



# Il censimento del capriolo in Toscana

*Verifica delle metodologie utilizzate  
e manuale di applicazione*

PAOLO BONGI  
SIRIANO LUCCARINI  
LUCA MATTIOLI

Supervisione scientifica  
MARCO APOLLONIO



# Il censimento del capriolo in Toscana

*Verifica delle metodologie utilizzate  
e manuale di applicazione*

PAOLO BONGI  
SIRIANO LUCCARINI  
LUCA MATTIOLI

Supervisione scientifica  
MARCO APOLLONIO



# Indice

<b>Prefazione</b> .....	5
<b>1. Introduzione</b> .....	7
1.1 Il progetto “verifica ed innovazione dei metodi di censimento del capriolo” .....	7
<b>2. Verifica dei metodi di censimento</b> .....	11
2.1 Aree di studio .....	11
<b>3. Risultati ed applicabilità dei metodi di censimento</b> .....	15
3.1 Battute su aree campione .....	15
3.2 Line transect .....	17
3.3 Pellet group count .....	19
3.4 Osservazioni da punti di vantaggio .....	21
3.5 Settori di osservazione .....	21
3.6 Censimento notturno con proiettori alogeni .....	22
<b>4. Uso dello spazio dei caprioli in ambiente collinare</b> .....	23
<b>5. Confronto tra censimenti primaverili ed autunnali</b> .....	27
<b>6. Indici biologici</b> .....	29
<b>7. Sintesi dell'applicabilità delle diverse metodologie di censimento</b> .....	31

<b>8. Protocollo tecnico per il censimento del capriolo nella regione Toscana</b> .....	<b>33</b>
8.1 Battute su aree campione .....	33
8.1.1 Metodo di campionamento ed individuazione delle aree	
8.1.2 Preparazione ed organizzazione delle aree di battuta	
8.1.3 Esecuzione del censimento	
8.1.4 Elaborazione dati e calcolo della densità	
8.1.5 Impegno lavorativo	
8.2 Line transect .....	38
8.2.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei percorsi	
8.2.2 Preparazione ed esecuzione del censimento	
8.2.3 Elaborazione dati e calcolo della densità	
8.2.4 Impegno lavorativo	
8.3 Pellet group count .....	41
8.3.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei siti di monitoraggio	
8.3.2 Preparazione ed organizzazione dei siti di campionamento	
8.3.3 Esecuzione del censimento	
8.3.4 Calcolo della densità	
8.3.5 Impegno lavorativo	
8.4 Osservazione da punti di vantaggio .....	44
8.4.1 Aree campione o conteggi esaustivi?	
8.4.2 Metodo di campionamento ed individuazione dei punti di osservazione	
8.4.3 Calcolo della densità	
8.4.4 Impegno lavorativo	
8.5 Settori di osservazione .....	46
8.5.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei settori	
8.5.2 Esecuzione del censimento	
8.5.3 Calcolo della densità	
8.5.4 Impegno lavorativo	
8.6 Censimento notturno con proiettori alogeni .....	47
8.6.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei percorsi	
8.6.2 Esecuzione del censimento	
8.6.3 Calcolo della densità	
8.6.4 Impegno lavorativo	
<b>9. Bibliografia</b> .....	<b>50</b>
<b>Appendici</b> .....	<b>55</b>

Autori:

Paolo Bongi

Siriano Luccarini

Luca Mattioli

Supervisione scientifica: Marco Apollonio

## **Il Censimento del Capriolo in Toscana**

*Verifica delle metodologie utilizzate  
e manuale di applicazione*

Il progetto A.R.S.I.A. "Verifica ed innovazione dei metodi di censimento del capriolo" è stato svolto da un gruppo rappresentato da:  
Centro Inter-universitario per la Ricerca sulla Selvaggina e i Miglioramenti Ambientali a fini Faunistici (C.I.R.Se.M.A.F)

Istituto Sperimentale di Selvicoltura di Arezzo

Provincia di Arezzo

Provincia di Pisa

Comunità Montana dell'Alta Val di Cecina

ATC AR1

ATC AR2

ATC AR3

ATC PI14

ATC PI15

U.R.C.A. Italia

U.R.C.A. Arezzo

U.R.C.A. Pisa

Federcaccia Arezzo

Coldiretti di Pisa

Il Prof. Lorenzo Fattorini, Dipartimento di Metodi Quantitativi, Università di Siena ha fornito supporto alla elaborazione dei dati

Foto di copertina:

Graziano Capaccioli



## Prefazione

### **Il censimento del capriolo in Toscana**

Questo contributo nasce dal bando A.R.S.I.A. “Verifica ed innovazione dei metodi di censimento del capriolo” riferito alla gestione di questa specie nella Regione Toscana. Tale incarico è stato attribuito ad un complesso di soggetti rappresentati da Enti di Ricerca, Amministrazioni Provinciali, Comunità Montane, Ambiti Territoriali di Caccia, Associazioni Venatorie, Associazioni Agricole. La stessa composizione del gruppo di lavoro lascia intendere la diversità degli interessi che ruotano intorno alla gestione di questo piccolo cervide che occupa buona parte del territorio regionale con densità variabili e talvolta assai elevate. Intorno a questa specie è nata una nuova pratica venatoria per il centro Italia rappresentata dalla caccia di selezione, una caccia ecologicamente sostenibile e basata sul principio del prelievo commisurato alla consistenza e all’incremento della popolazione. Nel contempo la presenza del capriolo interessa un’ampia pluralità di soggetti che vedono in questa specie un elemento faunistico di interesse estetico e scientifico, un potenziale problema per attività agricole, o una minaccia per la viabilità stradale. Gli Enti di gestione, in particolare le Amministrazioni Provinciali, cui è demandato il compito della gestione faunistica, debbono necessariamente giungere ad una sintesi delle diverse opzioni di fruizione della specie e garantire la sua presenza in tutte le aree vocate ad una densità compatibile con l’ambiente e le attività produttive presenti sul territorio. In questo senso disporre di strumenti tecnici di stima della densità di popolazione rappresenta un primo, fondamentale elemento, di corretta gestione faunistica.

Questo volume si pone due obiettivi: il primo è riportare in modo accessibile e quanto possibile esaustivo i risultati della ricerca triennale svolta per incarico dell’A.R.S.I.A. e indirizzata a verificare applicabilità, accuratezza e precisione dei principali metodi di censimento del capriolo all’interno del territorio toscano; il secondo è quello di fornire uno strumento semplice ed immediato per quanti desiderassero applicare i metodi valutati nei tre anni di studio.





foto G. Capaccioli

# 1. Introduzione

## 1.1 Il progetto “Verifica ed innovazione dei metodi di censimento del capriolo”

Il capriolo (*Capreolus capreolus*) è l'ungulato selvatico più ampiamente distribuito e numeroso in Europa dove supera 9,5 milioni di capi (Apollonio et al. 2009). In Italia la specie occupa ambienti che vanno dall'area mediterranea costiera sino al limite superiore della vegetazione delle Alpi.

Distribuito in tempi storici in maniera continua su tutto il territorio italiano con l'eccezione della Sardegna, il capriolo ha subito una drastica diminuzione sino al minimo storico nella prima metà del secolo scorso cui ha fatto seguito un graduale recupero numerico e distributivo.

Lungo le regioni dell'arco alpino, il capriolo è distribuito con continuità dal Friuli-Venezia Giulia sino alla Liguria, in provincia di Savona. Ad eccezione del tratto tra le province di Genova e La Spezia, la specie risulta ormai ampiamente distribuita lungo tutta la dorsale appenninica dell'Emilia Romagna e della Toscana, dove la specie è ben rappresentata anche nelle province di Siena, Grosseto, Livorno e Pisa.

Il consistente aumento numerico nella nostra penisola, e più in generale nel continente europeo, è dovuto principalmente alla combinazione tra i cambiamenti favorevoli nell'uso del suolo e il miglioramento delle tecniche di gestione faunistico-

venatoria (Gill et al. 1996, Cederlund 1989).

In Europa il capriolo ha beneficiato, in particolare, dell'incremento delle aree boscate, della riduzione dell'allevamento estensivo del bestiame al pascolo e dell'abbandono delle coltivazioni in zone collinari e montane poco produttive. L'interesse scientifico e gli studi condotti su questa specie hanno fornito inoltre, dati fondamentali per efficienti misure gestionali come le limitazioni del prelievo, i miglioramenti ambientali e le reintroduzioni, che hanno incrementato in modo consistente le popolazioni di capriolo e di altri cervidi.

Vari studi condotti in Francia, Danimarca e Inghilterra, rivelano l'importanza che assume per il capriolo vivere in un ambiente forestale oppure in un ambiente agricolo. La struttura dell'habitat sembra influire in modo determinante non solo sull'estensione complessiva ma anche su quella stagionale degli *home range* (Vincent e Bideau 1985). In tal senso, maggiore è la superficie coltivata, maggiore è l'estensione delle aree vitali (Maublanc et al. 1991). In ambienti coltivati gli *home range* raggiungono e superano facilmente i 100-150 ha in particolare per i maschi adulti (Chapman et al. 1993).

In Europa si assiste ad un aumento delle densità e ad un ampliamento degli areali di distribuzione, che portano notevoli vantaggi per l'attività venatoria ma, nello stesso tempo, causano impatti sempre

più consistenti sia agli ambienti forestali, sia alle coltivazioni, ampliando, di conseguenza, la componente sociale interessata alla specie e ad una sua corretta gestione (Staines e Ratcliffe 1987, Cederlund 1989, Radeloff et al. 1999). Se poi consideriamo il capriolo anche per la sua importanza negli ecosistemi come specie preda per i grandi predatori come la lince e il lupo (Mattioli et al. 1995, 2004, Meriggi e Lovari 1996, Meriggi et al. 1996, Aenes et al. 1998; Melis et al. 2009) la gestione della specie dovrebbe tendere ad un equilibrio che ne permetta una fruizione, senza, peraltro, provocare danni all'ambiente e alle attività economiche. Si tratta, quindi, di adottare strategie che permet-

adottato dipende dagli obiettivi della gestione; in ogni modo è importante distinguere le situazioni dove è richiesto un controllo delle popolazioni, da quelle dove si sceglie un utilizzo razionale, perché per ogni caso il tipo d'informazione richiesto è differente (Cederlund 1989).

Punto di partenza di una corretta gestione è l'adozione di censimenti delle popolazioni che permettano la formulazione di piani di prelievo indirizzati a soddisfare le esigenze di tutte le componenti interessate alla gestione ma soprattutto a mantenere una struttura il più vicina possibile a condizioni naturali

Il capriolo in Italia è presente in 67 province su



foto G. Capaccioli

tano di regolare efficacemente le densità delle diverse popolazioni in relazione alle caratteristiche degli ecosistemi in cui vivono e di cui fanno parte integrante.

La letteratura scientifica e tecnica fornisce molti esempi di regimi di prelievo focalizzati su singoli obiettivi, come ad esempio massimizzare le opportunità di caccia e la caccia per il trofeo. I piani di prelievo possono essere qualitativi e basati su criteri come l'età, il sesso o la dimensione del palco (Von Raesfeld 1985, Kurt 1991), oppure quantitativi e basati su dati di fecondità e produttività (Hellenberg 1975, Blant 1991). L'approccio che può essere

103 in totale (65%); in 38 province (36,9%) la specie è cacciata, esclusivamente con l'uso di arma a canna rigata ed in regime di prelievo selettivo, tranne che in alcune province del Friuli-Venezia Giulia (Udine e Pordenone) e del Veneto (Treviso, Vicenza e Belluno) dove viene effettuata la caccia in braccata (Pedrotti et al. 2001, Apollonio 2004, Apollonio 2009). I censimenti delle popolazioni vengono effettuati in 34 province, rappresentanti il 33% delle province italiane, il 50,7% di quelle dove il capriolo è presente e l'89,5% di quelle dove la specie è cacciata (Apollonio 2004).

I metodi di censimento normalmente adottati in

Italia per la programmazione del prelievo sono, in ordine d'importanza, i censimenti da punti fissi d'osservazione (punti dominanti), le battute, i censimenti notturni e i conteggi per settori d'osservazione. A livello scientifico e sperimentale, sono inoltre stati utilizzati il metodo dei transetti lineari, del conteggio di gruppi di feci e della cattura-marcatura-ricattura (variante *mark-resighting*) (Focardi et al. 2002 a, b, c, Fattorini et al. 2004). La situazione della Regione Toscana riflette questa molteplicità di approcci, che inoltre è resa ancora più eterogenea da un'assenza di formalizzazione delle modalità operative legate ai diversi metodi di conteggio.

forniscono stime lontane dalla realtà. L'esempio più eclatante è senza dubbio quello di Anderssen (1953), che nel corso della totale eradicazione di una popolazione stimata a 70 individui nella penisola di Kalø (Danimarca), verificò che in realtà questa consisteva di 213 capi, registrando quindi una sottostima di un fattore tre. Altre esperienze che confermarono le sottostime che normalmente si ottengono con i censimenti di capriolo sono riportate da Strandgaard (1972), Pielowski (1984) e Ratcliffe (1987), tutte condotte nel nord Europa. Le cause di questa scarsa accuratezza dei metodi di censimento normalmente utilizzati, sono da ricercarsi nel comportamento poco gregario del



Questo quadro frammentato ha suggerito un'indagine mirata a valutare l'effettiva applicabilità ed accuratezza dei diversi metodi di censimento utilizzati in Toscana, al fine di identificare limiti e vantaggi delle diverse metodologie negli ambienti di possibile applicazione.

Ottenere un valore di densità accurato è un compito abbastanza difficile, infatti il capriolo è noto per essere difficile da osservare e quindi da censire. In considerazione di ciò, si rende interessante una verifica delle metodologie di censimento attualmente in uso per valutare la consistenza delle popolazioni di capriolo; metodi che molto spesso

capriolo e nell'ambiente comunemente occupato, fattori entrambi che diminuiscono fortemente la contattabilità di questo cervide e l'accuratezza e precisione delle stime, sino a giungere a posizioni come quella francese che rinuncia all'uso di metodi di censimento in favore di semplici indici di abbondanza (Gaillard et al. 1993, Morellet et al. 2007).

Tali posizioni sono proprie di nazioni ove le popolazioni di capriolo sono abbondanti e ben distribuite: si consideri a titolo di esempio come il numero di capi abbattuti legalmente in Francia annualmente superi la stima della consistenza di questa

specie su tutto il territorio nazionale italiano.

Quindi, pur tenendo in considerazione i limiti intrinseci ad ogni operazione di stima di popolazioni animali, abbiamo ritenuto utile valutare criticamente l'applicazione dei metodi più comunemente in uso in relazione a diverse caratteristiche morfologiche e vegetazionali, ovvero effettuare i censimenti in diverse aree che possano rappresentare le più comuni tipologie ambientali riscontrabili nella Regione Toscana.

Punto di partenza è stata l'applicazione di sei differenti metodologie di censimento del capriolo in tre aree di studio appartenenti al territorio regionale toscano, rappresentanti dell'ambiente appenninico, dell'ambiente collinare e della macchia mediterranea tipica delle fasce costiere.

Una ulteriore valutazione della variabilità dei risultati ottenibili con le diverse tecniche è stata effettuata confrontando operatori di diversa estrazione. Nella consapevolezza che la gestione degli ungulati in Toscana, è ormai in grandissima parte patrimonio della componente venatoria, si sono voluti confrontare i risultati ottenuti da operatori appartenenti a questa categoria, debitamente istruiti nell'impiego di tecniche poco conosciute, con quelli ottenuti da tecnici faunistici che gestivano in proprio, o con l'ausilio di personale di origine universitaria, le diverse raccolte di dati.

Inoltre con la tecnica del *radio-tracking*, sono stati condotti studi sul comportamento spaziale e sull'utilizzo dell'habitat del capriolo anche al fine di verificare i risultati ottenuti con alcuni metodi utilizzati, come le battute su aree campione.

In generale, ove possibile, si è provveduto a valutare con approcci opportuni i Coefficienti di Variazione associati ai diversi metodi nelle diverse realtà ambientali. Ovviamente questo approccio semplificato non esaurisce la valutazione della precisione dei metodi, ma ne definisce piuttosto la validità di applicazione nei diversi contesti, proprio sulla base degli intervalli di variazione dei valori che la densità potrebbe assumere.

Ultimo punto del progetto è stata la valutazione degli indici biologici (peso corporeo e lunghezza della mandibola) come parametro correlato alla densità. Diversi studi francesi sostengono apertamente questo approccio, ritenendo che sia possibile gestire popolazioni di capriolo basandosi sulla rilevazione di alcune misure biometriche ottenute sui capi abbattuti durante la stagione venatoria e quindi predire la tendenza della popolazione nell'anno successivo. Grazie ad una serie storica di dati, su individui abbattuti durante la caccia di selezione svolta in Provincia di Arezzo, nel decennio 1994-2004, è stato possibile valutare l'applicabilità di tale approccio alle realtà toscane.



## 2. Verifica dei metodi di censimento

### 2.1 Aree di studio

Il risultato di un censimento può essere influenzato da molteplici fattori, quali la metodologia utilizzata o la tipologia di operatori che effettivamente svolge il censimento. Non di minor importanza è anche la caratteristica ambientale dell'area in cui il censimento viene effettuato. Proprio per valutare un'eventuale influenza delle caratteristiche ambientali sono state svolte operazioni di censimento con medesime metodologie in aree diverse. La scelta di tale aree è stata operata assicurandosi che fossero rappresentative dell'intero suolo regionale toscano. Del resto la maggior parte del territorio regionale toscano, è popolato dal capriolo che attualmente ne occupa il 70,4% della superficie.

Pertanto è stato fondamentale individuare più aree che fossero rappresentative della varietà ambientale presente in Toscana al fine di testare eventuali influenze sul risultato di una metodologia di censimento. Con queste premesse la scelta è stata quella di verificare alcuni metodi di censimento in aree con caratteristiche ambientali differenti, scelte fra quelle più diffuse sul territorio regionale. Pertanto sono stati effettuati censimenti in un'area dell'Appennino toscano situata nel Casentino, provincia di Arezzo, l'Oasi di Protezione dell'Alpe di Catenaia per valutare la fascia montana, un'area rappresentativa di un ambiente basso collinare e tipicamente agricolo, con spazi molto aperti interrotti

da modeste formazioni boschive; ed infine un'area caratterizzata da bosco mediterraneo, con leccete molto fitte e sottobosco molto sviluppato, queste ultime due entrambe situate in provincia di Pisa, e corrispondenti alla Z.R.V. Querceto e alla Riserva Naturale di Monterufoli-Caselli rispettivamente (figura 1).

Inoltre al fine di eliminare il più possibile, fattori di disturbo, le aree di studio scelte sono caratterizzate dall'assenza di qualsiasi forma di prelievo venatorio a carico della specie indagata.

Le caratteristiche delle tre aree in cui sono stati effettuate le operazioni di censimento, sono:

**A1.** L'Oasi dell'Alpe di Catenaia, ha un'estensione di circa 3.000 ha, distribuita sulla dorsale appenninica, con quote che variano tra gli 800 e i 1.300 metri s.l.m.. Il crinale principale divide la valle del Casentino ad occidente, bagnata dal fiume Arno, dalla Val Tiberina ad oriente, attraversata invece dal fiume Tevere. Il complesso dell'Alpe di Catenaia può essere suddiviso in tre sezioni: il corpo di Monte Calvano-Montesilvestre in cui le quote medie variano da 1.050-1.100 m s.l.m. e le altezze massime vengono toccate dal Monte Calvano (1.253 m s.l.m.) e dal Monte Faggiolo (1.207 m s.l.m.); il Montesilvestre, che si trova ad una quota di circa 800 m s.l.m. è caratterizzato da

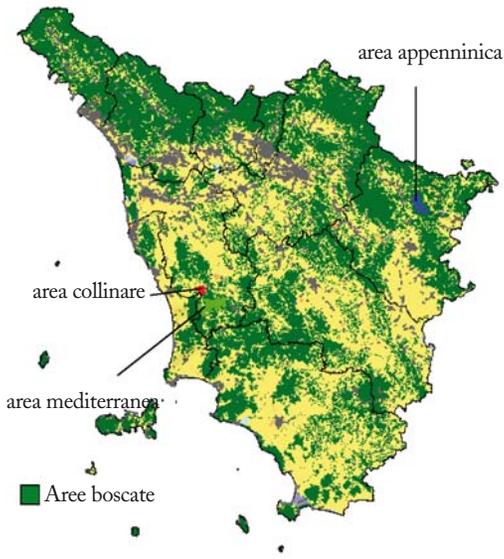


Fig. 1 - Distribuzione regionale delle aree campione.

