni tra CG e predatori durante le incursioni di questi ultimi, al fine di valutare la loro efficacia anche quando non vi sono prove dirette di predazione sul bestiame (Landry et al., 2014), eventi che però risultano difficili da osservare in quanto imprevedibili e che spesso avvengono durante le ore notturne.
Negli ultimi anni gli studi sull'efficienza dei CG si sono incentrati sul comportamento spaziale di questi ultimi grazie all'uso di radiocollari, datalogger GPS o collari GPS *pet*,

facilmente reperibili in commercio (Zingaro et al., 2017; Van Bommel & Johnson, 2014; Van Bommel & Johnson, 2015; Gehring 2010; Allen et., 2016). Come già riportato, la prossimità (attenzione, Coppinger et al.,1986) al gregge è un parametro fondamentale per descrivere l'efficienza del cane (Coppinger 1983, Gehring et al., 2011; VerCauteren, et al., 2012), come riporta Lorenz (1985) "*se il cane non si trova con il bestiame allora non è dove dovrebbe essere*", tuttavia, si ritiene che anche spostamenti maggiori rispetto al bestiame possono avere una funzione comportamentale, come il mantenimento del territorio intorno al pascolo, escludendone i predatori (Van Bommel & Johnson 2014). Da alcuni questa ipotesi è stata smentita (Allen et al., 2016), testimoniando le frequenti incursioni dei predatori nel territorio dei cani, che non abbandonavano le pecore per scacciarli, sottolineando anzi come in ambienti a forte impatto antropico il vagare dei cani possa essere causa di incidenti (Gehring et al., 2010) o in altri ambienti più selvatici creare danni alla fauna selvatica, dove i CG ricoprono il ruolo di predatori (Marker et al., 2005; Potgieter et al., 2013), o nello specifico, arrivare all'ibridazione con il lupo stesso (Kopaliani et al., 2014).

Capire la relazione tra cani da guardiania e il bestiame che essi proteggono è essenziale dai punti di vista ecologico e gestionale, soprattutto oggigiorno che i metodi di pastorizia sono cambiati in molte aree attorno al mondo (Van Bommel & Jhonson, 2014; Zingaro et al., 2017). Storicamente infatti il cane da guardiania accompagnava il pastore al pascolo e raramente veniva lasciato solo; oggi è difficile trovare un pastore esperto che si occupi del bestiame costantemente nelle 24 ore, ed è quindi prioritario capire come i cani da guardiania si muovono in assenza di supervisione, come nelle ore notturne o quando il pastore è assente per uno o più giorni. Si sottolinea quindi, l'importanza e la necessità di approfondire la conoscenza, attualmente scarsa (Zingaro et al., 2017), sul comportamento di difesa adottato dei cani da guardiania attraverso il loro movimento.

Altra prerogativa è legata dal fatto che i CG sono storicamente maggiormente associati alla difesa delle greggi di ovi-caprini (Rigg, 2001) e quindi solitamente testati come metodi di difesa unicamente per questa tipologia di bestiame. Dalle indagini promosse del progetto LIFE WolfAlps si è riscontrato che anche internamente all'area di studio i cani da guardiania sono più presenti nei greggi di ovi-caprini (81,3%; Menzano et al., 2015; 83%, Colombo et al., 2018), si è però individuata una buona percentuale di cani associata alla difesa delle mandrie bovine (16,4%, Menzano et al., 2015, 35%, Colombo et al., 2018; in aumento). Studi a riguardo (Alvares et al., 2015) riportano una particolare difficoltà nei

cani da guardiania nel creare un legame sociale con vitelli e vacche, questo dovuto alla stazza maggiore del bestiame e alla loro tendenza nell'essere aggressivi con i cani. In un'area come quella del cuneese, dove si svolge lo studio, che vanta una ricca tradizione di allevamento bovino, incentivare l'utilizzo dei CG, per specie differenti a quelle tradizionali è fondamentale per mantenere ad un livello ragionevole i conflitti tra predatori e il settore zootecnico locale.

1.2 Obiettivi del lavoro di tesi:

In questo studio si sono, per la prima volta sulle Alpi, applicati radiocollari ai cani da guardiania per lo studio di movimenti e dell'uso dello spazio volti a capire nel dettaglio l'efficienza del comportamento di difesa dagli attacchi da lupo al gregge o alle mandrie pascolanti nelle Alpi Marittime. In particolare gli obiettivi specifici sono stati:

- Descrivere lo schema di movimento giornaliero dei cani al pascolo al fine di identificare se i movimenti dei cani sono relazionabili a quelli del bestiame, oppure a quelli del lupo evidenziando una difesa attiva del territorio.

- Determinare se il movimento dei cani e quindi il comportamento, cambi in funzione della posizione nello spazio: investigando quanto sia convoluto o lineare il movimento in relazione all'allontanamento del cane dallo stazzo, ipotizzando che un atteggiamento di riposo attorno al recinto sia relazionato a movimenti convoluti mentre quello di accompagnamento del bestiame sia maggiormente lineare.

- Determinare l'home-range di ciascun cane per identificare quanto spazio viene usato dai cani da guardiania nel pascolo alpino e soprattutto individuare differenze tra il movimento nelle ore diurne e in quelle notturne, al fine di testare se il movimento dei cani segua quello del bestiame nelle 24 ore della giornata, ipotizzando che l'home-range si riduca nella notte quando il movimento del bestiame viene ridotto dal confinamento nello stazzo notturno.

- Determinare l’associazione spaziale, diurna e notturna, tra cani da guardiania e bestiame, al fine di individuare quanto tempo i cani passano nella stessa area del bestiame, quando supervisionati dall’allevatore, come di giorno, e quando lasciati soli nella notte. Ipotizzando che nella maggior parte del tempo, e quindi delle locazioni GPS, il CG sia nella stessa area del bestiame.

- Descrivere l’associazione tra cani, individuando in che modo più cani appartenenti allo stesso gruppo sociale usino lo spazio per l’attività di difesa del bestiame, sia di giorno nell’attività di accompagnamento al pascolo, sia di notte quando invece sono di guardia al recinto notturno, ipotizzando che, cani appartenenti allo stesso gruppo sociale, abbiano alti valori di sovrapponimento se impegnati nell’affiancare il bestiame.

- Testare, per ogni analisi spaziale sopradescritta, se vi sono differenze tra cani da guardiania in relazione alla tipologia di bestiame che sono tenuti a difendere, ma anche in base a caratteristiche del cane come età e sesso del cane, al fine di fornire indicazioni specifiche per la gestione.

1.3 Progetto LIFE WOLFALPS

Il ritorno naturale del lupo in aree dalle quali era stato assente per più di settanta anni ha generato, soprattutto per le categorie legate a pastorizia, diverse problematiche di tipo gestionale ed economico. Gli allevatori infatti, lamentano i danni causati al bestiame domestico, soprattutto durante l’alpeggio monticante nella stagione estiva. È stato quindi fondamentale attuare una gestione capace di migliorare l’integrazione tra le attività antropiche e il lupo, mitigando il conflitto, al fine di conservare la specie e allo stesso tempo salvaguardare gli interessi economici e sociali (Boitani, 1982; Ciucci e Boitani, 1993; Corsi et al., 1999; Boitani, 2000).

La prima porzione dell'arco alpino italiano interessata dalla ricolonizzazione del lupo è stata la parte occidentale. Nasce qui il Progetto Lupo Piemonte, dal 1999 al 2012, finanziato dalla medesima Regione e coordinato dal Centro Gestione e Conservazione Grandi

Carnivori con sede nel Parco Naturale delle Alpi Marittime. Il Progetto Lupo Piemonte ha condotto i primi studi su questo fenomeno di ricolonizzazione, monitorando nel dettaglio i primi lupi presenti nelle Alpi occidentali al fine di intraprendere azioni concrete di conservazione. Un esempio sono le attività di prevenzione come nel 2005, a livello regionale, l'integrazione di diversi cani da guardiania presso degli allevamenti monticanti. Nel 2013 la gestione del conflitto e il monitoraggio della specie in territorio piemontese continua espandendosi su tutto l'arco alpino italiano, nell'ambito del Progetto LIFE WolfAlps, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito della programmazione LIFE+ 2007-2013 "Natura e biodiversità" denominato nel dettaglio "Il lupo nelle Alpi: azioni coordinate per la conservazione del lupo nelle aree chiave e sull'intero arco alpino", progetto della durata di cinque anni con fine nel maggio 2018. L' obbiettivo principale di LIFE WolfAlps è l'attuazione di una strategia condivisa di conservazione e gestione a lungo termine della popolazione alpina di lupo, attraverso l'applicazione di metodologie scientificamente solide, basate sui risultati e le conoscenze acquisite sullo status della popolazione. LIFE WolfAlps ha come fine ultimo quello di individuare delle strategie funzionali, volte ad assicurare una convivenza stabile tra il lupo e le attività economiche tradizionali, sia nelle aree in cui il lupo è presente ormai da tempo, sia in quelle attualmente in fase di ricolonizzazione in modo tale da favorire questo fenomeno naturale.

Le azioni che compongono il progetto sono numerose, ed hanno tematiche varie tra loro; partendo dalla comunicazione, fondamentale per la buona riuscita del progetto, fino ad azioni di monitoraggio della specie, passando per attività di conservazione concreta che vedono la formazione di squadre di cani antiveleno con specifiche finalità antibracconaggio sia verso il predatore soggetto del progetto, sia verso la fauna selvatica in genere (www.lifewolfalps.eu).

Il lavoro di ricerca di questa tesi è stato sviluppato e finanziato nell'ambito dell'Azione denominata "D5" dal Progetto LIFE WolfAlps. L'obiettivo di questa peculiare azione è quello di valutare l'efficacia dei sistemi di prevenzione attualmente in uso nelle Alpi Marittime, area già censita per quanto riguarda le pratiche d'alpeggio e il conflitto con il lupo durante il medesimo progetto (Menzano et al., 2015). La valutazione dell'efficienza dei sistemi è fondamentale al fine di migliorarne l'efficienza, così da poterne ottimizzare la gestione e l'utilizzo, e quindi diminuire la vulnerabilità degli alpeggi nei confronti degli attacchi da lupo.

2. Area di studio e Contestualizzazione

L'area di studio, comprende la porzione piemontese della catena delle Alpi Liguri e la sezione orientale delle Alpi Marittime. La Liguria segna il confine di Sud-Est, mentre ad Ovest è con la porzione di Alpi Liguri e Marittime francesi e a nord con la Valle Stura. La naturalezza dell'area è sottolineata anche dalla presenza di due Parchi, dal 1978 è stato istituito il Parco Regionale del Marguareis e dal 1980 quello delle Alpi Marittime (come Parco Naturale dell'Argentera), dal 1 gennaio 2016, riuniti sotto un unico Ente di Gestione Aree Protette delle Alpi Marittime.

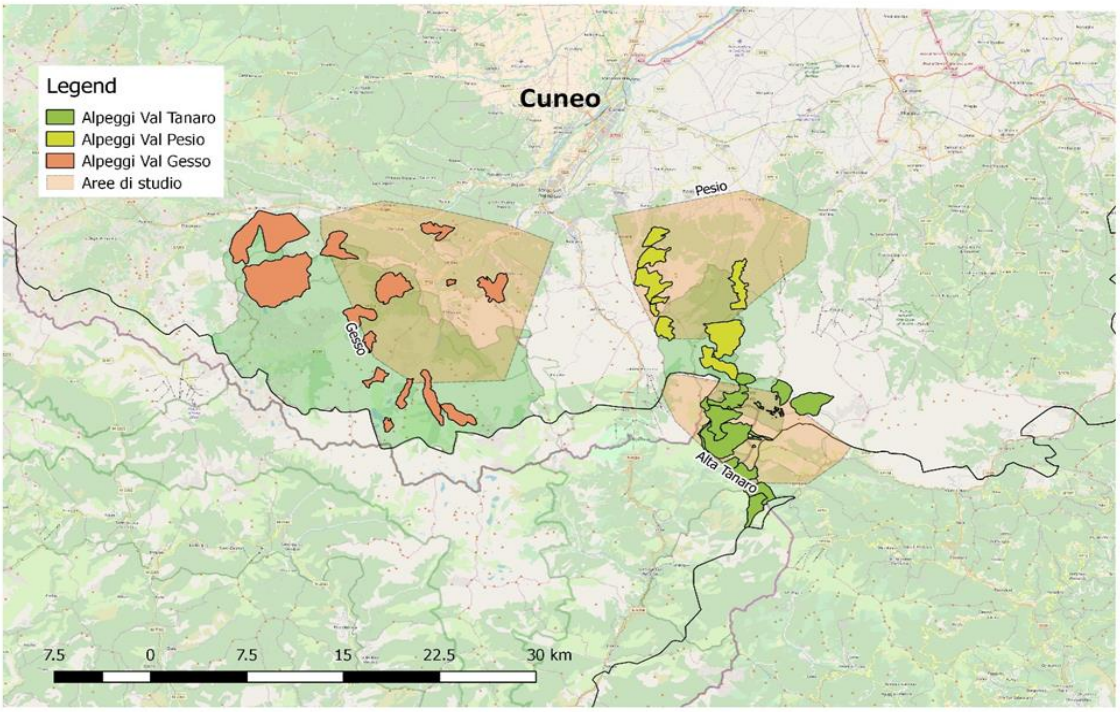


Figura 1. Area di studio con rappresentate le tre valli selezionate in base ai tre differenti territori di lupi, identificati dal poligono con trasparenza, mentre i tre colori differenti identificano gli alpeggi e le rispettive valli. (immagine dal report D5, Colombo et al., 2018)

All'interno di questa area sono state identificate tre particolari vallate dove si è sviluppato lo studio, queste tre zone insistono su tre territori di branchi di lupi differenti, monitorati durante il periodo 2014-2017 secondo i protocolli stabiliti in Marucco et al. (2014): le vallate, che prendono il nome dal corso d'acqua principale che le percorre, sono, da Nord verso Sud, Valle Gesso (Parco Naturale delle Alpi Marittime), Valle Pesio e Alta Valle

Tanaro (Parco Naturale del Marguareis). In queste aree si dispone dei dati di un monitoraggio sulla specie lupo pregresso di oltre dieci anni (Marucco et al., 2017), le tre aree sono interessate dalla presenza stabile e ventennale del predatore, e allo stesso tempo hanno un importante rilievo le pratiche d'alpeggio, sia bovino che ovi-caprino; inoltre è stato individuato un ottimo utilizzo dei sistemi di prevenzione, quali recinti elettrificati e cani da guardiania sia per bovini che per ovi-caprini, già nell'ambito di uno studio svolto nel medesimo progetto LIFE (Menzano et al., 2015).

2.1 Caratteristiche geomorfologiche, climatiche, floristiche e faunistiche

Orografia e Conformazione

La conformazione dell'area di studio è generalmente simile, le valli sono lunghe e strette (fattore condizionante la permanenza della copertura nevosa e la disposizione vegetazionale) e delle tre valli solamente la Gesso è suddivisa in due ampi rami vallivi laterali, con tipica conformazione a ventaglio. I rilievi montani presentano quote variabili con un range che va dagli 800 fino ai 3297 m.s.l.m della Cima Sud del Monte Argentera. Conformemente alla geomorfologia anche le forme geologiche dell'area hanno natura variabile; La formazione geologica del Parco delle Alpi Marittime presenta al suo interno una formazione, composta da rocce di natura magmatica e metamorfica, denominata Massiccio Cristallino dell'Argentera, queste formazioni conformano il paesaggio dandogli un aspetto tipicamente montano dato da rilievi aspri e dislivelli notevoli. Diversa è la geologia delle aree più a Sud-Ovest, del Parco Naturale del Marguareis, le quali presentano una conformazione prevalentemente calcarea; le quali grazie all'azione erosiva degli agenti atmosferici i rilievi sono modellati in forme meno aspre. Nel territorio inoltre sono presenti numerose forme di carsismo epigeo (es. Doline) ed ipogeo (es. Grotte).

Clima

Data la vicinanza al mare il clima dell'area di studio si avvicina particolarmente al tipo sub-

oceanico. Gli inverni, rigidi e di media durata, sono caratterizzati da abbondanti precipitazioni nevose che si concentrano principalmente nel periodo autunno-invernale tra novembre ed aprile; questo permette, generalmente, la permanenza di una copertura nevosa stabile da dicembre ad aprile e fino a giugno a quote elevate. In condizioni di temperature elevate e abbondanti nevicate sono frequenti valanghe e slavine, soprattutto in zone con elevata pendenza e maggiore esposizione. Le stagioni transitorie sono generalmente miti e lunghe, mentre le estati sono fresche e con escursione termica poco accentuata. Le temperature annuali oscillano tra un minimo di -15°C nei primi mesi dell'anno ad un massimo di circa 20°C nei periodi estivi; queste sono influenzate principalmente dalla preponderanza di venti settentrionali che contribuiscono a rinfrescare il clima, mentre le brezze meridionali più calde sono ostacolate dalla catena alpina.

Flora & Fauna

Larga parte del territorio è occupato da superfici boscate, costituite prevalentemente da faggete (*Fagus sylvatica*), ben diffuse dagli 800 fino ai 1700, castagneti (*Castanea sativa*) abbondanti fino ai 1200m; abetine (*Picea abies, Abies alba*; quest'ultimo assente in Valle Tanaro) e lariceti (*Larix decidua*) diffusi dai 1000 ai 1700m. Le specie arboree presenti sopra i 1700m sono principalmente pini cembri (*Pinus cembra*) e pini mughi (*Pinus montana*). Il 40% del territorio è occupato da pascoli e praterie d'alta quota, mentre il restante 25% è costituito da affioramenti rocciosi e copertura arbustiva (prevalentemente rododendro (*Rhododendron ferrugineum*), mirtillo (*Vaccinium myrtillum*) e lavanda (*Lavandula angustifolia*).

La fauna presenta, nell'intera area, un'ampia variabilità specifica ed un alto e sempre più crescente numero d'individui. Il genere maggiormente rappresentato è quello degli ungulati selvatici, principalmente caprioli (*Capreolus capreolus*), cinghiali (*Sus scrofa*) e cervi (*Cervus elaphus*); a quote più elevate e in zone più difficilmente accessibili sono abbondanti camosci (*Rupicapra rupicapra*) e stambecchi (*Capra ibex*). Tra i piccoli mammiferi sono diffusi la lepre variabile (*Lepus timidus*), mustelidi (es. *Martes martes*) e la marmotta (*Marmota marmota*). I principali carnivori sono il lupo (*Canis lupus italicus*) e la volpe rossa (*Vulpes vulpes*).

2.2 Distribuzione del Lupo nell'area di studio

Nell'area di studio, il lupo è l'unico grande carnivoro presente. Il lupo è un animale sociale che vive in strutture complesse, organizzate in branchi, gruppi familiari, con al vertice la coppia riproduttiva (Mech e Boitani, 2003). Il branco è quindi l'unità strutturale che regola la dinamica di popolazione e allo stesso tempo un'unità che governa le dinamiche territoriali e demografiche della specie. Per attestare l'instaurarsi di un branco in un determinato territorio è infatti necessario accertare la presenza stabile di una coppia di lupi e l'avvenuta riproduzione tra questi (Marucco, 2014).

In Italia i branchi sono composti da una media di 4-5 esemplari (Marucco, 2014), che essendo territoriali (Mech, 1973), si muovono attraverso una determinata area denominata *Home Range*, nella quale svolgono le normali attività di ricerca del cibo, accoppiamento, allevamento della prole e difesa del territorio (Burt, 1943). Quest'ultima attività può avvenire con modalità passiva attraverso marcature odorose (feci, urina, raspate) e ululati, o attiva attraverso comportamenti aggressivi nei confronti di conspecifici non appartenenti al branco che in alcuni casi possono portare a scontri letali (Mech e Boitani, 2003; Marucco, 2014). Dal punto di vista adattativo la territorialità in una specie può essere definita come una forma speciale di competizione contesto-dipendente in cui l'animale ha la necessità di vincere solo una o poche volte; di conseguenza il costo energetico dell'individuo residente per difendere un determinato territorio è molto minore rispetto ad una situazione di confronto continuo con altri conspecifici (Mech e Boitani, 2003). La stima minima dei territori dei branchi residenti in Piemonte, calcolata considerando i punti estremi delle localizzazioni di escrementi e tracce documentate appartenenti ad un branco, può variare tra 100 e 450 km (in media 200 Km) e i territori sono compresi in una fascia altitudinale che varia tra 770 e i 2800 m.s.l.m. (Marucco et al., 2010).

I branchi di lupo presenti nell'area di studio, sono (tutti i dati provengono da Marucco et al., 2017):

- Il branco della Valle Pesio, denominato "Pesio", è il primo branco alpino ed il più conosciuto (Marucco et al., 2010) ed è il primo che si instaura nel territorio alpino italiano, a partire dall'inverno 1995/1996. Il suo territorio si estende principalmente nella Valle Pesio, ma comprende anche parti delle limitrofe valli Ellero e

Vermenagna. Nonostante le ripetute azioni di bracconaggio perpetuate nell'ultimo ventennio abbiano portato più volte alla morte di individui all'interno del branco, questa porzione di territorio non è mai restata vacante, nuovi lupi hanno ricolonizzato l'area formando nuovamente il nucleo riproduttivo. Questo dimostra l'alta idoneità del territorio per questa specie e l'alto dinamismo di lupi in tutto l'areale (Marucco et al., 2010). Diverse coppie alpha si sono succedute in 20 anni, dal 2008 al 2018. Più recentemente la presenza di nuovi branchi nelle valli limitrofe ha costretto il branco Pesio a spostarsi verso la valle Ellero e verso le quote più basse (Marucco et al., 2017).

- Storicamente in Valle Gesso il lupo ha incontrato difficoltà nello stabilizzarsi. La presenza del predatore è stata confermata a partire dall'inverno 2006-2007. Nell'inverno 2015-2016 è stata accertata la presenza di una coppia di nuovi lupi, senza però documentazioni in merito ad avvenuta riproduzione nonostante lo sforzo di campionamento (Marucco et al, 2017).

- In Alta Valle Tanaro denominato "Tanaro", branco transfrontaliero e transregionale in quanto il suo territorio si trova a cavallo tra la provincia di Cuneo, la provincia di Imperia e la Val Roya (Francia). La sua presenza è documentata dall'inverno 2000/2001. Nell'ultimo periodo anno (2017) il branco è stato monitorato intensivamente con fototrappole e videoriprese amatoriali, in particolare i cuccioli sono stati monitorati dalla loro nascita fino all'età di 6-8 mesi (Marucco et al, 2017).

2.3 Pastorizia nelle Alpi cuneesi

Derivato dal sostantivo latino Alpes (Alpi), a sua volta di origine pre-indoeuropea, il termine *alpeggio* indica il permanere, durante la stagione estiva, degli animali da pascolo – in particolare bovini, ma anche equini, ovini e caprini – sull'alpe, in prossimità di una malga o baita alpina, in contesto piemontese denominato *gias*, destinata al loro ricovero e al soggiorno dei pastori, ad una quota compresa tra i 600 e i 2.700 m.

Nel 2007 la Regione Piemonte, allo scopo di fornire un supporto tecnico-amministrativo ai Comuni proprietari di alpeggi, ha predisposto e approvato degli schemi di contratto di affitto e di capitolato di affitto che prevedono l'applicazione del pascolo turnato e la definizione di carichi di bestiame e di periodi di pascolamento atti a garantire la conservazione della cotica erbosa, e quindi a preservare la biodiversità e l'assetto idrogeologico del territorio. Tali schemi, che possono ovviamente essere adeguati alle singole realtà locali, hanno anche avuto lo scopo di uniformare a livello regionale i rapporti tra i proprietari e gli affittuari. Per quanto riguarda invece gli aiuti concessi dalla Regione Piemonte ai *margari*, si ricordano i contributi previsti in applicazione del PSR (Programma di Sviluppo Rurale) che individua i fabbisogni dell'agricoltura e del mondo rurale piemontese e le iniziative per farvi fronte mediante l'utilizzo di circa 1 miliardo di euro di finanziamento pubblico, disponibile per il periodo di 7 anni, attualmente 2014-2020. Tra le cui azioni, molte sono mirate alla gestione del pascolo monticante come ad esempio la Misura 4, Operazione 4.4.2 "Difesa del bestiame dalla predazione da canidi nei pascoli". Bando 1/2018. Dove si sostiene l'acquisto di strumenti per la prevenzione degli attacchi di predazione, che aiutino gli agricoltori a convivere con la fauna selvatica.

Nonostante gli aiuti da parte della Regione, il conflitto con il lupo è tuttora acceso, soprattutto nei primi anni in cui se ne è documentato il ritorno, il lupo infatti contava molte vittime al pascolo. Principale causa di questi danni è il forte impatto che il predatore ha determinato sui sistemi zootecnici, le cui modalità gestionali si erano evolute in un contesto di circa un secolo di assenza di predatori; con il ritorno del lupo si sono dovute modificare abitudini lavorative profondamente radicate (Lebaudy e Albera, 2001). Considerando il numero totale di predazioni in provincia di Cuneo, il picco delle vittime è stato registrato nel 2001, quando per la prima volta sul territorio gravitavano i primi 3 branchi riproduttivi con 321 tra morti e feriti in 58 attacchi (Menzano et al., 2015); il numero di vittime nel 2011 si è quasi dimezzato (N=153) nonostante l'aumento dei branchi di lupo (N=11) (Menzano et al., 2015).

Ormai sugli alpeggi della provincia di Cuneo gli allevatori hanno maturato un buon grado di esperienza su come prevenire gli attacchi da lupo nella maggior parte delle situazioni e l'utilizzo di almeno uno dei sistemi di prevenzione, quali reti elettrificate, cani da guardiania e pratiche gestionali d'alpeggio *ad hoc*, è ormai consolidato sulla totalità degli alpeggi ovi-caprini e su una buona percentuale di quelli bovini (Menzano et al., 2015).

In Piemonte, l'uso dei cani da guardiania non è legato alla tradizione, i pastori non ne conoscono il comportamento e neppure la corretta metodologia di addestramento, nonostante questo, dopo il ritorno del lupo, essi hanno autonomamente sperimentato l'inserimento dei CG nelle greggi e nelle mandrie. Da subito si sono scontrati con le difficoltà legate a questi cani, quali l'istinto predatorio verso gli agnelli, uno scarso legame con le pecore e vacche e l'alta aggressività nei confronti dei turisti. Secondo Menzano et al. (2015) il 20,8% degli allevatori (N=10) intervistati in provincia di Cuneo nell'ambito del progetto LIFE WolfAlps ha dichiarato nel questionario di avere avuto problemi inizialmente, a causa dell'aggressività dei propri cani, nonostante questo negli stessi questionari molti allevatori hanno affermato che, tuttavia, non riuscirebbero a fare a meno della sicurezza che i CG trasmettono.