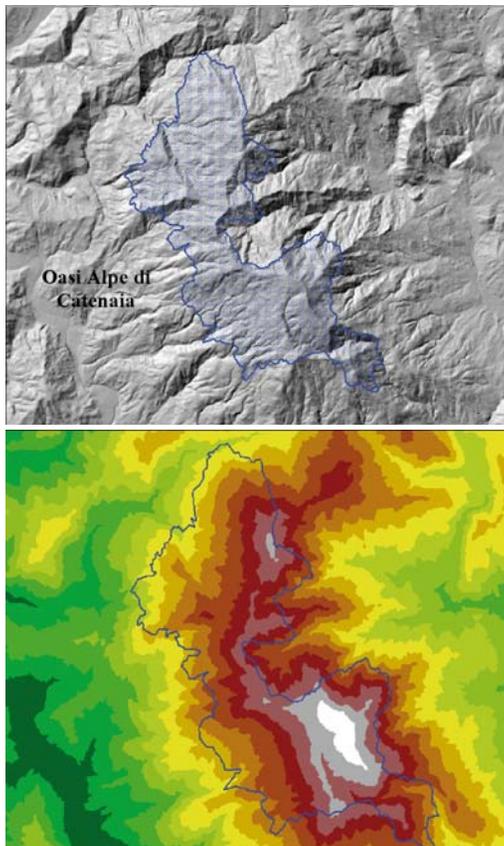


Fig.2 - Gradienti altitudinali dell'Oasi di protezione faunistica "Alpe di Catenaiola".

aree con fenomeni erosivi e pseudocalanchivi; la sezione di Chiusi-Chitignano è caratterizzata da quote medie tra 1.000 e 1.050 metri e le punte massime sono raggiunte dal Monte Foresto (1.227 m s.l.m.) e dall'Eremo della Casella (1.265 m s.l.m.); infine la sezione di Subbiano presenta quote medie intorno a 900 e 1.000 metri s.l.m., mentre le vette principali si trovano sul Monte Castello (1.412 m s.l.m.), sul Monte Altuccia (1.420 m s.l.m.), sul Sasso della Regina (1.246 m s.l.m.) e sul Monte Filetto (1.290 m s.l.m.) (figura 2).

Il clima è di tipo continentale, caratterizzato da estati calde con elevati tassi di umidità e piovosità ed inverni freddi, con temperature spesso sotto lo zero e nevicate abbondanti che si mantengono al suolo per vari giorni.

La copertura boscosa all'interno dell'Oasi di Protezione risulta l'80% dell'area totale, mentre il 17% è occupato da arbusteti, cespuglieti e prati-pascoli creati dall'uomo e che persistono in alcune zone. La composizione forestale, costituita dal bosco ceduo di latifoglie in maggioranza di cerro (*Quercus cerris*), castagno (*Castanea sativa*) e faggio (*Fagus sylvatica*), lascia spazio progressivamente al ceduo invecchiato di latifoglie che presenta oltre alle specie sopracitate anche il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e la roverella (*Quercus pubescens*). Tra i 500 e i 900 metri di altitudine vi è un'alternanza tra fustaie appartenenti alle specie di pino nero (*Pinus nigra*), abete bianco (*Abies alba*), douglasia (*Pseudotsuga menziesii*), ed il bosco ceduo invecchiato e fustaie transitorie di cerro. Nella fascia altitudinale superiore ai 900 metri la vegetazione vede una maggioranza di fustaie miste a conifere e latifoglie e di fustaie transitorie di faggio che, avendo preso il sopravvento, vanno a costituire boschi praticamente puri. La composizione del sottobosco comprende: ginestre (*Spartium junceum* e *Cytisus scoparius*), eriche (*Erica* spp.), rovo (*Rubus* spp.), felci aquilina (*Pteridium aquilinum*), ginepri (*Juniperus* spp.), rose selvatiche (*Rosa* spp.), biancospino (*Crataegus* spp.) e prugnolo (*Prunus spinosa*); la copertura erbacea invece comprende: brachipodio (*Brachipodium* spp.), trifoglio (*Trifolium* spp.) e festuca

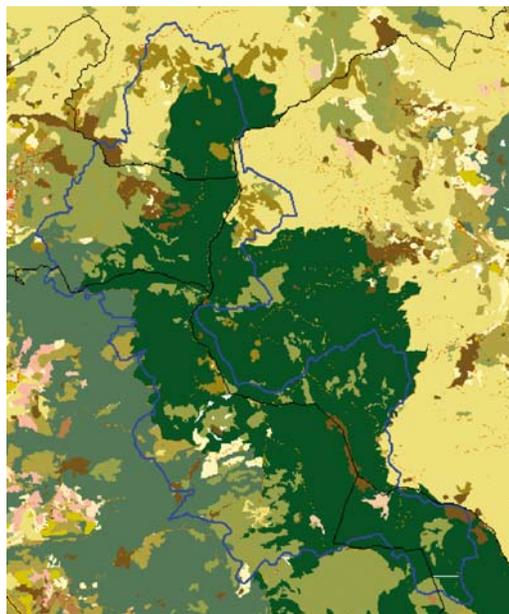


Fig. 3 - Carta della vegetazione e dell'uso del suolo dell'Oasi Alpe di Catenaiola.

(*Festuca ovina*). Queste specie si presentano anche in altri habitat come il cespuglieto, arbusteto e prati-pascoli (figura 3).

La componente faunistica dell'area di studio è quella tipica dell'ambiente appenninico. Il capriolo e il cinghiale (*Sus scrofa*) sono gli unici ungulati presenti.

**A2.** Una Zona di Rispetto Venatorio di 1.000 ha situata nel comune di Montecatini Val di Cecina (provincia di Pisa), all'interno dell'ATC n°14, caratterizzata per la maggior parte da campi coltivati frammisti a fasce di territorio coperto da fitti boschi di latifoglie e querce. Le specie dominanti sono la roverella, il cerro, il frassino (*Fraxinus* spp.) ed il pruno selvatico; sono tuttavia presenti anche il leccio (*Quercus ilex*), il ginepro (*Juniperus oxicedrus* var. *communis*), l'ontano (*Alnus glutinosa*), i pioppi (*Populus alba*, *P. canescens*) e l'olmo (*Ulmus minor*). Il sottobosco è fitto e rigoglioso con una notevole presenza di pungitopo (*Ruscus aculeatus*) e rovo (figura 4 e 5). Per quanto riguarda le aree agricole, le coltivazioni maggiori sono cereali e legumi, ma non mancano

campi lasciati a riposo e quindi seminati con trifoglio (*Trifolium pratense*). La fauna presente è quella tipica dell'ambiente collinare toscano; oltre al capriolo, come rappresentante degli ungulati troviamo il cinghiale.

**A3.** L'Oasi di Monterufoli-Caselli, che fa parte del sistema delle Riserve Naturali dell'Alta Val di Cecina, si colloca tra il mare e le colline interne della Toscana, nella parte sud della Provincia di Pisa. L'Oasi è compresa in gran parte nei Siti di Interesse Comunitario «Complesso di Monterufoli» e «Boschi di Bolgheri, Bibbona e Castiglioncello», e nel Sito di Interesse Regionale «Caselli».

La Riserva Naturale, che si estende per circa 2.166 ha, presenta un vasto paesaggio forestale e numerosi ambienti fluviali. La specie dominante è senza dubbio il leccio, affiancata dalle tipiche formazioni a macchia alta, dove si possono osservare numerose specie mediterranee, quali il corbezzolo (*Arbutus unedo*), il viburno (*Viburnum tinus*) e le eriche. Nei luoghi più ombrosi e freschi, ai boschi semperverdi si sostituiscono quelli a dominanza





*foto P. Bonghi*

## 3. Risultati ed applicabilità dei metodi di censimento

### 3.1 Battute su aree campione

Il metodo delle battute su aree campione, è sicuramente quello maggiormente utilizzato in Toscana ed in Italia, per la determinazione della densità di popolazioni di capriolo.

Questo uso diffuso, favorisce l'esecuzione di censimenti con questo metodo, da parte di tecnici faunistici e cacciatori, che ben conoscono le caratteristiche necessarie affinché una battuta sia svolta correttamente.

Pertanto, alla luce dell'esperienza svolta nell'ambito di un progetto impostato sulla verifica dei metodi di censimento, si vuole tracciare una linea generale che suggerisca alcune peculiarità inerenti al suddetto metodo.

Prima di tutto ci sembra doveroso sottolineare anche in questa sede, la necessità di scegliere le aree campione in maniera del tutto casuale e tali che la somma delle aree battute sia almeno il 10% dell'intera superficie boschiva di indagine.

Il secondo punto sul quale è necessario porre l'accento, riguarda la densità di personale necessario da impiegare in una battuta di censimento. Infatti, avendo effettuato operazioni di censimento in battuta in diverse aree della Toscana, il che significa avere considerato le differenti formazioni boschive presenti sul territorio regionale (vedi "Aree di Studio") (bosco ad alto fusto e ceduo, macchia

mediterranea, bosco di neoformazione), è stato possibile fare alcune importanti considerazioni, sul numero di operatori coinvolti ed il numero di caprioli avvistati.

Una densità di operatori di 2 persone per ettaro, in base ai rilievi effettuati, consente la rilevazione di un numero elevato di capi, che non aumenta al crescere di tale numero ma tende a diminuire al di sotto. Questo può essere ricondotto alla necessità di avere un adeguato numero di persone che operino all'interno dell'area boscata, ma di contro suggerisce che una quantità di operatori troppo elevata è controproducente (figura 6a e 6b). E' possibile che un elevato disturbo possa allarmare eccessivamente i caprioli inducendo comportamenti di elusione quali l'abbandono dell'area di battuta prima del dispiegamento degli operatori o l'immobilità assoluta entro fasce di vegetazione particolarmente folta.

Inoltre è stato possibile valutare quanto una battuta sia stata precisa nell'individuazione di caprioli certamente presenti in quell'area, avvalendosi di un campione di individui radio marcati. Tramite localizzazione radio, è possibile infatti conoscere anticipatamente quanti individui marcati sono presenti all'interno di un'area e quindi verificare al termine del censimento quanti ne sono stati contattati, determinando un'attendibile sottostima commessa durante la battuta.

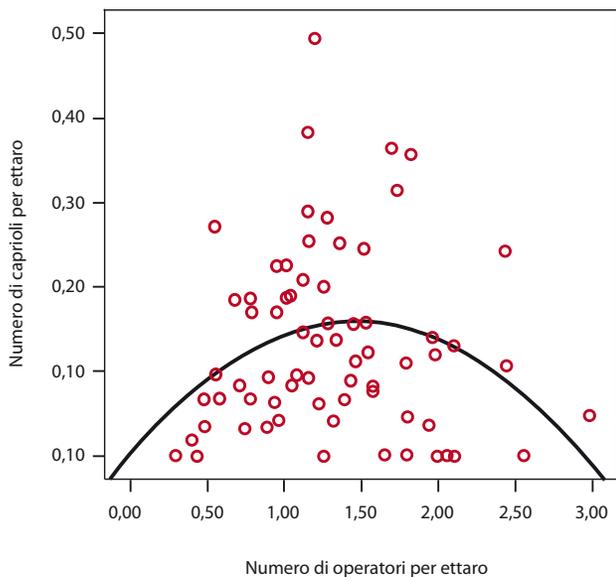


Fig. 6a - Relazione tra caprioli/ettaro ed operatori/ettaro.



Fig 6b - Parte del personale impiegato durante i censimenti in battuta nell'area collinare.

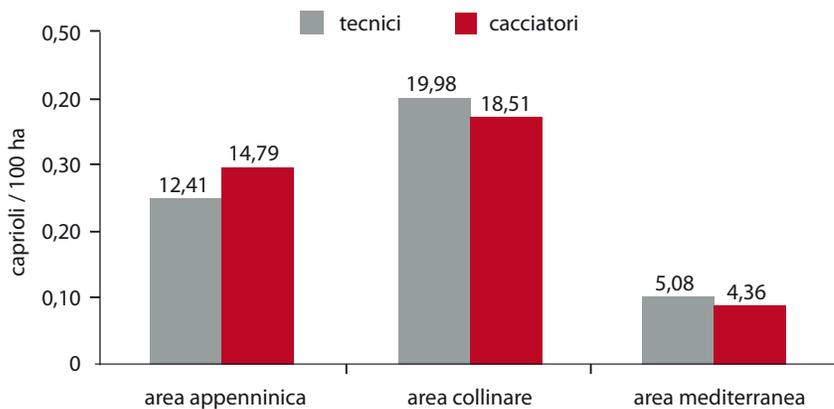


Fig. 7 - Densità registrate con le battute su aree campione nelle diverse aree dalle due componenti di operatori.

Stagione: primavera					
	Area	Superficie censita (ettari)	Numero caprioli	Densità	C.V.
Tecnici	Appenninica	378	47	12,41	0,17
	Collinare	145	29	19,98	0,15
	Mediterranea	216	11	5,08	0,39
	Area	Superficie censita (ettari)	Numero caprioli	Densità	C.V.
Cacciatori	Appenninica	378	56	14,79	0,24
	Collinare	145	27	18,51	0,06
	Mediterranea	183	8	4,36	0,24

Tab. 1 - Risultati ottenuti durante i censimenti in battuta dalle due componenti di operatori.

Nelle diverse aree di indagine utilizzate, si sono registrate diversi valori di densità e il confronto dei risultati ottenuti dai tecnici faunistici e dai cacciatori ha fornito un quadro come mostrato nella figura 7. È evidente che i risultati ottenuti dalle due componenti di operatori hanno permesso di calcolare densità di popolazione molto simili.

Un valido strumento di misurazione della precisione di un censimento in battuta, è stato ed è senz'altro, l'utilizzo di un campione radio-marcato. Sulla base di questa valutazione la differenza tra componente tecnica e venatoria non è risultata molto dissimile. Per quanto riguarda l'area appenninica infatti i tecnici hanno contattato il 70% dei caprioli muniti di radio collare presenti nelle aree di censimento, mentre i cacciatori il 63,6%. Nell'area collinare invece i tecnici hanno individuato il 63,6% dei caprioli presenti e la componente venatoria l'80%. Il Coefficiente di Variazione (C.V.) non risulta particolarmente elevato con la parziale eccezione dell'area mediterranea: deve essere tenuto presente però che tale valore non si riferisce a ripetizioni effettuate nelle medesime aree come accade per tutti gli altri valori riferiti a metodi diversi. In questo caso infatti il CV si riferisce alla variazione fra risultati di battute effettuate in aree diverse nella stessa sessione e con la medesima tipologia di operatori, in questo senso quindi esso indica la variabilità nei risultati di densità accertata nelle differenti aree (tabella 1). Questi risultati permettono di asserire che in senso generale le battute su aree campione sono effettivamente un metodo valido e ben applicabile in molti ambienti boscati, sia da personale tecnico sia dalla componente venatoria.

### 3.2 Line transect

Questo metodo consiste nel tracciare in modo casuale nell'area di studio una serie di percorsi il più

possibile rettilinei, che attraversino tutti i tipi di habitat presenti e nel contare gli animali che un osservatore contatta lungo il percorso, registrando la distanza perpendicolare tra l'animale e il tracciato. Il metodo richiede osservatori addestrati e calcoli complessi per ottenere una funzione di contattabilità che si adatti ai dati raccolti, in modo tale da ottenere una stima accurata della densità. Inoltre nella sua formulazione classica riferita ad un approccio parametrico è necessario raccogliere molte osservazioni (almeno 40-60) e quindi non si presta per popolazioni a bassa densità (Gaillard et al. 1993). Per quanto riguarda questo metodo la ricerca ha progressivamente affinato il calcolo della superficie interessata dal censimento. Attualmente si possono distinguere due grandi gruppi di metodi: quelli basati sulla distanza radiale e l'angolo di fuga e quelli basati sulla distanza perpendicolare delle osservazioni dalla linea del transetto. I primi vengono raramente usati perché giudicati meno efficaci (Hayes e Buckland 1983), quindi prenderemo in considerazione solo i secondi. Tra i metodi basati sulla distanza perpendicolare si possono distinguere i metodi parametrici, i metodi "ad hoc" e i metodi non parametrici (Burnham et al. 1981, Gaillard et al. 1993) che si differenziano tra loro nel modo di calcolare la larghezza effettiva della fascia coperta dal transetto mediante diversi stimatori.

- Metodi parametrici. Sono stati considerati stimatori basati sulla modellizzazione della distribuzione delle distanze perpendicolari. Quelli più usati sono i modelli esponenziali per situazioni di visibilità sfavorevoli (Gates et al. 1968, Fattorini e Pisani 1999), quelli seminormali per situazioni di visibilità favorevoli (Fattorini e Pisani 1999) e quelli quadratici (Gates 1979). Questi modelli assumono tutti una particolare forma della distribuzione di probabilità delle



distanze perpendicolari e sono soggetti ad errori se la distribuzione assunta non corrisponde esattamente a quella reale, fatto che si verifica molto facilmente. La formula applicata per calcolare la densità quindi è la seguente:

$$D = nf(0) / 2L$$

Dove:

f(0)= stima della funzione di densità delle distanze osservate

L= lunghezza dei transetti percorsi

n= n° di animali visti

- **Metodi “ad hoc”.** Consistono nel disegnare l'istogramma della distribuzione di frequenza delle distanze perpendicolari e nel cercare graficamente la distanza alla quale il numero d'osservazioni diminuisce bruscamente; il doppio di tale distanza è preso come larghezza della fascia coperta dal transetto. Questo metodo manca di robustezza statistica ed è molto soggettivo (Burnham et al. 1980, Gaillard et al. 1993).
- **Metodi non parametrici.** Sono quelli più recenti e probabilmente anche quelli più efficaci ed adattabili ai dati reali, grazie alla loro ele-

vata robustezza (Buckland et al. 1993, Pollock et al. 2000). Come stimatori della funzione di contattabilità vengono usati le serie di Fourier e il modello polinomiale (Burnham et al. 1980, 1981). Occorre dire però che anche questi metodi, benché più adattabili alla reale distribuzione di probabilità delle distanze perpendicolari di quelli parametrici, presuppongono sempre un modello che descriva correttamente i dati reali, condizione non sempre soddisfatta che quindi può comportare degli scostamenti. Perciò è spesso necessario trovare un metodo non parametrico ancora più flessibile che non necessiti di modelli ben definiti per individuare la funzione di contattabilità. Attualmente questi metodi sono in fase di sviluppo e prevedono l'utilizzo di classi di distanza al posto di distanze perpendicolari misurate precisamente, con evidenti vantaggi nella raccolta dei dati sul campo (Fattorini 2000).

Le premesse per ottenere un buon set di dati quindi sono una giusta distribuzione dei transetti su tutta l'aria di studio, l'individuazione della lunghezza del transetto in modo tale che l'operatore

Stagione: primavera					
	Area	Numero transetti	Numero caprioli	Densità	C.V.
Tecnici	Appenninica	35	40	8,95	0,25
	Collinare	20	24	1,74	0,46
	Mediterranea	30	6	2,94	0,78
	Area	Numero transetti	Numero caprioli	Densità	C.V.
Cacciatori	Appenninica	35	6	15,51	0,27
	Collinare	20	23	3,12	0,31
	Mediterranea	30	7	7,79	0,54

Tab. 2 - Risultati ottenuti durante i censimenti con il metodo del line transect dalle due componenti di operatori.

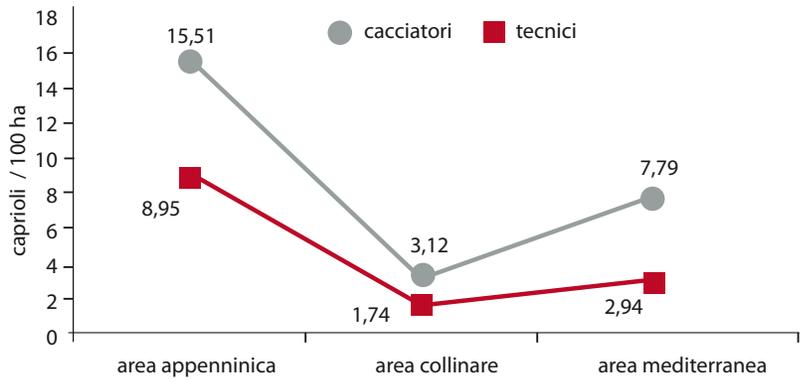


Fig. 8 - Densità registrate con il line transect nelle diverse aree di saggio dalle due componenti di operatori.

possa percorrerlo in un intervallo di tempo tale da aumentare le possibilità di contattare i caprioli, la precisione nel reperire i dati necessari per calcolare la densità.

Su tali basi, nelle varie aree di indagine, è stato scelto un numero di transetti tale da avere un percorso di un chilometro ogni 100 ettari; inoltre i transetti sono stati scelti con un campionamento stratificato in base alle diverse tipologie vegetazionali. Cioè a dire che se il 50% dell'area soggetta a censimento fosse costituito da boschi di latifoglie, allora il 50% dei transetti dovrà ricadere all'interno di queste formazioni boschive. Una volta stabilito il numero di transetti per categoria ambientale, la scelta del percorso dovrà essere fatta il più casualmente possibile, ovviamente tenendo presente l'effettuabilità dello stesso, in rapporto a sentieri già presenti, piuttosto che percorribilità del bosco. Con queste scelte è possibile ottenere dati con una distribuzione tale da non inficiare i successivi calcoli di densità.

Il line transect è comunque un metodo di censimento diretto, ovvero si basa sul numero di caprioli osservati, perciò deve tener presente quali sono i momenti della giornata in cui l'animale è maggiormente attivo e frequenta maggiormente le aree di foraggiamento. Pertanto tutti i percorsi individuati sono da effettuarsi all'alba o al tramonto per aumentare le possibilità di contattare i caprioli. Al termine delle operazioni di censimento, i dati raccolti sono elaborati con speciali *software* (Distance, nel caso del presente progetto) che consi-

derano diversi modelli matematici e restituiscono stime della densità di popolazione. Il line transect si è rivelato un metodo applicabile nelle diverse tipologie vegetazionali, sia in aree boscate che in zone aperte, ma con un'accuratezza molto eterogenea. I risultati ottenuti nelle diverse aree hanno restituito stime di densità inferiori a quelle degli altri metodi di censimento utilizzati ed inoltre talora risultano forti differenze fra i risultati ottenuti dai tecnici e quelli dei cacciatori. In figura 8 è riportata la stima delle densità ottenute nelle diverse aree di indagine con il metodo del line transect, mentre in tabella 2 sono mostrati anche i coefficienti di variazione stimati con tale metodologia.

### 3.3 Pellet group count

Il metodo è basato sul conteggio dei gruppi di feci. Tra tutti i metodi indiretti, ovvero che non prevedono il contatto diretto con l'animale, è sicuramente quello che offre maggiori garanzie e un più elevato livello scientifico della stima della densità. Il metodo consiste nell'individuare aree di controllo, sulle quali effettuare il conteggio dei gruppi di feci presenti. L'area di indagine dovrà essere circolare o quadrata, ma comunque con una superficie di circa 80 m<sup>2</sup>. Queste aree di monitoraggio dovranno essere scelte sulla base di un campionamento stratificato in relazione alle diverse categorie ambientali presenti nell'area di indagine; il numero di aree di monitoraggio dovrà essere proporzionale

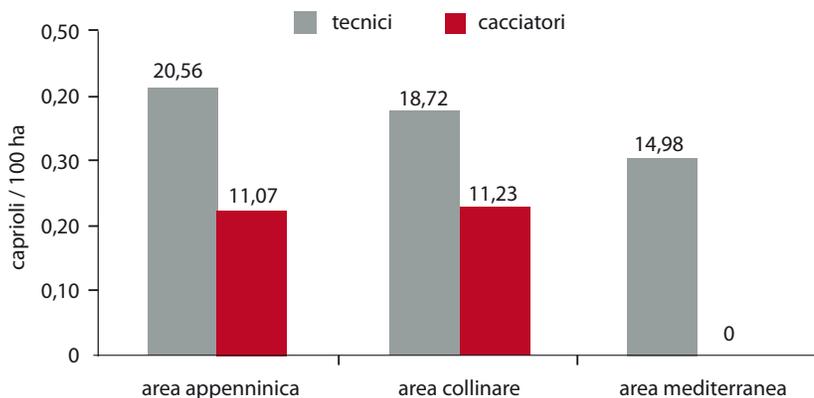


Fig. 9 - Densità registrate con il pellet group count nelle diverse aree di saggio dalle due componenti di operatori.

alle dimensioni dell'intera area cui il censimento fa riferimento ed i siti dovranno essere scelti in modo del tutto casuale. Ciò è possibile avvalendosi di *software* specifici per la gestione di dati di uso del suolo. Il calcolo della densità si basa sul numero di escrementi rinvenuti all'interno dell'area campione, posto in relazione al tasso di defecazione della specie e del tempo di decadimento al suolo degli escrementi.

Si sono ottenuti risultati con questo metodo di censimento, utilizzando un tasso di defecazione compreso tra i 17 e i 23 pellets giornalieri, considerando come pellet un gruppo di minimo 10 escrementi. Per quanto riguarda il tempo di decadimento è opportuno ovviare a tale dato, effettuando due visite sul sito di monitoraggio. In un primo momento si ripulisce l'intera area senza contare i pellets; dopo 10 giorni si effettua una seconda visita che rappresenta il vero e proprio censimento dei gruppi di feci.

Il metodo richiede molta attenzione nella ricerca al suolo degli escrementi, che a seconda delle caratteristiche ambientali, non sempre sono facilmente individuabili. Il confronto dei risultati ottenuti dai tecnici e dai cacciatori, ha messo in evidenza un'elevata eterogeneità nell'applicabilità del metodo che nel complesso tuttavia ha fornito dei CV notevolmente elevati che lo rendono poco attendibile (tabella 3). Una delle cause principali di tale risultato potrebbe risiedere nella insufficiente intensità di rilevamento, la densità dei punti di raccolta rappresenta infatti un fattore cruciale per la buona riuscita

del metodo (Fattorini et al. 2004). Tuttavia le scelte operate in questa sperimentazione hanno voluto seguire un principio di omogeneità dello sforzo fra metodi e di applicabilità nella concreta prassi gestionale, una forte intensificazione dei punti di raccolta sarebbe andata contro tali principi generali. Nell'area mediterranea, in cui il bosco è principalmente costituito da formazioni a macchia, quindi molto denso, i cacciatori non hanno individuato neppure un pellet. Questo è sicuramente riconducibile all'impegno e all'esperienza che la metodologia richiede. Anche nell'area appenninica infatti i rilevamenti eseguiti dai cacciatori hanno fornito una stima della densità inferiore a quella ottenuta dai tecnici. Nella figura 9 sono riportati i dati riferiti al metodo del conteggio dei gruppi di feci.

Nelle aree aperte è possibile utilizzare altri metodi per la determinazione della densità di popolazione di caprioli. Sempre tenendo presente le abitudini comportamentali della specie, è possibile effettuare osservazioni sugli individui in attività di foraggiamento nelle ore notturne, oppure in corrispondenza delle ore di alba e tramonto. Tra le metodologie maggiormente utilizzate nei censimenti in aree aperte ci sono senz'altro le osservazioni da punti di vantaggio, i settori di osservazione ed il censimento notturno con fari alogeni. Anche queste metodologie sono state prese in considerazione e valutate come fatto per le prime tre sebbene siano riferiti esclusivamente all'area agricolo-collinare della Cinquantina dove è stato possibile applicarli.

Stagione: primavera				
	Area	Numero <i>plot</i>	Densità	C.V.
Tecnici	Appenninica	35	20,56	0,29
	Collinare	20	18,72	0,81
	Mediterranea	35	14,98	0,44
	Area	Numero <i>plot</i>	Densità	C.V.
Cacciatori	Appenninica	15	11,07	0,38
	Collinare	20	11,23	0,73
	Mediterranea	16	0	0

Tab. 3 - Risultati ottenuti durante i censimenti con il metodo del pellet group count dalle due componenti di operatori.

Stagione: primavera					
	Numero punti di osservazione	Superficie censita (kmq)	Numero caprioli	Densità	C.V.
Tecnici	15	7,84	33	4,20	0,14
Cacciatori	20	7,84	43	5,45	0,12

Tab. 4 - Risultati ottenuti durante i censimenti da punti di vantaggio dalle due componenti di operatori.

### 3.4 Osservazioni da punti di vantaggio

Primo passo necessario per ottenere una buona raccolta dati, è sicuramente l'individuazione dei punti da cui effettuare le osservazioni. Infatti dalla scelta dei punti dipenderanno poi tutte le elaborazioni per il calcolo della densità. Se si considera che i caprioli si distribuiscono in modo del tutto casuale all'interno della nostra area di indagine, allora anche i punti di osservazione dovranno essere scelti in modo *random*. A questo punto diventa fondamentale capire quanti punti utilizzare. Ovviamente un più elevato numero di punti di osservazione, offre una maggior garanzia sulla possibilità di monitorare la totalità delle aree aperte. Punto fondamentale dell'organizzazione del censimento è riuscire a coprire la totalità (o la massima percentuale) delle aree aperte. Altro elemento cardine è la determinazione dei settori osservabili da ciascun punto di osservazione, affinché non vi siano delle sovrapposizioni di aree per evitare i doppi conteggi. Quindi sarà necessario utilizzare ancora una volta dei *software* di gestione cartografica, per individuare in modo puntuale e preciso le aree da monitorare da ogni punto scelto. Stabilite le posizioni da cui effettuare le osservazioni, è fondamentale assicurarsi che il censimento sia svolto in contemporanea dagli operatori presenti e che ab-

bia esecuzione in corrispondenza delle ore di alba e tramonto, ovvero i momenti della giornata in cui i caprioli hanno i loro picchi di attività. Infatti queste sono le parti del giorno in cui si ha la massima probabilità di contattare i cervidi in foraggiamento nelle aree aperte. Questo metodo è stato ben applicato sia dai tecnici che dai cacciatori, infatti i valori di densità registrati dalle due componenti sono stati simili (tabella 4).

### 3.5 Settori di osservazione

Per l'effettuazione di un censimento con questa metodologia, è necessario suddividere l'area in un certo numero di settori dimensionalmente simili. Questi settori dovranno essere monitorati percorrendone il perimetro e contando tutti i caprioli che si trovano all'interno dell'area. Sarà opportuno valutare la lunghezza dell'intero perimetro, tenendo presente che il tempo necessario per percorrerlo interamente sia contenuto nelle fasce di alba e tramonto. I settori dovranno essere monitorati contemporaneamente da diversi operatori. Dopo essersi assicurati che non vi siano stati doppi conteggi, per esempio di individui che hanno frequentato due settori adiacenti, si assume che tutti i caprioli all'interno dei settori siano stati avvistati e che il numero di individui avvistati nella super-

Stagione: primavera			
Numero settori	Numero caprioli	Densità	C.V.
6	23	2,55	0,16
20	12	1,35	0,22

Tab. 5 - Risultati ottenuti durante i censimenti per settori di osservazione dalle due componenti di operatori.

ficie censita sia la realizzazione di una variabile casuale di tipo binomiale con parametro pari alla proporzione di area censita. Pertanto, il numero di individui presenti nell'intera area di studio potrà essere stimato attraverso il metodo della massima verosimiglianza (Borchers et al. 2002). Questa metodologia ha fornito stime di densità inferiori a quelle registrate con gli altri metodi di censimento, sia per quanto riguarda le operazioni dei tecnici, sia per quelle effettuate dai cacciatori (tabella 5).

### 3.6 Censimento notturno con proiettori alogeni

Un ulteriore metodo di censimento abbastanza diffuso e praticato nelle aree aperte, è quello che si avvale di percorsi da effettuarsi nelle ore notturne, illuminando il tratto di strada percorso con fari alogeni. È fondamentale individuare tratti di strade bianche e/o della rete viaria, percorribili in automobile e che attraversino l'intera area di indagine. Si consiglia l'utilizzo di un faro alogeno con una profondità di campo di circa 500 m, tale cioè da permettere il riconoscimento delle classi di età e di sesso dei caprioli contattati. Infatti l'esecuzione del censimento nelle ore notturne complica notevolmente la qualità dell'osservazio-

Stagione: primavera			
Numero percorsi	Numero caprioli	Densità	C.V.
2	20	1,25	0,10
2	17	1,25	0,10

Tab. 6 - Risultati ottenuti durante i percorsi notturni con proiettori alogeni dalle due componenti di operatori.

ne e a distanze elevate diventa impossibile riconoscere adeguatamente il sesso e ancor di più la classe di età del capriolo osservato. Inoltre conoscere il raggio d'azione del faro è fondamentale per sapere l'esatta ampiezza dell'area censita, che comunque deve rappresentare una buona percentuale dell'intera area di indagine. Nel nostro caso l'80% delle aree aperte è stato monitorato durante le operazioni di censimento. In questo caso si assume che tutti gli individui all'interno della superficie illuminata dal faro siano stati avvistati e che non vi siano stati dei doppi conteggi. Così come si è detto per i censimenti per settori di osservazione, anche con questa metodologia, i percorsi non sono stati scelti casualmente e quindi nel calcolo della densità si è ricorsi ancora una volta al metodo della massima verosimiglianza (Borchers et al. 2002). Tecnici e cacciatori hanno ottenuto i medesimi risultati di densità con i dati raccolti durante il censimento notturno e sono risultate esserci sottostime rispetto a quanto emerso con tutte le altre metodologie di censimento. Nella tabella 6 sono riportate le diverse stime di densità ottenute dalle due componenti con il metodo di censimento notturno mediante proiettori alogeni.



foto A. Vivarelli

## 4. Uso dello spazio dei caprioli in ambiente collinare

Nell'area collinare, che si presenta fortemente eterogenea, è necessario considerare il comportamento spaziale del capriolo per determinare l'uso di ambienti aperti ed ambienti chiusi. Infatti a differenza dell'area appenninica e di quella mediterranea, dove l'elevata percentuale di superficie boscata e l'esigua presenza di aree aperte permettono di assumere che la distribuzione dei caprioli sia omogenea, nell'area di studio collinare (Z.R.V. "Querceto") si hanno percentuali di prati-pascoli e formazioni boschive molto simili. Pertanto è doveroso soffermarsi a riflettere più approfonditamente sui risultati ottenuti dai vari censimenti, in particolare di quelli che prendevano in esame le sole aree aperte, ovvero le osservazioni da punti di vantaggio, in contrapposizione a quelli effettuati nelle superfici boscate, cioè i censimenti in battuta. Per quanto riguarda le altre metodologie, è ragionevole pensare che rispecchino equamente la distribuzione nelle due tipologie ambientali, in quanto i siti di monitoraggio, sia per i transetti che per i punti deputati al conteggio delle feci, sono stati scelti con un campionamento stratificato, in base alla presenza delle diverse tipologie e quindi individuati in modo *random*, mediante l'utilizzo di GIS.

Questo tipo di approfondimento è stato possibile grazie alla presenza di un campione di individui radio marcati, che ha fornito indicazioni sull'uso

dello spazio e sulla distribuzione che i caprioli hanno assunto durante le operazioni di censimento.

Primo passo in un'analisi di comportamento spaziale, è la valutazione delle dimensioni delle aree vitali, su varie scale temporali, utilizzate dalla specie oggetto di indagine.

La figura 10 rappresenta le dimensioni degli *home range* stagionali, evidenziate dal campione monitorato nella Z.R.V. "Querceto" (PI), nell'anno 2006.

Il primo dato da considerare è la differenza nelle dimensioni delle aree vitali in base al sesso. Infatti si nota una tendenza ad avere *home range* femminili più ampi rispetto a quelli maschili. Tale differenza è ridotta nell'estate, stagione degli accoppiamenti, in cui i maschi attraversano la fase del territorialismo e le femmine sono limitate negli spostamenti dalla presenza del piccolo, ancora non completamente autosufficiente (Bongi et al. 2008).

Per avere un quadro più dettagliato degli spostamenti effettuati dai caprioli monitorati, nella tabella 7 sono riportate le medie delle aree vitali, evidenziate nelle stagioni dell'anno 2006.

Quindi è emersa una differenza nell'uso dello spazio a seconda delle stagioni e del sesso considerati. L'utilizzo di aree vitali diverse nelle varie stagioni, può significare una diversa scelta dell'ha-

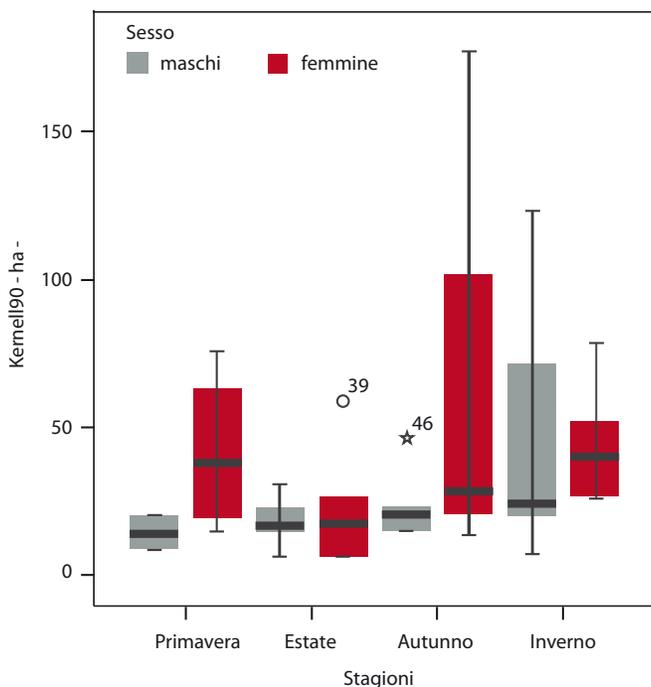


Fig. 10 - Dimensioni degli home range stagionali di caprioli in ambiente collinare.

bitat, collegata alla disponibilità trofica stagionale e quindi un diverso uso delle aree chiuse ed aperte nell'arco dell'anno.

Al fine di evidenziare questa eventualità, ad ogni localizzazione effettuata sul campione radio marcato, è stata associata la caratteristica ambientale, intesa come area boscata o pascolo aperto.

Dall'approccio a livello stagionale, è emersa una distribuzione delle localizzazioni nelle aree boscate come mostrato nella figura 11 ed è evidente che, nelle due stagioni interessate dai censimenti, non è sembrato esservi una grande differenza nell'uso delle aree aperte o delle zone di bosco.

Tuttavia effettuando un'analisi più fine e prendendo in considerazione le fasce orarie corrispondenti a quelle in cui si sono svolti i censimenti, è emerso un quadro del tutto diverso. Infatti in pri-

mavera durante i censimenti da punti di vantaggio (prime/ultime due ore di luce) la maggior parte degli individui muniti di radio collare (72,88%), si trovava nei prati-pascoli. Tale percentuale aumenta nella stagione autunnale, raggiungendo valori pari a 80,23% (figura 12).