All'interno dell'azione D5 una parte fondamentale prevedeva il censimento degli allevatori all'interno dell'area selezionata, attività seguita dalla compilazione di un questionario dove si andavano a individuare le principali modalità di gestione del pascolo. Da questa fase dell'azione provengono i dati che seguono, estratti dal report di Colombo et al. (2018) e caratterizzanti l'area di studio della tesi. In totale, nelle tre vallate, sono stati contattati ed intervistati 35 (N=12 ovi-caprini, N=23 bovini) allevatori monticanti in 35 differenti alpeggi. Dei 35 quasi tutti gli alpeggi censiti avevano in uso almeno un sistema di prevenzione, quale recinto elettrificato o cani da guardiania. Considerando i 35 alpeggi, la stima media degli animali monticati è di 344 ± 99 (media ± ES) capi per gregge e di 204 ± 17 capi per mandria. Nel 58% degli alpeggi con ovi-caprini si produce latte per caseificazione mentre nel 74% di quelli con bovini si allevano razze da carne secondo la linea vacca-vitello, documentata storicamente nella tradizione cuneese (Menzano et al., 2015). La maggior parte degli allevatori intervistati ha dichiarato di essere sempre presente in alpeggio (N=35; 91% ovi-caprini, 65% bovini) e di effettuare il confinamento notturno del bestiame (100% ovi-caprini, 87% bovini). I cani da guardiania vengono impiegati differentemente negli alpeggi con ovi-caprini (83%) e bovini (35%). Il 67% degli alpeggi con ovi-caprini è gestita da personale dipendente, mentre per i bovini prevale una conduzione diretta del proprietario o da familiari. In base alle dichiarazioni degli allevatori, oltre un terzo degli alpeggi censiti ha avuto almeno un animale predato o disperso attribuibile ad un attacco da lupo (33% ovi-caprini, 43% bovini) nelle due estati precedenti allo studio.

3. Materiali e Metodi

3.1 Descrizione del campione ed installazione dei collari GPS sui cani da guardiania

Per identificare i cani da guardiania su cui installare i radiocollari datalogger GPS, si è provveduto al censimento dei cani presenti negli alpeggi identificati nell'area di studio, documentando 47 cani (CG, 22 femmine e 25 maschi), di cui 28 utilizzati in alpeggi con ovi-carpini e 19 in alpeggi con bovini (Colombo et al., 2018). La quasi totalità dei cani campionati è di razza Pastore Maremmano Abruzzese (81%) di cui 6 non presentano le caratteristiche morfologiche tipiche della razza. Dai dati ottenuti con le interviste agli allevatori, è emerso che il 30% dei cani da guardiania censiti (N=14) non è facilmente avvicinabile, nel più dei casi neanche da parte dell'allevatore. Questa caratteristica è di interesse prioritario per la selezione dei soggetti da munire di collari datalogger GPS, infatti, tali strumenti richiedono la sostituzione delle batterie circa ogni 24 ore (massimo 42 h; Tabella 1.1) e, di conseguenza, i cani dovevano essere facilmente manipolabili (Colombo et al., 2018).

Della totalità dei CG censiti, 17 sono stati selezionati per l'analisi spaziale, di questi 10 sono per la difesa di ovi-caprini e 7 al seguito di mandrie di bovini, con età variabile da 1 a 11 anni, distribuiti equamente in quattro alpeggi con ovi-caprini e 4 alpeggi con bovini. Sono stati esclusi quei cani difficilmente manipolabili dall'allevatore e quindi anche dal personale tecnico del progetto. Inoltre è stato fondamentale valutare la posizione dell'alpeggio ai fini della selezione del CG da munire di radiocollare, sia preferendo quelli ricadenti al centro dei territori del lupo, sia dal punto di vista della logistica: 4 alpeggi erano facilmente raggiungibili a piedi o con mezzi opportuni, mentre i restanti avevano un tempo di percorrenza dai 30 minuti alle 3 ore a piedi.

Ad ogni allevamento è stato assegnato un codice per la rapida identificazione:

- VG + N°: Valle Gesso + N° in ordine cronologico in cui è avvenuta l'intervista (i.e. VG01);
- VT + N°: Valle Tanaro + N° in ordine cronologico in cui è avvenuta l'intervista (i.e. VT01);

- VP + N°: Valle Pesio + N° in ordine cronologico in cui è avvenuta l'intervista (i.e. VP01);

Di seguito ad ogni cane dell'allevamento segue un ulteriore numero che lo identifica tra gli altri cani appartenenti allo stesso allevamento (i.e. VG0101, VG0102).

2.1.1 Parametri tecnici dei collari datalogger GPS utilizzati

I movimenti dei cani da guardiania sono stati campionati grazie all'utilizzo di dispositivi datalogger GPS QSTARZ modello BT-Q1000XT. I dispositivi sono stati programmati per raccogliere la posizione dei CG ogni 10 secondi per 24 ore continuative, fino ad esaurimento della batteria (Tabella 1). I primi dispositivi sono stati attivati in data 17 luglio 2017, il campionamento è continuato in maniera omogenea fino alla fine di agosto 2017, continuando con un focus solamente su tre alpeggi di ovi-caprini che avevano subito danni da lupo durante lo studio, uno per valle, fino al 26 di settembre 2017.

Figura 1. Sopra: dispositivo datalogger GPS BT-Q100XT da due diverse angolazioni; Sotto: adattamento del dispositivo a collare per CG.

Tabella 1.1 Specifiche del dispositivo datalogger GPS BT-Q1000XT

Generale		**Accuratezza (no DGPS)**		**Tasso di Acquisizione**	
Chip GPS	Modulo MTK II GPS	Posizione	Senza aiuto; 3,0 m 2D-RMS <3m CEP(50%) senza SA (orizzontale) DGPS (WAAS, EGNOS, MSAS): 2,5m	Start Freddo	35 sec, media
Frequenza	L1, 1574,42 MHz	Velocità	Senza aiuto: 0,1 m/s, DGPS (WAAS, EGNOS, MSAS): 0,05 m/s	Start Tiepido	33 sec, media
Antenna	Interna con LNA	Datum	WGS-84	Start Caldo	1 sec, media
Condizioni Dinamiche		**Batteria** Integrata ricaricabile agli ioni di litio		**Condizioni Ambientali**	
Altitudine	<18,000m	Voltaggio input	Vin: DC 3,0-5,0 V	Temperatura di operatività	-10 °C /+60 °C
Velocità	<515 m/sec	Massima durata a basso consumo	42 ore	Temperatura di immagazzinamento dati	-10 °C /+60 °C
Accelerazione	<4g	Tempo di ricarica	3 ore (Tipico)	Caricamento batteria	0°C /+ 45 °C
Update	1Hz come default				

2.2 Analisi del movimento attraverso la descrizione delle traiettorie

In contesto alpino i cani da guardiania hanno spesso la possibilità di vagare, senza la supervisione dell'allevatore, per vaste aree di territorio circostante al pascolo. Grazie ai continui sviluppi tecnologici nel settore dei Sistemi di Posizionamento Globale (*Global Positioning Systems*, GPS), l'utilizzo dei dispositivi associati a questa tecnologia si è fortemente sviluppato nello studio del mondo animale in quanto permettono di ottenere posizioni accurate che facilitano le inferenze sui movimenti animali (Cagnacci et al., 2010; Tomkiewic et al., 2010, McClintock et al., 2013). Lo studio dei movimenti permette di capire come gli animali rispondono all'ambiente circostante e, in questo caso, come i cani da guardiania adattano il comportamento spaziale in relazione alla loro posizione nello spazio o alle ore della giornata (Van Bommel & Jhonson, 2014).

Nonostante lo sviluppo delle tecnologie GPS, lo studio e la modellizzazione dei movimenti animali, in particolare utilizzando le traiettorie, rimane ancora una materia relativamente complessa, a causa della carenza di appropriati e specifici approcci metodologici (Calenge et al., 2009; Urbano e Cagnacci, 2010).

Una traiettoria è definita dalla curva descritta da un animale quando esso si muove (Calenge et al., 2009), essendo però il movimento un fenomeno continuo, il campionamento della traiettoria implica una discretizzazione (Figura 3), ovvero, la divisione di queste continue curve in un numero discreto di "*step*", definiti dai passi consecutivi, che a loro volta connettono le posizioni degli animali (Turchin, 1998).

Le traiettorie sono categorizzate in due tipologie: Tipo I dove l'orario delle posizioni non è precisato, ottenibili ad esempio campionando le tracce di un animale nella neve (Nams e Bourgeois, 2004), e le traiettorie di Tipo II che invece considerano il tempo, tipicamente campionate tramite tecniche di telemetria (Johnson et al., 2002).

Lo studio del movimento animale tramite traiettorie di Tipo II, definite traiettorie regolari, implica la presenza di intervallo di tempo fisso tra i *fix* consecutivi, in quanto i parametri descrittivi non avrebbero alcun senso se applicati a locazioni ottenute con tempo di intervallo variabile (Calenge et al., 2009).

I parametri utilizzati per descrivere una traiettoria secondo Calenge (2009) sono (Figura, 2):

- Distanza tra una locazione e quella consecutiva, anche detto *net displacement*, che valuta lo spostamento lineare tra due punti consecutivi e quindi tra due coppie di coordinate;
- La velocità, considerata tra coppie di coordinate consecutive;
- L'incremento nelle direzioni per X (Est - Ovest) e Y (Nord - Sud);
- Gli angoli assoluti tra lo step e la direzione X;
- La media al quadrato della distanza tra la prima posizione della traiettoria e l'ultima;
- L'angolo relativo, o di rotazione, tra lo step considerato e quello seguente [i, (i + 1)].

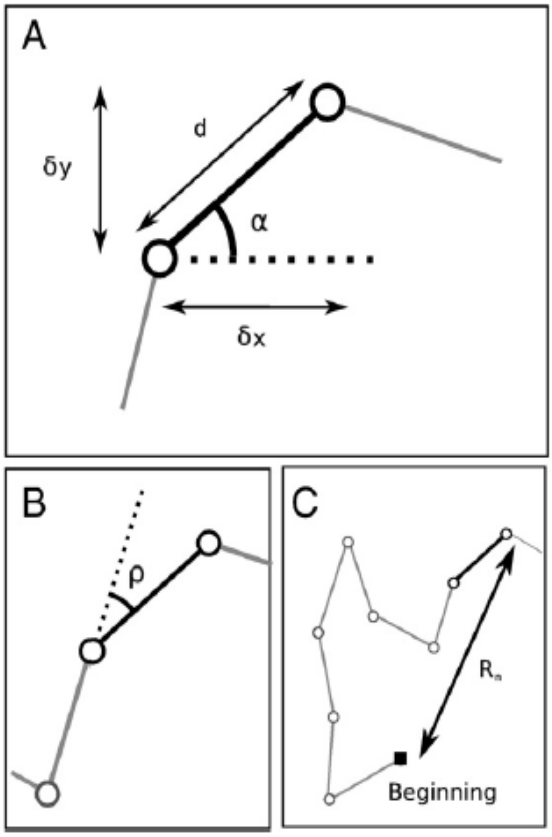


Figura 2. (Calenge 2009) Descrive i parametri di una traiettoria: (A) L'unità di base di una traiettoria, lo "step": i parametri raffigurati sono, l'incremento nelle direzioni delle assi X e Y, rispettivamente δx e δy, la lunghezza del pass d e l'angolo assoluto tra il passo e la direzione X α; (B) l'angolo relativo ρ, misura l'angolo tra l'attuale passo e la direzione del precedente; (C) La media quadratica dello spostamento Rn2 è il quadrato della distanza tra la prima posizione e l'attuale posizione dell'animale.

Per l'analisi del movimento dei cani da guardiania di questo studio si sono utilizzati il *net displacement*, spostamento medio giornaliero, la velocità media (m/h), l'angolo relativo (in gradi) (come misura di tortuosità, Dickinson et al., 2005) e la distanza dallo stazzo (m) come rappresentativa della posizione dell'animale all'interno del territorio (Van Bommel & Johnson, 2014). Si sono valutati i pattern di attività giornaliera analizzando il *net displacemen*t medio, la velocità media e la distanza media dallo stazzo nelle 24 ore, per valutare se il comportamento dei cani fosse influenzato dalla propria posizione nello spazio, la relazione tra angolo relativo e la distanza dallo stazzo.

Per fare ciò si sono utilizzate le locazioni GPS dei cani ottenute con un intervallo di tempo di 5 minuti, si è calcolato per ogni ora la media di ognuno di questi parametri, in modo da ottenere una media di ognuno di essi per ognuna delle 24 ore giornaliere.
I parametri descrittivi del movimento per l'analisi sono stati ottenuti tramite le seguenti formule:

- Spostamento netto:

$$\sqrt{((X_t - X_{t+1})^2 + (Y_t - Y_{t+1})^2)}$$

  dove X_t, X_{t+1} sono le coordinate dell'asse X una consecutiva all'altra e Y_t, Y_{t+1} sono le coordinate dell'asse Y una consecutiva all'altra;

- Spostamento medio giornaliero, sommando i valori di spostamento netto, per ogni giornata di monitoraggio;

- Velocità media, grazie all'intervallo di tempo tra *fix* consecutivi e spostamento netto;

- Angolo relativo:

$$[gradi(\arctan2(X_{t+1}-X_t;\ Y_{t+1}-Y_t))]$$

  dove X_{t+1}, X_t sono le coordinate dell'asse X la consecutiva e la coordinata antecedente e Y_{t+1}, Y_t sono le stesse coordinate dell'asse Y;

- Distanza dallo stazzo, come per lo spostamento netto:

$$\sqrt{((X_t - X_{t+1})^2 + (Y_t - Y_{t+1})^2)}$$

dove X_t corrispondeva alla coordinata X del CG e X_{t+1} alla coordinata X dello stazzo, stessa cosa per la coordinata Y.

Al fine di valutare, come da ipotesi, che la massima attività sia riscontrabile durante l'uscita e il rientro dallo stazzo del bestiame, rispettivamente nelle prime ore della mattinata e al tramonto, sono stati valutati lo spostamento netto e la velocità media durante le ore della giornata. Per testare l'ipotesi che non vi siano differenze nella quantità di movimento dei cani si è utilizzato lo spostamento medio giornaliero. Per quanto riguarda la tortuosità, calcolata grazie all'angolo relativo, si ipotizza che a brevi distanze dallo stazzo i valori degli angoli relativi, se più variabili tra loro, siano rappresentativi dei movimenti meandrici di riposo attorno allo stazzo del bestiame, mentre per maggiori distanze dallo stazzo segmenti più lineari, rappresentino dei movimenti di accompagnamento al bestiame all'interno del territorio del pascolo assegnato (Van Bommel & Johnson, 2014).

Figura.3

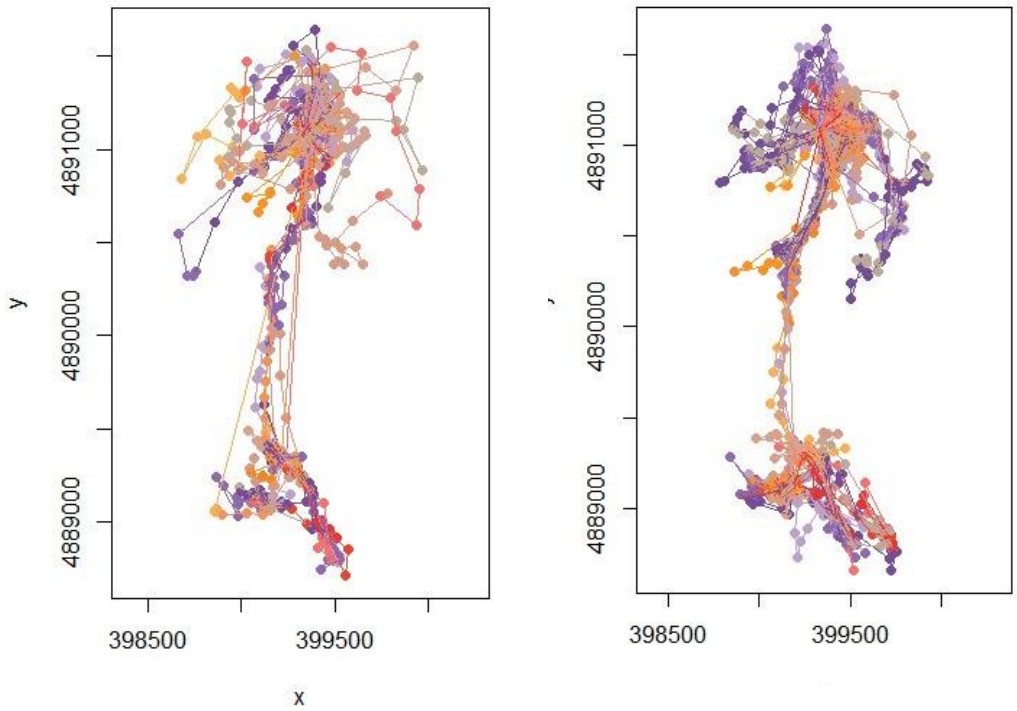


Figura 3. Rappresentazione della discretizzazione della traiettoria di due cani dello studio appartenenti allo stesso allevatore, in segmenti più brevi, dati delle posizioni GPS consecutive tra loro. I punti GPS sono colorati in base alle ore della giornata, gli assi X e Y riportano le coordinate UTM 32N WGS84.

3.3 Uso dello spazio: Home ranges e core area con Stimatore Kernel (KDE)

Il concetto *di home-range* è ormai in uso da più di 50 anni (Burt 1943) e probabilmente è uno dei più duraturi ed usati in ecologia, definito come quell'area attraversata da un individuo nelle sue attività tipiche di raccolta del cibo, accoppiamento e accudimento della prole. Con il passare degli anni e delle scoperte tecnologiche in essi, le metodologie per stimare gli *home-range* sono state più volte riviste e ampliate. Anche in questo caso le migliorie nel campo dei Sistemi di Posizionamento Globale (GPS), hanno portato a disporre per queste stime di numerose posizioni, più precise rispetto a quelle ottenute con la precedente tecnologia VHF (Stima della posizione attraverso triangolazione di un segnale radio). Lo Stimatore Kernel (*Kernel Density Estimation*, KDE) utilizzato nell'attuale studio è uno dei metodi più utilizzati per la stima degli *home-range* in ecologia, soprattutto per quanto riguarda lo studio dei mammiferi con localizzazioni GPS (Kernohan et al., 2001, Kie et al., 2010).

Il KDE è un metodo non-parametrico per la stima della distribuzione dell'uso, (*utilization distribution* UD), ovvero descrive l'home-range di un animale in termini probabilistici, stimandone la probabilità di densità (Worton, 1987). Permette di costruire un modello di home-range e di assegnare, ad ogni punto dello stesso, il valore proporzionale del tempo che vi ha trascorso l'animale. Il KDE crea intorno ai *fix* un contorno di isolinee (Worton, 1989), ognuna delle quali racchiude una percentuale di *fix* che rappresenta la densità di utilizzo, corrispondente all'ammontare del tempo speso da ogni individuo all'interno di ogni data area (Hemson et al., 2005). La stima Kernel aggiunge una quantità di incertezza attorno ad ogni coordinata; ovvero viene aggiunta attorno ad ogni localizzazione una quantità aggiuntiva di spazio. Fornendo una stima più realistica, generalmente infatti esiste un grado di incertezza per quanto riguarda la localizzazione GPS
(es., errori di mappatura, errori di telemetria; Withey et al., 2001; Marzluff et al., 2004).

Questa metodologia annovera una moltitudine di implementazioni al suo interno, tuttavia è la scelta del parametro smussamento *h* la più discussa nella letteratura e la più importante ai fini di una buona stima (Gitzen et al., 2006; Jones et al., 1996). Il parametro di smussamento *h* controlla l'ammontare di variazione in ogni componente da stimare, tanto più *h* è piccolo più i dettagli dei dati sono osservabili ad una piccola scala. In questo lavoro è stato utilizzato un parametro, di seconda generazione $h_{plug\text{-}in}$ (Jones et al., 1996), questa

selezione di smussamento è bivariata, infatti si considerano due differenti valori (un massimo ed un minimo) generati in base al dataset di valori da analizzare, in questo caso le coordinate X e Y. Va sottolineato inoltre che il parametro plug-in è considerato più performante quando utilizzato con dati dipendenti (Hall et al, 1995) e più utile ai fini di un'analisi conservativa (Girard et al., 2002; Amstrup et al., 2004; Gitzen et al., 2006), e più affidabile in termini di performance complessiva (Jones et al., 1996). Spesso in letteratura (Worton 1989) si consiglia l'utilizzo del parametro di smussamento h_{lscv}, recenti studi hanno però riscontrato un alto rischio di fallimento nel trovare convergenza (Gitzen et al., 2006; Pellerin et al., 2008) su grandi quantità di *fi*x dove la probabilità di avere cluster molto compressi è alta.

Il KDE, come tutti i metodi statistici utilizzati per la stima dell'*home-range*, si basa sull'assunto che i dati (ovvero le localizzazioni dell'animale) siano indipendenti fra loro, e che siano raccolti con un intervallo di tempo costante (Seaman et al. 1999; De Solla et al. 1999). Il motivo per il quale De Solla et al. (1999) raccomandano l'utilizzo di un intervallo di acquisizione costante è che, poiché il Kernel è uno stimatore che utilizza la densità delle localizzazioni per calcolare la UD, è necessario che i diversi gradi di densità sulla superficie siano determinati dal solo uso e non da diversi tassi di acquisizione delle localizzazioni.

Il KDE è stato calcolato a diversi gradi di utilizzi dello spazio. Sono state definite due aree aventi diverso grado di probabilità di utilizzo, definibili secondo Powell (2000) come:

- Kernel al 95%: definisce l'*home range* l'intera area di movimento dell'animale monitorato.
- Kernel al 50%: definisce le *core areas* (Samuel et al., 1985), ovvero la parte di *home-range* maggiormente utilizzata.

Per non incorrere in stime errate a causa dell'autocorrelazione dei dati, data dall'alto *fix rate* del campionamento, e fare in modo che le localizzazioni risultassero tutte acquisite allo stesso intervallo temporale, si sono adattati i set di dati di ciascun cane dello studio. Per fare ciò si sono sotto-campionati i *fix* in modo che i quelli iniziali, ottenuti con intervallo di 10 secondi e poi portati a 5 minuti per l'analisi del movimento, ne risultasse uno per ogni ora della giornata. Tenendo conto che per la realizzazione di *home-range* con lo stimatore Kernel sono necessari un minimo di 30 osservazioni (fix in questo caso) per animali (preferibilmente ≥50) (Seaman et al., 1999). Va aggiunto che un Kernel con un appropriato

parametro di smussamento *h* è probabile fornisca una stima di UD competitiva per caratterizzare l'uso dello spazio anche con dati dipendenti (Fieberg, 2007).
Si sono inoltre suddivisi i *fix* di ogni cane in orario notturno (dalle 21:00:01 orario in cui solitamente il pastore lasciava lo stazzo fino alle 07:59:59 quando veniva riaperto il recinto del bestiame) e orario diurno (dalle, 08:00:01- 20:59:59) creando 4 differenti KDE per ogni cane, rispettivamente due Kernel diurni al 50% e 95% delle isolinee e due KDE notturni al 50% e 95% delle isolinee. Gli *home-range* tramite KDE (e relativi parametri di smussamento $h_{plug\text{-}in}$) di questo studio sono stati calcolati mediante l'utilizzo dei pacchetti R (R versione 3.4.4, Development Core Team 2018) *adehabitatHR* (Calenge, 2015) e *ks* (Doung, 2018), che nello specifico ha permesso la stima del parametro $h_{plug\text{-}in}$.

3.4 Associazione tra cani da guardiania ed il bestiame

Ai fini di valutare l'associazione tra i cani da guardiania e il bestiame si è dovuto tener conto delle differenze nei movimenti per le due categorie animali analizzate, per il giorno e per la notte. Di giorno infatti il bestiame è tipicamente mobile, guidato dal pastore o liberamente, si muove nell'area del pascolo per cibarsi, mentre di notte viene solitamente confinato negli stazzi notturni, per il riposo.
Ipotizzando che i cani abbiano un buon grado di associazione con il bestiame dovrebbe trovarsi nelle prossimità di esso in entrambi i momenti, notte e giorno (Figura 4).

3.4.1 Associazione tra CG e il bestiame nelle ore diurne

Per valutare l'associazione tra cane e bestiame si utilizzata la metodologia illustrata da Van Bommel & Jhonson, 2014: sono state utilizzate le coordinate GPS raccolte in campo durante le osservazioni sul bestiame effettuate in maniera opportunistica durante l'attività di campo in tutto l'arco della giornata lavorativa del pastore, dalle 07:00 fino alle 21:00 (Colombo et al., 2018). I suddetti punti GPS sono quindi stati proiettati assieme ai KDE diurni al 50% e 95%. Per ogni cane dello studio, si è potuto calcolare quanti di questi punti ricadessero negli home-range dello specifico cane. Il numero delle localizzazioni GPS ricadenti nelle isolinee del KDE al 50% e 95% è stato in seguito riportato in percentuale come valore di *associazione diurna* tra cane e bestiame. L'analisi è stata eseguita attraverso il programma open source Q-GIS 2.18 Las Palmas.

3.4.2 Associazione tra CG e il bestiame nelle ore notturne

Lo stesso procedimento è stato applicato alle ore notturne; in questo caso si sono invece utilizzate le coordinate GPS raccolte durante il lavoro di campo riguardanti il posizionamento dello stazzo notturno, dove il bestiame veniva collocato nelle ore di riposo. La posizione dello stazzo è ritenuta indicativa della presenza del bestiame, in base da quanto emerso dai questionari agli allevatori il 100% degli ovi-caprini e l'87% dei bovini analizzati venivano confinati nello stazzo nelle ore notturne. Si è voluto valutare se i CG più facilitati nel muoversi abbiamo volontariamente (in assenza del pastore) scelto di trascorrere il tempo in prossimità del bestiame. Per valutare l'associazione al bestiame notturna, si è utilizzato lo stesso metodo riportato precedentemente per l'associazione diurna, proiettando le coordinate GPS degli stazzi notturni sul software Q-GIS e creando due buffer attorno alla coordinata del recinto, di 20 metri di raggio, così che fosse rappresentativo delle dimensioni dello stazzo. In seguito con lo strumento "Intersezione" si è calcolata la percentuale tra il numero totale di osservazioni e numero di osservazioni ricadenti nel KDE notturno al 50% e al 95% di ogni cane.