Le medesime considerazioni sono state fatte anche per quanto riguarda le fasce orarie in cui sono state effettuate le battute, nelle due stagioni di riferimento.

I risultati della distribuzione percentuale delle localizzazioni sono riportati nella figura 13 e da subito è possibile apprezzare un aumento delle localizzazioni nelle aree boscate, anche se una certa percentuale del campione ha continuato a utilizzare le aree aperte.

Queste analisi, hanno fornito alcune indicazioni

	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
<b>Media HR maschi</b>	9,64 ha	18,19 ha	24,24 ha	49,13 ha
<b>Media HR femmine</b>	32,50 ha	23,02 ha	68,32 ha	44,56 ha

Tab. 7 - Medie home range stagionali di maschi e femmine.

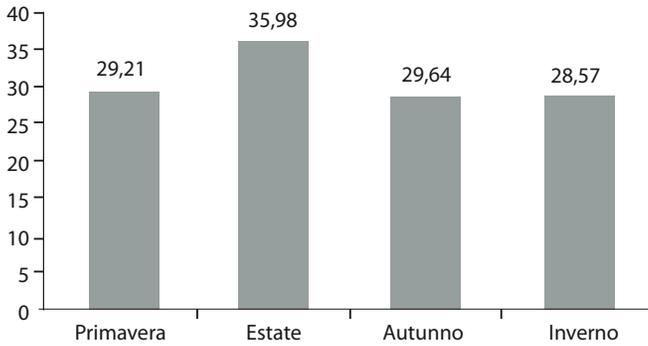


Fig. 11 - Distribuzione percentuale all'interno delle aree boscate delle localizzazioni del campione radio marcato.

sull'entità dell'errore che potrebbe essere commesso durante le operazioni di censimento. La distribuzione dei caprioli nei due ambienti, bosco e prati-pascoli, è diversa a seconda del momento della giornata considerato. In prossimità delle fasce di alba e tramonto, infatti, la maggior parte delle localizzazioni è stata effettuata in aree aperte, ovvero aree tipicamente utilizzate durante il foraggiamento, mentre analizzando i dati di *radio tracking*, in riferimento alle ore in cui sono state effettuate le battute, ovvero sia le 7:00 e le 14:00 circa, l'utilizzo delle aree boscate aumenta in entrambe le stagioni, raggiungendo in autunno valori percentuali quasi doppi rispetto

alla primavera.

Tenendo presente che nell'area di studio, la percentuale delle aree aperte è il 64%, che le superfici boscate rappresentano il 36%, e che la distribuzione primaverile delle localizzazioni dei caprioli nelle fasce orarie di esecuzione delle battute (figura 13) è pari a 35% in bosco e 65% in prato-pascolo, è possibile ipotizzare che la densità calcolata con i risultati del censimento in battuta risulti realistica. Del resto seguendo questo tipo di approccio, durante le osservazioni dai punti di vantaggio effettuate in autunno, dovrebbero essere stati osservati l'80% del totale dei caprioli (considerando i dati ottenuti dalle localizzazioni

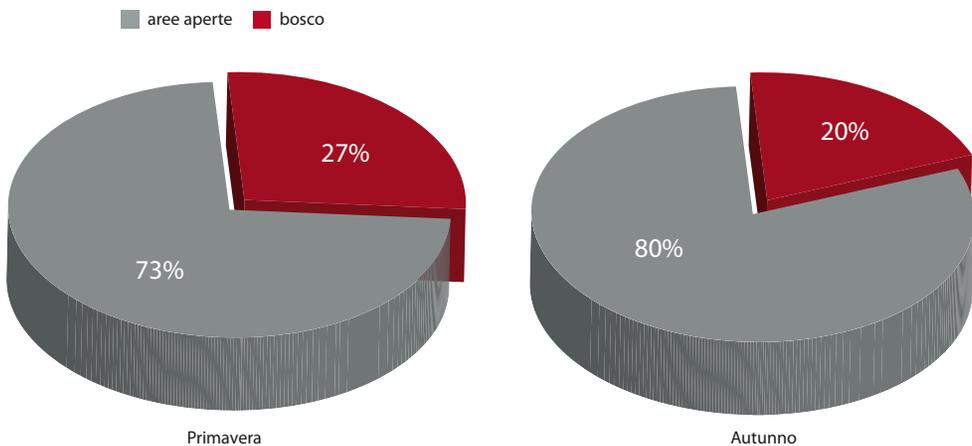


Fig. 12 - Distribuzione percentuale nelle diverse tipologie ambientali delle localizzazioni dei caprioli muniti di radio collare nelle ore in cui sono stati effettuati i censimenti da punti di vantaggio.

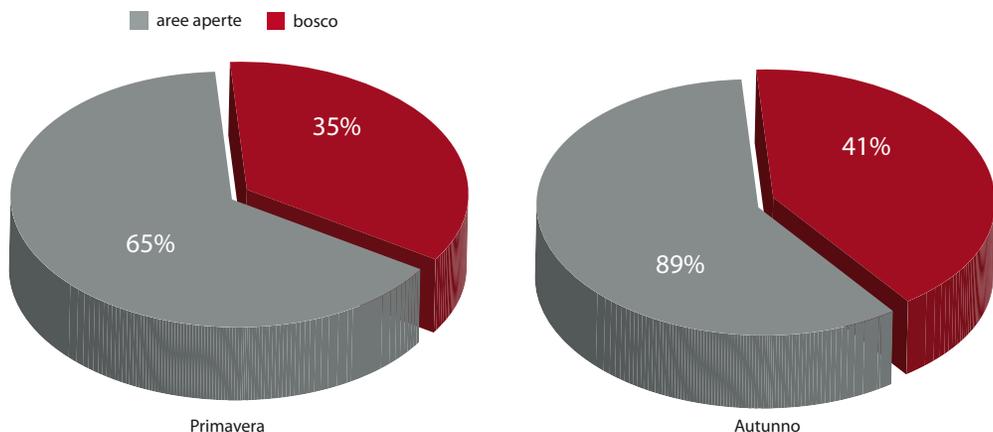


Fig. 13 - Distribuzione percentuale nelle diverse tipologie ambientali delle localizzazioni dei caprioli muniti di radio collare nelle ore in cui sono stati effettuati i censimenti in battuta.

del campione radiomarcato nello stesso periodo e nella stesse fasce orarie) (figura 12)

Questo ci permette di ipotizzare che sia stato commesso un errore di circa il 20% in sovrastima (tabella 8).

Pertanto il dato di densità è stato tarato sulla base di queste informazioni e la densità ha subito un livellamento che ha fornito dati pari a 12 caprioli/100 ha.

Di seguito è riportata la tabella 8 che riassume l'uso delle due diverse tipologie di aree, nei momenti dell'effettuazione dei due censimenti in esame (battute e punti di vantaggio), con i relativi coefficienti di correzione valutati sulla base delle localizzazioni del campione radio marcato. Infatti se si tiene presente il diverso uso dei due ambienti, risulta necessaria una correzione alla densità ottenuta nelle aree aperte.



foto P. Bongio

	Disponibilità		Uso		Coefficiente di correzione		Densità		Densità corrette
	bosco	prato	bosco	prato	bosco	prato	bosco	prato	
Punti di vantaggio	36%	64%	20%	80%	/	0,8	/	14,95	11,96
Battuta	36%	64%	35%	65%	1	/	19,98	/	19,98

Tab. 8 – Confronto tra due metodologie differenti (battute e osservazioni da punti di vantaggio) in relazione a differenti tipologie di ambiente e valutazione dell'errore di stima della densità.



## 5. Confronto tra censimenti primaverili ed autunnali

La conoscenza dell'ecologia comportamentale del capriolo e della fenologia della specie, ha suggerito di valutare la densità di popolazione in diverse stagioni dell'anno. Infatti, sia la dinamica delle aggregazioni sociali, sia eventuali modificazioni del comportamento spaziale, potrebbero avere una ripercussione sulla stima della densità. Inoltre la presenza di aree protette, come nel caso di questa indagine, può indurre forti modificazioni nella di-

stribuzione locale dei caprioli in risposta all'avvio dell'attività venatoria. Queste valutazioni possono essere importanti nella scelta del periodo in cui effettuare censimenti. Le stagioni confrontate sono state la primavera e l'autunno. Perciò i tecnici hanno ripetuto i censimenti anche nella stagione autunnale, quando sia le caratteristiche vegetazionali, sia le attività antropiche subiscono delle variazioni. Avendo mantenute costanti le aree di indagine e

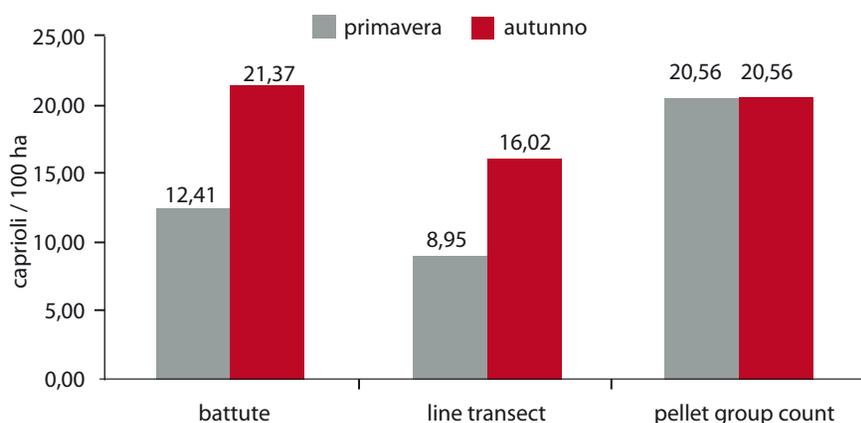


Fig. 14 - Densità registrate con diverse metodologie nell'area appenninica nelle due stagioni.

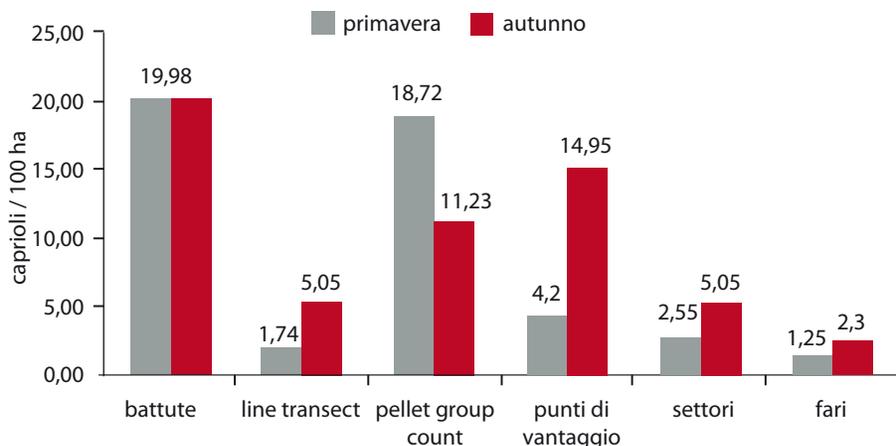


Fig. 15 - Densità registrate con diverse metodologie nell'area collinare nelle due stagioni.

le caratteristiche delle metodologie di censimento, è stato possibile effettuare un confronto tra le densità registrate nei due periodi e trarre alcune considerazioni.

La generale tendenza emersa da questa analisi, ha evidenziato un aumento della densità autunnale in tutte le aree di studio e con la maggior parte delle metodologie di censimento, supportando l'ipotesi che l'inizio dell'attività

venatoria abbia indotto una concentrazione di capi all'interno delle aree di indagine che, come sopra specificato, erano tutte chiuse alla caccia. In questo senso sono risultati difformi i dati derivanti dal pellet group count nell'area collinare e dal line transect nell'area mediterranea. Nelle figure 14, 15 e 16 sono riportati i dati inerenti l'area appenninica, quella collinare e quella mediterranea rispettivamente.

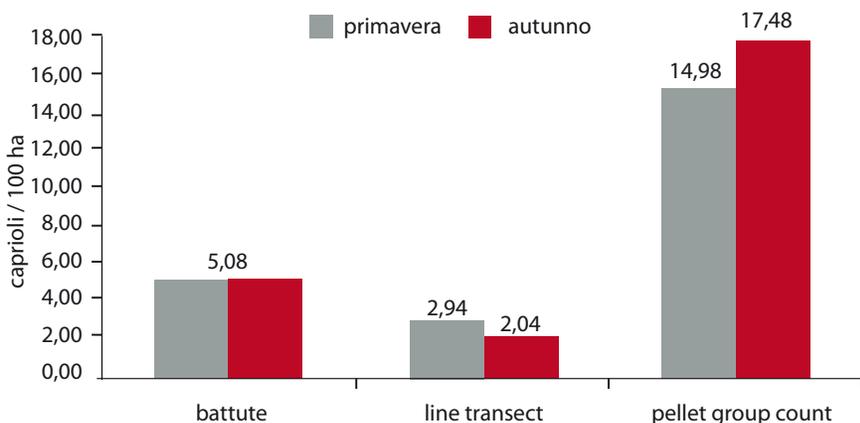


Fig. 16 - Densità registrate con diverse metodologie nell'area mediterranea nelle due stagioni.



foto P.Bongi

## 6. Indici biologici

Alcuni autori sostengono che indici biologici, come il peso corporeo o la lunghezza della mandibola, siano correlati con la densità e che quindi registrando questi indici sia possibile determinare la densità di una popolazione. Questa correlazione presuppone ovviamente che lo sviluppo corporeo del capriolo sia in una certa misura un fenomeno densità dipendente.

Questi indici ovviamente non forniscono direttamente stime di densità, ma consentono di individuare delle tendenze all'incremento o al decremento della densità stessa.

Gli indici più comunemente utilizzati sono i seguenti:

- Massa corporea. Viene misurata dal peso eviscerato degli animali abbattuti durante la caccia e sembra essere fortemente correlata alla densità. Questo indice reagisce alle variazioni di densità soprattutto nei giovani dell'anno (Maillard et al. 1999, McIntosh et al. 1995, Vincent et al. 1995, Gaillard et al. 1996).
- Lunghezza della mandibola. Questo indice è utilizzato per valutare lo stato fisico sia di caprioli giovani di meno di un anno, sia di caprioli adulti e, conseguentemente, è un indicatore della densità in relazione alle risorse alimentari dell'ambiente (Hewison et al. 1996).
- Corpi lutei. Il numero di corpi lutei per femmina in attività riproduttiva è un indice della

fecondità della popolazione, la quale, a sua volta, sembra correlata alla densità per fenomeni di densità-dipendenza. La possibilità di individuare i corpi lutei dipende però dal periodo in cui si abbattano le femmine (McIntosh et al. 1995).

In questa valutazione sulle metodologie di censimento si è pensato fosse importante effettuare anche delle analisi che prendessero in considerazione proprio le relazioni tra le stime di densità e gli indici sopra citati. I dati considerati, provenienti dalla provincia di Arezzo, sono stati raccolti durante gli abbattimenti della caccia di selezione dal 1994 ad oggi. Effettuando un'analisi di regressione si mette in evidenza l'eventuale dipendenza dalla densità di tali parametri biologici, situazione necessaria per poter estrapolare successivamente l'andamento della densità di popolazione dalla misurazione di altri capi abbattuti. Le misure biometriche prese in considerazione sono state il peso corporeo e la lunghezza della mandibola.

Da quanto analizzato emerge un quadro piuttosto frammentario, in quanto alcune zone della provincia di Arezzo denotano una correlazione positiva tra densità ed indici corporei, ma in altre zone tale relazione non è manifesta. Ciò permette di concludere che la valutazione di indici biologici, quali misure corporee, non sia un elemento sem-

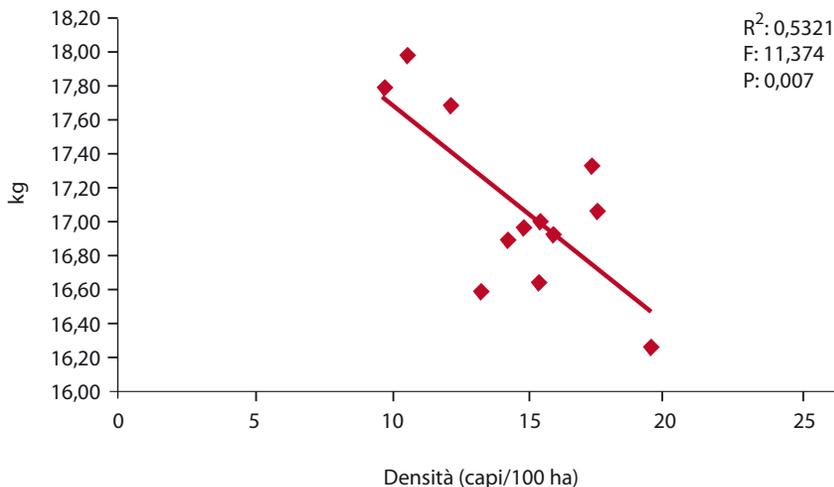


Fig. 17 - Relazione tra peso medio di femmine adulte di capriolo e densità in area appenninica (Casentino).

pre valido su cui basare la stima della densità, ma piuttosto che la relazione fra misure biometriche e densità, varia anche e soprattutto in funzione delle caratteristiche ambientali e della disponibilità trofica. In ambienti con scarse disponibilità trofiche o forti oscillazioni stagionali, la densità può divenire un fattore condizionante la qualità fisica del capriolo, ma laddove vi siano condizioni ambientali favorevoli, la densità non sembra avere effetti significativi sullo stato fisico della popolazione.

La figura 17 rappresenta la correlazione significativamente inversa tra peso corporeo di femmine adulte di capriolo e densità in un distretto di cac-

cia di selezione della provincia di Arezzo, situato in Casentino, un'area appenninica con un'elevata stagionalità nella disponibilità di risorse trofiche e condizioni climatiche.

Al contrario in distretti di zone con altitudini più basse, e con una maggiore disponibilità trofica in ogni stagione, gli indici biologici hanno mostrato un andamento indipendente dalla densità di popolazione (figura 18).

In conclusione gli indici biologici si mostrano di non universale applicabilità, ed anzi, nelle condizioni ambientali generalmente favorevoli del territorio toscano, non sembrano poter trovare un'applicazione molto diffusa.

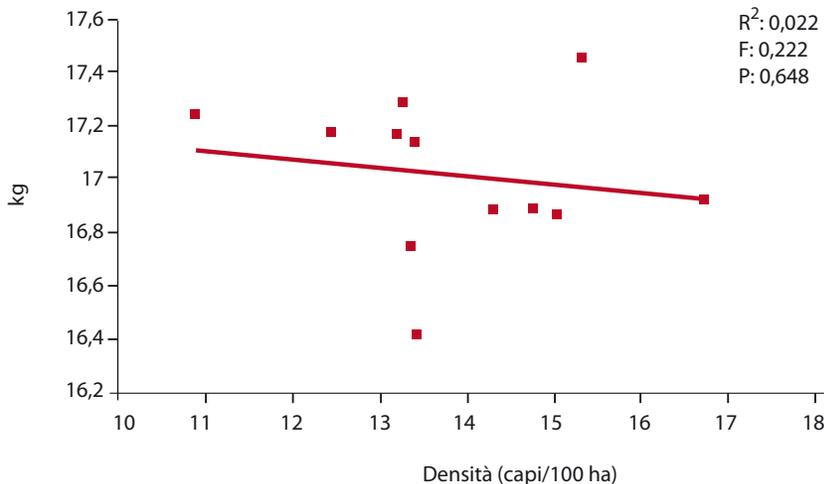


Fig. 18 - Relazione tra peso medio di femmine adulte di capriolo e densità in aree di media collina (Castelfranco).



*foto G. Capaccioli*

## 7. Sintesi dell'applicabilità delle diverse metodologie di censimento

Alla luce dei risultati ottenuti nelle varie operazioni di censimento, è possibile ora fornire un quadro generale di quali siano le pratiche più idonee e più accurate nelle diverse tipologie ambientali riscontrabili sul territorio regionale toscano.