Figura.4

Figura 4. I CG dell'allevamento VP07 dello studio, nella prima foto al pascolo di giorno e nella seconda confinati nello stazzo di notte con il gregge.

3. 5 Associazione tra cani da guardiania della stessa muta: gli indici di sovrapponimento degli home-range

In ecologia la sovrapposizione degli home-range è sempre più un argomento di interesse, in quanto queste stime permettono di valutare le interazioni, statiche, spaziali tra due animali differenti o per lo stesso animale in tempi differenti, come nel susseguirsi delle stagioni (Seidel, 1992; Millspaugh et al., 2000, 2004; Kernohan et al., 2001). Sono stati proposti diversi indici per quantificare il grado di queste interazioni statiche. Hurlbert (1978) suggerisce che, al fine di quantificare il sovrapponimento, un indice deve essere appropriato (in grado di produrre misure intuitive) e semplice (facile da interpretare). Fieberg e Kochanny (2005) hanno testato l'accuratezza di questi indici di interazione statica nel classificare il grado di sovrapponimento di coppie di stime di *home-range*. I risultati suggeriscono che l'Indice di Sovrapponimento di Distribuzione dell'Uso (UDOI *Utilization Distribution Overlap Index*; Fielberg e Kochanny, 2005) è probabilmente il più appropriato per quantificare il sovrapponimento in termini di condivisione dello stesso spazio tra due individui, mentre, gli stessi autori, suggeriscono l'uso dell'indice VI

(Volume di Intersezione, Seidel 1992), per quantificare il grado di similarità tra due stime di UD.

- Indice di Sovrapponimento di Distribuzione dell'Uso (UDOI *Utilization Distribution Overlap Index*; Fielberg e Kochanny, 2005)

$$\mathrm{UDOI} = A_{1,2} \iint_{-\infty-\infty}^{\infty\,\infty} \hat{\mathrm{UD}}_1\,(x,y) \times \hat{\mathrm{UD}}_2\,(x,y)\,dxdy$$

- Volume dell'Intersezione (VI *Volume of Intersection*; Seidel 1992; Millspaugh et al. 2004).

$$\mathrm{VI} = \iint_{-\infty-\infty}^{\infty\,\infty} min[\hat{\mathrm{UD}}_1\,(x,y), \hat{\mathrm{UD}}_2\,(x,y)]\,dxdy$$

Entrambi gli indici utilizzano la misura di UD, ovvero la distribuzione di probabilità ottenuta tramite stimatore Kernel, che a sua volta definisce l'utilizzo dello spazio da parte dell'animale. L'indice UDOI quantifica il grado di sovrapponimento del range di movimento, mentre VI quantifica la similarità tra le stime dell'area utilizzata dai due animali (Fieberg e Kochanny, 2005). In altre parole, questi indici misurano il sovrapponimento di due UD in maniera 3-D, non solamente quindi tenendo conto del sovrapponimento del perimetro (sovrapponimento 2-D) degli home-range, ma di come le due forme di UD si sovrappongono tra loro nello spazio tridimensionale, dove la terza dimensione, z, corrisponde alla probabilità di utilizzo (Uboni et al., 2015).

Entrambi gli indici variano da 0 a 1: 0 indica assenza di sovrapponimento tra le aree e 1 indica il massimo sovrapponimento. UDOI però può essere > 1, quando lo spazio usato dai due animali non è uniformemente suddiviso, ma mantiene comunque un forte grado di sovrapponimento.

I CG appartenenti allo stesso allevatore, dovrebbero riportare un alto grado di sovrapponimento di *home-range* e quindi associazione nei movimenti giornalieri in caso di

accompagnamento del bestiame al pascolo, così pure per i movimenti notturni se di sorveglianza nei pressi dello stazzo del bestiame.
Si sono quindi calcolati entrambi gli indici, VI e UDOI, sia con Kernel al 95% delle posizioni che al 50%, per il giorno e per la notte, per ogni cane appartenente alla stessa muta.
In mute con più di due cani, l'indice è stato calcolato inizialmente a coppie di due per ogni combinazione possibile, in seguito è stata calcolata la media per ogni individuo.

3.6 Analisi statistiche e ripartizione del campione

I 17 cani da guardiania selezionati per lo studio sono stati suddivisi in 3 categorie, ricavate in base a:

- Età (tra cani giovani < 2 anni e adulti > 2 anni) ottenendo rispettivamente 11 cani giovani e 6 adulti;
- Sesso, con 9 maschi e 8 femmine;
- Specie di bestiame con 10 CG con ovi-caprini e 7 con bovini.

Per ogni categoria così ottenuta si sono calcolati: 1) i valori medi dei parametri dell'analisi del movimento (net displacement, velocità media, distanza media dallo stazzo e angolo relativo), 2) la stima delle dimensioni degli home-range notturni e diurni con 50% e 95% delle posizioni GPS ottenuti con stimatore Kernel, 3) l'associazione con il bestiame diurna e notturna, 4) l'associazione tra CG della stessa muta con tutte le stime Kernel ottenute per gli home-range al 50 e al 95%, con entrambi gli indici VI e UDOI.
Per testate l'ipotesi nulla che non vi siano differenze statistiche tra i CG in base a tipologia di bestiame, sesso ed età del cane, i valori medi ottenuti, non avendo distribuzione normale, sono stati confrontati con test non-parametrico di U- Mann Whitney, con livello di significatività $\alpha = 0,05$, inoltre tutti i test sono stati eseguiti con un intervallo di confidenza al 95%. Le analisi statistiche sono state eseguite con il software open source R (R versione 3.4.4, Development Core Team 2018).

3.7 Cluster dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio

Il Clustering è un metodo non-parametrico utilizzato al fine di organizzare osservazioni simili tra loro, spesso in rappresentazioni grafiche, e che può essere utilizzato per identificare schemi per il raggruppamento dei dati o *outliers*. Questo approccio è definito non-parametrico in quanto non vi è il bisogno di presumere nessuna distribuzione specifica. Esistono diversi metodi per condurre questa analisi descrittiva, l metodo utilizzato per questo lavoro, di tipo non gerarchico, ed è quello di tipo partizionale, non gerarchico, del *K-means* (MacQueen, 1967).

Esistono una vasta varierà di algoritmi utilizzabili per questa analisi. L'algoritmo standard è quello di Hartigan-Wong (Hartigan e Wong, 1979), che definisce la variazione totale interna ai cluster come la somma delle distanze Euclidee al quadrato tra i soggetti analizzati

$$W(C_k) = \sum_{x_i \in C_k} (x_i - \mu_k)^2$$

e i corrispondenti centroidi:

- x_i un punto dei dati che appartiene al cluster C_k
- μ_k è la media del valore dei punti assegnati al E cluster C_k

Ogni osservazione (x_i) è assegnata ad un dato cluster in modo che la somma dei quadrati (SS) della distanza dell'osservazione dal centro μ_k del cluster assegnato sia minima.

La variazione totale interna al cluster è definita:

$$tot.withinss = \sum_{k=1}^{k} W(C_k) = \sum_{k=1}^{k} \sum_{x_i \in C_k} (x_i - \mu_k)^2$$

Il primo passo quando si utilizza il *k-means clustering* è quello di indicare il numero dei gruppi (k) in cui si vogliono partizionare i dati. L'algoritmo inizia a selezionare a random k oggetti dai dati da utilizzare come centri iniziali dei cluster, gli oggetti selezionati sono appunto definiti come centroidi o medie.

Successivamente, ciascuno dei rimanenti oggetti è assegnato al centroide più vicino, dove vicino è definito usando le distanze Euclide, tra il dato oggetto e la media del cluster. Questo

step è definito passo di assegnazione del cluster. In seguito l'algoritmo calcola le nuove medie per ogni cluster, per definire questo passo si utilizza la terminologia di aggiornamento dei centroide. Ricalcolati i centri, ogni osservazione viene controllata nuovamente al fine di identificare possibili vicinanze ad altri cluster. Questi passaggi vengono ripetuti finchè il primo di questi, assegnazione dei cluster, non smette di cambiare, ovvero fino a che non viene raggiunta convergenza (Kassambara, 2017).

Volendo identificare suddivisioni statisticamente rilevanti interne al campione dei 17 CG studiati in questa tesi, si sono utilizzati gli indici ottenuti dalle analisi di associazione con il bestiame, notturno e diurno con Kernel al 95% e al 50% delle posizioni, associazione tra cani della stessa muta con indici VI (dei KDE al 50% e al 95%) e UDOI (dei KDE al 50% e al 95%) nelle ore notturne e diurne, ed infine le stime delle dimensioni *dell'home-range*, diurno e notturno, con Kernel al 50% e al 95%.
In questo modo è possibile ottenere dei raggruppamenti interni al campione di cani in base alla similitudine della tipologia di uso dello spazio.

Per questa analisi è stato utilizzato il software di statistica R (R versione 3.4.4, Development Core Team 2018) e i rispettivi pacchetti "FactoMineR" (Sebastien Le et al., 2008) e "factoextra" (Kassambara, 2017), che permettono di calcolare tramite la funzione "fviz_nbclust()" il numero ottimale di cluster, in base al dataset fornito per l'analisi, il valore dei *k-means* e di effettuare rappresentazioni grafiche dei risultati grazie al supporto del pacchetto "ggplot2" (Wickham & Chang, 2016).

4. Risultati

4.1 Applicazione datalogger e periodo di monitoraggio

Il periodo di monitoraggio ha avuto una durata di più di 1 mese per la maggior parte dei cani considerati, ogni CG dotato di datalogger GPS è stato campionato per un periodo medio di 38,17 ± 14,77 (media ± DS) giorni con un minimo di 11 giorni ad un massimo di 64 giorni (Tabella 1.1). Per ogni cane il periodo di campionamento è stato suddiviso in sotto-periodi di un giorno (calcolato dall'ora 00:00:01 all'ora 23:59:59). I datalogger GPS sono stati programmati per rilevare la posizione con intervalli di 10 secondi; sono stati esclusi dal campionamento quelle localizzazioni che risultano essere fuori scala di studio (i.e. errori legati al sistema GPS in ambiente), i punti aventi HDOP (Horizontal Dilution Of Precision) con valore superiore a 12 e quelle localizzazioni consecutive le cui distanze risultavano superiori a 50m, non aventi valori di velocità di almeno 18 km/h (Van Bommel & Johnson, 2014).
Durante il lavoro di campo sono stati persi tre collari datalogger GPS e due sono stati danneggiati irreparabilmente dai cani. In totale sono state registrate 4.529.815 posizioni GPS e, da queste, ne sono state rimosse lo 0,38%.

4.2 Traiettoria e analisi del movimento

Si sono calcolati i valori medi (± DS) in rapporto alle ore della giornata, tra 814.246 *fix* consecutivi ottenuti sotto-campionando i *fix* totali con un intervallo di 5 minuti, per tutti i parametri selezionati per l'analisi del movimento dei cani da guardiania, quali: il *net displacement* (m), l'angolo di rotazione (°), la velocità media (m/h) e la distanza dallo stazzo notturno del bestiame (m).
Si è inoltre calcolata la media dello spostamento totale giornaliero compiuto da ogni CG, grazie ai valori di *net displacement* sommati per ogni giornata di monitoraggio.

I cani da guardiania nel periodo di monitoraggio si sono mossi con una velocità media di 342,57 ± 265,67 metri orari, *net displacement* medio di 29,31 ± 22,79 metri per uno spostamento giornaliero di 6.610 ± 2.845,36 metri e hanno mantenuto una distanza media dallo stazzo di 327,36 ± 325,59 metri.

Tabella 1.1

ID Cane	Sesso	Età	Inizio Monitoraggio	Fine Monitoraggio	Giorni di Monitoraggio
Ovi-caprini					
VT0101	M	1	17/07/2017	06/09/2017	49
VT0102	F	2	17/07/2017	21/09/2017	56
VT0103	M	11	17/07/2017	21/09/2017	58
VP0701	M	2	17/07/2017	13/09/2017	44
VP0702	F	1	17/07/2017	13/09/2017	36
VP0703	F	2	02/08/2017	25/08/2017	17
VG0201	M	7	17/07/2017	20/09/2017	64
VG0202	F	7	17/07/2017	27/09/2017	52
VG1101	M	2	27/07/2017	25/08/2017	23
VG1102	M	3	05/08/2017	15/08/2017	11
Bovini					
VT0502	F	5	17/07/2017	27/08/2017	38
VT0503	M	1	17/07/2017	27/08/2017	41
VT0801	F	7	17/07/2017	25/08/2017	34
VT0802	M	5	17/07/2017	25/08/2017	35
VP0101	M	1	19/07/2017	25/08/2017	38
VP0102	F	1	17/07/2017	25/08/2017	22
VG0902	F	2	18/07/2017	23/08/2017	31

Tabella 1.1 I 17 CG muniti di collare datalogger GPS, con descrizione di età (anni) e sesso (M: maschi; F: femmine), suddivisi per tipologia di bestiame (sopra Ovi-caprini; sotto Bovini), vengono riportate le giornate di monitoraggio per ogni cane, con data di inizio e fine.

Si sono valutati gli schemi di attività giornaliera per tutti i CG dello studio, confrontando le medie orarie dello spostamento netto *(net displacement*) nelle 24 ore della giornata (Figura 5). Si sono individuati, due picchi di spostamento riconducibili all'inizio dell'attività giornaliera, al mattino a partire dalle 06:00 con movimento prolungato fino alle 12:00, una pausa più o meno marcata fino al primo pomeriggio, ed un secondo picco di attività dalle 15:00 e alle 21:00.
Non si evidenzia quindi uno schema di movimento paragonabile a quello del lupo (Ciucci et al., 1997), dove si evidenzia che i movimenti del predatore sono particolarmente legati alle ore notturne.

Figura.5 Pattern dell'attività giornaliera dei 17 cani da guardiania dello studio

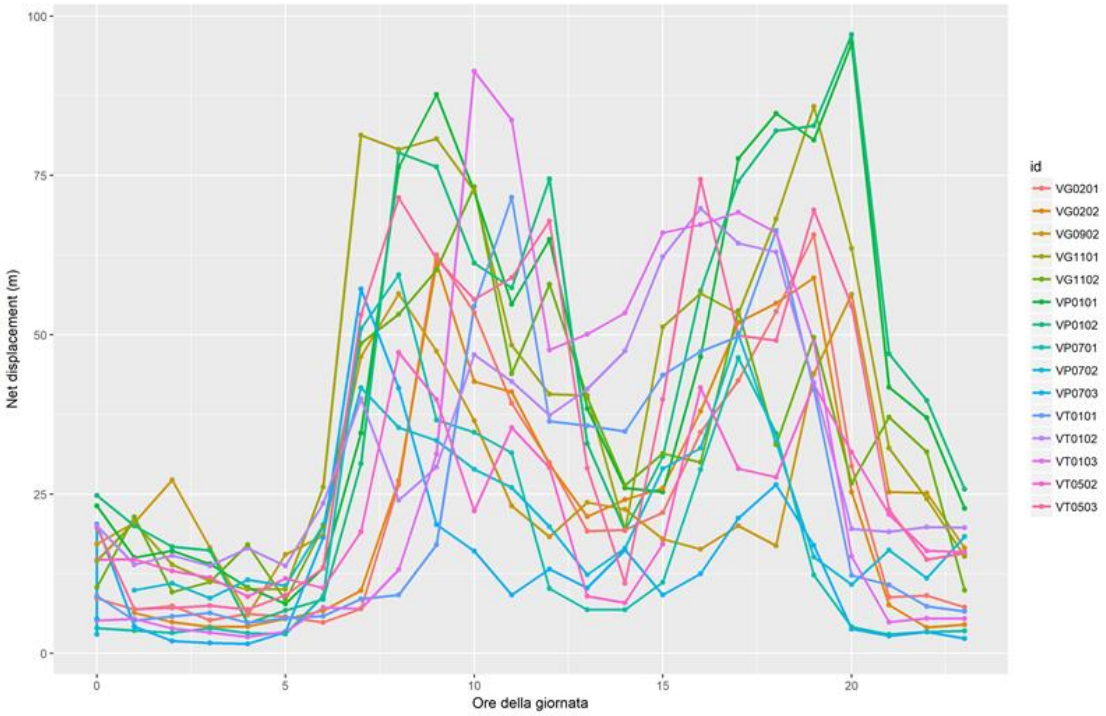


Figura.5 Schema delle attività giornaliere per tutti e 17 i cani da guardiania analizzati dello studio. Pattern che indica la riduzione delle attività notturne per tutti i cani e i due picchi di attività alla fuoriuscita e al rientro del bestiame nello stazzo per il confinamento notturno.

Tabella 1.2

Categoria	Spostamento giornaliero medio (m)	Velocità media (m/h)	Net displacement medio (m)	Distanza dallo stazzo media (m)
CG giovani	6.871,75±3.358,84	349,89±270,03	30,46 ± 23,56	270,99±278,17
CG adulti	6.235,87±2.095	327,94±257,20	27,00 ± 21,06	440,08±381,04
CG maschi	6.824,09±2.962,44	371,67±290,15	31,79 ± 25,03	394,05±348,78
CG femmine	6.368,97±2.889,67	309,31±230,99	26,47 ± 19,61	251,14±278,94
CG con ovi-caprini	6.609,92±2.845,36	313,06±261,37	26,57 ± 21,66	303,03±347,64
CG con bovini	6.764,32±4.097,27	401,60±265,42	34,78 ± 24,06	376,01 ±271,14

Tabella 1.2 CG suddivisi nelle categorie di età, sesso e bestiame con rispettivi parametri di movimento medi (± DS).

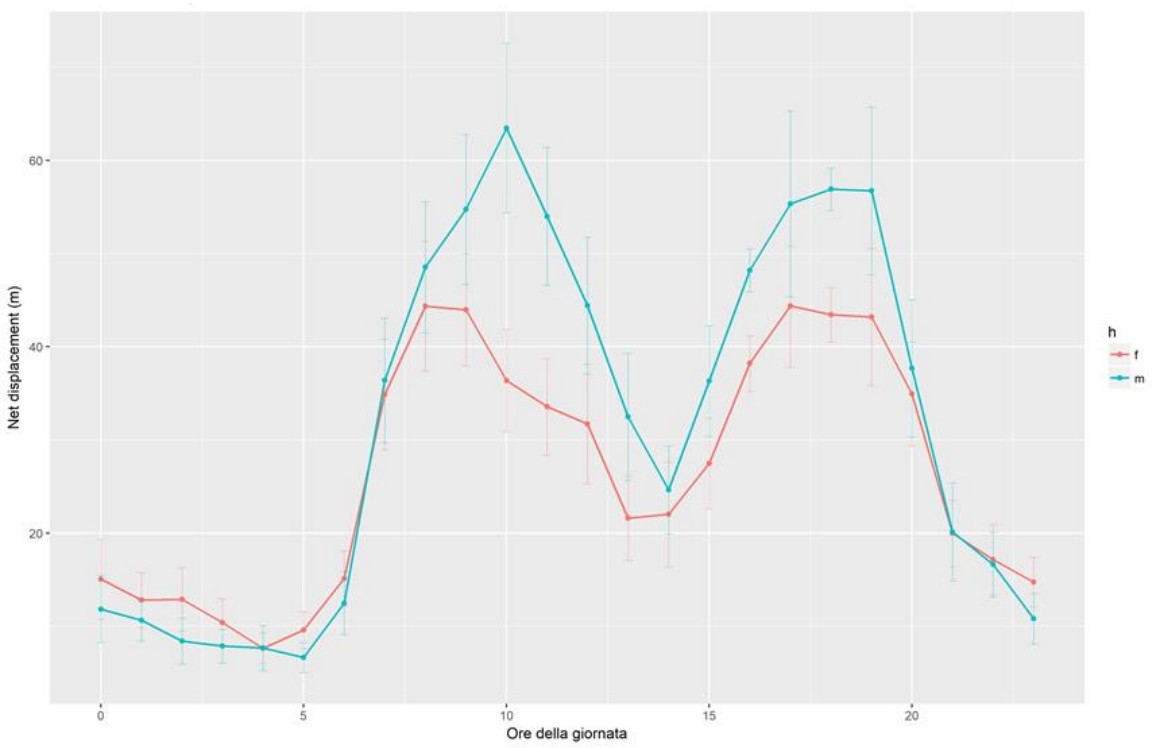
Si è poi approfondita l'analisi all'interno delle sotto-categorie individuate (Tabella 1.2).

- **CG Maschi e Femmine**

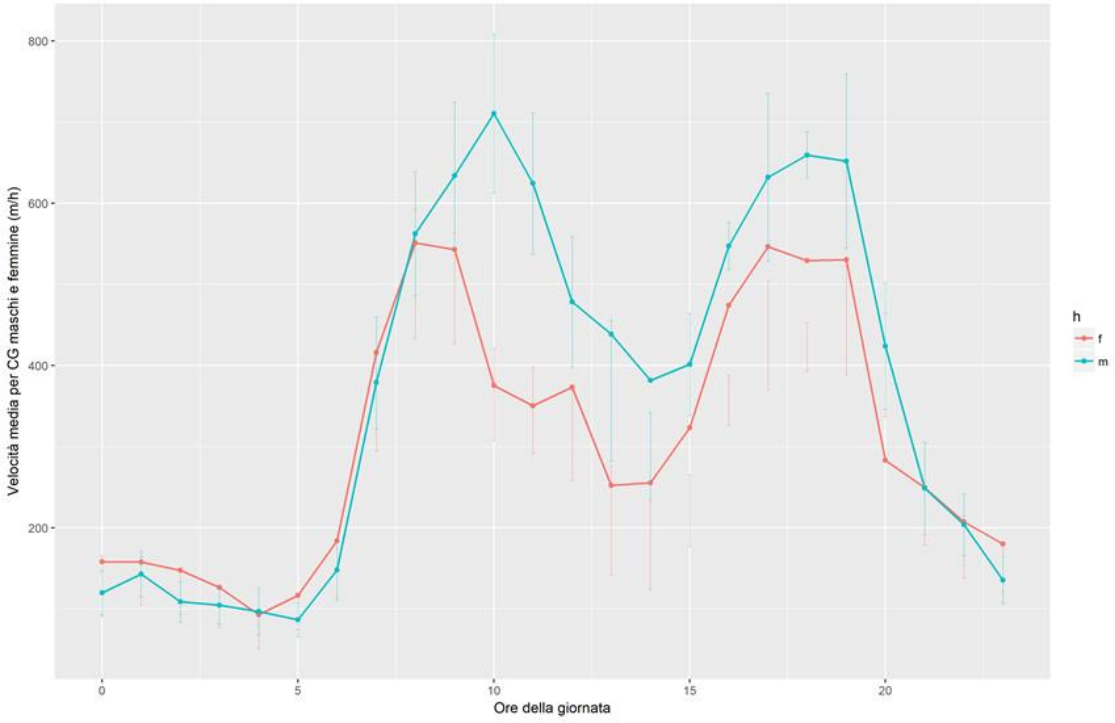
Lo spostamento giornaliero per CG maschi e femmine è risultato in media di 6.368,97± 2889,67 metri per le femmine e di 6824,09 ± 2962,44 metri per i maschi, non si sono riscontrate differenze statistiche significative tra i due valori (W = 34, p-value = 0,88). Al contrario emerge una differenza statisticamente significativa per i due sessi per quanto riguarda la velocità media (W =13722, p-value=0,01), più elevata per i maschi (Figura 6b). Emerge una differenza significativa anche tra le distanze medie dello stazzo (Figura 6c, W = 12537, p-value = 0,0002). Considerando la velocità media e lo spostamento netto medio (Figure 6a e 6b), mostrano due picchi di attività giornaliera: al mattino, con il culmine di attività massima per i maschi alle 11:00 mentre per le femmine è alle 08:00, al pomeriggio i picchi massimi sono alle 18:00 per i CG maschi e alle 17:00 per i CG femmina. Non si evidenziano particolari movimenti nelle ore notturne. La distanza media dallo stazzo, evidenzia un maggior allontanamento per quanto riguarda la categoria dei CG maschi.

Figura.6

2a) Spostamento netto medio (m)



6b) Velocità media (m/h)



6c) Distanza dallo stazzo (m)

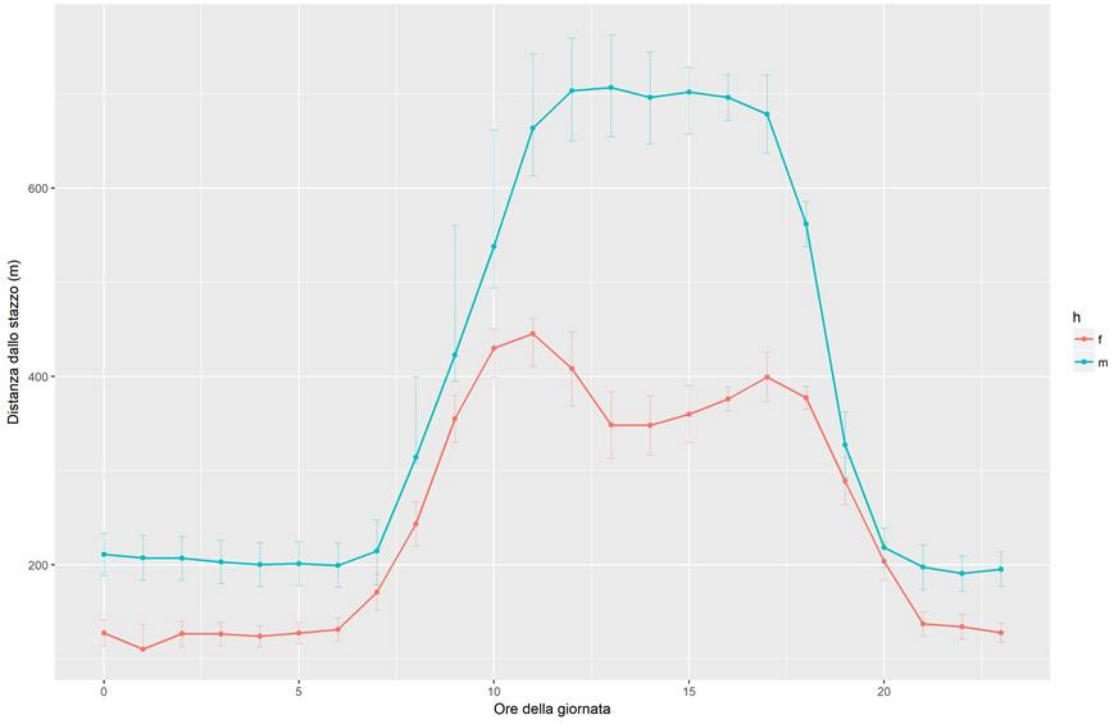


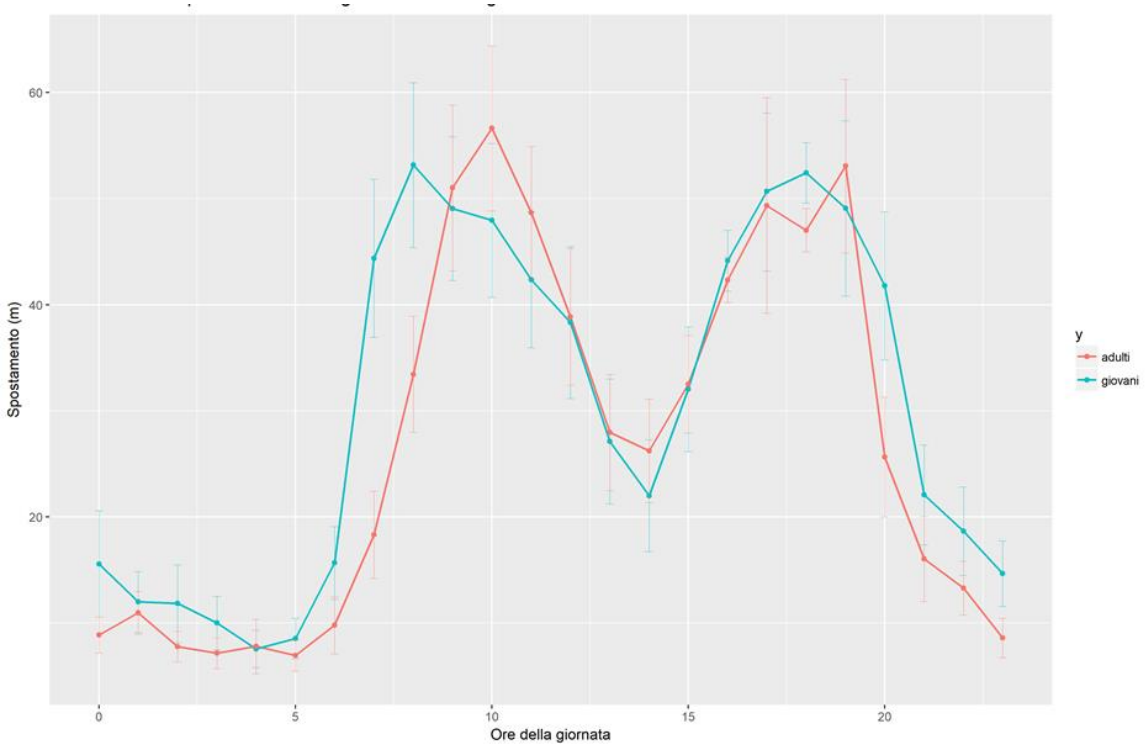
Figura. 6 Net displacement (6a) e Velocità media (6b) e Distanza dallo stazzo (6c) a confronto tra CG maschi (m) in blu e femmine (f) in rosa.

- **CG giovani e adulti**

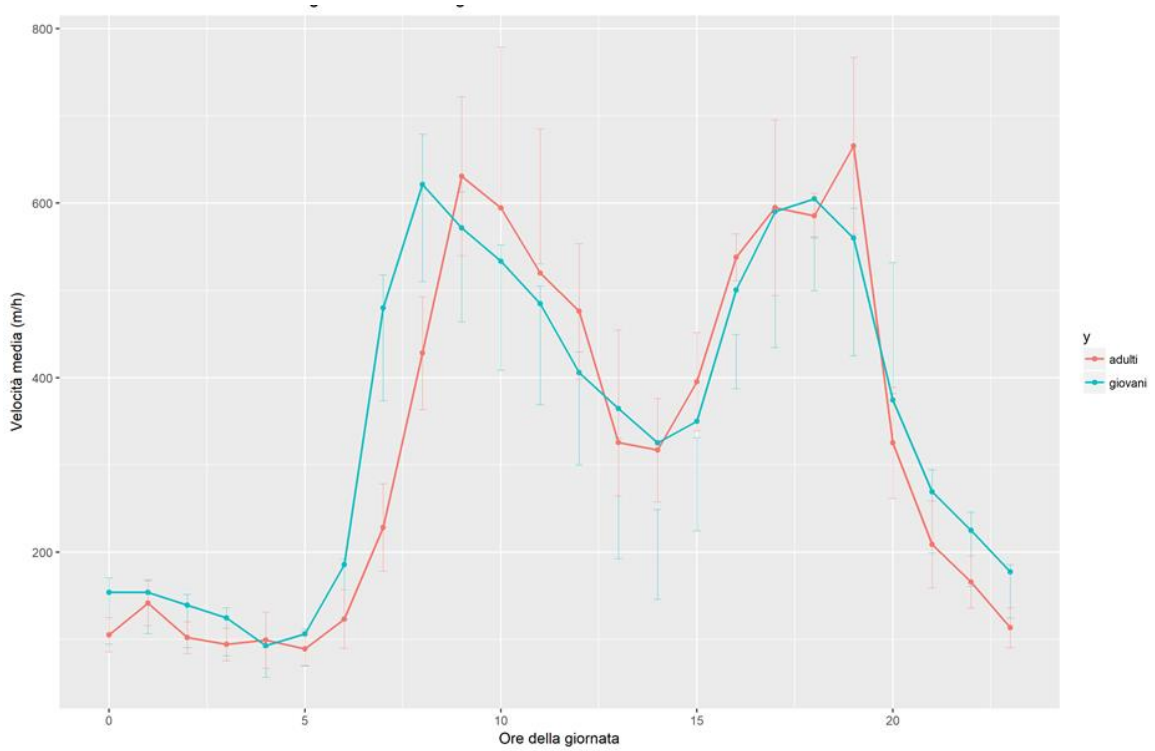
Tra CG giovani ed adulti si evidenzia un maggior allontanamento dallo stazzo per quanto riguarda i cani adulti (Figura 7c) con forte differenza statistica rispetto ai cani più giovani (W = 11622, p-value = 0,002), si nota che la ben più ampia curva rappresentante la distanza media dallo stazzo compiuta dai CG adulti, che tocca a valori di 941,23 metri mentre quella dei giovani si ferma a 443,06 metri. È importante sottolineare la differenza riscontrata anche per quanto riguarda gli orari: i giovani toccano la massima distanza dallo stazzo intorno alle 11:00, congruente al massimo spostamento netto e massima velocità media. Per gli adulti di CG invece la massima distanza dal recinto è alle 15:00 e i massimi di velocità media e spostamento netto medio rispettivamente alle 21:00 e alle 10:00. Nessuno degli altri parametri utilizzati per valutare l'attività delle due categorie di cani ha riportato differenze statisticamente significative.

Figura.7

7a) Spostamento netto medio (m)



7b) Velocità media (m/h)



7c) Distanza dallo stazzo (m)

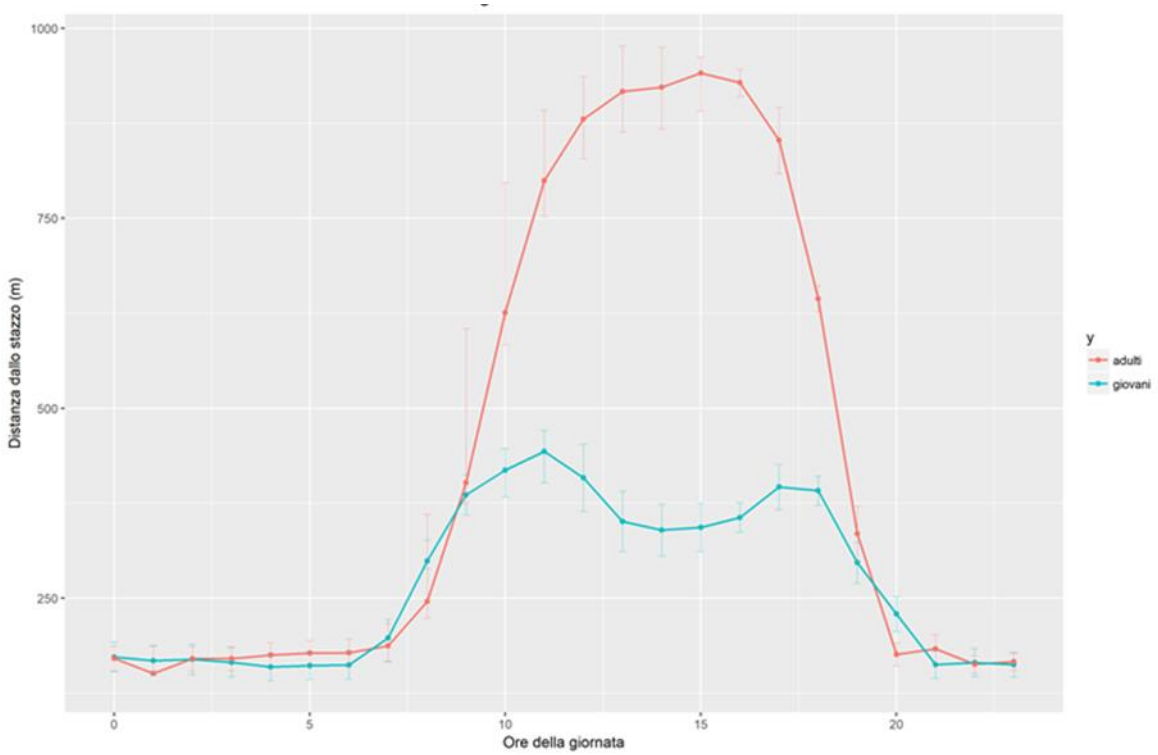


Figura.7 Net displacement (7a) e Velocità media (7b) e Distanza dallo stazzo (7c) a confronto tra CG adulti e giovani, rispettivamente in rosa e blu.

- **CG con ovi-caprini e con bovini**

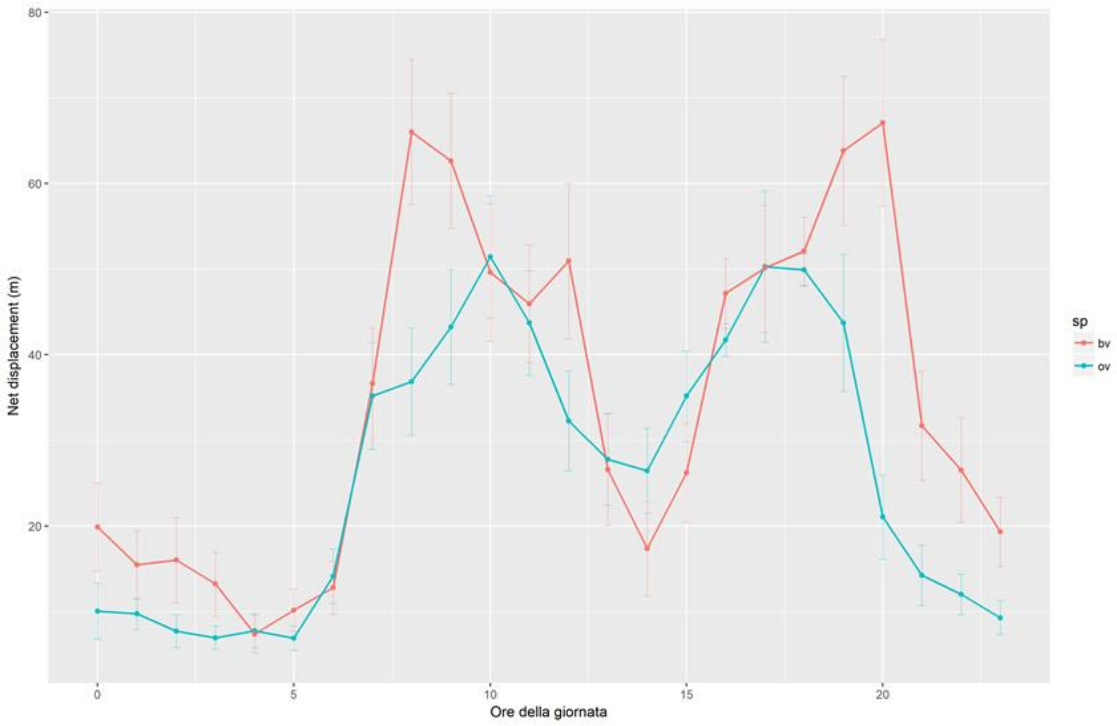
I CG con ovini iniziano la loro attività la mattina intorno alle 06:00 con un progressivo aumento di velocità e spostamento netto, presentando un picco di distanza dallo stazzo notturno alle 15:00 (Figura 8c). I cani da guardiania con bovini, invece, hanno due picchi di distanza dallo stazzo, uno alle 10:00 e uno alle 17:00 (Figura 8c) che coincidono con i picchi di velocità e spostamento netto che si manifestano più intensi e duraturi nelle ore della giornata paragonandoli ai CG con ovi-caprini.

Sono emerse differenze statisticamente significative per tutti i parametri utilizzati per valutare il movimento dei CG di questa categoria, tranne per lo spostamento medio giornaliero.

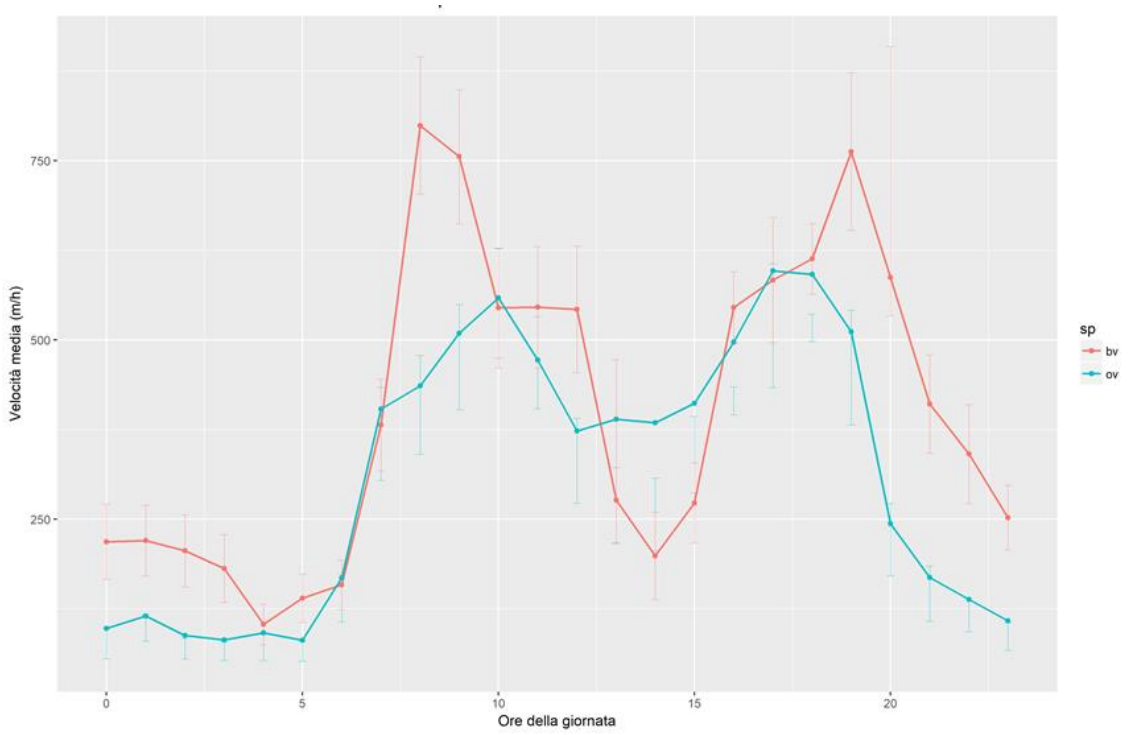
In particolare lo spostamento netto medio (W = 17143, p-value = 0,003) (Figura 8a), per la velocità media (W = 17021, p-value = 0,004) (Figura 8b) e ancora rilevante la differenza per quanto riguarda la distanza dallo stazzo (W = 16515, p-value = 0,02) (Figura 8c) delle due categorie di CG in questione.

Figura.8

8a) Spostamento netto medio (m)



8b) Velocità media (m/h)



8c) Distanza dallo stazzo (m)

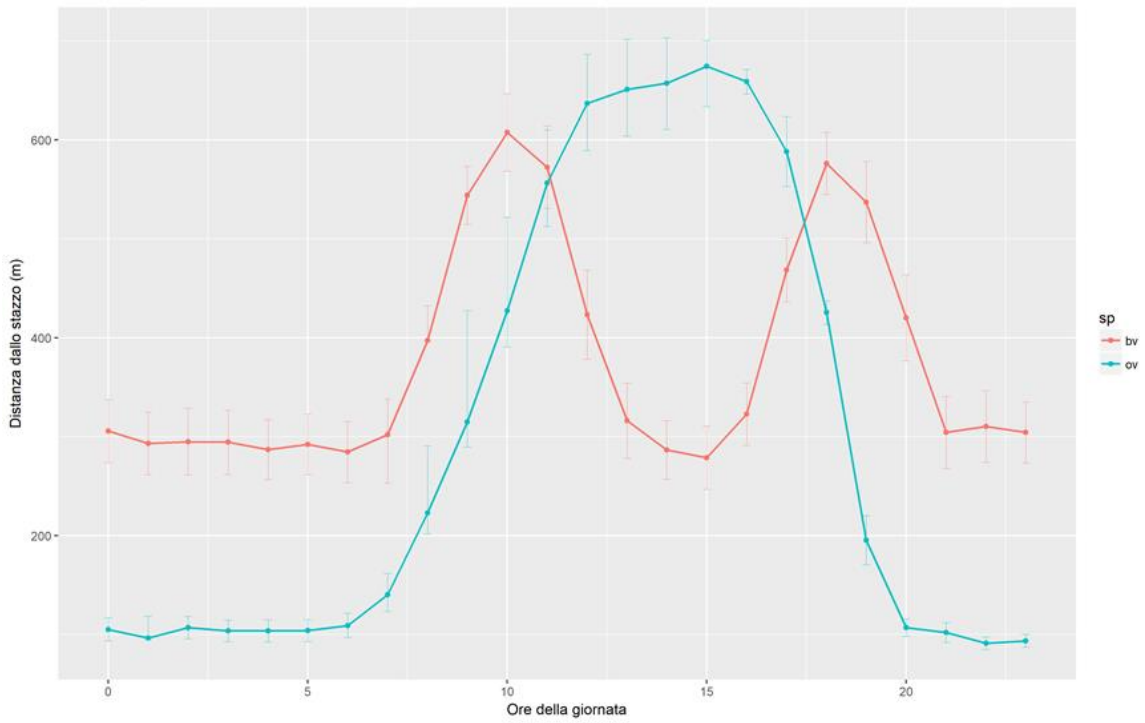


Figura 8. Net displacement (8a) e Velocità media (8b) e Distanza dallo stazzo (8c) a confronto tra CG per la difesa di bovini (bv) in blue e ovi-caprini (ov) in rosa.

Per quanto riguarda invece la **tortuosità**, si sono generati, e descritti i seguenti grafici (Figura 9) per ogni sottocategoria di CG analizzata.

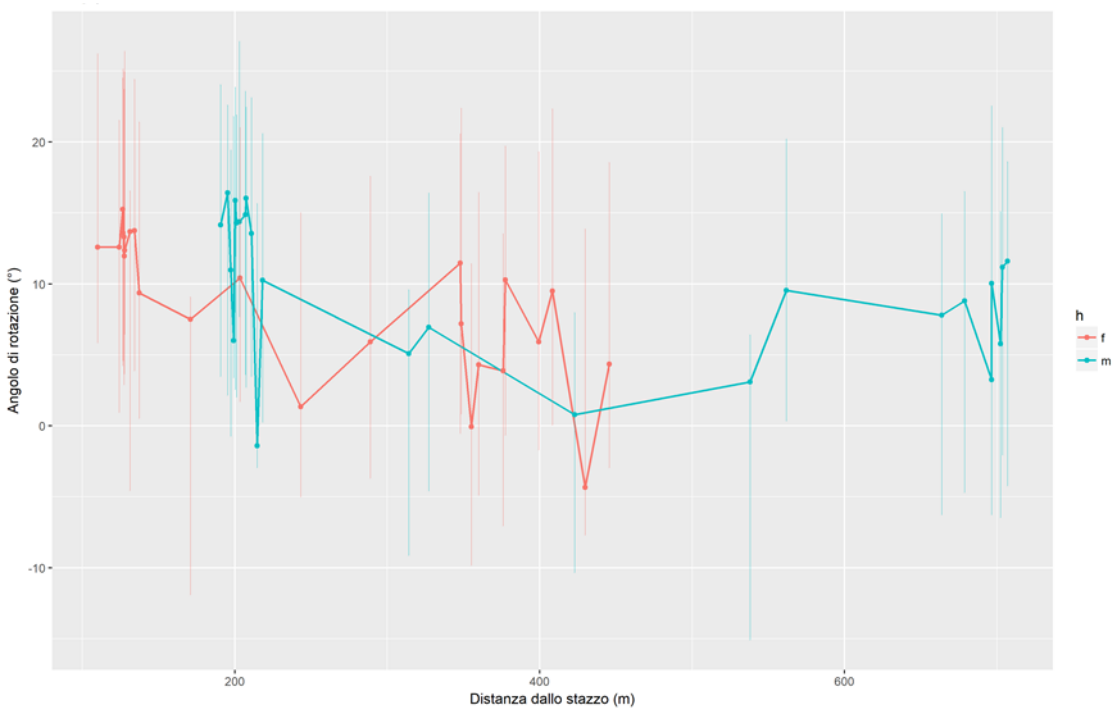
Tra CG maschi e femmine (Figura 9a) e CG giovani ed adulti (Figura 9b) è evidente una differenza già riscontrata e riportata precedentemente per le distanze medie dallo stazzo. I CG maschi, come i CG adulti, manifestano in maniera più evidente un movimento tortuoso per le distanze minime dallo stazzo (circa a 200 m), che per entrambe le categorie si fa più lineare fino al raggiungimento dei 700m dove si manifesta nuovamente variabilità per i valori di angolo di rotazione, per i cani da guardiania adulti si evidenziano distanze dallo stazzo che raggiungono i 1000m.

Le CG femmine (Figura 9a) e i CG giovani (Figura 9b) invece, si mantengono a distanze inferiori, rimanendo più prossimi allo stazzo, con una soglia minima di distanza, inferiore ai 100m, ed evidenziando un pattern meno lineare per quanto riguarda la tortuosità, rispetto ai maschi e gli adulti, anche a distanze maggiori dallo stazzo, con un massimo ridotto a 450m.

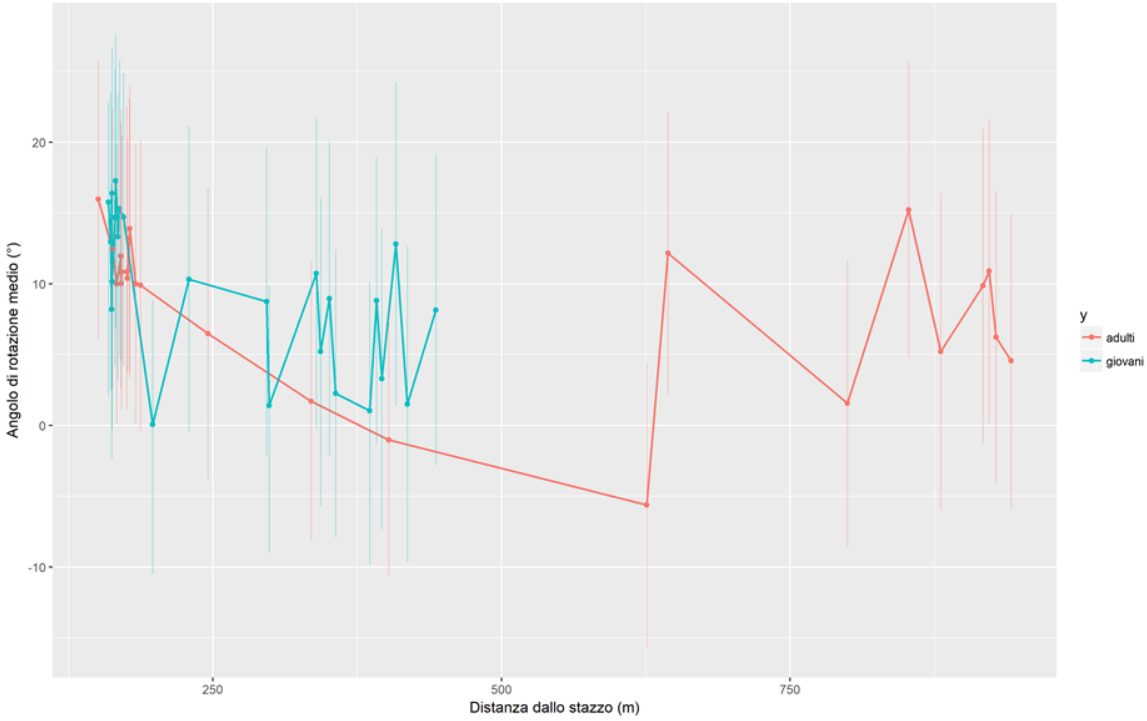
I CG per la difesa degli ovini (Figura 9c) manifestano un pattern con valori di tortuosità variabili per le brevi distanza dello stazzo (inferiori ai 100m). Con l'aumentare della distanza i valori si fanno più costanti, manifestandosi in una traiettoria maggiormente lineare fino al raggiungimento di distanze massime di 710 metri.
Per quanto riguarda i cani con bovini (Figura 9c) le distanze dallo stazzo sono maggiori per quanto riguarda i livelli minimi, rimangono infatti in media oltre i 200 metri da esso e anche in questo caso manifestano comportamento tortuoso a queste brevi distanze, che viene a ridursi con il raggiungimento della distanza massima dallo stazzo di 600 metri.