Le risultanze di questa indagine confermano uno dei punti più cruciali nella gestione faunistico-venatoria, ovvero come sia difficile stimare la densità di popolazione degli ungulati, e ancor di più se la specie in oggetto è elusiva come nel caso del capriolo. Pertanto se consideriamo le diverse pratiche di censimento in relazione alle caratteristiche ambientali, possiamo concludere che vi è una stretta dipendenza tra il risultato e il tipo di

metodo utilizzato in un determinato ambiente. Ecco che diviene opportuno fornire indicazioni univoche per quanto riguarda l'applicabilità delle metodologie di censimento.

Come è riassunto nella figura 19, è emerso che il line transect, il censimento per settori di osservazione ed il censimento notturno con faro, sono tutte pratiche che sottostimano fortemente la popolazione di caprioli. Di conseguenza non viene suggerito di adottare questi metodi in aree frammentate e, ovviamente, ancor meno in aree boscate. Mentre trovandosi di fronte ad aree di bosco oppure ad aree aperte, i metodi che hanno fornito i migliori risultati e che quindi sono fortemente



*foto C. Facchini*

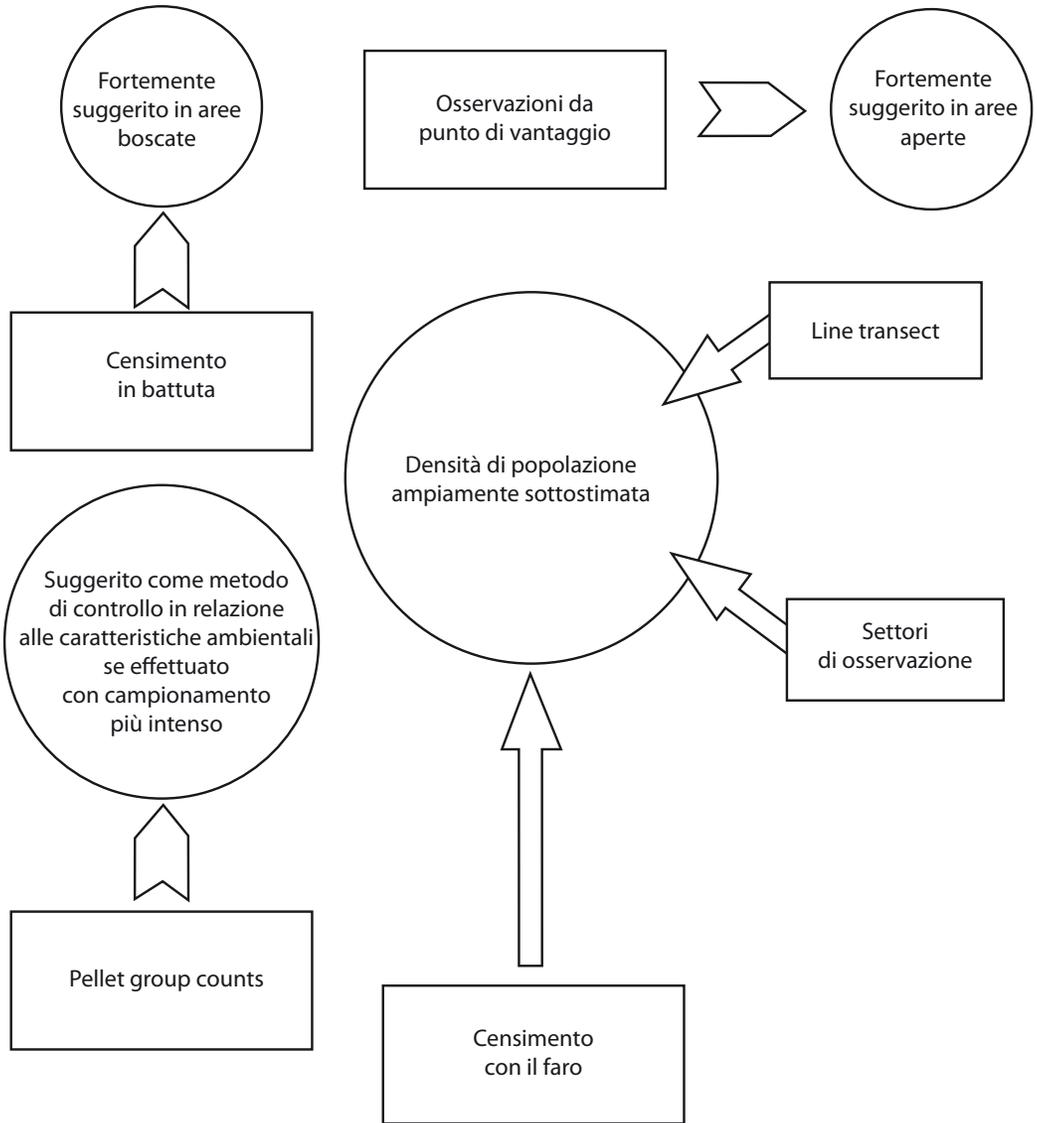


Fig. 19 - Sintesi dell'applicabilità delle diverse metodologie di censimento in relazione alle stime di densità fornite.

suggeriti, sono stati le battute su aree campione e le osservazioni da punti di vantaggio rispettivamente. Infine il conteggio di gruppi di feci, potrebbe essere suggerito come metodo di controllo

da affiancare ad una delle due precedenti pratiche, ma necessita chiaramente di una densità di campionamento più rilevante rispetto a quella attuata in questa indagine.



foto P. Bongi

## 8. Protocollo tecnico per il censimento del capriolo nella regione Toscana

### 8.1 Battute su aree campione

#### 8.1.1 Metodo di campionamento ed individuazione delle aree

Il metodo di censimento in battuta, denominato con termine anglosassone “Drive census”, è stato applicato con maggior frequenza a partire dai primi anni ottanta in varie località europee della Francia (C.E.M.A.G.R.E.F. 1984), della Svizzera (Pedroli et al. 1981), e della Polonia (Fruzinski et al. 1983; Bobek et al. 1986, Okarma et al. 1995). I risultati di queste ricerche indicavano concordemente che nelle situazioni in cui il bosco è presente in maniera diffusa e con unità di superficie maggiore di 50 ha, le battute forniscono valori di densità superiori agli altri metodi tradizionali (*block count*, *vantage-points count*). In alcuni casi il metodo delle battute è stato testato rispetto a tali metodi, permettendo di ottenere valori di densità superiori di 2,5 – 3 volte (Pedroli et al. 1981; Lovari C. et al. 1989). Questa *performance* superiore è dovuta essenzialmente all’impiego di un numero di operatori per superficie censita notevolmente più elevato rispetto ai tradizionali metodi di osservazione. Il metodo delle battute richiede da un minimo di 60 operatori/km<sup>2</sup> in situazioni ottimali di fustaie con poco sottobosco come le faggette mature, ad un massimo di 200 operatori/100 ha nei boschi cedui più giovani con sottobosco denso e

continuo ad erica, rovo, corbezzolo, fillirea (Mattioli L. 1995). Da tale motivo ne consegue che il metodo della battuta, ad eccezione di piccole aree di ricerca, si applica come metodo a campione in quanto la rilevazione completa di aree di gestione di alcune migliaia di ettari richiederebbe tempi e sforzi di lavori insostenibili.

Come per altri metodi di censimento lo schema di campionamento può essere di due tipi:

- a) Stratificato.
- b) Non stratificato.

La prima stratificazione consiste nel distinguere le aree boscate dalle altre tipologie di uso del suolo, quali i coltivi, i pascoli, le aree urbanizzate e altre aree non produttive. Le battute campione presuppongono che al momento in cui viene effettuato il censimento, i caprioli siano presenti solo nelle aree boscate o cespugliate. Tale presupposto appare ragionevole in quanto l’elevato numero di operatori tende a produrre un disturbo che induce gli animali presenti in aree aperte a rifugiarsi nel bosco. Un secondo livello di stratificazione consiste nel suddividere le aree boscate in due o più tipologie, quali boschi conifere, latifoglie, cedui, fustaie. Tale operazione è possibile quando le diverse tipologie di bosco hanno una distribuzione non continua e per unità di superficie sufficientemente ampie.

In questo primo caso (tipo a) lo schema di cam-

pionamento consisterà nell'individuare in ambiente GIS le diverse tipologie di bosco ed a scegliere le aree campione di battuta al loro interno in numero proporzionale alla loro diffusione percentuale nell'area di gestione.

Nel caso in cui le diverse tipologie di bosco costituiscano un mosaico frammentato (tipo b), allora ciascuna area campione non sarà costituita da una sola tipologia, ma le aree di battuta di un'area di gestione dovranno tendere a rappresentare le diverse tipologie di bosco in misura proporzionale alla loro diffusione effettiva sul territorio.

Quale che sia lo schema di campionamento, l'individuazione delle aree di battuta nelle diverse tipologie, costituisce un fattore critico. La regola generale è scegliere le aree campione "casualmente", tuttavia le limitazioni ad una scelta completamente casuale sono notevoli. Infatti perché un'area campione possa diventare una battuta campione devono verificarsi alcune condizioni tra cui si possono riassumere:

- perimetro coincidente con strade, aree aperte, corsi d'acqua;
- pendenze limitate (< 50%);
- scarsa diffusione di vegetazione impenetrabile.

Pertanto, realisticamente si procede ad individuare tutte le aree campione di battuta possibili e successivamente si procede all'individuazione del *set* di battute da effettuare.

Un ulteriore criterio è dato dalla distanza tra le aree campione, che non dovrà essere troppo ridotta per evitare il problema dell'autocorrelazione spaziale dei dati raccolti. In altre parole, se le battute sono vicine i caprioli censiti possono spostarsi da un'area all'altra, determinando rischi di sovrastima.

Sulla base di quanto indicato in altri progetti di ricerca, le aree campione dovranno essere poste ad almeno 1 km di distanza l'una dall'altra.

Qualora le battute siano poste a distanza inferiore a 2 km dovranno essere effettuate in giornate diverse.

La percentuale di campionamento in distretti di gestione dell'ordine di alcune migliaia di ettari, dovrà essere indicativamente pari al 10% della superficie boscata complessiva (C.E.M.A.G.R.E.F. 1984), suddivisa in un numero di battute non inferiore a 6 ed ottimale di 9-12.

La forma delle aree di battuta che ottimizza il numero di operatori da impiegare è quella rettangolare, in quanto le distanze tra i battitori sono

generalmente inferiori a quelle tra le poste. La scelta ottimale è disporre la battuta su un versante, con i lati lunghi collocati su un crinale, una strada o un corso d'acqua, in modo che la direzione di avanzamento segua le curve di livello (minore fatica di avanzamento) e maggiore sia il contatto acustico tra i battitori. Possibile, ma non preferibile, è l'orientamento "in discesa", mentre in genere sconsigliato quello "in salita".

Il *range* di dimensione della battuta dipende da considerazioni statistiche e da fattibilità pratica. Il primo elemento di considerazione suggerisce una dimensione minima (non < 20 ha, meglio almeno 30 ha), in quanto aree piccole sono soggette a minor precisione per perdita di animali nella fase di chiusura ottica del perimetro. Ciò dipende tuttavia dal fatto che la battuta si trovi entro una matrice di bosco, mentre se la matrice è di aree aperte (battuta su corpo boscato isolato) il problema può essere inesistente.

Battute superiori a 80-100 ha sono difficilmente gestibili a causa del numero molto elevato di operatori necessari e di una lunghezza eccessiva del fronte di battuta; si consiglia in proposito di non superare 80 operatori, né 600 m di fronte di battuta.

### 8.1.2 Preparazione ed organizzazione delle aree di battuta

Una volta individuate su cartografia le aree campione, la fase successiva consiste nella loro preparazione. Per prima cosa si riporta il perimetro dell'area di battuta su cartografia in scala 1:5.000. Successivamente l'area viene verificata e allestita mediante un sopralluogo sul campo.

Durante il sopralluogo vengono marcate le "poste" ovvero i punti in cui si collocheranno gli osservatori, e la linea di partenza dei "battitori" con le relative numerazioni.

In condizioni ottimali (C.E.M.A.G.R.E.F. 1984) ogni posta deve guardare in una sola direzione e deve vedere la posta successiva. Nella maggior parte dei casi ciò richiede un n° di operatori troppo elevato e si deve ripiegare su un posizionamento delle poste in modo che si abbia una "chiusura ottica" completa del perimetro della battuta, anche senza un collegamento visivo diretto tra di esse. Ciò si realizza individuando tra due poste contigue un punto, detto "limite di visibilità" che risulti visibile da entrambe. Tale limite verrà reso visibile

apponendo strisce di nastro rosso e bianco su elementi di vegetazione naturale. In ogni caso, quando la posta deve osservare i lati posti sia a destra che a sinistra, si devono evitare distanze maggiore di 50 m tra la posta ed il limite di visibilità.

Anche le poste devono essere rese visibili e numerate progressivamente con strisce di nastro adesivo colorato sulle quali si indica con pennarello indelebile la numerazione progressiva: P1, P2, P3. Le poste cosiddette “a rientrare” potranno essere distinte con la sigla Pr1, Pr2.

Ugualmente lungo la linea di partenza dei battitori dovranno essere individuate tutte le postazioni di partenza, numerandole progressivamente: B1, B2, B3...

Il criterio fondamentale è che ogni postazione, posta o battitore, sia facilmente individuabile visivamente da parte di qualsiasi operatore munito di cartografia, anche se non esperto dell'area.

Durante tale operazione, denominata “segnatura della battuta”, le singole postazioni vengono fedelmente riportate sulla carta dell'area di battuta; la precisione di tale riporto cartografico è essenziale per il corretto svolgimento della battuta (vedi paragrafo successivo). La tecnologia GPS può certamente essere di grande aiuto in tal senso.

Al termine della “segnatura” viene definito il numero minimo di operatori necessari per effettuare la battuta, dato dalla somma delle poste e dei battitori.

La distanza tra i battitori, teoricamente, non deve essere superiore al doppio della distanza media di fuga, purché nota, della specie. Indicativamente non si devono superare per il capriolo le seguenti distanze, per tipologia forestale:

- 10 m per boschi cedui densi con sottobosco ad eriche, corbezzolo o a macchia mediterranea;
- 15-20 m per boschi cedui invecchiati;
- 20-30 m per le fustaie.

Oltre alla accurata “segnatura” di ciascuna area di battuta, prima dell'esecuzione del censimento, si deve organizzare accuratamente la “logistica” di ciascuna giornata di rilievo.

In primo luogo si devono individuare, sulla base della loro collocazione, le aree di battuta da effettuare in una stessa giornata, la loro successione cronologica ed il punto di partenza o “luogo di ritrovo” dove tutti gli operatori dovranno trovarsi all'ora convenuta di inizio del censimento. In genere, nei mesi di aprile-maggio l'ora è fissata per le

6:00 (ora legale).

Per ciascuna area di battuta è fondamentale procedere ad una suddivisione del numero di operatori in gruppi distinti, che dovranno muoversi autonomamente per raggiungere ciascuno le proprie postazioni. In genere, sulla base della morfologia e della viabilità, si distinguono il gruppo delle “poste alte”, ovvero collocate sul lato del perimetro posto a quota più elevata (a monte), quello delle “poste basse”, quello delle “poste fisse” o lato terminale della battuta ed infine il gruppo dei battitori.

Ogni gruppo di operatori sarà assegnato ad uno o più responsabili.

Regola essenziale per una buona riuscita della battuta è un approccio silenzioso e ben organizzato, quindi muoversi in silenzio, comunicare a gesti, riducendo al massimo il disturbo. In condizioni ottimali 1 capriolo su 4 si allontana dalla battuta prima che questa abbia inizio e non viene censito; se l'approccio è sbagliato, è lecito attendersi che tale sottostima si aggravi. Gli spostamenti dei diversi gruppi devono essere inoltre coordinati in modo da ridurre il rischio di allontanamento di animali. L'approccio verrà perfezionato con le ripetizioni annuali, tuttavia alcune buone regole sono individuabili:

- disporre prima le poste e poi i battitori;
- disporre prima le poste fisse terminali e poi quelle a rientrare;
- disporre i battitori “a scendere”, dopo che “le poste basse” sono già in posizione.

Ultima regola: il risultato di una battuta dipende molto anche dall'orario in cui viene effettuata e dalle condizioni meteo (sottobosco asciutto o molto bagnato). Pertanto l'ordine delle battute nella giornata deve essere mantenuto uguale ogni anno; mantenere uguali le condizioni meteo è...un po' più difficile, ma si può farci attenzione in fase di elaborazione dati.

### 8.1.3 Esecuzione del censimento

Le operazioni di censimento iniziano con il ritrovo degli operatori presso il luogo convenuto.

La prima operazione è la verifica dell'esistenza del numero minimo di operatori, attraverso la chiamata dei cacciatori in lista. Successivamente si procede con la consegna della scheda di rilevamento a ciascun operatore, e la consegna del rice-trasmittitore e della cartina topografica dell'area di battuta ai responsabili, o comunque alle persone

che contribuiscono a coordinare l'esecuzione delle battute.

L'utilizzo di radio rice-trasmittenti per il posizionamento degli operatori e per la conduzione della battuta è indispensabile per battute che non siano molto piccole (> 20 ha).

Tuttavia il numero delle radio deve essere limitato per risultare gestibile. Le radio durante lo svolgimento della battuta sono utilizzate soltanto dai battitori in numero variabile da 6 a 10 apparati, 1 ogni 50-80 m di linea di battitori. In ogni caso dovranno avere la radio il capo battuta (al centro) più i coordinatori situati alle due estremità della linea dei battitori (le ali).

Distribuito il materiale e date le istruzioni di base (se ci sono operatori inesperti) per ciascun tipo di operatore e per la corretta compilazione della scheda, si procede a sincronizzare gli orologi, quindi i responsabili dividono gli operatori nei gruppi stabiliti nella fase di preparazione e procedono al loro posizionamento.

Ogni coordinatore comunica al capo battuta via radio il completamento del proprio compito. Una volta verificata la chiusura ottica del perimetro della battuta, il capo battuta dà agli altri coordinatori le indicazioni relative alla difficoltà della battuta ed alla tecnica di conduzione che dovrà essere adottata, quindi dà l'inizio delle operazioni.

Le "ali" percorrono i lati lunghi (superiore ed inferiore) della battuta e fanno rientrare in battuta le poste a rientrare, le quali si aggiungono agli altri battitori. Il capo battuta occupa in genere una posizione centrale in modo da essere udibile agli altri operatori.

Il segreto per una corretta esecuzione della battuta è tenere un costante contatto acustico tra i coordinatori adiacenti, in modo da poter dosare la velocità di avanzamento dei diversi settori del fronte di battuta e mantenerlo lungo la linea di minor distanza tra i due lati lunghi (allineamento del fronte). Se la battuta è disposta su un versante, con i due lati lunghi che seguono grosso modo le curve di livello (situazione ottimale), gli operatori tenderanno a spostarsi anche loro lungo le isoipse ed il fronte di battuta sarà allineato lungo la linea di massima pendenza. In situazioni con morfologia più complessa la percezione dell'allineamento del fronte sarà più difficile ed il capo battuta dovrà regolarsi soprattutto sulla posizione delle ali rispetto alle poste. Il contatto acustico tra i coor-

dinatori deve avvenire a voce, limitando l'utilizzo della radio alla segnalazione dei problemi ed alle comunicazioni tra coordinatori e capo battuta. In questo senso appare molto utile l'utilizzo di un corno da caccia, od altro tipo di tromba, da parte almeno del capo battuta e delle ali, per segnalare più efficacemente la propria posizione agli altri coordinatori. Le indicazioni date via radio dal capo battuta vengono trasmesse dai coordinatori a voce agli altri battitori. Le ali ogni qual volta arrivano ad una posta (fissa o a rientrare) lo comunicano al capo battuta per la valutazione ulteriore dell'allineamento del fronte.