Figura.9 Tortuosità media (°) in relazione alla Distanza media dello stazzo (m)

9a) CG maschi e femmine



9b) CG giovani ed adulti



9c) CG con ovi-caprini e con bovini

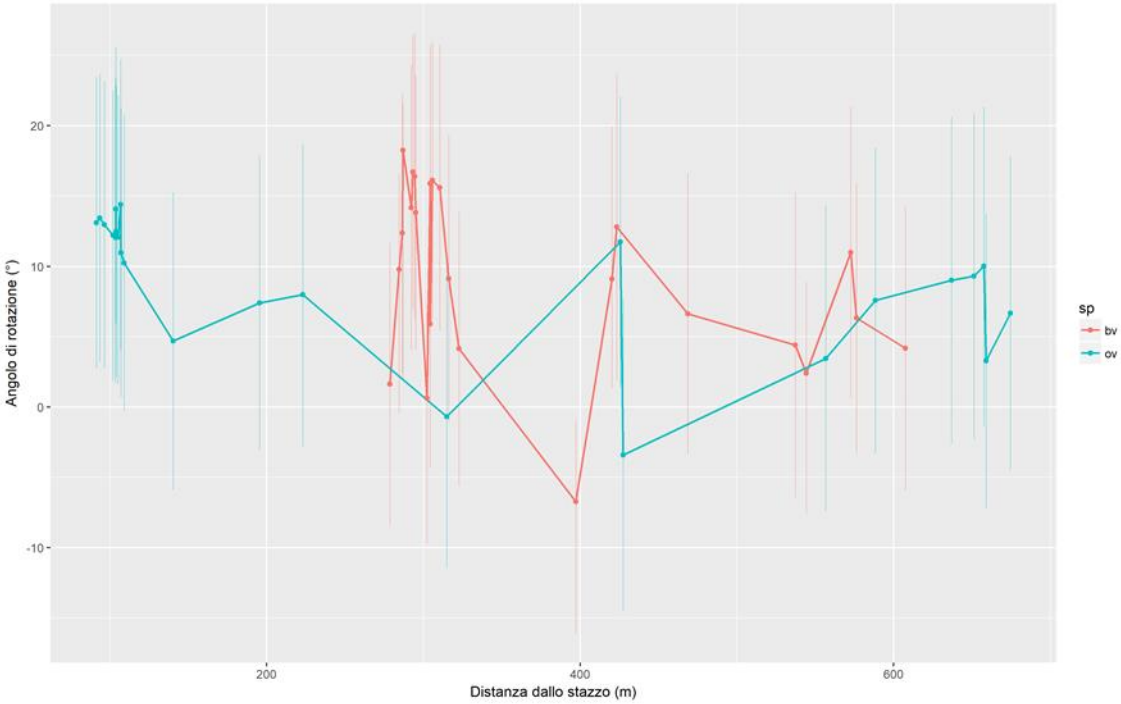


Figura.9 Nell'asse X la distanza dallo stazzo, in metri, mentre nell'asse Y i valori di angolo di rotazione, in gradi. Le due differenti linee rappresentano le categorie di CG messe a confronto nello studio. Nella figura 9a in rosa le femmine ed in blu i maschi. Nella figura 9b i CG giovani sono in blu e gli adulti in rosa. Nella figura 9c i CG con bovini sono in rosa e quelli ovi-caprini in blu.

4.3 Dimensione degli *Home ranges* e delle *Core areas*

L'analisi degli home-range dei 17 cani è stata condotta su una media (± DS) di 425 (± 156,27) e di 382, 05 (± 167,90) punti GPS rispettivamente per il giorno e per la notte (Tabella 2.1).

Tabella 2. 1

ID Cane	Sesso	Età (anni)	Inizio Monitoraggio	Fine Monitoraggio	Giorni di Monitoraggio	*Fix* GPS giorno	*Fix* GPS notte
Ovi-caprini							
VT0101	M	1	17/07/2017	06/09/2017	49	519	507
VT0102	F	2	17/07/2017	21/09/2017	56	548	538
VT0103	M	11	17/07/2017	21/09/2017	58	634	561
VP0701	M	2	17/07/2017	13/09/2017	44	496	501
VP0702	F	1	17/07/2017	13/09/2017	36	373	368
VP0703	F	2	02/08/2017	25/08/2017	17	155	164
VG0201	M	7	17/07/2017	20/09/2017	64	694	699
VG0202	F	7	17/07/2017	20/09/2017	52	564	567
VG1101	M	2	27/07/2017	25/08/2017	23	322	212
VG1102	M	3	05/08/2017	15/08/2017	11	197	107
Bovini							
VT0502	F	5	17/07/2017	27/08/2017	38	575	473
VT0503	M	1	17/07/2017	27/08/2017	41	462	381
VT0801	F	7	17/07/2017	25/08/2017	34	333	289
VT0802	M	5	17/07/2017	25/08/2017	35	298	253
VP0101	M	1	19/07/2017	25/08/2017	38	472	398
VP0102	F	1	17/07/2017	25/08/2017	22	261	200
VG0902	F	2	18/07/2017	23/08/2017	31	322	277

Tabella 2. 1 Tabella dei 17 CG divisi in base al tipo di bestiame in custodia ovi-caprini (sopra) e bovini (sotto) è poi riportato il sesso (M: maschio; F: femmina), l'età (con anni dichiarati dall'allevatore) e le date di inizio e fine monitoraggio con datalogger GPS. Il conteggio delle giornate di monitoraggio ed il numero di posizioni utilizzate per stima dei Kernel diurni e notturni.

Al fine di individuare se gli home-range dei cani avessero dimensioni differenti in base al movimento del bestiame, e quindi di giorno e di notte, si è valutata la significatività delle differenze delle aree degli home-range (al 50% e al 95%) nei due momenti della giornata. Sono emerse differenze statisticamente significative sia per le *core areas* (W = 225, p-value

= 0,004) sia all'interno degli *home-ranges* al 95% (W = 256, p-value < 0,001), evidenziando la forte riduzione dei movimenti per tutti i CG nelle ore notturne (Figura 10).

Tabella 2. 2

ID Cane	KDE 50% Giorno	KDE 95 % Giorno	KDE 50% Notte	KDE 95% Notte	Sesso	Età	Bestiame
VT0101	0,2737	3,1412	0,0006	0,0025	M	1	ovcp
VT0102	0,0206	0,5756	0,0012	0,0143	F	1	ovcp
VT0103	0,4012	4,51	0,0006	0,0068	M	2	ovcp
VP0701	0,0087	0,1425	0,0018	0,0493	M	1	ovcp
VP0702	0,0112	0,2031	0,0037	0,0425	F	1	ovcp
VP0703	0,0012	0,0118	0,0006	0,0018	F	1	ovcp
VG0201	1,6925	6,3231	0,0875	0,3718	M	2	ovcp
VG0202	1,8075	6,7281	0,7312	0,3612	F	2	ovcp
VG1101	0,9962	4,5825	0,0118	0,2875	M	1	ovcp
VG1102	0,1118	0,9093	0,0043	0,0556	M	2	ovcp
VT0502	0,5343	3,2656	0,0818	0,395	F	2	bv
VT0503	0,62	3,458	0,0293	0,2313	M	1	bv
VT0801	0,1037	0,9837	0,1512	0,8512	F	2	bv
VT0802	0,022	0,427	0,0137	0,1181	M	2	bv
VP0101	0,0593	1,0918	0,0081	0,1275	M	1	bv
VP0102	0,0793	0,945	0,0012	0,015	F	1	bv
VG0902	0,0031	0,0731	0,0006	0,04	F	1	bv

Tabella 2.2 Tabella con i 17 CG dello studio e i valori in Km^2 dei KDE al 50% e al 95% notturni e diurni. Sono riportati anche sesso (M: maschi e F: femmine), le classi di età (1: inferiori ai due anni di età e 2: superiore ai due anni) e la tipologia di bestiame da difendere (ovcp: ovicaprini; bv:bovini).

4.3.1 *Home range* con Kernel al 95%

I Kernel al 95% dei 17 cani riportano una media (±DS) di 2,19 Km^2 (±2,25) di estensione, con un range giornaliero che va da un massimo di 6,72 Km^2 ad un minimo di 0,07 Km^2 sottolineando una forte variabilità tra i valori riscontrati, mentre per le ore notturne la media degli home-range è di 0,16 Km^2 (±0,22), ed il range di valori va dai 0,001 ai 0,85 Km^2.
Emerge una differenza statisticamente significativa per quanto riguarda le categorie di età dei CG sia negli home-range delle ore diurne (W = 81, p-value = 0,03) che in quelli notturni (W = 12, p-value = 0,03), mentre non emergono differenze per le altre categorie di cani

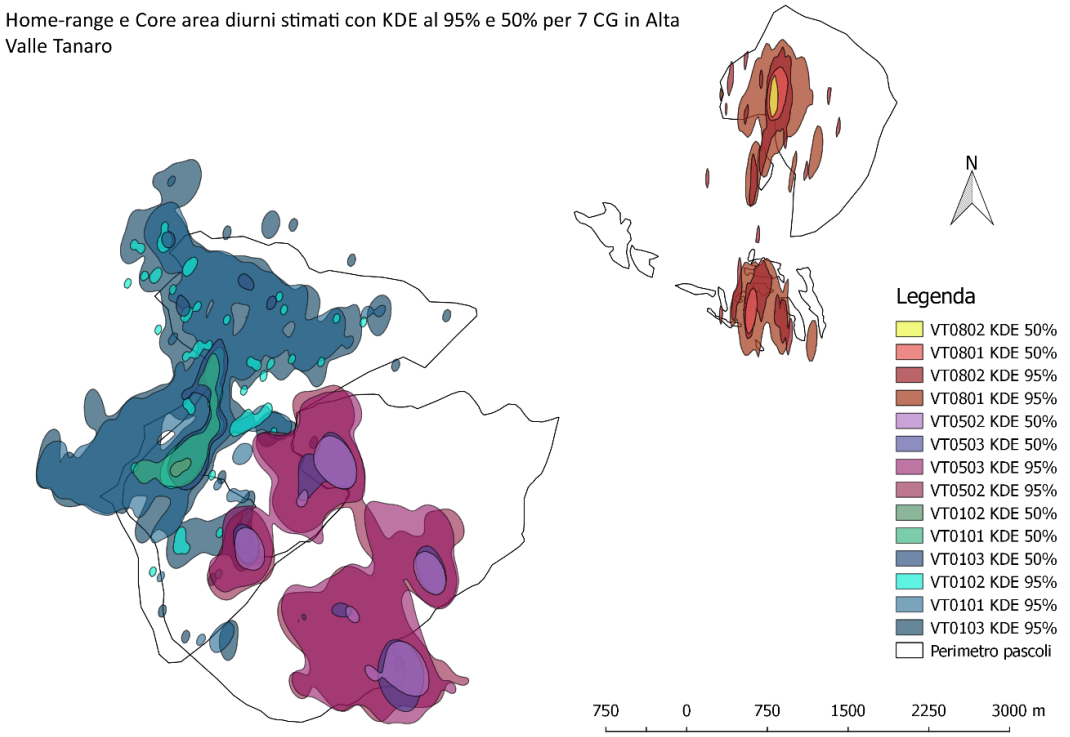
analizzate, quali sesso e tipologia di bestiame da difendere in nessuna delle due fasce orarie analizzate.

4.3.2 *Core area* con Kernel al 50%

Le *core area*, individuate dai Kernel al 50%, di tutti e 17 i cani dello studio hanno una media (±DS) di 0,39 Km^2 (±0,58) nel giorno e di 0,06 Km^2 (± 0,17) nella notte. I range di valori sono meno variabili tra loro di quelli riportati per i Kernel al 95% e vanno da un minimo di 0,03 ad un massimo di 1,80 Km^2 per il giorno e da 0,006 a 0,73 Km^2 per la notte. Emerge anche in questo caso una differenza statisticamente significativa per quanto riguarda la categoria di età dei CG (W = 11, p-value = 0,03), solamente però per le core area delle ore notturne; nei cani giovani le dimensioni medie delle core area notturne sono di 0,06 Km2 (± 0,17), mentre i cani adulti riportano una media di 0,17 Km2 (± 0,27).
Non si evidenziano quindi differenze statisticamente significative riguardanti le dimensioni delle aree maggiormente frequentate dai cani di giorno, sia in base a sesso, età e tipologia di bestiame.

Figura 10

10a)



10b)

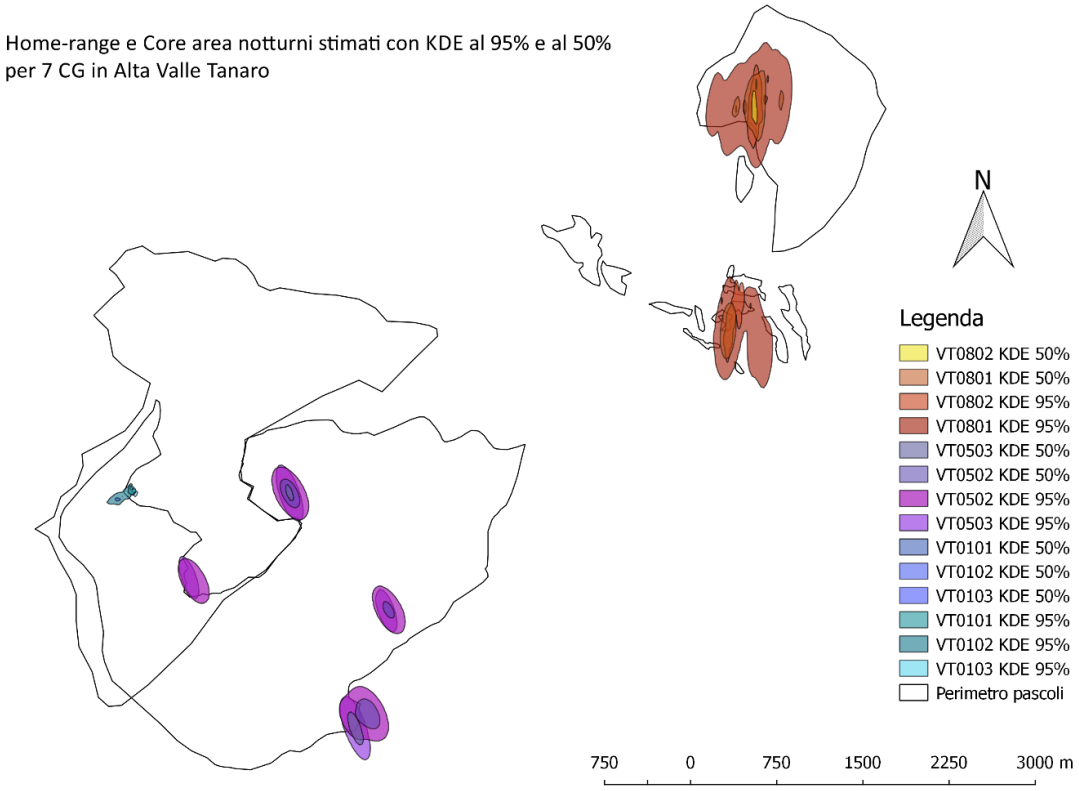


Figura 10. Rappresentazione degli home-range diurni (10a) e notturni (10b) dei 7 cani da guardiania analizzati nell'Alta Valle Tanaro. Sono rappresentati sia KDE al 50% che al 95% la legenda a lato è di supporto nella comprensione.

4.4 Associazione tra cani da guardiania e bestiame

L'associazione tra cani da guardiania ha riportato differenze statisticamente significative per i valori diurni confrontati con quelli notturni (W = 220,5, p-value = 0,003), dove questi ultimi risultano superiori per i KDE al 95%. Non si evidenziano però differenze tra l'associazioni al bestiame nei differenti momenti della giornata con KDE al 50%.

4.4.1 Diurna

I CG hanno dimostrato di seguire in maniera variabile il bestiame al pascolo (Tabella 3.1), con una media (± DS) del 33,71 (± 0,26) % di posizioni del bestiame interne alle core area date dai Kernel al 50% e del 75,24 (± 0,24) % considerando gli *home-ranges* generati dal 95% (Figura 11) delle posizioni GPS. Emerge una differenza statistica significativa (W=242,5, p-value = 0,0007) confrontando le percentuali di associazione tra le due stime Kernel a differenti percentuali.

Tabella 3. 1

ID Cane	Sesso	Età	N° OA	KDE 50%	KDE 95%	Bestiame
VT0101	M	1	15	67%	93%	ovcp
VT0102	F	2	15	27%	60%	ovcp
VT0103	M	11	15	67%	93%	ovcp
VP0701	M	2	14	7%	86%	ovcp
VP0702	F	2	14	14%	93%	ovcp
VP0703	F	2	8	0%	13%	ovcp
VG0201	M	7	17	88%	100%	ovcp
VG0202	F	7	17	82%	100%	ovcp
VG1101	M	2	9	33%	78%	ovcp
VG1102	M	3	9	11%	22%	ovcp
VT0502	F	5	14	29%	86%	bv
VT0503	M	2	14	29%	79%	bv
VT0801	F	5	18	33%	78%	bv
VT0802	M	2	18	6%	67%	bv
VP0101	M	1	15	33%	80%	bv
VP0102	F	2	15	33%	80%	bv
VG0902	F	2	7	14%	71%	bv

Tabella 3.1 Tabella con i 17 CG dello studio e i valori dell'indice di associazione diurna con il bestiame calcolato per l'home-range (KDE al 95%) e core area (KDE al 50%). In N°AO sono riportate le osservazioni al bestiame svolte per determinato allevamento durante il lavoro di campo.

Dipendentemente dalla percentuale del KDE utilizzato si evince che i CG trascorrono significativamente meno (KDE 50%: W = 52, p-value = 0,0007) e più (KDE 95%: W= 254, p-value = 0,0003) tempo all'interno della stessa area del bestiame che difendono.

Per i due valori ottenuti in base alla percentuale del Kernel si sono valutate differenze interne in relazione alla specie di bestiame ed età e sesso del CG, non riscontrando nessuna differenza statisticamente significativa in nessuna delle due stime Kernel ottenute dalle differenti percentuali di punti GPS.

Si evince quindi un buon grado di associazione per quasi tutti i cani analizzati, indipendentemente da sesso, età o tipologia di bestiame (Figura 12).

Figura.11

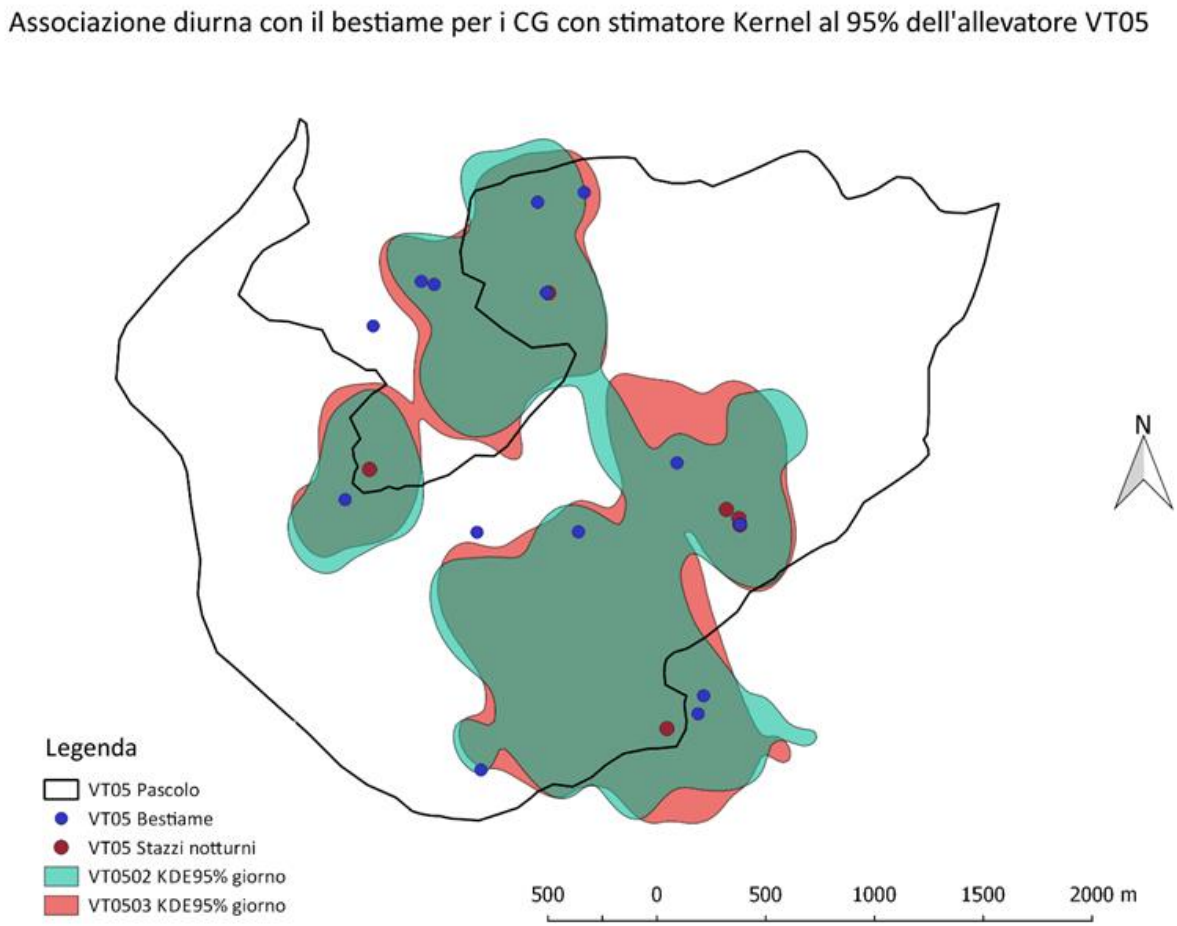


Figura 11. Rappresentazione del pascolo dell'allevatore VT05: i due KDE al 95% dei due CG sono rappresentati rispettivamente in azzurro e rosa, i punti del bestiame in blu. I punti rossi invece sono rappresentativo degli stazzi notturni. Il perimetro del pascolo è rappresentato dalla linea nera.

Figura.12

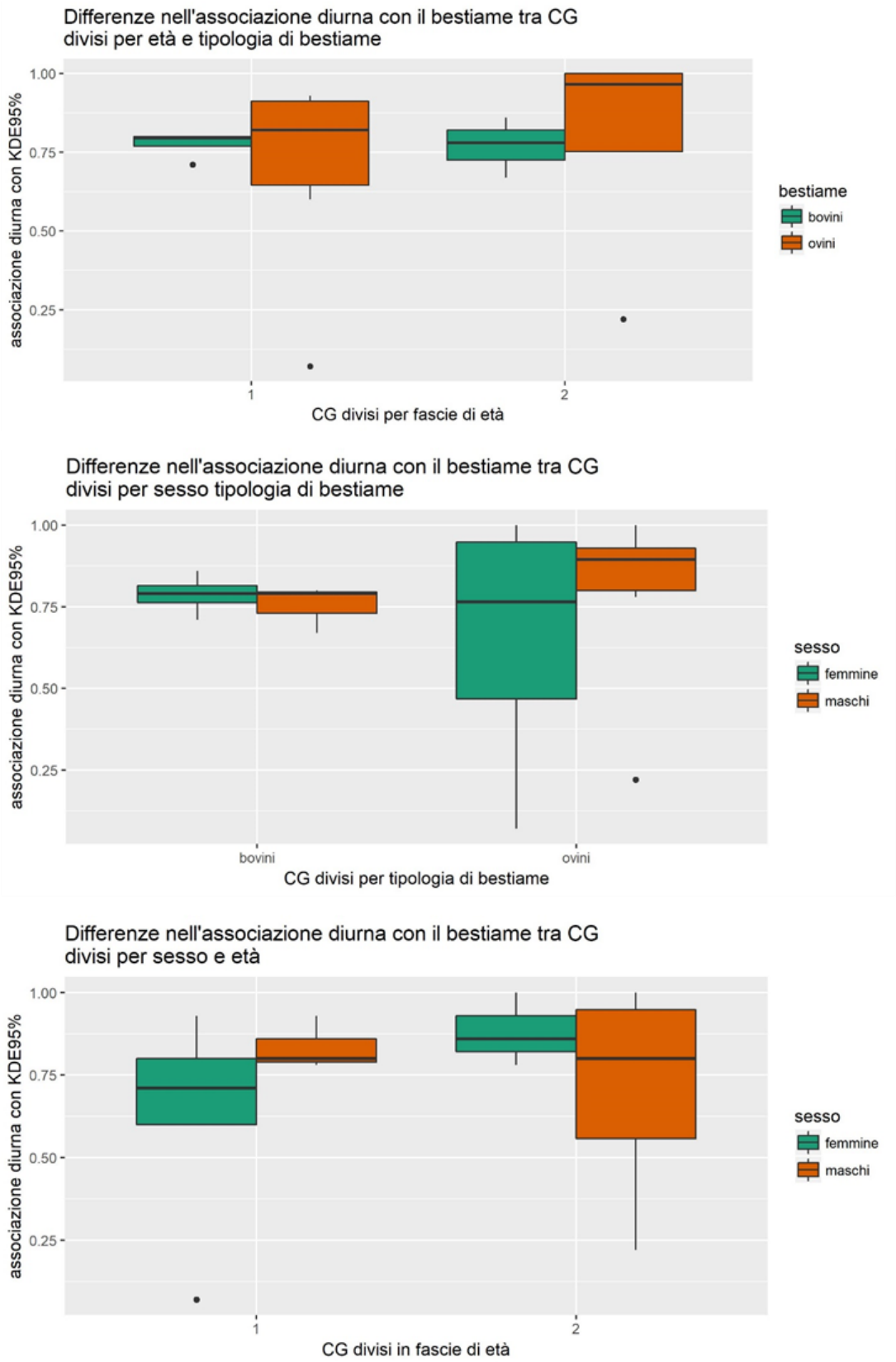


Figura.12 Rappresentazione grafica tramite boxplot delle differenze tra indici di associazione indagati nelle categorie di sesso, età e tipologia di bestiame dei cani dello studio, le rappresentazioni riportano sempre 4 valori, due per ogni categoria (i.e. come varia l'associazione nel sesso (F, M) al variare dell'età (giovani, adulti).