Ciascun battitore deve tenersi in contatto visivo con i due adiacenti. Per facilitare tale compito è opportuno utilizzare giubbotti fluorescenti di colore arancione, uguali a quelli utilizzati dai cacciatori durante le battute di caccia al cinghiale (figura 20a e 20b). Se si perde il contatto visivo i battitori adiacenti si devono subito chiamare per ristabilire la corretta posizione. Se il problema persiste si chiede al coordinatore più vicino di fermare il fronte.

Le fermate del fronte devono tuttavia essere limitate alle situazioni strettamente necessarie, in quanto durante le soste i caprioli tendono spesso a "rompere il fronte" dirigendosi contro la linea dei battitori.

Le poste devono restare nella posizione loro assegnata e osservare i due limiti di visibilità posti a destra e a sinistra della rispettiva postazione. Quando un capriolo (od un'altra specie *target* del censimento) esce dal perimetro ottico della battuta, verrà osservato da uno o più operatori. Nel caso sia osservato dalle poste il capriolo sarà registrato dalla posta più vicina nel caso di battitori, dal battitore al quale l'animale è passato sul lato convenzionalmente scelto prima dell'avvio della battuta.

Terminata la battuta gli operatori fanno ritorno al punto di partenza dove si effettua la verifica delle schede in cui sono stati registrati i caprioli osservati, in modo da eliminare errori dovuti ad errata compilazione o ad eventuali doppi conteggi.

#### 8.1.4 Elaborazione dati e calcolo della densità

##### Elaborazione dati

L'elaborazione dei dati è semplice e consiste nella mappatura degli animali osservati effettuata tramite attribuzione alle relative poste o battitori. Ogni animale o gruppo viene riportato sulla cartografia

dell'area di battuta indicando direzione di spostamento ed orario di osservazione e si stabilisce il numero finale di animali osservati e la distribuzione in classi di età (Maschi adulti; Maschi giovani, Femmine, Piccoli, Indeterminati) (figura 21). I dati vengono inseriti in apposito database (foglio di calcolo o, meglio, geodatabase in ambiente GIS).

### Calcolo della densità

Dato che le battute campione vengono effettuate in aree principalmente o del tutto boscate, dividendo il numero finale di animali censiti per la superficie dell'area campione, si ottiene un valore di densità riferito al bosco ( $n^{\circ}$  caprioli/100 ha di bosco).

La densità sul bosco può essere ottenuta in due modi:

- Media aritmetica tra i valori delle battute.
- Media pesata (somma di tutti i capi censiti/somma delle superfici di tutte le aree di battuta).

Il secondo valore appare preferibile se le battute hanno superfici molto variabili, in quanto con questo approccio il valore di densità di ogni area campione "pesa" in misura della sua superficie.

La densità sul bosco è una funzione della densità effettiva. Tuttavia, data la notevole variabilità che ci può essere nel coefficiente di boscosità di diversi contesti territoriali che ospitano i distretti di gestione faunistico-venatoria, in alcuni casi può risultare opportuno calcolare anche un valore di densità riferito alla superficie utile per la specie (SUS), che nel caso del capriolo coincide con la superficie territoriale detratte le aree urbanizzate, le strade, eventuali aree nude (aree estrattive, rocce).

### Indipendenza dei campioni, sottostima e sovrastima

In un censimento per aree campione è importante che sia soddisfatto il principio dell'indipendenza delle osservazioni. Di conseguenza nella scelta delle aree campione è necessario assicurarsi che la distanza tra due aree sia possibilmente superiore al diametro dell'*home range* medio della specie. Indicativamente quindi la distanza tra le battute deve essere di almeno 1 km. Ciò infatti consentirebbe di ridurre il rischio che i medesimi caprioli possano essere censiti in più aree.



Fig. 20a – Personale coinvolto in un censimento in battuta in ambiente appenninico.



Fig. 20b – Preparazione di una battuta di caccia al cinghiale con l'utilizzo dei giubbotti fluorescenti.

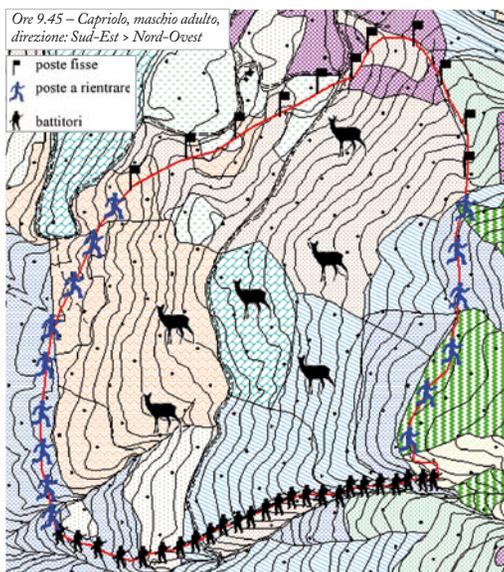


Fig. 21 - Annotazione sull'area di battuta degli spostamenti dei caprioli individuati durante il censimento.

Da un lato le battute campione, come emerso dai risultati precedentemente mostrati, sono un metodo di censimento che se ben attuato consente di ridurre fortemente l'errore di sottostima notoriamente elevato per altre tecniche di conteggio del capriolo. Tuttavia una parte degli animali non viene rilevata, in quanto non osservati dagli operatori (errore vero e proprio), oppure fuoriusciti dall'area campione prima della chiusura del perimetro ottico (rischio più elevato in aree con molto bosco). Tale sottostima è risultata, sia per l'area di studio dell'Appennino, che per quella dell'area collinare, vicina al 25%, sulla base delle osservazioni effettuate su individui muniti di radio-collare.

Di contro, le battute campione possono anche dare una stima per eccesso della densità effettiva, nel caso in cui le aree campione siano sovrapposte a zone particolarmente appetibili e quindi maggiormente frequentate dai caprioli, cosicché ne risulti una stima della densità superiore alla media (errore di campionamento). Tale eventualità è comunque poco probabile se il campionamento è effettuato in modo stratificato, ovvero tenendo conto delle diverse tipologie di uso del suolo, e soprattutto scelte casualmente. Per tale motivo è opportuno che la scelta delle aree debba essere effettuata da personale tecnico.

### 8.1.5 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un censimento con le battute campione in un distretto di gestione con circa 30 km<sup>2</sup> di bosco e con una superficie totale variabile tra 50 e 90 km<sup>2</sup> ed in grado di ospitare almeno 60 cacciatori, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto:

1. Individuazione delle potenziali aree di battuta: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
2. Verifica di fattibilità delle aree di battuta (9 aree di 25-50 ha di area boscata) mediante sopralluogo di campo: 3 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico).
3. Segnatura delle 9 aree di battuta: 5 giorni x 3 persone (tecnico faunistico, presidente di distretto e responsabili).
4. Restituzione delle cartografie delle aree di battuta: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
5. Esecuzione dei censimenti: 3 giornate (3 battute/giorno) x 60 operatori (Presidente, responsabili, cacciatori, con supervisione di un tecnico

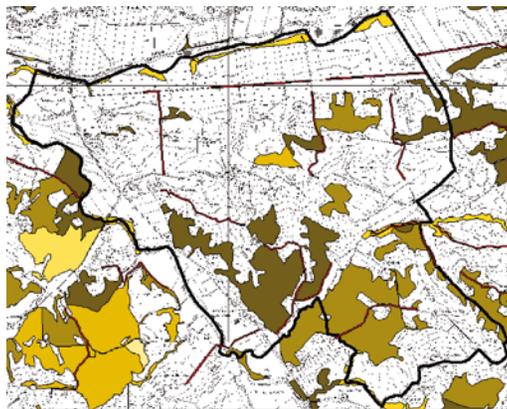


Fig. 22 - Rappresentazione cartografica della distribuzione di transesti lineari.

faunistico o di un presidente di distretto esperto nei primi due anni).

6. Analisi delle schede, restituzione cartografica delle osservazioni e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro (tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).

La tempistica per l'organizzazione e l'esecuzione di un censimento in battuta su aree campione, può così essere riassunta:

- 180 giornate/cacciatore;
- 20 giornate/presidente-responsabili;
- 15 giornate/tecnico faunistico;
- 6.000 km (60 km/giornata di lavoro; 1 auto/2 persone);
- materiali: nastro colorato, schede, 8 radio e 3 corni da caccia (*una tantum*).

## 8.2 Line transect

### 8.2.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei percorsi

Il primo passo nell'applicazione di questa metodologia di indagine risulta essere l'individuazione dei transesti nell'area di studio. Anche in questo la regola generale è il campionamento casuale, ma tuttavia le limitazioni ad una scelta completamente casuale sono notevoli. Di conseguenza si procede con la suddivisione dell'area di indagine sulla base di una griglia a maglia quadrata di lato 1 km, la cui origine viene individuata casualmente e, successivamente, tra tutti i possibili percorsi individuati si

seleziona il *set* di transetti da effettuare, uno per ciascuna cella della griglia. Questi transetti dovranno inoltre essere il più rettilinei possibile (figura 22).

Per la predisposizione del disegno sperimentale sono quindi necessari una buona conoscenza dell'area di indagine ed una adeguata preparazione e competenza nell'uso di *software* GIS, questi ultimi indispensabili per le elaborazioni cartografiche.

### 8.2.2 Preparazione ed esecuzione del censimento

Una volta individuati i transetti bisogna assicurarsi che la loro lunghezza sia tale da consentire di terminare l'ispezione nell'intervallo di tempo che caratterizza l'alba ed il tramonto in quanto, è in corrispondenza di queste fasce orarie che i caprioli risultano maggiormente attivi e, di conseguenza, più facilmente contattabili dagli operatori. Un buon compromesso è quello di utilizzare, all'interno di ciascuna cella di 1 km<sup>2</sup> di superficie della griglia con cui è stata suddivisa l'area di indagine, transetti della lunghezza di 1 km. Il transetto deve essere percorso a piedi, a velocità costante, tale che il tempo di percorrenza non sia inferiore ai 50 minuti.

Prima dell'avvio del monitoraggio risulta necessario anche verificare la percorribilità di ciascun transetto ed apporre, sia all'inizio che alla fine, un segnale di riconoscimento, mediante, per esempio, l'utilizzo di un nastro colorato sul quale riportare con un pennarello indelebile anche il codice di identificazione del percorso.

Il censimento mediante avvistamenti su transetto lineare (line transect), richiede la determinazione di un parametro fondamentale per poter stimare la densità di popolazione: la distanza perpendicolare dell'osservazione dal transetto stesso. Pertanto gli operatori dovranno eseguire alcune operazioni precise per determinare questa distanza.

L'operatore sarà dotato di una scheda per la raccolta dei dati opportunamente predisposta e soprattutto di una cartina dettagliata del transetto in scala almeno di 1:10.000, meglio se in scala 1:5.000 in cui sia ben evidenziato l'andamento del transetto che viene svolto.

Le priorità dell'attività di rilevamento devono essere:

1. raccogliere il maggior numero di osservazioni possibile, così da rendere robusta la determinazione del modello di stima dei parametri;
2. guardare con attenzione **prima** lungo il transet-

to e successivamente ai lati, così da ottenere una distribuzione di frequenza delle distanze perpendicolari caratterizzata da una buona "spalla" nelle classi di distanza più prossime al transetto e un andamento lentamente decrescente nelle classi di distanza via via più lontane;

3. individuare gli animali prima che si muovano disturbati dalla presenza dell'operatore, così da valutare correttamente la loro distribuzione e le misure di distanza perpendicolari.

Durante l'esecuzione del censimento è molto utile fermarsi ad effettuare controlli più accurati con binocoli o cannocchiale, nelle zone con una visibilità più difficoltosa, in modo tale da massimizzare la probabilità di contattare tutti i caprioli presenti ai lati del transetto. Entrambi i lati del transetto devono essere controllati con la medesima attenzione. Quando viene avvistato un capriolo, l'operatore si ferma immediatamente e, molto cautamente registra alcuni dati sulla scheda di rilevamento per avere la distanza perpendicolare dell'individuo dal transetto. Con un telemetro registra la distanza angolare tra se stesso ed il capriolo avvistato; poi mediante una bussola puntata in direzione del capriolo, visualizza ed annota l'angolo sotteso tra la retta osservatore-osservazione ed il transetto ed infine con un GPS palmare rileva le coordinate del punto di osservazione.

Inoltre, devono essere rilevati anche altri dati specifici relativi alle osservazioni e devono essere annotati su apposita scheda come quella rappresentata in appendice A2a e A2b.

I dati fondamentali sono:

- numero di animali che compongono il gruppo osservato;
- classe di sesso e di età di tutti gli individui;
- direzione di spostamento;
- attività svolta dall'animale o dal gruppo al momento dell'avvistamento;
- reazione alla presenza dell'osservatore (eventualmente direzione di fuga).

### 8.2.3 Elaborazione dati e calcolo della densità

I dati raccolti seguendo questo disegno sperimentale consentono mediante il ricorso a semplici formule trigonometriche, di determinare l'esatta distanza perpendicolare del capriolo dal transetto. Infatti, se  $D$  è la distanza tra l'osservatore e l'animale od il gruppo osservato, ed  $\alpha$  è l'angolo sotteso tra la linea del transetto e la retta che unisce osser-

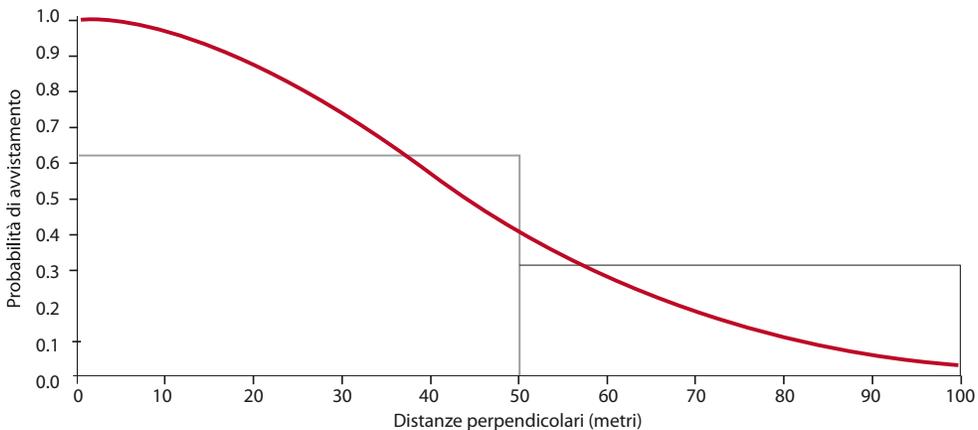


Fig. 23 – Esempio di una curva di contattabilità ottenuta con il software “Distance”.

vatore ed osservazione, allora la distanza perpendicolare  $X$  dell’osservazione dal transetto si ottiene applicando la seguente formula:

$$X = D \cdot \sin\alpha$$

Tutte le distanze ottenute durante il censimento, successivamente servono per determinare una curva di contattabilità (figura 23), che nel migliore dei casi decresce man mano che aumenta la distanza dall’asse centrale del transetto. Questo parametro è utilizzato, insieme ovviamente al numero di osservazioni effettuate, in un *software* specifico, “Distance”, per il calcolo della densità. Grazie a questo programma informatico, è possibile ottenere dei modelli basati sulle classi di distanza, che forniscano il valore della densità di popolazione dell’area indagata.

La scelta del modello di visibilità si basa sul Criterio di Informazione di Akaike (AIC), e gli intervalli di confidenza, generalmente sono costruiti al livello di confidenza 0.95. Un grosso limite di questo approccio per il calcolo delle densità, è costituito dalla necessità di avere un numero di osservazioni cospicuo, pari ad una quarantina secondo gli autori stessi del *software*.

AIC è l’acronimo di *Akaike’s Information Criterion* e costituisce un criterio, cioè una regola quantitativa, per giudicare la bontà di adattamento di un modello di rappresentazione matematico/statistico alla realtà dei dati effettivamente disponibili. La

formula con cui si calcola l’AIC è la seguente:

$$AIC = -2\log_e(ML) + 2q$$

Dove  $ML$  è il valore massimo assunto dalla funzione di verosimiglianza. La verosimiglianza è una misura di quanto un certo valore dei parametri del modello studiato possa spiegare i dati raccolti. Ovviamente ha senso scegliere quei valori dei parametri che massimizzano la verosimiglianza.

La variabile  $q$  rappresenta il numero di parametri del modello applicato ai dati (tali parametri sono stimati utilizzando le distanze perpendicolari rilevate).

Il primo termine  $[-2\log_e(ML)]$  può essere interpretato come la misura di quanto il modello testato si adatta ai dati, mentre il secondo termine  $[2q]$  descrive la riduzione della precisione della stima che deriva dall’usare modelli complessi, cioè con un numero elevato di parametri.

L’AIC ottenuto per un determinato modello non deve essere valutato in funzione del suo valore assoluto, ma ha senso solo se considerato come termine relativo rispetto a valori di AIC ottenuti con altri modelli. Il modello migliore è quello che ottiene il minor punteggio di AIC, il modello cioè che presenta la migliore soluzione di compromesso nell’offrire una buona rappresentazione dei dati e, contemporaneamente, garantire una buona precisione delle stime.

### 8.2.4 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un censimento con i transetti lineari in un distretto di gestione con circa 3.000 ettari di superficie, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto.

1. Individuazione cartografica dei potenziali percorsi da utilizzare: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
2. Verifica di fattibilità dei transetti (30 percorsi di circa 1 km di lunghezza ciascuno) e loro predisposizione mediante sopralluogo di campo: 3 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).
3. Restituzione della cartografia dei transetti selezionati: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
4. Esecuzione dei censimenti: 8 giornate (2 transetti/giorno) x 2 operatori (1 o 2 tecnici faunistici e presidente di distretto esperto nei primi due anni).
5. Analisi delle schede, restituzione cartografica delle osservazioni e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
6. Elaborazione dati: 3 giorni di lavoro di tecnico faunistico ed esperto di analisi statistiche.

Quindi le tempistiche per l'organizzazione e l'effettuazione di questa metodologia di censimento sono:

- 11 giornate/ Presidente esperto + 27 giornate/ tecnico faunistico;
- 8 giornate/cacciatore 11 giornate/presidente-responsabili;
- 27 giornate/tecnico faunistico od esperto;
- materiali: telemetro, binocolo, bussola, schede.

### 8.3 Pellet group count

#### 8.3.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei siti di monitoraggio

Il conteggio dei gruppi di feci, o pellet group count per gli autori anglosassoni, è un metodo di censimento indiretto, ovvero non si basa sulla osservazione diretta degli individui, bensì prende in considerazione la quantità di pellets (gruppi di escrementi) presenti all'interno di un'area campione. Queste aree possono essere di forma quadrata o circolare, con diversa ampiezza ed in numero

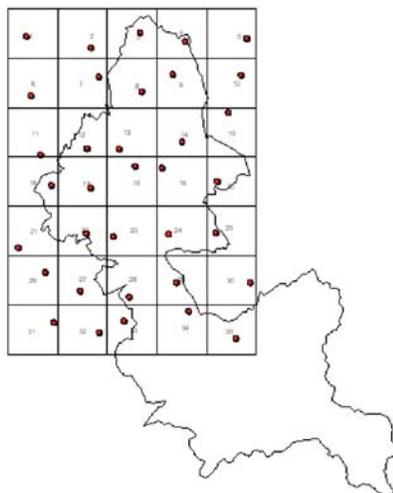


Fig. 24 – Rappresentazione cartografica della distribuzione dei siti del pellet group count.

proporzionale all'intera area cui il censimento fa riferimento. Un buon approccio è quello che utilizza aree circolari di raggio pari a 5 metri, corrispondenti a circa 80 m<sup>2</sup> ed un punto (*plot*) ogni 100 ettari. Ogni singolo punto rappresenta il centro del cerchio di ogni area campione e dovrà essere georeferenziato e riconoscibile mediante l'apposizione nel terreno di un picchetto, possibilmente di ferro o di legno. Questo permetterà di effettuare le successive operazioni di conteggio sempre esattamente nella medesima area.