4.4.2 Notturna

Considerando i Kernel al 95% (Figura 13) i cani hanno trascorso l'87,76 (± 26,64) % del loro tempo all'interno del recinto notturno del bestiame. Spendendo significativamente più tempo all'interno dello stazzo del bestiame che all'esterno (W=266, p-value= 0,001). Se si considerano i Kernel al 50%, la media del tempo trascorso all'interno dello stazzo per i CG è di 48,76 (± 37,28) %. In questo caso la differenza tra il tempo trascorso nei pressi del bestiame e altrove non è significativa (W = 137,5, p-value = 0,8). Emerge una significatività però, confrontando le due stime di Kernel utilizzate, sottolineando che il tempo trascorso con il bestiame per quanto riguarda il 50% delle posizioni GPS è inferiore di quanto lo sia per il 95% delle posizioni (W= 63, p-value= 0,001).

Tabella 3. 2

ID Cane	Sesso	Età	N° OR	KDE 50% Buffer_20 metri	KDE 95% Buffer_20 metri	Valle	Bestiame
VT0101	M	1	2	100%	100%	Valle Tanaro	ovcp
VT0102	F	2	2	0%	100%	Valle Tanaro	ovcp
VT0103	M	11	2	50%	100%	Valle Tanaro	ovcp
VP0701	M	2	8	38%	88%	Valle Pesio	ovcp
VP0702	F	2	8	75%	100%	Valle Pesio	ovcp
VP0703	F	2	2	50%	50%	Valle Pesio	ovcp
VG0201	M	7	7	100%	100%	Valle Gesso	ovcp
VG0202	F	7	7	43%	86%	Valle Gesso	ovcp
VG1101	M	2	3	0%	67%	Valle Gesso	ovcp
VG1102	M	3	2	0%	100%	Valle Gesso	ovcp
VT0502	F	5	6	67%	100%	Valle Tanaro	bv
VT0503	M	2	6	33%	100%	Valle Tanaro	bv
VT0801	F	5	4	100%	100%	Valle Tanaro	bv
VT0802	M	2	4	25%	100%	Valle Tanaro	bv
VP0101	M	1	5	100%	100%	Valle Pesio	bv
VP0102	F	2	5	60%	100%	Valle Pesio	bv
VG0902	F	2	2	0%	0%	Valle Gesso	bv

Tabella 3. 2 Tabella con i 17 CG dello studio e i valori dell'indice di associazione notturna con il bestiame calcolato per l'home-range (KDE al 95%) e core area (KDE al 50%). Sono riportati anche sesso, età, valle di presenza del CG, bestiame da difendere e il numero di punti GPS utilizzati come *proxy* dello stazzo notturno (N°OR, corrispondenti al numero delle volte che l'allevatore ha spostato lo stazzo notturno durante il lavoro di campo).

Figura.13

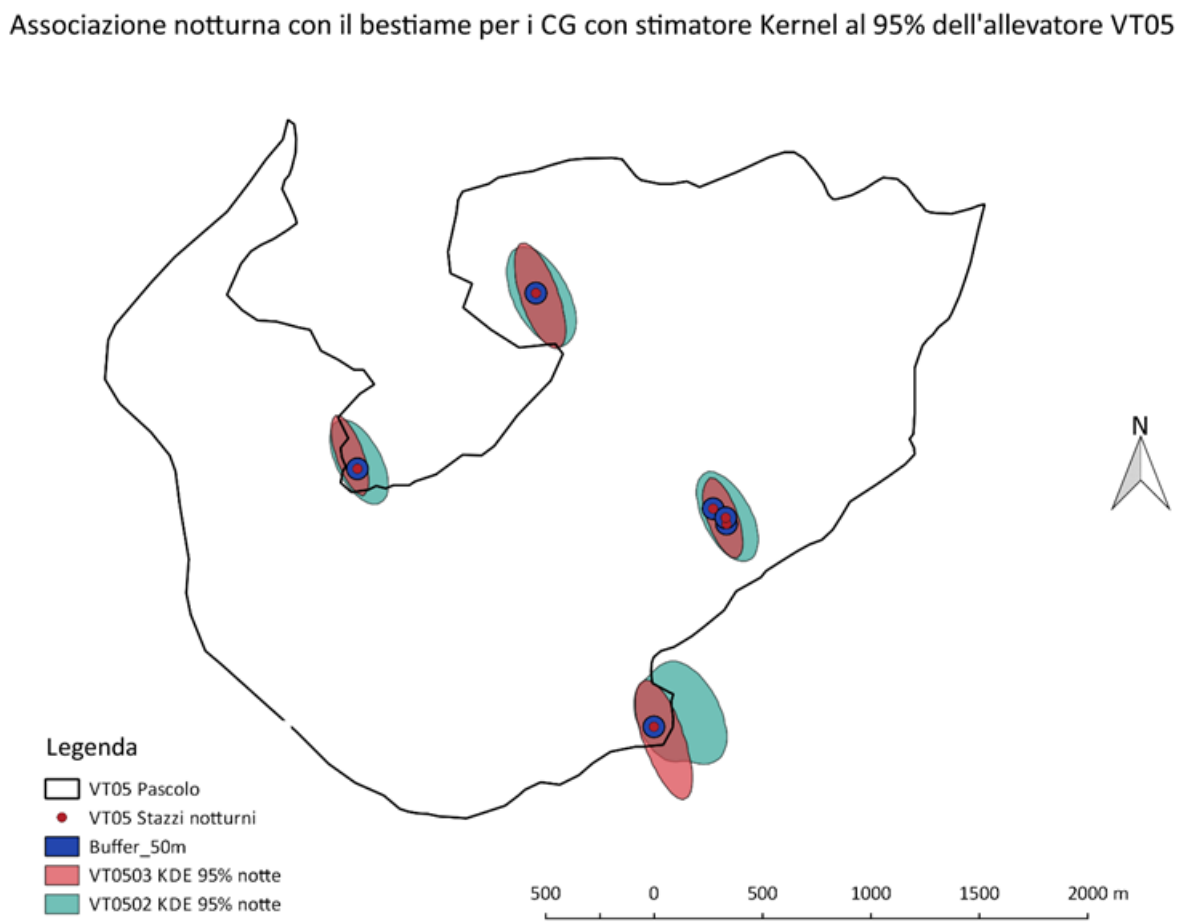


Figura.13 Rappresentazione del pascolo dell'allevatore VT05: I KDE al 95% dei due CG sono rappresentati rispettivamente in azzurro e in rosa, i punti in rosso rappresentano gli stazzi notturni, circondati dal blu del buffer avente 20m di raggio. Il perimetro del pascolo è rappresentato dalla linea nera.

Per i due valori ottenuti in base alla percentuale del Kernel si sono valutate differenze in relazione alle categorie di CG, non riscontrando nessuna differenza statisticamente significativa in nessuna delle due percentuali degli stimatori Kernel utilizzati per l'analisi. Anche per l'associazione tra CG e bestiame nelle ore notturne, si notano valori elevati per quasi tutti i cani, indipendentemente da sesso, età e tipologia di bestiame (Figura 14).

Figura.14

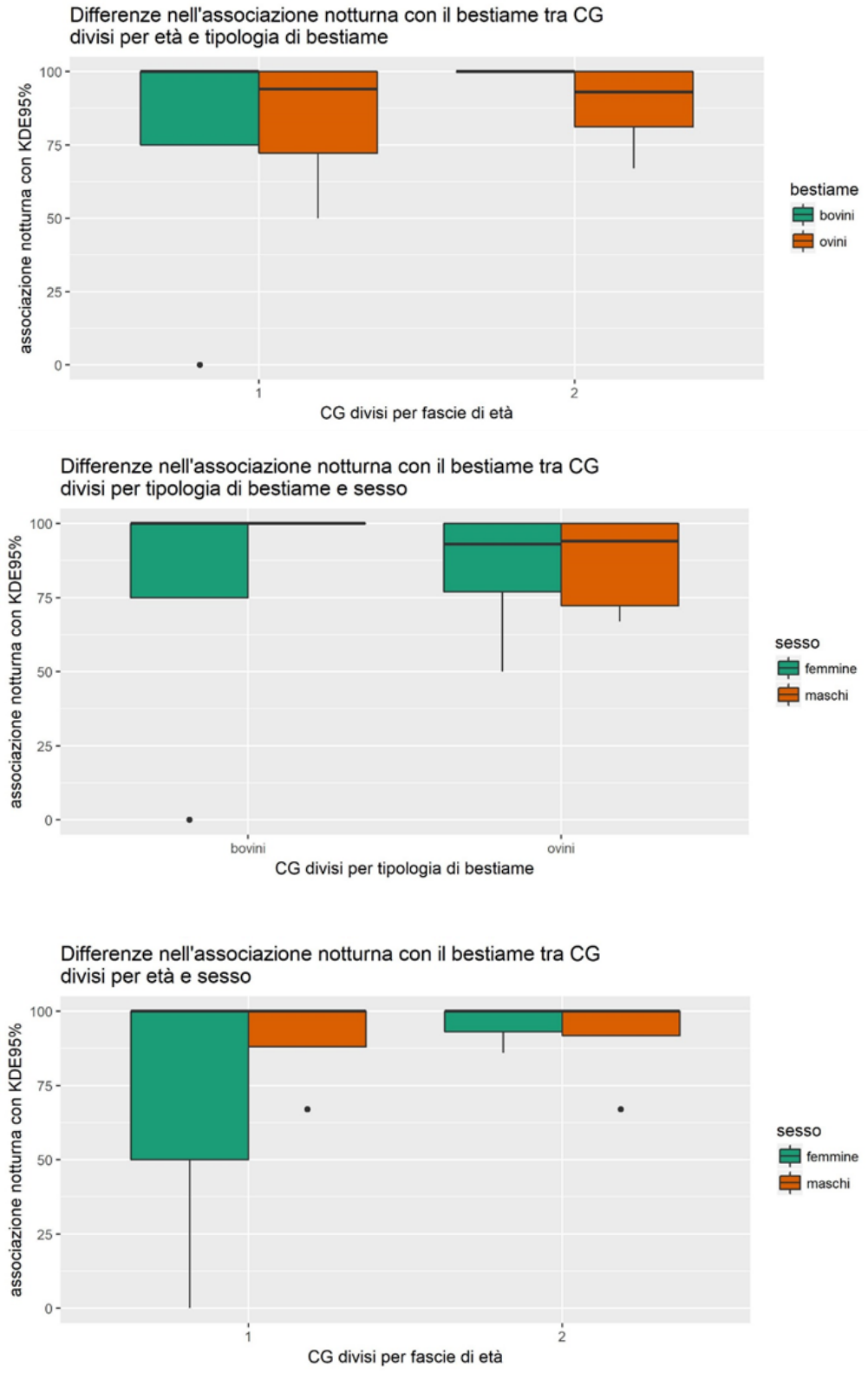


Figura.14 Rappresentazione grafica tramite boxplot delle differenze tra indici di associazione indagati nelle categorie di sesso, età e tipologia di bestiame dei cani dello studio, le rappresentazioni riportano sempre 4 valori, due per ogni categoria (i.e. come varia l'associazione nel sesso (F, M) al variare dell'età (giovani, adulti).

4.5 Associazione tra cani dello stesso gruppo sociale

All'interno del campione di allevatori indagati si è potuto osservare che raramente gli allevatori dispongono di un solo CG per la difesa del proprio bestiame (N=1, su 48). All'interno del campione di cani dotati di radiocollare datalogger GPS solo un cane, VG0902 è stato l'unico cane campionato senza altri cani appartenenti allo stesso allevamento. Questo perché, VG0901 inizialmente incluso nello studio, è stato poi escluso in seguito al danneggiamento di uno dei dispositivi GPS.
Le due stime Kernel date dalla differente percentuale di posizioni utilizzate, generati per le ore notturne e le ore diurne, hanno prodotto quattro valori diversi per ogni indice:

4.5.1 VI – Volume dell'Intersezione

Il Volume di Intersezione medio tra le coppie di due (N= 5) e le mute di tre (N= 2) cani dello studio risulta in media (±DS) di 0,54 (± 0,26), per il giorno con il 95% dei Kernel, mentre con il 50% delle posizioni GPS si riscontra una media di 0,47 (± 0,33). Nelle ore notturne le medie dell'indice al 95% dei KDE della totalità dei cani risultano di 0,37 (± 0,26) e di 0,29 (± 0,29) per il 50% delle posizioni GPS (Tabella 4.1; Figura 15).

Si riscontra significatività statistica per l'indice VI dei Kernel al 95%, dei cani con bestiame differente, sia per le ore notturne (W=60, p-value = 0,001), sia per quelle diurni (W=52, p-value=0,01) dove i cani appartenenti allo stesso allevamento di bovini usano lo spazio in maniera più congrua tra loro rispetto ai cani con ovi-caprini. I valori confrontati per sesso ed età non riportano differenze statisticamente significative.

Anche nei Kernel diurni al 50% emerge significatività statistica nei cani con bestiame differente (W=52, p-value=0,01), che però non emerge per quelli notturni. Anche per i CG suddivisi in categorie di età emerge una differenza statistica ai limiti della significatività, solamente per le ore diurne (W=13, p-value=0,05). Come per gli indici ottenuti dagli *home-ranges* al 95% delle posizioni, non emergono differenze statisticamente significative per il sesso dei cani.

Tabella 4.1

ID CG	ID CG	Allevatore	Specie	VI KDE 50% Notte	VI KDE 95% Notte	VI KDE 50% Giorno	VI KDE 95% Giorno
VT0101	VT0102	VT01	ovcp	0	0,04	0,12	0,26
VT0102	VT0103	VT01	ovcp	0	0,01	0,05	0,2
VT0103	VT0101	VT01	ovcp	0,23	0,46	0,69	0,63
VP0701	VP0702	VP07	ovcp	0,1	0,21	0,5	0,5
VP0702	VP0703	VP07	ovcp	0,18	0,27	0,13	0,38
VP0703	VP0701	VP07	ovcp	0,39	0,5	0,2	0,36
VG0201	VG0202	VG02	ovcp	0,2	0,29	0,82	0,87
VG1101	VG1102	VG11	ovcp	0,52	0,43	0,22	0,33
VP0102	VP0101	VP01	bv	0,51	0,50	0,79	0,72
VT0502	VT0503	VT05	bv	0,13	0,44	0,66	0,75
VT0801	VT0802	VT08	bv	1	1	1	1

Tabella 4. 1 Tabella con i 17 CG dello studio e i valori dell'indice si sovrapponimento dell'home-range (KDE al 95%) e core area (KDE al 50%) per notte e giorno, tramite indice VI (Volume di intersezione).

Figura.15

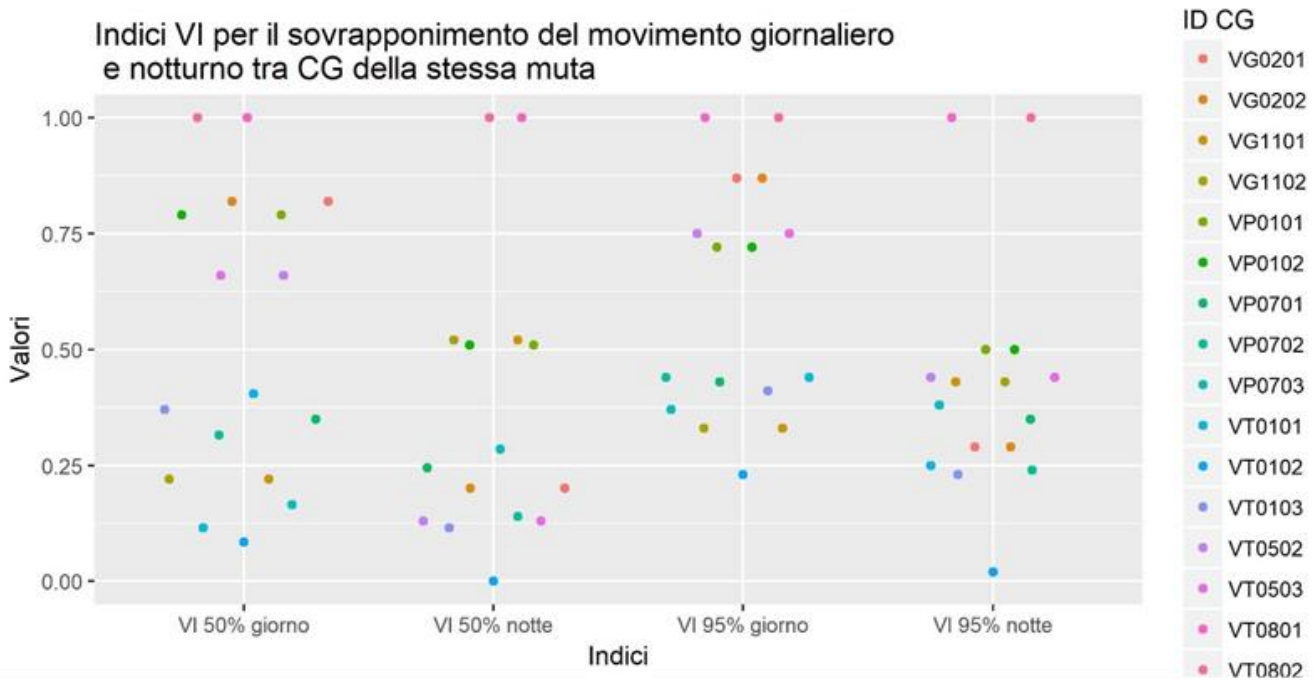


Figura 15. Indici VI di similarità tra l'uso dell'area di due individui, calcolato per home-range (KDE 95%) e core area (KDE50%). L'indice varia da 0, assenza di sovrapponimento, a 1, totale sovrapponimento.

4.5.2 UDOI – Indice di Sovrapponimento dell'UD

L'indice di sovrapponimento della distribuzione dell'uso risulta in media di 2,4 (± 2,5) tramite calcolo su Kernel diurni al 95%, mentre per quelli al 50% 0,68 (± 0,63). Nelle ore notturne i valori medi son di 0,77 (± 0,69) e di 0,26 (± 0,35), rispettivamente tramite uso di KDE al 95% e al 50% (Tabella 4.2; Figura 16).

Anche con l'indice UDOI emergono differenze statisticamente significative per quanto riguarda il sovrapponimento degli home-range calcolati al 95%, se confrontati per differenti tipologie di bestiame, sia per le ore diurne (W=52, p-value=0,01), sia per le ore notturne (W = 52, p-value = 0,01). Anche con stima delle core area al 50% emergono differenze statisticamente significative per l'indice UDOI delle ore diurne (W = 50, p-value = 0,03), ma non per quelle notturne.

Il sesso e l'età del CG non influenzano in maniera significativa nessuno dei quattro indici UDOI ottenuti per le differenti percentuali di home-range.

Tabella 4.2

ID CG	ID CG	Allevatore	Specie	UDOI KDE 50% Notte	UDOI KDE 95% Notte	UDOI KDE 50% Giorno	UDOI KDE 95% Giorno
VT0101	VT0102	VT01	ovcp	0	0,01	0,1	0,6
VT0102	VT0103	VT01	ovcp	0	0	0,04	0,48
VT0103	VT0101	VT01	ovcp	0,07	0,84	2,18	8,34
VP0701	VP0702	VP07	ovcp	0,03	0,39	0,48	2,16
VP0702	VP0703	VP07	ovcp	0,12	0,48	0,3	0,79
VP0703	VP0701	VP07	ovcp	0,28	1,01	0,21	0,63
VG0201	VG0202	VG02	ovcp	0,16	0,37	0,86	1,37
VG1101	VG1102	VG11	ovcp	0,61	1,23	0,24	0,76
VP0102	VP0101	VP01	bv	0,47	1,36	1,16	5,41
VT0502	VT0503	VT05	bv	0,02	0,59	0,85	2,24
VT0801	VT0802	VT08	bv	1,16	2,36	1,13	3,71

Tabella 4. 2 Tabella con i 17 CG dello studio e i valori dell'indice si sovrapponimento dell'home-range (KDE al 95%) e core area (KDE al 50%) per notte e giorno, tramite indice UDOI (Indice di Sovrapponimento della Distribuzione dell'Uso).

Figura.16

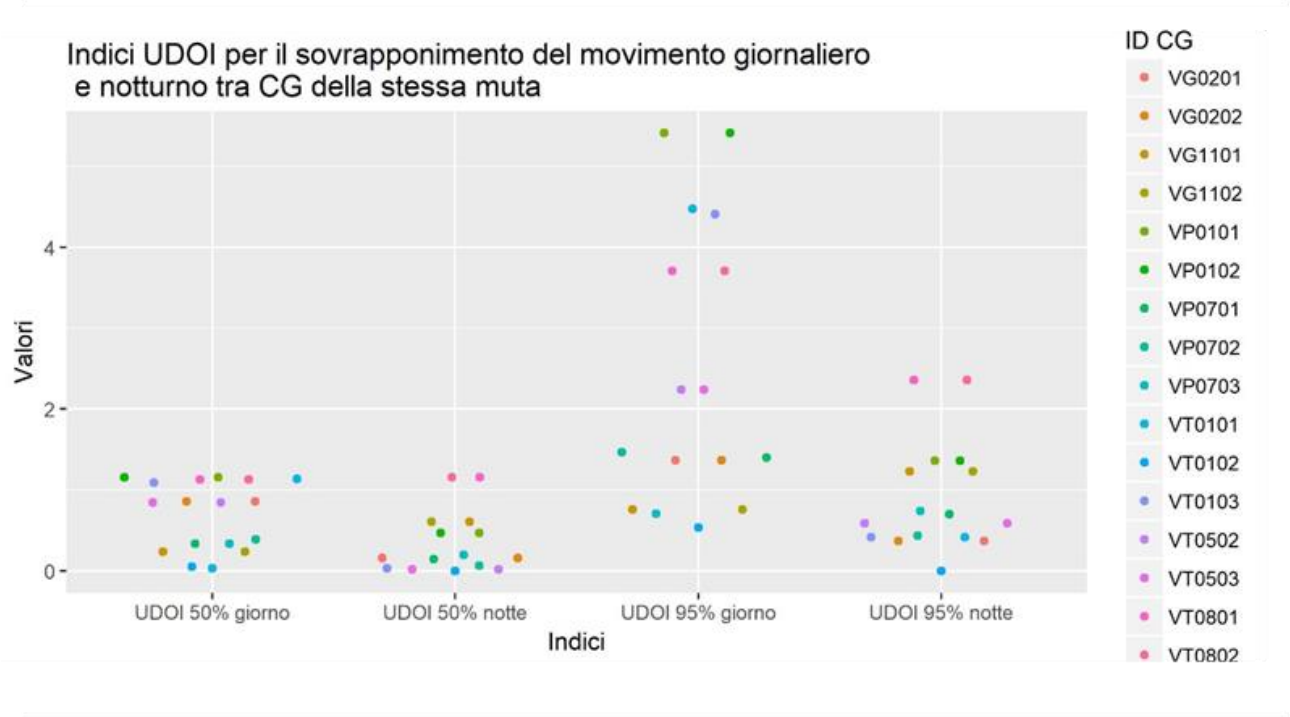


Figura 16. Indici VI di similarità tra l'uso dell'area di due individui, calcolato per home-range (KDE 95%) e core area (KDE50%). L'indice varia da 0, assenza di sovrapponimento, a 1, totale sovrapponimento, può anche superare 1 quando l'uso dello spazio di due animali non è uniformemente distribuito, ma ha comunque un alto grado di sovrapponimento.

4.6 Cluster Analysis dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio

Per l'analisi dei *cluster*, il numero ottimale di raggruppamenti *k*, individuati dal software statistico, è risultato di 3 (Figura 17).

Questa analisi descrittiva ha consentito di individuare come i cani da guardiania dello studio possano essere raggruppati tenendo conto delle analisi spaziali effettuate, al fine di individuare una similitudine nel movimento e nell'uso dello spazio.

In seguito sono riportati i valori medi identificati dall'analisi dei cluster:

ID Cluster	Ass. bestiame	Ass. bestiame	Ass. bestiame	Ass. bestiame	Ass. VI	Ass. VI	Ass. VI	Ass. VI
	KDE 50% G	KDE 95% G	KDE 50% N	KDE 95% N	KDE 50% G	KDE 95% G	KDE 50% N	KDE 95% N
1	-0,27	0,05	0,60	0,52	1,18	1,01	1,38	1,30
2	-0,69	-0,60	-0,72	-0,68	-0,97	-0,91	-0,28	-0,50
3	0,99	0,66	0,44	0,44	0,34	0,34	-0,59	-0,28

ID Cluster	Core area	Home-range	Core area	Home-range	Ass. UDOI	Ass. UDOI	Ass. UDOI	Ass. UDOI
	KDE 50% G	KDE 95% G	KDE 50% N	KDE 95% N	KDE 50% G	KDE 95% G	KDE 50% N	KDE 95% N
1	-0,57	-0,59	-0,12	0,46	1,04	1,23	1,31	1,42
2	-0,40	-0,56	-0,35	-0,46	-1,09	-0,86	-0,20	-0,33
3	0,84	1,05	0,50	0,23	0,57	0,18	-0,63	-0,56

Tabella 5. 1 Tabella con valori medi degli indici utilizzati per l'analisi dei cluster riportati per ogni cluster individuato.

Figura.17 I tre cluster individuati per i 17 CG dello studio

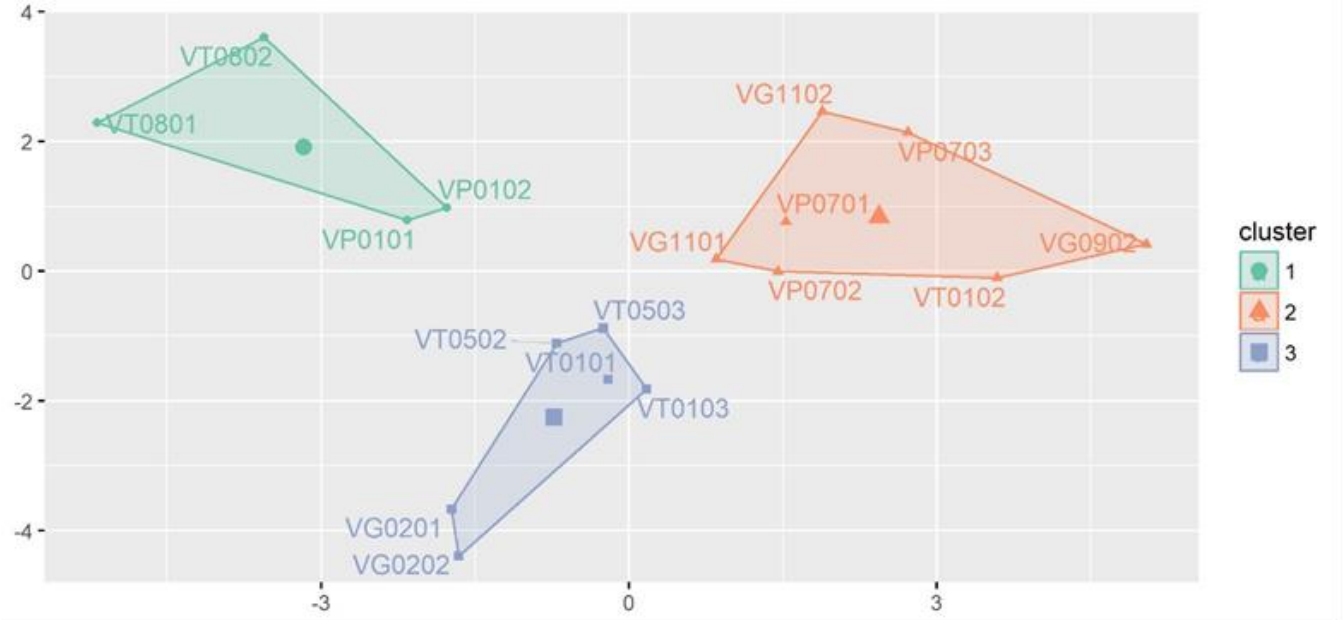


Figura 17. Rappresentazione dei 3 cluster individuati nei 17 CG analizzati nello studio, il raggruppamento è stato ottenuto tramite l'utilizzo dei parametri di associazione tra cani della stessa muta (indici VI e UDOI), associazione con bestiame e dimensione di home-range e core area.

I CG del *cluster* 1 (VT0801, VT0802, VP0101, VP0102) sono tutti cani per la difesa di mandrie di bovini, i valori *di k-mean* riportano home-range di dimensioni ridotte, ma alti valori per quanto riguarda l'associazione al bestiame e ai cani della stessa muta (Tabella 5.1).

Il *cluster* 3 (VT0502, VT0503, VT0101, VT0103, VG0201, VG0202) invece raggruppa i CG con movimenti maggiormente estesi, dati dalle maggiori dimensioni degli home-range. Sono alti anche i valori di associazione con bestiame e di associazione agli altri cani della muta, solamente per quel che riguarda le ore giornaliere (Tabella 5.1).

Il *cluster* 2 (VG1101, VG1102, VP0701, VP0702, VP0703, VT0102, VG0902), raggruppa i cani da guardiania con le dimensioni di home-range più ridotte del campione e che al contempo riportato i valori più bassi per quanto riguarda l'associazione tra altri membri della stessa muta e soprattutto per l'associazione con il bestiame (Tabella 5.1).

5. Discussione

5.1 Applicazione datalogger e periodo di monitoraggio

I collari con datalogger GPS hanno permesso di campionare in maniera esaustiva e rappresentativa i movimenti, e quindi il comportamento spaziale, dei 17 cani dello studio per la maggior parte del periodo che questi hanno passato in alpeggio. Questo periodo, infatti, solitamente ha inizio a metà giugno e termina con la fine di agosto, e ha quindi una durata di approssimativamente 60 giorni. Lo studio è iniziato la seconda settimana di luglio, quando tutti gli allevatori selezionati si trovavano in alpeggio, quindi trascurando le prime 15 giornate di pascolo per il campionamento, la media (± DS) ottenuta di 38,17 (± 14,77) giorni campionati risulta quindi congrua ai giorni di pascolo monticante. I valori minimi di 11 giorni di campionamento, del cane VG1102, sono legati al fatto che il collare GPS di quest'ultimo è stato perso ripetutamente nelle ultime due settimane di monitoraggio, mentre il valore massimo di 64 giorni, per il cane VG0201, è tale per il motivo che il cane è stato seguito fino alla fine di settembre. In questo contesto va sottolineato come non tutti gli allevatori con pascolo monticante hanno avuto la stessa permanenza in alpeggio, per questo va rimarcato che il periodo di campionamento risulta legato a questa caratteristica e non al differente sforzo di campionamento.
Altro fattore fondamentale da sottolineare nel campionamento delle posizioni GPS dei CG è che alcune mancanze di dati possono essere spiegate, non correlandole a difetti del dispositivo datalogger, ma al lavoro degli operatori: come la mancata ricarica delle batterie del dispositivo per uno o più giorni consecutivi o l'errato download dei dati immagazzinati nel dispositivo, e quindi la perdita di una settimana o più di posizioni GPS.

Nel campione esaminato, i cani da guardiania sono utilizzati sia per la protezione delle greggi che delle mandrie. In entrambi i casi, la maggior parte dei CG appartiene alla razza Pastore Maremmano Abruzzese o è incrociata con questa razza. Questa caratteristica è spiegabile considerando che a livello regionale e nazionale si prediligono razze legate alla tradizione italiana, quindi sfruttando la più facile reperibilità presso allevatori locali (Dalmasso et al., 2015; Menzano et al., 2015; Salvatori et al., 2017).

5.2 Traiettoria e analisi del movimento

Lo schema dell'attività dei 17 cani evidenziano come i due picchi massimi di movimento siano legati al movimento del bestiame, infatti gli apici del movimento si hanno nelle ore di uscita dallo stazzo al mattino presto e conseguentemente al rientro nel tardo pomeriggio. I cani, evidenziano uno scarso movimento per tutta la durata della notte fino alla riapertura del recinto notturno attorno alle 06:00 del mattino, allo stesso modo i movimenti cessano di nuovo alla sua chiusura dopo le 21:00. Occasionalmente i cani si sono mossi al di fuori dell'area del pascolo, senza però evidenziare movimenti ripetuti o costanti, questi movimenti sono avvenuti soprattutto nelle prime ore del mattino, una volta lasciati liberi dall'allevatore. Si esclude quindi, se confrontato con il pattern di attività di un lupo italico (Ciucci et al., 1997) che i movimenti dei CG seguano quelli del predatore, come invece riscontrato da van Bommel & Jhonson (2014). Il lupo, è risaputo si muova maggiormente nelle ore notturne, rilegando quindi la probabilità di incursione nel pascolo in quelle ore, questo dato non evidenzia quindi un comportamento di difesa attiva del territorio nel cane, con movimenti atti a scacciare il lupo, ma con difesa più impostata sull'affiancamento vero e proprio del bestiame, come riscontrato da Andelt et al., (2016). Anche se quanto detto non si può affermare con certezza in quanto non sono disponibili dati sui movimenti dei lupi e di eventuali incursioni nel territorio dei cani studiati.

Il sesso dei cani ha evidenziato una differenza significativa per quanto concerne velocità media e spostamento medio dallo stazzo. Questa differenza può essere legata al fatto che all'interno del campione di 8 femmine analizzate nello studio, la metà di queste, nel periodo dello studio aveva appena avuto una cucciolata (VT0102, VP0703) oppure era nel periodo di calore (VP0702, VT0801) e quindi erano più reticenti a seguire il pastore al pascolo preferendo rimanere nei pressi dello stazzo dove si trovava la cucciolata, o anche del tutto disinteressate all'attività di guardiania, come riportato anche da VerCauteren et al. (2012) e Andelt et al. (1999), il calore femminile viene annoverato tra le motivazioni della riduzione di "attenzione" dei CG nei confronti del bestiame. Evidenziato anche dal grafico di tortuosità in rapporto alla distanza media dallo stazzo, dove si nota nuovamente il minor movimento della CG femmina rispetto ai maschi e l'andamento più tortuoso (i.e. variazione di angolo relativo tra due punti) anche a grandi distanze, che secondo van Bommel & Jhonson (2014) denota un comportamento di riposo che si ha tipicamente nei pressi dello stazzo, quando diminuisce la vigilanza. Secondo

quanto riportato da VerCauteren (et al., 2012), anche in questo caso può essere riconducibile al calore, nella loro analisi infatti evidenziano come le femmine in calore siano più prone a vagare.

Nella maggior parte degli studi riguardanti l'efficacia dei cani da guardiania come metodi di prevenzione, il totale dei cani del campione erano sterilizzati, sia maschi che femmine (van Bommel & Jhonson 2014, van Bommel & Jhonson 2015, Allen et al., 2016).

Anche l'età ha influito significativamente sui valori di distanza media dallo stazzo, e quindi nella tortuosità rispetto ad essa, questo fattore è riconducibile alla biologia del cane da guardiania: come riportato da Rigg (2001), i cani da guardiania iniziano la loro attività di accompagnamento al pascolo solitamente superato il primo anno di vita, i cani etichettati come giovani all'interno del campione dello studio avevano età inferiori ai due anni di vita, essendo tutti nati nell'estate di uno o due anni prima. Si sottolinea inoltre che la maggior parte dei cani giovani dello studio non avevano figure di riferimento da imitare, come altri cani adulti (tutti i cani VP07, tutti i VP01, VG0902) nella muta e quindi sicuramente aventi più difficoltà nell'assumere un giusto atteggiamento di guardiania, nelle tempistiche riportate da Rigg (2001).

Questo risultato è in contrasto con quanto riportato da van Bommel & Jhonson (2014) che riscontrano una riduzione nei movimenti dei cani adulti. Van Bommel riporta un movimento netto per ora ridotto nei cani adulti, oltre ad un movimento più tortuoso, per sopperire a questa mancanza suggerisce di affiancare cani giovani a quelli adulti, così che il cane adulto possa insegnare al giovane il lavoro (van Bommel, 2010) e il giovane invece possa mantenere alti livelli di attività. Al contrario Zingaro (et al., 2017) riportano un risultato più simile a quello di questo studio, dove i cani adulti evidenziano distanze inferiori nei confronti del bestiame rispetto ai giovani, indicando quindi di seguire con maggior costanza i movimenti del bestiame, si suppone quindi che il legame tra CG e bestiame aumenti con il tempo (Zingaro et al., 2017) o meglio come riportato da Coppinger & Coppinger (1995) un cane da poco introdotto in un gregge, in un ambiente nuovo come può essere il pascolo d'alpeggio, potrebbe non essere pienamente efficiente da subito in quanto necessita di più tempo per stabilire il proprio territorio. In questo caso rimane valida la raccomandazione di van Bommel e Jhonson, nonostante sia per la motivazione opposta,

che sottolinea l'importanza di affiancare cani adulti a quelli giovani, così che essi possano apprendere il lavoro più rapidamente.

La tipologia di bestiame che il cane è tenuta a difendere ha degli effetti su tutti i parametri indagati per classificare il movimento dei cani. Questo dato è da relazionare alle differenti tipologie di pascolo a cui sono soggette le due specie di bestiame, e di conseguenza, i cani da guardiania: solitamente il pascolamento delle mandrie di bovini è più legato alle aree attorno allo stazzo notturno, senza una vera e propria conduzione del bestiame da parte del pastore, che si limita ad osservarlo mentre questo pascola nei pressi del *gias*. Questa modalità di gestione è dovuta al numero di animali al pascolo: un numero più consistente di bestiame impone frequenti rotazione dei pascoli, pratica che avviene suddividendo i terreni in settori e spostando gli animali da un settore all'altro in base ad uno schema prestabilito. Tanto maggiore sarà la frequenza degli spostamenti, tanto maggiore potrà essere il numero di animali per unità di superficie. I greggi, come evidenziato anche dal campione analizzato (344 ± 99 (media ± ES) capi per gregge e di 204 ± 17 capi per mandria; Colombo et al., 2018), sono solitamente più numerosi e per questo i cani da guardiania con ovi-caprini sono soliti compiere spostamenti maggiori. Altro aspetto gestionale da sottolineare, è che in tutta l'area di studio il gregge ritorna allo stazzo notturno solo la sera, mentre i bovini vengono chiusi anche nell'ora di pranzo nello stesso stazzo utilizzato per la notte. Da qui le differenze significative nel movimento dei cani da guardiania del campione studiato: con limitato spostamento netto, velocità e così pure distanza dallo stazzo dei cani con bovini se paragonate ai cani per la difesa di greggi di ovini.

5.3 Dimensione degli *Home-range* e delle *Core area*

Le dimensioni degli home-range e delle core-area ottenute dagli stimatori Kernel a differenti percentuali (95% e 50%) risultano mediamente ridotte (massimo 6,72 Km^2 a 95% delle posizioni e 1,80 Km^2 al 50%), anche se non è possibile confrontarle con altre realtà in quanto non sono stati rinvenuti in letteratura studi con disegno simile, per quanto riguarda area di studio e gestione del bestiame. Le risultanti dimensioni degli home-range, ottenuti da 7 CG da Allen et al. (2016) sono fortemente maggiori (41,72 ± 27,56, media ± DS) rispetto a quelle ottenute in questo studio, risultato motivabile analizzando la gestione del bestiame e dei cani nell'area di studio indagata (Queensland), dove i cani erano liberi

di muoversi per l'intera proprietà, risultante di 465 Km^2, al cui interno erano posizionati più recinti per il bestiame.

La differenza che emerge confrontando il totale degli *home-range* e delle *core area* ottenute per il giorno e per la notte sottolinea come il movimento dei cani da guardiania in alpeggio sia legato a quello del bestiame, infatti la drastica riduzione del movimento nelle ore notturne in cui il bestiame è chiuso per il riposo, ne è rappresentativa.

5.3.1 *Home-range* con Kernel al 95%

L'estensione degli home-range giornalieri al 95% è altamente variabile dai 6,72 Km^2 ai 0,07 Km^2 nelle ore notturne la variabilità si riduce, ma rimane importante (dai 0,8512 ai 0,0018 Km^2). La variabilità dei valori appare legata all'età dei cani, in quanto emerge una differenza statistica nei gruppi di età dei cani, sia per le ore notturne che per quelle diurne. Come già evidenziato negli schemi di movimenti i cani giovani tendono ad avere movimenti ridotti e quindi mantenere distanze minori in relazione allo stazzo notturno, nuovamente in contrapposizione ai risultati ottenuti da van Bommel & Jhonson (2014), in cui si sottolinea la riduzione della motilità e quindi delle dimensioni degli home-range nei cani adulti.

E' interessante evidenziare che non si sono però riscontrate differenze né per il sesso dei cani, né per la tipologia di bestiame, importante soprattutto per quanto riguarda le ore notturne. Dimostrando che i cani, anche in assenza di allevatore, e quindi di supervisione, tendono a rimanere nei pressi del bestiame. Questo si può affermare in quanto i CG con ovi-caprini vengono spesso tenuti all'interno delle reti elettrificate in contrasto con i CG con bovini che sono liberi anche la notte, le reti per ovi-caprini non permettono al cane di uscire liberamente, e risultato sicuramente più inibenti verso l'uscita. Le recinzioni elettrificate con filo singolo, utilizzate per i bovini, d'altro canto, sono facilmente superabili dai CG. Il fatto che non si riscontrino differenze nonostante la diversa gestione, dimostra che nonostante la maggior libertà, i cani da guardiania per bovini scelgono di rimanere nei pressi del bestiame.

5.3.2 *Core area* con Kernel al 50%

I valori riscontrati per le core area date dallo stimatore Kernel al 50% riporta valori più simili tra loro sia per la notte che per il giorno. Nonostante questi risultino più omogenei rispetto ai valori dati dai Kernel al 95%, confermano quanto già riportato in precedenza; evidenziando, solamente una differenza significativa, unicamente per le ore notturne, nei CG in base alla categoria di età, sottolineando nuovamente una scarsa motilità nei cani più giovani rispetto a quelli adulti anche per le aree più frequentate.

5.4 Associazione tra cani da guardiania e bestiame

Considerando un prerequisito per un cane da guardiania, perché venga considerato efficacie, che esso mantenga una breve distanza dal bestiame (Gehring et al., 2011; VerCauteren et al., 2012), un bravo cane è quello che sta con il bestiame e che lo difende con successo dai predatori (Coppinger & Coppinger, 2005).

I risultati confermano quanto atteso, ovvero che i cani da guardiania passano la maggior parte del loro tempo nei pressi del bestiame, occupandone la stessa area. Un cane che mantiene contatto costante con il bestiame è un cane che lavora in maniera ottimane, una qualità relazionata con la riduzione delle predazioni (Coppinger et al., 1983). Importante sottolineare come l'associazione al bestiame risulti maggiore per la notte, quando i CG sono lasciati soli dall'allevatore e liberi di vagare per il pascolo, denotando un forte legame tra CG in questione e bestiame e soprattutto quando questo è più soggetto a subire gli attacchi dal predatore (Menzano et al., 2015). Osservando la stretta associazione dei cani al bestiame durante il periodo di studio va aggiunto che nessuno degli allevamenti con mandrie di bovini ha riportato attacchi da lupo. Diverso invece per i greggi di ovi-caprini, dove si sono accertati diversi attacchi del predatore per due allevamenti VP07 e VG02, rispettivamente in Valle Pesio e Valle Gesso, quindi da due branchi di lupo diversi (Marucco et al., 2017). VP07 ha riportato 2 attacchi: il primo nella mattinata mentre il bestiame era al pascolo supervisionato sia da allevatore sia dai tre cani con condizioni di meteo caratterizzate da forte nebbia, mentre il secondo nelle ore notturne con bestiame e cani chiusi nello stazzo, dove per motivi di scarsa gestione dei cani il CG VP0702, l'unico dei tre che non veniva chiuso nello stazzo, era stato portato al canile da alcuni escursionisti di passaggio. Per l'allevatore VG02 invece gli attacchi sono avvenuti sempre nella notte e

su capi di bestiame lasciati incustoditi, fuori dallo stazzo, mentre il restante del gregge e i cani erano invece chiusi all'interno delle reti elettrificate, e quindi su bestiame che non poteva avere beneficio dalla presenza del cane, come spesso riportato in studi simili (Espuno et al., 2004, Menzano et al., 2015).

Per quanto osservato si consiglia quindi di lasciare anche ai cani per la difesa di ovi-caprini la possibilità di uscire dallo stazzo nelle ore notturne, al fine di permettere al cane di difendere il bestiame e prevenire eventuali attacchi senza inibizioni, ricordando che comportamenti di pattugliamento attorno al pascolo possono essere fondamentali per escludere i predatori dal territorio (van Bommel e Jhonson, 2014).

Nei quattro indici ottenuti per l'associazione al bestiame nelle ore diurne e notturne, con KDE al 50 e al 95%, non si sono evidenziate differenze statisticamente significative per le categorie indagate, sottolineando che nonostante le differenze emerse per la tipologia di movimenti, il sesso (già riscontrato da Leijenaar et al., 2015), l'età e la tipologia del bestiame non influenzano l'attaccamento del cane nei confronti del bestiame e quindi la loro efficienza come metodi di prevenzione dagli attacchi.

La creazione di legami sociali con il bestiame è un determinante importante per il comportamento di protezione di un cane. Nonostante ciò studi condotti sul versante francese delle Alpi Marittime, su un campione di 113 CG suggeriscono che il 25% dei cani non sviluppano un forte legame affettivo con il loro bestiame (Durand, 2001). Questa mancanza di legame potrebbe essere rivelatoria di un uso improprio, sub-ottimale, del cane da guardiania, fattore possibilmente in relazione alla perdita di esperienza e di conoscenza tradizionale che sono avvenute durante l'assenza per un lungo periodo della minaccia del predatore (Boitani, 1992).

5.5 Associazione tra cani dello stesso gruppo sociale

I cani maremmani appartenenti allo stesso gruppo sociale, analizzati a coppie di due, hanno riportato mediamente alti valori di sovrapponimento degli home-range al 50 e al 95 % delle isoplete, con entrambi gli indici (VI e UDOI) utilizzati.

Per entrambi gli indici si nota come il sovrapponimento degli home-range al 50% risulti inferiore per tutti i cani, questo indica che i membri dello stesso gruppo sociale, nonostante condividano una gran parte del loro home-range con gli altri cani del gruppo, occupano aree leggermente differenti, specialmente all'interno del loro territorio. Per questo si può

dire che, un gruppo abbastanza numeroso, occupa un'area più vasta rispetto a quella di un singolo cane, il che può potenzialmente aumentare la loro efficacia come metodi di prevenzione, come anche indicato da van Bommel & Jhonson (2014).

5.5.1 VI – Volume dell'Intersezione

La specie del bestiame influenza significativamente il modo in cui i cani usano lo spazio delineato dal 95% delle posizioni GPS, sia nelle ore notturne che in quelle diurne, i CG con bovini risultano muoversi utilizzando traiettorie comuni, mentre nelle aree maggiormente frequentate, date dal 50% delle posizioni, questa differenza risulta soltanto nelle ore diurne, in cui si riscontra una differenza anche per l'età, dove anche i cani più giovani riportano valori di sovrapponimento degli home-range minori.

Queste differenze possono ancora una volta essere ricollegate alla gestione del bestiame al pascolo: con un minor numero di capi da sorvegliare è più probabile trovare i CG nella stessa porzione di territorio, mentre con numeri più elevati di bestiame da sorvegliare i cani da guardiania con ovi-caprini, tendono a muoversi in maniera più disomogenea, pattugliando il gregge in varie direzione.

Mentre per quanto riguarda i cani più giovani, la differenza di uso dello spazio può essere ricollegata al fatto che, come riportato per le altre analisi del movimento, non sono soliti allontanarsi dallo stazzo quanto gli adulti durante la giornata al pascolo, e come mostrato dalla tortuosità in relazione alla distanza dallo stazzo, si muovono con andamento più tortuoso anche nell'accompagnamento del bestiame, contrariamente a quanto riportato per gli adulti.

I valori più bassi dell'indice VI sono stati riportati nelle ore notturne per la cagna VT0102, con entrambi i cani della stessa muta dotati di collare datalogger GPS. Questo dato si può spiegare con la presenza della cucciolata partorita in alpeggio durante il campionamento. Il cane dopo la nascita dei cuccioli si recava spesso ad allattarli nella tana dove li aveva partoriti, poco distante dallo stazzo del bestiame, sia durante la giornata, ma soprattutto nella notte, lasciando incustodito il gregge.

5.5.2 UDOI - Indice di sovrapponimento dell'UD

I risultati per l'indice UDOI confermano quanto già riportato per l'indice VI, dove la tipologia di bestiame influenza significativamente l'uso dello spazio dei CG nei Kernel al

95% e al 50% del giorno e della notte. Interessante per questo indice, osservare i valori ottenuti >1, ovvero dove il sovrapponimento dell'home-range è simile per quanto riguarda l'area, ma con lo spazio interno all'area non utilizzato in maniera uniforme.
La coppia di cani con valore UDOI più alto è VT0103 e VT0101 (8,34), ovvero un cane molto anziano (11 anni) e uno giovane (1 anno e pochi mesi), questo risultato conferma quanto già riportato in precedenza, per cani adulti e giovani e cani per la difesa di ovi-caprini, ovvero un uso simile dello spazio (valore superiore a 0), ma allo stesso tempo non uniforme (valore superiore a 1). Da osservazioni opportunistiche, durante il lavoro di campo, si è notato come la muta di cani (VT01, N=6), a cui appartengono i due menzionati precedentemente, si muovesse in maniera sistematica ruotando attorno al gregge, coprendo tutte le varie direzione da cui poteva provenire un eventuale incursione.

5.6 Cluster Analysis dei CG in base ai risultati dalle analisi di uso dello spazio

I tre gruppi individuati dall'analisi del cluster con gli indici di uso dello spazio ricavati in questo studio, sono ancora una volta giustificabili in base alla gestione del bestiame al pascolo e non dalla suddivisione, come si auspicava, in categorie per tipologia di bestiame, sesso o età del CG.

Quanto affermato si può motivare osservando come nel primo cluster individuato siano collocati i CG per la difesa di bovini di due allevamenti, VT08 nell'Alta Valle Tanaro e VP01 in Valle Pesio. In questi due allevamenti si ha un numero simile di capi al pascolo, rispettivamente 170 e 190, numeri che non impongono una continua rotazione del pascolo e che quindi non necessitano di ampi movimenti all'infuori dell'area che circoscrive gias e stazzo notturno, infatti queste due coppie di cani riportano delle dimensioni modeste per quanto riguarda gli home-range, degli alti valori di sovrapponimento degli home-range e alta associazione al bestiame.

Il terzo cluster vede 6 CG di tre allevamenti: i due cani da guardiania per bovini VT0502 e VT0503 e due dei tre cani per ovi-capini VT0101 e VT0103, entrambi gli allevamenti sono situati nell'Alta Valle Tanaro, insieme ai due cani per ovi-caprini VG0201 e VG0202 in Valle Gesso. Anche in questo caso il numero di bestiame pascolante è simile tra gli allevamenti (VG02: 680, VT01: 300, VT05: 270), sicuramente con numeri maggiori

(mediamente il doppio) in rapporto al bestiame del primo cluster individuato dall'analisi. Quanto detto è motivato dalla notevole dimensione riportato per gli home-range dei cani di questo cluster, il numero elevato di capi, impone una maggior rotazione dei terreni pascolabili all'interno dell'area totale adibita al pascolo, imponendo così maggiori spostamenti giornalieri e di conseguenza maggiori dimensione degli home-range. Altro fattore che giustifica il raggruppamento di questi cani sono gli alti valori di associazione al bestiame e per quanto riguarda l'uso dello spazio dei cani appartenenti allo stesso gruppo sociale, soprattutto per le ore diurne.

Nel secondo cluster invece si trovano i tre cani per ovi-caprini di VP07 in Valle Pesio, uno dei tre cani di VT01, VT0102, in Alta Valle Tanaro e i cani di VG11 in Valle Gesso e anche in Valle Gesso l'unico cane per la difesa di bovini VG0902. In questo cluster si raggruppano i cani con alcune delle dimensioni più ridotte per quanto riguarda gli home-range, del campione analizzato, nonostante per alcuni cani i numeri di bestiame al pascolo siano elevati al pari del cluster 3 (VG11: 550, VT01: 300, VG09: 300 VP07: 150), in questo caso giustificabili solo per i tre cani dell'allevamento VP07 con scarso numero di capi e quindi scarso movimento al pascolo. Al contempo si riportano i più bassi valori di associazione al bestiame, e in parte anche tra cani dello stesso gruppo sociale, del campione analizzato.