Anche per quanto riguarda il pellet group count è possibile effettuare una scelta delle aree di saggio che sia del tutto casuale, oppure stratificata. In base ai risultati ottenuti e all'esperienza maturata, si consiglia di disporre i punti in modo stratificato, ovvero tenendo conto della percentuale con cui sono presenti le diverse tipologie ambientali. Una volta stabilito quanti punti devono ricadere nei vari ambienti, la scelta del sito di campionamento deve essere del tutto casuale, pertanto si procederà alla creazione di una griglia a maglia quadrata di lato 1 km, la cui origine viene individuata casualmente ed avvalendosi di *software* cartografici si procede all'individuazione di ciascun punto in modo *random* (figura 24).



Fig. 25 (a-b) – Esempio di siti in cui è stato effettuato il pellet group count.

### 8.3.2 Preparazione ed organizzazione dei siti di campionamento

Dopo aver messo su carta georeferenziata i punti rappresentanti il centro dell'area da controllare, è necessario recarsi sul posto per effettuare l'apposizione del picchetto di riconoscimento. Muniti di un GPS si raggiunge quindi il punto prefissato e si verifica che sia idoneo all'esecuzione del censimento. Infatti sarà necessario che la scelta casuale non sia ricaduta in mezzo a strade trafficate, in quanto gli escrementi sarebbero a rischio di schiacciamento, oppure in siti troppo impervi da poter essere raggiunti.

Stabilita la posizione dei punti sarà necessario organizzare un calendario delle visite ai siti di campionamento, tenendo conto che per il controllo di un'area sono necessari almeno 45 minuti. Pertanto bisognerà considerare le ore di luce giornaliere nella fase annuale in cui si vuole effettuare il censimento e quindi decidere quanti siti sono visitabili in un giorno. Alla prima visita, utile per ripulire l'area dagli escrementi presenti, farà seguito una seconda visita posticipata di 10 giorni, in cui verranno effettivamente contati i numeri di pellet group presenti e questi dati saranno quelli effettivamente utilizzati nel calcolo della densità (vedi oltre). Il calendario dei lavori dovrà quindi essere completato con le due date: quella della prima visita e quella posteriore di 10 giorni. Un buon suggerimento è quello di controllare il maggior numero di aree in un giorno, così da poter avere in un breve intervallo temporale

i dati riferiti a tutti i siti individuati.

Altro punto fondamentale è stabilire quanto sia il numero minimo di escrementi che compongono un pellet (gruppo di feci). Nel caso del capriolo è da considerarsi un pellet un numero minimo di 10 escrementi.

### 8.3.3 Esecuzione del censimento

Questo metodo è relativamente poco dispendioso e si basa sulla relazione tra gruppi di feci deposte e numero di caprioli presenti. Benché sia possibile, in genere, identificare relazioni molto strette tra le due variabili, è necessario conoscere il tasso di defecazione e il tasso di scomparsa delle feci per decomposizione. Entrambi variano con le condizioni ambientali, per cui è necessario, per mettere a punto il metodo, effettuare, per ogni situazione ambientale, uno studio "ad hoc" delle relazioni tra numero di caprioli presenti, tasso di defecazione e tasso di decomposizione delle feci (Mitchell et al. 1985, Staines e Ratcliffe 1987, Ratcliffe e Mayle 1992, McIntosh et al. 1995, Härkönen e Heikkilä 1999, Mayle et al. 2000). Per applicare questo metodo, è necessario individuare un'area campione in cui effettuare il conteggio dei gruppi di feci. Verrà pertanto individuato un cerchio con raggio di 5 m, all'interno del quale sarà effettuato il censimento. Inoltre per avere la sicurezza sul numero di feci deposte nell'unità di tempo congrua con il loro decadimento, l'area campione verrà prima pulita da tutte le eventuali feci presenti e poi rivisitata

dopo 10 giorni dalla pulitura. In questo secondo passaggio saranno contati tutti i gruppi di feci con un numero di escrementi uguale o superiore a 10. L'operatore deputato all'effettuazione del censimento, dovrà recarsi sul sito di campionamento dotato di una corda lunga 5 metri. Quando sarà nel punto prefissato, legherà la corda al picchetto che individua il centro del *plot* dell'area campione e la stessa verrà stesa così da individuare esattamente la superficie da controllare. L'operatore perlusterà una fetta di terreno di circa 15 cm ambo i lati della corda, dopo di che sposterà la corda al limite della prima porzione controllata. Ogni fetta di terreno dovrà essere minuziosamente setacciata per individuare i pellets; dopodiché sarà fondamentale annotare su apposita scheda (Appendice A3) il numero di gruppi di feci identificati. L'attenzione e la cura con cui viene controllato il sito di saggio sono fondamentali per individuare tutti gli escrementi presenti, e devono essere amplificate laddove ci trovassimo in presenza di una vegetazione fitta costituita da erba alta, piuttosto che foglie cadute, o formazioni ad arbusteto (figura 25a). Non sempre si ottengono dei punti di campionamento di facile pulitura, come indicato in figura 25b.

### 8.3.4 Calcolo della densità

Considerando il tasso di defecazione giornaliero ed i giorni trascorsi, il numero di feci restituisce una stima sulla densità dei caprioli per l'area censita; a questo punto basterà riportare il tutto all'intera area di studio per avere la stima totale degli individui presenti. Pertanto è possibile applicare il modello matematico e conseguente formula assumendo che:

- $n = n^\circ$  gruppo di feci in un'area campione
- $A =$  ampiezza area di studio
- $a =$  ampiezza area campione

Si procede alla stima del totale di gruppi di feci nell'area di studio, estrapolato da ogni singola area campione e se ne calcola la media, cioè:

$$T1 = n1/a * A, T2 = n2/a * A \dots Tn = nn/a * A$$

$$Tm = T1 + T2 + \dots + Tn / T_{tot}$$

A questo punto si ottiene la stima della densità mediante la formula:

$$D = Tm / ng * td$$

Dove  $ng = n^\circ$  giorni passati dalla pulitura e  $td =$  tasso di defecazione

Il calcolo della densità è basato sul rapporto tra il numero dei pellets e la quantità di caprioli presenti in un'area; tenendo poi in considerazione il tasso di defecazione ed il tempo di decadimento degli escrementi, è possibile giungere ad avere una stima della densità. Il tasso di defecazione per un capriolo è compreso tra i 17 e i 23 pellets giornalieri, mentre per conoscere il tempo di decadimento è necessario assumere un campione di almeno 6 diversi pellets, composti da non meno di 40 escrementi, controllarli ogni giorno fin tanto che non rimangano meno di 6 escrementi in ogni pellet group. In questo modo si arriva a conoscere il tempo di decadimento per quella determinata area di studio. Tuttavia è possibile eliminare questa fase, effettuando due visite consecutive e distanziate, nei *plot* di monitoraggio, come è già stato suggerito.

Riportiamo di seguito un esempio per il calcolo della densità con questo metodo di indagine:

- *plot* monitorati nell'area di studio = 20;
- area di studio = 20 km<sup>2</sup>;
- area di ogni *plot* = 78,5 m<sup>2</sup>;
- pellet group trovati in totale = 5;
- media di gruppi di feci per *plot* = 0,25;
- tasso di defecazione = 23 pellet giornalieri;
- tempo di decadimento = 10 giorni (tempo trascorso tra le due visite);
- consistenza nell'area = [(0,25/78,5 m<sup>2</sup>) x 20.000.000 m<sup>2</sup>] / (10 gg x 23 pellet) = 276,93;
- densità espressa su 100 ha = (276,93 x 100 ha) / 2000 ha = 13,84 caprioli/100 ha.

### 8.3.5 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un censimento mediante conteggio dei gruppi di feci in un distretto di gestione con circa 3.000 ettari di superficie, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto.

1. Individuazione cartografica dei siti da utilizzare: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
2. Verifica di fattibilità dei punti (30 aree campione di circa 80 m<sup>2</sup> ciascuno) e loro predisposizione mediante sopralluogo di campo: 3 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).
3. Restituzione della cartografia dei punti di mo-

nitoraggio delle feci: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.

4. Esecuzione dei censimenti: 8 giornate, 4 giornate per la pulitura e 4 giornate per il conteggio, (8 *plot*/giorno) x 2 operatori (1 o 2 tecnici faunistici e presidente di distretto esperto nei primi due anni).
5. Analisi delle schede, e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
6. Elaborazione dati: 3 giorni di lavoro di tecnico faunistico ed esperto di analisi statistiche.

Totale: 11 giornate/ Presidente esperto + 27 giornate/tecnico faunistico.

## 8.4 Osservazioni da punti di vantaggio

### 8.4.1 Aree campione o conteggi esaustivi

Con il termine di osservazioni da punti di vantaggio (*vantage points count*, Ratcliffe e Mayle 1992) si comprendono diverse modalità di conteggio basate su due principi comuni: a) il conteggio viene effettuato simultaneamente da una rete di punti di osservazione standardizzati, ovvero mantenuti fissi negli anni; b) gli animali osservati vengono mappati, ovvero riportati su carta topografica indicando il periodo di osservazione.

A seconda del numero e della distribuzione dei punti e, conseguentemente, della dimensione e forma dell'area osservata, il metodo potrà quindi essere applicato come conteggio per aree campione, oppure come conteggio esaustivo sull'intera area da indagare.

Basandosi sull'osservazione diretta degli animali, questo metodo è utilizzato per censire aree caratterizzate da una prevalenza di ambienti aperti (coltivi, prati-pascoli, incolti) sulle aree boscate e comunque aree con una alternanza bosco-radure su piccole unità di superficie (50-100 ha max).

La strategia di scelta tra conteggi a campione od esaustivi dipende molto dalla specie e dall'ambiente in cui si svolge l'indagine. Per specie a densità medio-bassa e tendenzialmente gregarie, quali cervo, daino e muflone, si può pensare anche a conteggi completi, per il capriolo in ambiente appenninico si raccomanda prevalentemente l'utilizzo per aree campione. Infatti la fascia della media ed alta collina appenninica è caratterizzata frequentemente da formazioni boscate continue o comunque interes-

santi superfici di alcune centinaia di ettari, mentre le aree aperte sono distribuite prevalentemente alle quote inferiori e mancano le praterie sommitali, così frequenti invece in ambiente alpino. In tali condizioni pensare di effettuare conteggi completi di capriolo in distretti di gestione di 5.000-10.000 ha senza incorrere in forti errori di sottostima (100% o più) appare irrealistico. La bibliografia è ricca di esperienze fallimentari di questo tipo, raccolte sia in tipologie ambientali ben più favorevoli (Andersen 1953) che in ambiente appenninico (vedi banca dati della Regione Toscana: [www.fauna.regione.toscana.it](http://www.fauna.regione.toscana.it)).

Qualora invece l'area da censire presenti condizioni ottimali, riassumibili in una copertura boscosa < 40% e corpi boscati frammentati e continuamente alternati ad aree aperte, come si verifica in alcuni distretti di gestione della Provincia di Reggio-Emilia (Picciati 2008), si potrà optare anche per l'approccio esaustivo.

### 8.4.2 Metodo di campionamento ed individuazione dei punti di osservazione

Se l'approccio scelto è stato quello esaustivo, l'area di censimento coincide con l'area di indagine. In questo caso si procede direttamente all'individuazione dei punti di osservazione che dovranno essere in numero sufficiente da consentire la copertura ottica almeno di tutte le aree aperte osservabili, e possibilmente delle tagliate a ceduo o comunque delle aree boscate con ridotta copertura che consentano un certo grado di penetrazione visiva e quindi di osservabilità degli animali. Maggiore è la copertura (o sovrapposizione) ottica della superficie, maggiore è la probabilità di contattare gli animali ma anche la probabilità di doppi conteggi. Pertanto il numero dei punti dovrà essere tale da garantire un bilancio ottimale tra sotto e sovra-stima.

Il limite di applicazione del metodo risiede proprio nell'impossibilità pratica di risolvere tutte le osservazioni potenzialmente doppie, a causa delle alte densità che il capriolo raggiunge e della mobilità della specie, che fa sì che soltanto una frazione degli animali viene osservata simultaneamente dagli operatori.

Nel caso più frequente che si sia optato per una strategia di conteggio su aree campione, la definizione dei limiti delle aree di conteggio assume importanza centrale, dalla quale dipende la possibilità di un utilizzo dei dati al fine del calcolo della

densità. Il principio che deve essere in ogni caso rispettato è che gli animali osservati devono essere attribuibili ad una superficie definita. Ciò non risulta possibile in tutti i casi in cui si effettuino osservazioni in aree aperte circondate da ampie superfici boscate continue (figura 26). Sarà altamente probabile osservare caprioli, ma non calcolare un valore di densità se non in misura arbitraria. In tale caso il censimento fornirà un risultato che dovrà essere interpretato come indice di abbondanza o, al massimo, come consistenza minima certa se le aree campione coprono una superficie rilevante della superficie da indagare (almeno il 30%). E' per tale motivo che i metodi di osservazione male si adattano ad aree altamente boscate.

Le aree campione dove effettuare i conteggi dovranno quindi essere costituite da corpi boscati circondati da aree aperte o da mosaicature di bosco e radure tali da valutare la provenienza degli animali osservati e quindi la loro attribuzione o meno all'area censita (figura 26).

L'osservazione dovrà essere effettuata in aree di superficie variabile da alcune decine (meglio almeno 50 ha) fino ad alcune centinaia (si consiglia non > 300 ha). Anche in questo caso si suggerisce l'utilizzo di specifiche schede per la raccolta dati (cfr. appendice A4a, A4b).

### 8.4.3 Calcolo della densità

Il calcolo della stima di densità mediante questa metodologia è piuttosto semplice, infatti si rapporta il numero di individui osservati alla totalità dell'area censita, ottenendo immediatamente la densità stimata. Pertanto se stessimo valutando un'area di circa 2.000 ettari e con 20 punti di osservazione fosse coperta una superficie pari a 900 ettari (il 45% dell'intera area), supponendo che fossero stati osservati in totale 47 caprioli, la densità è:  $(47/900) \times 100 = 5,22$  caprioli/100ettari, che significa una consistenza di popolazione pari a:  $5,22 \times 2000/100 = 104$  caprioli ca.

### 8.4.4 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un censimento mediante osservazioni da punti di vantaggio in un distretto di gestione con circa 3.000 ettari di superficie, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto.

1. Individuazione cartografica dei punti da cui effettuare le osservazioni: 2 giorni di lavoro di un

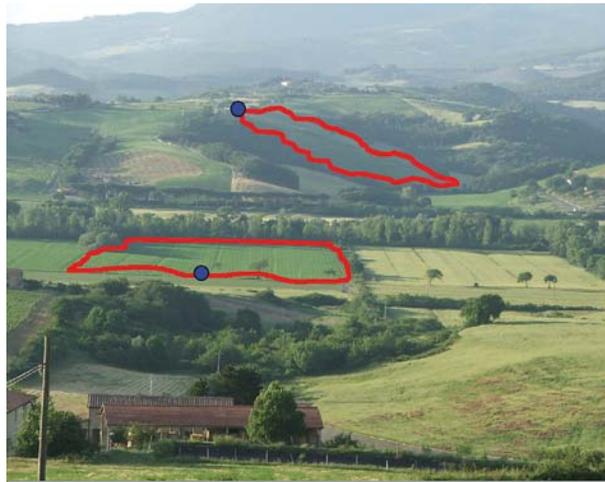


Fig. 26 – Esempio di siti da cui sono state effettuate le osservazioni.

tecnico faunistico.

2. Verifica di fattibilità dei punti (circa 20 punti) e loro predisposizione mediante sopralluogo di campo: 4 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).
3. Restituzione della cartografia dei punti di vantaggio: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
4. Esecuzione dei censimenti: 1 giornata (due sessioni di osservazione: una all'alba ed una al tramonto della durata di circa 2 ore ciascuna) x 20 operatori (tecnici faunistici, presidente di distretto esperto nei primi due anni, cacciatori adeguatamente istruiti).
5. Analisi delle schede, e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
6. Elaborazione dati: 3 giorni di lavoro di tecnico faunistico ed esperto di analisi statistiche.

Totale: 11 giornate/ Presidente esperto + 27 giornate/tecnico faunistico.

Materiali: GPS, binocolo, cannocchiale, nastro per segnalazione punti, schede.

## 8.5 Settori di osservazione

### 8.5.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei settori

Come per le altre metodologie, anche nel caso del censimento per settori di osservazione, il



Fig. 27 – Esempio di alcuni settori di osservazione.

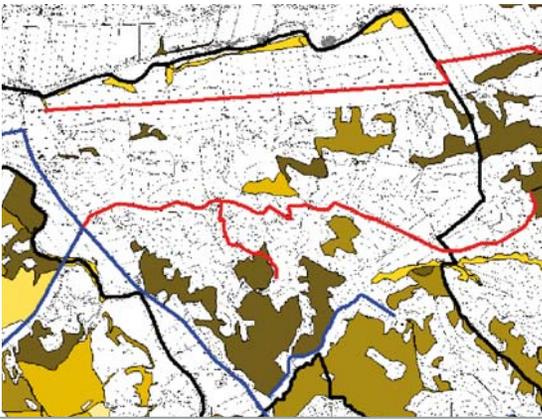


Fig. 28 – Rappresentazione cartografica dei percorsi per il censimento con proiettori alogeni.

primo passo consiste nell'individuazione delle aree da monitorare. Necessariamente dovrà trattarsi di spazi aperti, di forma e dimensioni varie, con il perimetro percorribile da un operatore (figura 27). Il numero di settori dovrà essere tale da coprire la quasi totalità delle aree aperte ed i settori stessi saranno percorsi in contemporanea da più operatori. Ogni operatore sarà dotato di una cartina rappresentante il settore assegnatogli. I settori dovranno avere una dimensione tale da poter essere monitorati in un tempo che caratterizza l'alba e/o il tramonto. Generalmente si scelgono settori con una superficie compresa tra i 200 e i 250 ettari ed un percorso di circa 3 km.

### 8.5.2 Esecuzione del censimento

Essendo anche questo un metodo diretto, basato sulle osservazioni, dovrà essere effettuato nelle ore di alba e tramonto, in contemporanea dagli operatori coinvolti che inizieranno simultaneamente i percorsi dei settori. Gli operatori dovranno percorrere il perimetro del settore assegnato, in maniera costante e con l'attenzione a produrre il minor disturbo possibile; ciò favorirà la possibilità di avvistare caprioli. Ogni osservazione sarà annotata e cartografata sulla mappa del settore, riportando sull'apposita scheda per la raccolta dati le classi di età e sesso dell'individuo contattato (appendice A5). È importante annotare anche l'ora dell'osservazione e il comportamento dell'individuo osservato, per un successivo confronto con gli altri operatori che garantirà l'esclusione dei doppi conteggi.

### 8.5.3 Calcolo della densità

I settori non vengono individuati casualmente nell'area di studio, e quindi per il calcolo della stima della densità è necessario utilizzare un approccio con un modello matematico-statistico. Dal momento che è ragionevole supporre, per la modalità di effettuazione dei rilievi, che tutti gli individui all'interno dei settori siano avvistati e che non si verifichino doppi conteggi, è altrettanto ragionevole assimilare questo tipo di procedura ad un campionamento per *plot*. Il modello ipotizzato è estremamente semplice e assume che il numero di individui avvistati nella superficie censita sia la realizzazione di una variabile casuale di tipo binomiale con parametro pari alla proporzione di area censita. Pertanto, il numero di individui presenti nell'intera area di studio è stimabile attraverso il metodo della massima verosimiglianza e gli intervalli di confidenza, generalmente sono costruiti al livello di confidenza 0.95 (Borchers et al. 2002). In pratica supponiamo di effettuare 6 percorsi di circa 3,3 km ciascuno, in modo da coprire in media una superficie di circa 1,5 km<sup>2</sup> a percorso. In tal modo l'area effettivamente censita sarebbe di circa 9 km<sup>2</sup>. Se il computo totale degli individui osservati fosse pari a 23, la densità stimata sarebbe:  $(23 \text{ caprioli} \times 100 \text{ ettari}) / 900 \text{ ettari} = 2,55 \text{ caprioli}/100 \text{ ettari}$ .