Va sottolineato che all'interno di questo gruppo sono contenute le due femmine che durante lo studio in campo hanno avuto una cucciolata (VT0102 e VP0703), e una femmina in calore (VP0702). Inoltre è importante segnalare che in questi allevamenti spesso non erano presenti cani adulti che potessero fungere da modello per i cani giovani: sia in VG09 che in VP07, tutti cani dell'allevamento avevano età inferiore ai due anni. In aggiunta a quanto già riportato, ovvero che un cane è probabile non sia pienamente efficiente poco dopo l'introduzione nel bestiame, in quanto è necessario del tempo prima che si stabilisca il territorio (Coppinger & Coppinger 1995), per questi due allevatori era la prima volta che i CG citati si trovavano nel dato alpeggio.

6. Conclusione e raccomandazioni per la gestione ottimale dei CG

Questo lavoro rappresenta il primo tentativo di analisi del movimento e dell'uso dello spazio sui cani da guardiania delle Alpi tramite collare datalogger GPS, al fine di individuare delle strategie di difesa del bestiame indicative dell'efficacia dei CG come metodi di prevenzione.

I risultati ottenuti indicano che i cani analizzati hanno, nella maggior parte, un potenziale alto livello di efficienza come metodi di prevenzione dai predatori, riscontrato grazie agli alti valori di associazione al bestiame, soprattutto per la notte quando il bestiame è più soggetto all'attacco dei predatori (Menzano et al, 2015), e dagli home-range di scarse dimensioni, soprattutto quelli notturni, anche questo un indice di costante vicinanza al bestiame, e quindi prerequisito per la prevenzione degli attacchi (Coppinger & Coppinger, 1980; Gerhing et al., 2011). Si ritiene fondamentale rimarcare l'assenza di differenze nei cani per le due tipologie di bestiame analizzate, per tanto i cani da guardiania si ritengono efficienti sistemi di prevenzione per entrambe le tipologie e si auspica all'adozione di questi, su più larga scala, anche per le mandrie di bovini. Inoltre, i risultati ottenuti, sembrerebbero confermare come il successo del cane da guardiania, come efficiente metodo di prevenzione dagli attacchi sul bestiame, sia direttamente relazionato alla competenza dell'allevatore nel gestirlo e nell'allevarlo, oltre che con alle condizioni e alla gestione dell'allevamento (Espuno et al., 2004; citato in Zingaro et al., 2017). Quanto detto è motivato dagli scarsi valori di movimento riscontrati in cani giovani e/o femmine in calore, per tanto al fine di migliorare l'efficienza generale dei CG si consiglia di sterilizzare i cani da guardiania al pascolo, se non entrambi i sessi almeno il genere femminile più propenso a distrarsi dal lavoro in questo periodo biologico (VerCauteren et al., 2012; Andelt et al.,1999). I cani giovani, di recente inserimento con il bestiame, hanno bisogno di un modello da seguire per apprendere in maniera rapida e ottimale lo svolgimento del lavoro (Coppinger & Coppinger 1995), che in assenza di esempio risulta più tardivo, e per tanto è raccomandabile il loro inserimento al fianco di una figura adulta e più esperta. Si consiglia, in ultimo, di lasciare anche ai cani per la difesa di ovi-caprini la possibilità di uscire la notte, in quanto potrebbe permettere al cane di difendere il bestiame rimasto incustodito, e ancora, prevenire eventuali attacchi con il pattugliamento dell'area circostante lo stazzo del bestiame.

7. Bibliografia

Allen R.L., Stewart-Moore, N., Byrne, D., Allen, L.B., (2016), Guardian dogs protect sheep by guardin sheep, not by establishing territories and excluding predators. Animal Production Science, CSIRO 2016

Allen, L. & Gonzalez, T. (1998). Baiting reduces dingo numbers, changes age structures yet often increases calf losses. Proceedings of the Austalian Vertebrate Pest Control Conference. Bunbury, WA: Vertebrate Pest Research Services, Agriculture Western Australia.

Amstrup, S. C., McDonald, T. L. & Durner, G. M. (2004). Using satellite radiotelemetry data to delineate and manage wildlife populations. Wildlife Society Bulletin, Vol.32, No.3, pp. 661–679

Andelt, W.F., (1992). Effectiveness of livestock guarding dogs for reducing predation on domestic sheep. Wildl. Soc. Bull. 20 (1), 55–62.

Andelt, W.F., (2004). Use of livestock guardian animals to reduce predation on sheep and livestock. Sheep Goat Res. J. 19, 72–75.

Avenant, N.L., & Du Plessis, J.J., (2008) Sustainable small stock farming and ecosystem conservation in Southern Africa: a role for small mammals? Mammalia, 72, 258–263.

Bangs, E. E., S. H. Ffritts, D. R. Harms, J.A. Fontaine, M. D. Jimenez,W.G.Brewster,& C. C. Niemeyer. (1995). Control of endangered gray wolves in Montana. Pages 127–134 in L. N. Carbyn, S. H.Fritts, and D. R. Seip, editors. Ecology and conservation of wolves in a changing world. Canadian Circumpolar Institute, University of Alberta, Edmonton, Canada

Berzi, D., (2010). Tecniche, strategie e strumenti per la prevenzione dei danni da predatori al patrimonio zoo-tecnico. Provincia di Firenze, Direzione Agricoltura, Caccia e Pesca, Collana Risorse Naturali, Firenze.

Boitani L., (1992). Wolf research and conservation in Italy. Biol. Conserv.61(2): 125–132.

Breitenmoser, U. (1998). Large Predators in the Alps: the Fall and Rise of Man's Competitors. Biological Conservation, 83, 279-289.

Brunetti R., (1984). Distribuzione storica del lupo in Piemonte, Valle d'Aosta e Canton Ticino. Riv. Piem. St.Nat. 5: 722.

Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of Mammalogy, Vol.24, No.3, pp. 346–352

Cagnacci F., Boitani L., Powell R. A., Boyce M. S., (2010) Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges; Phil. Trans. R. Soc. B. 365, 2157–2162

Calenge C, Dray S, Royer-Carenzi M (2009) The concept of animals' trajectories from a data analysis perspective. Ecol Inform 4:34–41. 2008.10.002

Ciucci, P., Boitani, L., Francisi., F., Andreoli., G., (1997) Home range, acitivity and movements of a wolf pack in central italy J Zool.;243:803–819.

Colombo, M., Menzano, A., Giombini, V., Bosio, A., Filippi, C., Sigaudo, D. e Marucco, F. (2018): La valutazione dei sistemi di prevenzione dei danni da lupo alla zootecnia d'alpeggio nelle Alpi Occidentali. Efficienza delle strategie gestionali dell'allevatore, delle recinzioni elettrificate e dei cani da guardiania in un sistema integrato nella difesa dei bovini e ovi-caprini monticanti. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione D5.

Conover, M. (2001) Effect of hunting and trapping on wildlife damage. Wildlife Society Bulletin, 29, 521–532

Coppinger, R., J., Lorenz, J., Glendinning, and P. Pinardi. (1983). Attentiveness of guarding dogs for reducing predation on domestic sheep, Journal of Range Management, 38(3): 275-279.

Coppinger, R., & L. Coppinger. (1995). Interactions between livestock guarding dogs and wolves. Pages 523–526 in L. N. Carbyn, S. H. Fritts and D.R. Seip, editors. Ecology and conservation of wolves in a changing world. Canadian Circumpolar Institute, University of Alberta, Edmonton, Canada.

Dalmasso, S. (2015): Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi Cozie (core area 2). In: Ramanzin M., Sturaro E., Menzano A., Calderola S. e Marucco F. (2015): Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A7

Daly, B., Davies-Mostret, H., Davies-Mostret, W., Evans , S., Friedmann, Y., King, N. et al. (eds) (2006) Proceedings of a Workshop on Holistic Management of Human–Wildlife Conflict in the Agricultural Sector of South Africa. Endangered Wildlife Trust, Johannesburg, South Africa

De Solla, S.R., R. Bonduriansky and R.J. Brooks. (1999). Eliminating autocorrelation reduces biological relevance of home-range estimates. Journal of Animal Ecology 68:221-234.

Durand,C. (2001). Intégration pastorale des chiens de protection: bilans 1988 à 1998. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage - Programme LIFE II, France.

Espuno, N., Lequette, B., Poulle, M.-L., Migot, P., Lebreton, J.-D., (2004). Heterogeneous response to preventive sheep husbandry during wolf recolonization of the French Alps. Wildl. Soc. Bull. 53 (9), 1689–1699.

Fieberg, J. (2007). Kernel density estimators of home range: smoothing and the autocorrelation red herring. Ecology, Vol.88, No.4, pp. 1059–1066

Fieberg, J., Kochanny, C.O., (2005). Quanitfying home-range overlap: the importance of the utilization distribution. J. Wildl. Manage. 69 (4), 1346.

Frair, J. L., J. Fieberg, M. Hebblewhite, E. Cagnacci, N.J. DeCesare and L. Pedrotti. (2010). Resolving issues of imprecise and habitat-biased locations in ecological analyses using GPS telemetry data. Philosophical Transactions: Biological Sciences 365:2187-2200.

Gamboni, A., F. Bisi and E. Masseroni. (2008). Home range dynamics of mountain hares (Lepus Timidus) in the swiss Alps. Hystrix 19:157-163.

Gehring, T.M., Vercauteren, K.C., Landry, J.-M., Gehring, T.M., Vercauteren, K.C., (2010). Livestock protection dogs in the 21st century: is an ancient tool relevant to modern conservation challenges? Bioscience 60, 299.

Gehring, T.M., Vercauteren, K.C., Cellar, A.C., Vercauteren, K.C., (2011). Good fences make good neighbors: implementation of electric fencing for establishing effective livestock-protection dogs. Hum.–Wildl. Interact. 5 (1), 106–111.

Girard, I., Ouellet, J., Courtois, R., Dussault, C. & Breton, L. (2002). Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home-range size estimations. Journal of Wildlife Management, Vol.66, No.4, pp. 1290–1300

Gitzen, R. A., Millspaugh, J. J. & Kernohan, B. J. (2006). Bandwidth selection for fixed-kernel analysis of an-imal utilization distributions. Journal of Wildlife Management, Vol.70, No.5, pp. 1334–1344

Graham K., Beckerman A.P., Thirgood S. (2004), Human-predator-prey conflicts: ecological correlates, prey losses and patterns of management. Biol Conservat; 122: 159-171

Hall, P., Lahiri, S. N. & Truong, Y. K. (1995). On bandwidth choice for density estimation with dependent da-ta. The Annals of Statistics, Vol.23, No.6, pp. 2241–2263

Hartigan, J.A., and M.A. Wong. (1979). “Algorithm AS 136: A K-means clustering algorithm.” Applied Statistics. Royal Statistical Society, 100–108.

Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R. & Macdonald, D. (2005). Are kernels the mustard? Data from global positioning systems (GPS) collars suggests problems for kernel home-range analyses with least-squares cross-validation. Journal of Animal Ecology, Vol.74, No.3, pp. 455–463

Hone, J. (1994) Analysis of Vertebrate Pest Control. Cambridge University Press, New York, USA.

Johnson, C., Parker, K., Heard, D., Gillingham, M., (2002b). A multiscale behavioral approach to understanding the movements of woodland caribou. Ecol. Appl. 12, 1840–1860.

Jones, M. C., Marron, J. S. & Sheather, S. J. (1996). A brief survey of bandwidth selection for density estimation. Journal of the American Statistical Association, Vol.91, No.433, pp. 401–407

Kaczensky, P. (1996) Large Carnivore-Livestock Conflicts in Europe. Unpublished Report to Wildbiologische Gesellschaft Mu¨nchene.V., Linderhof, Germany.

Kernohan, B. J., R. A. Gitzen, and J. J. Millspaugh. (2001). Analysis of animal space use and movements. Pages 126–166. in Millspaugh, J. J. and J. M. Marzluff, editors. Radiotracking and animal populations. Academic Press. San Diego, California, USA.

Kie, J. G., Matthiopoulos, J., Fieberg, J., Powell, R. A., Cagnacci, F., Mitchell, M. S., Gaillard, J.-M. & Moorcroft, P. R. (2010). The home-range concept: are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology? Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol.365, No.1550, pp. 2221–2231

Knowlton, F. F., Gese, E. M. & Jaeger, M. M. (1999). Coyote depredation control: an interface between biology and management. Journal of Range Management, 52, 398-412.

Kropil, R., P. Smolko e P. Garaj. (2015). Home range and migration patterns of male red deer (Cervus elaphus) in Western Carpathians. European Journal of Wildlife Research 61:63-72.

Kusak, J., A.M. Skrbinšek and D. Huber. (2005). Home ranges, movements, and activity of wolves (Canis lu-pus) in the Dalmatian part of Dinarids, Croatia. European Journal of Wildlife Research 51:254-262.

Landry, J.-M., Millischer, G., Borelli, J.-L., Lyon, G., (2014). The CanOvis project: studying internal and exter-nal factors that may influence livestock guarding dogs' efficiency against wolf predation. Carnivore Dama-ge Prev. News 10, 21–30.

Lebaudy G., Albera D. (2001). La Routo. Sulle vie della transumanza tra le Alpi e il mare. Primalpe/Ecomuseo della Pastorizia - Pontebernardo. Associazione Culturale Primalpe. Cuneo

Leijenaar, S.-L., Cilliers, D., Whitehouse-Tedd, K., (2015). Reduction in Livestock Losses following placement of Livestock Guarding Dogs and the impact of herd species and dog sex. J. Agric. and Biodivers. Res. 4 (1), 9–15.

Lescureux, N., Linnell, J.D.C., (2014). Warring brothers: the complex interactions between wolves (Canis lu-pus) and dogs (Canis familiaris) in a conservation context. Biol. Conserv. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.032.

Linnell, J., Smith, M., Odden, J., Kaczensky, P. & Swenson, J. (1996). Strategies for the reduction of carnivore–livestock conflicts: a review. Norw. Inst. Nature Res. Oppdragsmelding, 443, 1–118

Linnell, J.D.C., Swenson, J.E. & Andersen, R. (2001) Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable. Animal Conservation, 4, 345–349.

Linnell, J.D.C., (2011). The relative importance of predators and people in structuring and conserving ecosystems. Conservation Biology 25, 646–647. doi:10.1111/j.1523-1739. 2011.01678.x

Lorenz J.R. (1985). Introducing livestock-guarding dogs. Extension circular 1224/June 1985. Oregon State University Extension Service. 3 pp

Lorenz, J.R., (1989). Introducing Livestock-guarding Dogs. Extension Service, Oregon State University, Corvallis, Or.

Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., Hornik, K. (2016). cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.5

Macdonald, D.W., Loveridge, A.J. & Rabinowitz, A. (2010) Felid futures: crossing disciplines, borders and generations. In Biology and Conservation of Wild Felids (eds D.W. Macdonald & A.J. Loveridge), pp. 599–649. Oxford University Press, Oxford, UK.

MacQueen, J. (1967). “Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations.” In Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics, 281–97. Berkeley, Calif.: University of California Press. http://projecteuclid.org:443/euclid.bsmsp/1200512992.

Marker L. (2000c). Livestock guarding dogs. Unpublished Panel Report

Marker, L.L., Dickman, A.J., Macdonald, D.W., (2005). Perceived effectiveness of livestock guarding dogs placed on namibian farms. Rangeland Ecol. Manage. 58 (4).

Marucco, F., Avanzinelli E., e Gazzola, A. (2005). Stato, distribuzione, e dieta della popolazione di lupo in regione Piemonte. Report 2005 - Progetto Lupo Regione Piemonte, Torino.

Marucco, F., Avanzinelli, E., Dalmasso, S., e Orlando, L. (2010). Rapporto 1999-2010 - Progetto Lupo Piemonte. Pages 1-136. Regione Piemonte, Torino.

Marucco F., Colombo M., Martinelli L., Sigaudo D. (2017) Lo stato di presenza del lupo in provincia di Cuneo. In Marucco F. e Avanzinelli E. (2017): Lo Status del lupo in Regione Piemonte. In: Marucco et al. (2017). Lo Status della popolazione di lupo sulle Alpi Italiane e Slovene 2014-2016 Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A4.

Marucco, F. (2014). Il Lupo – biologia e gestione sulle Alpi e in Europa. Il Piviere edizioni, Alessandria

McLeod, R. & Norris, A. (2004). Counting the cost: impact of invasive animals in Australia, 2004, Cooperative Research Centre for Pest Animal Control Canberra, Australia.

McManus, J., Dickman, A., Gaynor, D., Smuts, B., & Macdonald, D. (2015). Dead or alive? Comparing costs and benefits of lethal and non-lethal human–wildlife conflict mitigation on livestock farms. Oryx, 49(4), 687-695. doi:10.1017/S0030605313001610

Mech, L.D. (1996) A new era for carnivore conservation. Wildlife Society Bulletin, 24, 397–401.

Mech, L. D. (1998). Estimated Costs of Maintaining a Recovered Wolf Population in Agricultural Regions of Minnesota. *Wildlife Society Bulletin,* 26**,** 817-822.

Mech, L. D., and L., Boitani. (2003). Wolf social ecology. 1–34. in Mech, L. D. and L. Boitani. editors. Wolves: behavior, ecology, and conservation. University of Chicago Press. Chicago, Illinois, USA.

Menzano A. (2015). Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi Marittime (core area 1). In: Ramanzin M., Sturaro E., Menzano A., Calderola S. e Marucco F. (2015): Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A7.

Millspaugh J.J., Nielson R.M., McDonald L., Marzluff J.M., Gitzen R. A., Rittenhouse C. D., Hubbard M. W.and Sheriff S. (2006) - Analysis of Resource Selection Using Utilization Distributions, The Journal of Wildlife Management Vol. 70, No. 2, pp. 384-395

Millspaugh J.J., G. C. Brundige, R. A. Gitzen, K. J. Raedeke. (2000). Elk and hunter space-use sharing in South Dakota. Journal of Wildlife Management 64:994–1003.

Millspaugh, J. J., R. A. Gitzen, B. J. Kernohan, M. A. Larson, and C. L. Clay. (2004). Comparability of three analytical techniques to assess joint space use. Wildlife Society Bulletin 32:148–157.

Mitchell, B.R., Jaeger, M.M. & Barrett, R.H. (2004) Coyote depredation management: current methods and research needs. Wildlife Society Bulletin, 32, 1209–1218.

Musiani, M., Muhly, T., Gates, C. C., Callaghan, C., Smith, M. E. & Tosoni, E. (2005). Seasonality and Reoccurrence of Depredation and Wolf Control in Western North America. *Wildlife Society Bulletin*, 33**,** 876-887.

Muhly T.B., Musiani M., (2009). Livestock depredation by wolves and the ranching economy in theNorthwesternU.S. Ecol. Econ. 68(8-9):2439–2450.

Muyard, F. (1998). Les loups et la loi du XIV° siècle à nos jours. Histoire d'une hantise populaire. TAC Motif, Spéracèdes, France

Pellerin, M., Said, S. & Gaillard, J.-M. (2008). Roe deer Capreolus capreolus home-range sizes estimated from VHF and GPS data. Wildlife Biology, Vol.14, No.1, pp. 101–110

Potgieter, G.C., Marker, L.L., Avenant, N.L., Kerley, G.I.H., (2013). Why namibian farmers are satisfied with the performance of their livestock guarding dogs. Hum. Dimens. Wildl. 18 (6), 403–415. http://dx.doi.org/10.1080/10871209.2013.803211.

Powell, R.A., (2000). Animal home ranges and territories and home range estimators. Res. Techniques Anim. Ecol.: Controversies Consequences 442.

QGIS Development Team (2017). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/

Ramanzin, M., Sturaro, E., Menzano, A., Calderola, S. e Marucco F. (2015): Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A7.

Reiter, D. K., Brunson, M. W. & Schmidt, R. H. (1999). Public Attitudes toward Wildlife Damage Management and Policy. Wildlife Society Bulletin, 27, 746-758.

Reynolds, J. C. & Tapper, S. C. (1996). Control of mammalian predators in game management and conservation. Mammal review, 26, 127-156

Ribeiro, S., Landry, J-M., Daniel Mettler, D., Salvatori, V. (2017). Livestock guarding dogs: from tradition to modernity. Results of an international meeting. In Carnivore Damage Prevention CDP News, Issue: Issue 13, winter 2017.

Rigg, R., (2001). Livestock guarding dogs: their current use worldwide. IUCN/SSC Canid Specialist Group Oc-casional Paper No 1.

Rust NA, Whitehouse-Tedd KM, MacMillan DC (2013). Perceived efficacy of livestock-guarding dogs in South Africa: Implications for cheetah conservation. Wildlife Soc Bull; 37: 690-697.

Salvatori, V., Canestrini, M., Mancini, R., Orsoni, F., Vielmi, L. (2017). Use of livestock guarding dogs in Italy: from history to modernity. In Carnivore Damage Prevention CDP News, Is-sue: Issue 16, autumn 2017

Samuel, M. D., D. J. Pierce, and E. O. Garton. (1985). Identifying areas of concentrated use within the home range. Journal of Animal Ecology 54:711–719.

Saunders, G., Coman, B., Kinnear, J. & Brayesher, M. (1995). Managing Vertebrate Pests: Foxes, Canberra, Bureau of Resource Sciences, Australian Govenment Publishing Service.

Seaman, D.E. and R.A. Powell. (1996). An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. Ecology 77:2075-2085.

Seaman, D.E., J. J. Millspaugh, B.J. Kernohan, G.C. Brundige, K.J. Raedeke and R.A. Gitzen. (1999). Effects of sample size on kernel home range estimates. Journal of Wildlife Management 63:739-747.

Sebastien Le, Julie Josse, Francois Husson (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. Journal of Statistical Software, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01

Seidel, K. D. (1992). Statistical properties and application of a new measure of joint space use for wildlife. Thesis. University of Washington, Seattle, Washington, USA.

Sillero-Zubiri, C. & Laurenson, M.K. (2001) Interactions between carnivores and local communities: conflict or co-existence? In Carnivore Conservation (eds J.L. Gittleman, S.M. Funk, D.W. Macdonald & R.K. Wayne), pp. 282–312. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Shivik, J. (2006). Tools for the edge: what's new for conserving carnivores. BioScience, 56, 253-259.

Smith, M.E., J. D. C. Linnell, J. Odden, & J. E. Swenson. (2000a). Review of methods to reduce livestock depredations: I. Guardian animals. Acta Agriculturae Scandinavica,Section A, Animal Sciences 50: 279–290.

Solla, D.E., Shane, R., Bonduriansky, R., Brooks, R.J., (1999). Eliminating autocorrelation reduces biological relevance of home range estimates. J. Anim. Ecol. 68 (2), 221–234.

Terborgh, J., Lopez, L., Nunez V., P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, G., Riveros, M., Ascanio, R., Adler, G. H., Lambert, T. D. & Balbas, L. (2001). Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. Science, 294, 1923-1926.

Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G. & Bates, K. K. (2010) Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. Phil. Trans. R. Soc. B 365, 2163–2176. (doi:10.1098/rstb.2010.0090)

Treves, A. & Naughton-Treves, L. (1999). Risk and opportunity for humans coexisting with large carnivores. Journal of Human Evolution, 36, 275-282.

Turchin, P., (1998). Quantitative Analysis of Movement. Sinauer Associates, Sunderland, MA

Uboni, A., D. W. Smith, J. S. Mao, D. R. Stahler, and J. A. Vucetich. (2015). Long- and short-term temporal variability in habitat selection of a top predator. Ecosphere 6(4):51.

Urbano F., Cagnacci F., (2013). Spatial Database for Wildlife Tracking Data: A Pratical to Creating a Data Management System with PostgreSQL/PostGIS and R, Springer

van Bommel, L., (2010). 'Guardian dogs: best practice manual for the use of livestock guardian dogs.' (Invasive Animal Cooperative Research Centre: Canberra)

van Bommel, L., Johnson, C.N., (2012). Good dog! Using livestock guardian dogs to protect livestock from predators in Australia's extensive grazing systems. Wildlife Research 39, 220–229. doi:10.1071/WR11135

van Bommel, L. and Johnson, C.N., (2014). Where do livestock guardian dogs go? Movement patterns of free-ranging Maremma sheepdogs. PLoS One 9 (10), 1–12.

VerCauteren, K.C., Lavelle, M.J., Gehring, T.M., Landry, J.M., (2012). Cow dogs: use of livestock protection dogs for reducing predation and transmission of pathogens from wildlife to cattle. Appl. Anim. Behav. Sci. 140 (3), 128–136.

Walter W.D., Fischer W.J., Baruch-Mordo S., VerCauteren K.C, (2010) What Is the Proper Method to Delineate Home Range of an Animal Using Today's Advanced GPS Telemetry Systems: The Initial Step. Pages 249-268 in Krejcar, Ondrej, editor. Modern Telemetry. InTech Open Access Publisher.

Wand, M. P., and M. C. Jones. (1995). Kernel smoothing. Chapman and Hall, London, UK.

Ward, D., Saltz, D., (1994). Foraging at different spatial scales: dorcas gazelles foraging for lilies in the Negev desert. Ecology 75, 48–58.

Wickham H., (2009). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.

Withey, J. C., T. D. Bloxton, and J. M. Marzluff. (2001). Effects of tagging and location error in wildlife radiotelemetry studies. Pages 43–75 in J. J. Millspaugh and J. M. Marzluff, editors. Radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego, California, USA.

Woodroffe, R. (2001). Strategies for carnivore conservation: Lessons from contemporary extinctions. In: Gittleman, J. L., Funk, S. M., Macdonald, D. & Wayne, R. K. (eds.) Carnivore Conservation. Cambridge (U.K.): Cambridge University Press.

Woodroffee, R., Thirgood, S. & Rabinowitz, A. (2005) People and Wildlife: Conflict or Coexistence? Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Woodroffe, R. & Ginsberg, J. R. (1998). Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. Science, 280, 2126-2128

Worton, B.J. (1987). A review of models of home range for animal movement. Ecological Model 38:277-298.

Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology, 70(1), 1989, pp. 164-168 © 1989 by the Ecological Society of America

Zingaro M., Salvatori V., Vielmi L., Boitani L. (2017). Are the livestock guarding dogs where they are supposed to be? Applied Animal Behaviour, Volume 198, pages 89- 94.

Zelterman D., Applied Multivariate Statistics with R, Statistics for Biology and Health, (2015) DOI 10.1007/978-3-14093-3_11, Springer