### 8.5.4 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un cen-

simento mediante settori di osservazione in un distretto di gestione con circa 3.000 ettari di superficie, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto.

1. Individuazione cartografica dei settori: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
2. Verifica di fattibilità dei percorsi e loro predisposizione mediante sopralluogo di campo: 4 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).
3. Restituzione della cartografia dei punti di vantaggio: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
4. Esecuzione dei censimenti: 1 giornata (6 percorsi di circa 3,3 km di lunghezza ciascuno) x 6 operatori (tecnici faunistici, presidente di distretto esperto nei primi due anni, cacciatori adeguatamente istruiti).
5. Analisi delle schede, e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro di un tecnico faunistico.
6. Elaborazione dati: 2 giorni di lavoro di tecnico faunistico ed esperto di analisi statistiche.

Totale: 5 giornate/ Presidente esperto + 12 giornate/tecnico faunistico.

Materiali: binocolo, cannocchiale, schede.

## 8.6 Censimento notturno con proiettori alogeni

### 8.6.1 Metodo di campionamento ed individuazione dei percorsi

Questa metodologia è applicabile ad aree che presentano molti spazi aperti, in cui siano presenti strade percorribili con automezzi. Gli operatori saranno dotati di fari alogeni, con in quali vengono illuminati i lati della strada. Pertanto si procederà alla scelta ragionata di un percorso che attraversi interamente l'area di studio, evitando il più possibile zone con formazioni boschive o pendii che impediscano l'illuminazione dell'area. Nel caso sia necessario individuare più percorsi, questi dovranno essere effettuati contemporaneamente da più operatori (figura 28).

Fondamentale è stabilire quale sia la superficie coperta dal fascio di luce emesso dal proiettore alogeno, ovvero è necessario verificare a quale distanza dal transetto il faro riesca ad essere efficiente e ad illuminare in maniera soddisfacente l'area da monitorare. Pertanto all'inizio di ogni sessione di censimento notturno, si consiglia di testare



Fig. 29 – Operatori durante un censimento notturno con proiettori alogeni.



Fig. 30 – Femmina contattata durante il censimento notturno con fari alogeni.

tale efficacia. E' possibile fare ciò dotandosi di un elemento a catarifrangenti, che rappresenti le dimensioni dell'occhio di un capriolo; restando nel raggio d'azione del faro, ci si allontana dal percorso fin quando l'operatore riesce ad osservare la luce riflessa dal catarifrangente; tale distanza rappresenta il raggio d'azione del faro, che moltiplicata per la lunghezza del percorso fornisce la superficie richiesta.

### 8.6.2 Esecuzione del censimento

L'autista dell'automezzo dovrà mantenere una velocità costante che non sia superiore ai 10 km/h, mentre due operatori manterranno fissi i proiettori, in modo che i fasci di luce risultino disposti perpendicolarmente al percorso. L'illuminazione così effettuata faciliterà la contattabilità degli eventuali caprioli che si trovano in attività nelle aree monitorate ed entreranno nel raggio d'azione del faro (figura 29). Con l'ausilio di un binocolo sarà anche possibile riconoscere il sesso e la classe d'età del capriolo osservato (figura 30). Tutte le osservazioni do-



vanno essere riportate su specifiche schede da utilizzarsi durante l'esecuzione dei censimenti (appendice A6).

### 8.6.3 Calcolo della densità

Per quanto riguarda le modalità di calcolo della stima della densità con i dati ottenuti con il censimento mediante fari alogeni, si procede allo stesso modo del censimento per settori di osservazione. Si utilizza un approccio mediante modello matematico-statistico basato su una variabile casuale di tipo binomiale. Gli intervalli di confidenza sono costruiti al livello di confidenza di 0.95.

Anche in questo caso riportiamo un esempio chiarificatore delle metodologie di calcolo della densità mediante la suddetta metodologia.

Supponiamo di percorrere con due macchine due tratti di strada pari a 10 km ciascuno per un totale di 20 km; con un catarifrangente abbiamo valutato che la capacità del raggio luminoso emesso dal faro è di 400 metri per lato così da poter stabilire che la totalità dell'area censita è di:  $(20 \text{ km} \times 0,4 \text{ km}) = 8 \text{ km}^2$  per lato. Siccome è necessario monitorare entrambi i lati delle strade, la superficie totale sarà di  $16 \text{ km}^2$ . Se all'interno di questa zona censita fossero stati osservati 25 caprioli, la densità stimata sarebbe:  $(25 \text{ caprioli} \times 100 \text{ ettari}) / 1.600 \text{ ettari} = 1,5 \text{ caprioli}/100 \text{ ettari}$ .

### 8.6.4 Impegno lavorativo

I tempi necessari per la realizzazione di un censimento notturno con fari alogeni in un distretto di gestione con circa 3.000 ettari di superficie, possono essere così riassunti per il primo anno di attivazione del distretto.

1. Individuazione dei percorsi da effettuare: 1 giorno di lavoro di tecnico faunistico.
2. Verifica di transitabilità delle strade individuate (2 percorsi di 10 km ciascuno) mediante sopralluogo di campo: 3 giorni di lavoro x 2 persone (di cui 1 tecnico faunistico).
3. Restituzione della cartografia dei percorsi: 1 giorno di lavoro (tecnico faunistico).
4. Esecuzione del censimento: 1 giornata (una sessione di circa 3 ore da effettuarsi con il calare della notte) x 3 operatori (Presidente, responsabili, cacciatori, con supervisione di un tecnico faunistico o di un presidente di distretto esperto nei primi due anni).
5. Analisi delle schede, restituzione cartografica delle osservazioni e compilazione dei moduli riepilogativi: 2 giorni di lavoro (tecnico faunistico o presidente di distretto esperto).

I tempi quindi sono riassumibili:

- 1 giornata/presidente-responsabili;
- 9 giornate/tecnico faunistico od esperto.

Materiali per equipaggio: fari alogeni, binocolo, schede.



# Bibliografia

- AENES R., LINNELL J.D.C., PERZANOWSKI K., KARLSEN J., ODDEN J. 1998. **Roe deer as a prey**. In: ANDERSEN R., DUNCAN P. & LINNELL J. D. C., Edits. *The European roe deer: the biology of success*. Oslo: Scandinavian University Press. pp. 139-159.
- ANDERSEN J. 1953. **Analysis of a Danish roe deer population (*Capreolus capreolus* L.), based upon the extermination of the total stock**. Danish Review of Game Biology, 2: pp. 127-155.
- APOLLONIO M., CIUTI S., PEDROTTI L., BANTI P. 2009. **Ungulate distribution, status, and management in Italy**. In: "The management of European Ungulates in the XXI century." APOLLONIO M., ANDERSEN R., PUTMAN R. eds. Cambridge University Press: 00-00
- APOLLONIO M. 2004. **Gli ungulati in Italia : status, gestione e ricerca scientifica**. Hystrix, Italian Journal of Mammalogy, 15: pp. 21-34.
- BLANT M. 1991. **Reproduction in roe deer populations in Western Switzerland**. Proceedings of the 18th IUGB Congress, Krakow, pp. 185-188.
- BOBEK B., PERZANOWSKI K., ZIELINSKI J. 1986. **Red deer population census in mountains: testing of an alternative method**. Acta Theriologica, 31: pp. 423-431.
- BONGI P., CIUTI S., GRIGNOLOIO S., DEL FRATE M., SIMI S., GANDELLI D., APOLLONIO M. 2008. **Anti-predator behaviour, space use and habitat selection in female roe deer during the fawning season in a wolf area**. Journal of Zoology, 276: 242-251.
- BORCHERS D.L., BUCKLAND S.T. AND ZUCCHINI W. 2002. **Estimating animal abundance Closed populations**. Ed. Springer-Verlag, London.
- BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P., LAAKE J.L. 1993. **Distance sampling: Estimating Abundance of Biological Populations**. Ed. Chapman and Hall, London.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., LAAKE J.L. 1981. **Line transect estimation of bird population density using a Fourier series**. Studies in Avian Biology, 6: pp. 446-482.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., LAAKE J.L. 1980. **Estimation of density from line transect sampling of biological populations**. Wildlife Monographs 72.
- CEDERLUND G. 1989. **Activity patterns in moose and roe deer in a north boreal forest**. Holarctic Ecology, 12: pp. 39-45.
- C.E.M.A.G.R.E.F. 1984. **Méthodes de recensement des populations de chevreuil**. Note technique n° 51, Nogent sur Vernisson.
- CHAPMAN N.G., CLAYDON M., FORDE P.G., HARRIS S. 1993. **Sympatric populations of muntjac (*Muntiacus reevesi*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a comparative analysis of their ranging behaviour, social organisation and activity**. Journal of Zoology, London 299: 632-640

- FATTORINI L. 2000. **Statistical estimation of abundance in wildlife ungulate populations.** Atti del Convegno Gestione degli ungulati selvatici: problemi e soluzioni. Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Scienze Zootecniche. pp. 50-64.
- FATTORINI L. AND PISANI C. 1999. **Metodi di campionamento per le indagini ambientali.** Facoltà di Economia "R. Goodwin", Università degli Studi di Siena, Siena. 213 pp.
- FATTORINI L., PISANI C., SFORZI A. 2004. **The estimation of wildlife ungulate abundance using sample area surveys: an application to Maremma Regional Park.** Statistical Methods & Applications, 13: pp. 197-212.
- FOCARDI S., ISOTTI R., PELLICIONI E.R., IANNUZZO D. 2002a. **The use of distance sampling and mark-resighting to estimate the local density of wildlife populations.** Environmetrics, 13: pp. 177-186.
- FOCARDI S., PELLICIONI E.R., PETRUCCO R., TOSO S. 2002b. **Spatial patterns and density dependence in the dynamics of roe deer population in central Italy.** Oecologia, 130: pp.411-419.
- FOCARDI S., ISOTTI R., TINELLI A. 2002c. **Line transect estimates of ungulate populations in a Mediterranean forest.** Journal of Wildlife Management, 66: pp. 48-58.
- FRUZINSKI B., LABUDZKI L., WLAZELKO M. 1983. **Weight and body measurement of forest and field roe deer.** Acta Theriologica, 27: pp. 33-45.
- GAILLARD J.M., DELORME D., BOUTIN J.M., VAN LAERE G, BOISAUBERT B. 1996. **Body mass of Roe Deer fawns during winter in two contrasting populations.** Journal of Wildlife Management, 60: pp. 29-36.
- GAILLARD J.M., BOUTIN J.M., VAN LAERE G. 1993. **Dénombrer les populations de chevreuils par l'utilisation du Line transect. Etude de faisabilité.** Revue d'Ecologie (Terre Vie), 48: pp. 73-85.
- GATES C.E. 1979. **Line transect and related issues.** In: **Sampling Biological Populations.** Ed. Cormack R.M., Patil G.P., Robson D.S. pp. 71-154.
- GATES C.E., MARSCHALL W.H., OLSON D.P. 1968. **Line transect method of estimating grouse population densities.** Biometrics, 24: pp. 135-145.
- GILL R.M.A., JOHNSON A.L., FRANCIS A., HISCOKS K., PEACE A.J. 1996. **Changes in roe deer (*Capreolus capreolus* L.) population density in response to forest habitat succession.** Forest Ecology and Management, 88: pp. 31-41.
- HÄRKÖNEN S. AND HEIKKILÄ R. 1999. **Use of pellet group counts in determining density and habitat use of moose *Alces alces* in Finland.** Wildlife Biology, 5: pp. 233-240.
- HAYES R.J. AND BUCKLAND S.T. 1983. **Radial distance models for line transect method.** Biometrics: pp. 29-42.
- HELLENBERG H. 1975. **Beitrag zur Ökologie des Rehes.** Thesi, Munich, pp. 275.
- HEWISON A.J.M., VINCENT J.P., BIDEAU E., AN-GIBAULT J.M., PUTMAN R.J. 1996. **Variation in cohort mandible size as an index of roe deer (*Capreolus capreolus*) densities and population trends.** Journal of Zoology, London 239: pp. 573-581.
- KURT F. 1991. **Das Rehwild in der Kulturlandschaft.** Verlag Paul Parey. Hambourg and Berlin. pp. 284.
- LAMBERTI P, MAURI L., APOLLONIO M. 2004. **Two distinct patterns of spatial behaviour of female roe deer (*Capreolus capreolus*) in a mountainous habitat.** Ethology Ecology and Evolution, 16: pp. 41-53.
- LOVARI C., MATTIOLI L., MAZZARONE V., PEDONE P., SIMEONI N. 1989. **Confronto di due metodi di censimento del capriolo in ambiente montano appenninico.** In: Atti del 2° seminario sui Censimenti Faunistici dei Vertebrati, Brescia.
- MAILLARD D., MORELLET N., GAUDIN J.C. 1999. **Seasonal variation of home range domain vital and habitat selection of the roe deer in a Medi-**

- terranean habitat: the case of adult female and male.** *Revue d'Ecologie-La terre et la vie*, 54 (3): 253-267.
- MATTIOLI L. 1985. **Indagine sulla popolazione di capriolo (*Capreolus capreolus* L., 1758) delle Foreste Casentinesi e sulle sue relazioni con l'ambiente forestale: proposta di un piano di gestione.** Tesi di Laurea in Scienze Forestali, Università degli Studi di Firenze.
- MATTIOLI L., CAPITANI C., AVANZINELLI E., BERTELLI I., GAZZOLA A., APOLLONIO M. 2004. **Predation by wolves (*Canis lupus*) on roe deer (*Capreolus capreolus*) in North-Eastern Apennine, Italy.** *Journal of Zoology*, 264: pp. 249-258.
- MATTIOLI L., APOLLONIO M., MAZZARONE V., CENTOFANTI E. 1995. **Wolf food habits and wild ungulate availability in the Foreste Casentinesi National Park, Italy.** *Acta Theriologica*, 40(4): pp. 387-402, 1995.
- MAUBLANC M.L., CIBIEN C., GAILLARD J.M., MAIEZERET C., BIDEAU E., VINCENT J.P. 1991. **Le chevreuil.** *Revue d'Ecologie*, 6: pp. 155-183.
- MAYLE B.A., PUTMAN R.J., WYLLIE I. 2000. **The use of trackway counts to establish an index to deer presence.** *Mammal Review*, 30: pp. 233-237.
- MCINTOSH R., BURLTON F.W.E., MCREDDIE G. 1995. **Monitoring the density of roe deer *Capreolus capreolus* population subjected to heavy hunting pressure.** *Forestry Ecology and Management*, 79: pp. 99-106.
- MELIS C., JĘDRZEJEWSKA B., APOLLONIO M., JĘDRZEJEWSKI W., BARTOŃ K., LINNELL J.D.C., KOJOLA I., KUSAK J., ADAMIC M., CIUTI S., DELEHAN I., DYKYY I., KRAPINEC K., MATTIOLI L., SAGAYDAK A., SAMCHUK N., SCHMIDT K., SHKVYRYA M., SIDOROVICH V.E., ZAWADZKA B., ZHYLA S. 2009 (submitted). **Predation has greater impact in less productive environments: Biogeographic variation in roe deer *Capreolus capreolus* density across Europe.**
- MERIGGI A. AND LOVARI S. 1996. **A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock?** *Journal of Applied Ecology*, 33: pp. 1516-1571.
- MERIGGI A., BRANGI A., MATTEUCCI C., SACCHI O. 1996. **The feeding habits of wolves in relation to large prey availability in northern Italy.** *Ecography*, 19: pp. 287-295.
- MITCHELL B., ROWE J.J., RATCLIFFE P.R., HINGE M. 1985. **Defecation frequency in roe deer (*Capreolus capreolus*) in relation to the accumulation rates of faecal deposits.** *Journal of Zoology*, London 207: pp. 1-7.
- MORELLET N., GAILLARD J.M., HEWIESON A.J.M., BALLON P., BOSCARDIN Y., DUNCAN P., KLEIN F., MAILLARD D. 2007. **Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores.** *Journal of Applied Ecology*, 44: pp. 634-643.
- OKARMA H., JĘDRZEJEWSKA B., JĘDRZEJEWSKI W., KRASINSKI Z. A., MILKOWSKI L. 1995. **The roles of predation, snow cover, acorn crop, and man-related factors on ungulate mortality in Białowieża.** Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica*, 7: pp. 197-217.
- PEDROLI J.C., BLANT M., CHAPPUIS F., MAIRE J.A. 1981. **La biologie du chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) dans le canton de Neuchâtel (Suisse). I. Recensement de la population, comparaison de deux méthodes.** *Mammalia* 45, n°4.
- PEDROTTI L., DUPRÉ E., PREATONI D., TOSO S. 2001. **Banca dati ungulati. Status, distribuzione, consistenza, gestione, prelievo venatorio e potenzialità delle popolazioni di ungulati in Italia.** *Biologia e Conservazione della Fauna*, 109: pp. 1-128.
- PICCIATI M. 2008. **Ungulati selvatici e piccola selvaggina in provincia di Reggio Emilia – Biologia e Gestione.** Provincia di Reggio Emilia.
- PIELOWSKI Z. 1984. **Some aspects of population structure and longevity of field roe deer.** *Acta Theriologica*, 29: pp. 17-33.
- POLLOCK K.H., NICHOLS J.D., SIMONS T.R., SAUER J.R. 2000. **The design of large scale wildlife**

**monitoring studies.** Atti del V Convegno Internazionale su Metodi Quantitativi per le Scienze Applicate - Inferenza su Popolazioni Biologiche. pp. 1-15.

RADELOFF V.C., PIDGEON A.M., HOSTERT P. 1999. **Habitat and population modelling of roe deer using an interactive geographic information system.** Ecological Modelling, 114: pp. 287-304.

RATCLIFFE P.R. 1987. **Red deer population changes and the independent assessment of population size.** Symposia of the Zoological Society, London 58: pp. 153-165.

RATCLIFFE P.R., MAYLE B.A. 1992. **Roe Deer Biology and Management.** Forestry Commission, Bulletin 105, pp. 1-28.

STAINES B.W. AND RATCLIFFE P.R. 1987. **Estimating the abundance of red deer (*Cervus elaphus* L.) and roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and their current status in Great Britain.** Symposium of the Zoological Society of London 58: pp. 131-152.

STRANDGAARD H. 1972. **The Roe Deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalø and factor regulating its size.** Danish Review of Game Biology, 7: pp. 205-217.

VINCENT J.P. AND BIDEAU E. 1985. **Recensement du chevreuil: bilan d'une experience sur 5 ans.** Revue Forestiere Francaise, 5: pp. 421-424.

VINCENT J.P., BIDEAU E., HEWISON A.J.M., ANGIBAUT J.M. 1995. **The influence of increasing body weight, kid production, home range and winter grouping in roe deer.** Journal of Zoology, London 236: pp. 371-382.

VON RAESFELD F. 1985. **Das Rehwild.** Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. pp 392.





# Appendici

---

Schede per la raccolta dei dati su campo

**SCHEDA CENSIMENTO IN BATTUTA**

ISTITUTO FAUNISTICO: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ - \_\_\_ - \_\_\_ Area di battuta: \_\_\_\_\_

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_

Posta fissa  n°: \_\_\_\_\_ Battitore

Posta a rientrare  n°: \_\_\_\_\_

*Osservazioni*

Capriolo

ore: \_\_\_\_\_

Maschio					
Femmina					
Piccolo					
Indeterminato					

**IMPORTANTE**

Riportare sulla scheda solo gli animali che ESCONO dall'area di battuta  
I battitori devono segnare solo gli animali che passano alla propria sinistra  
Eventuali animali osservati fuori dall'area di battuta o che entrano in battuta  
vanno segnalati al termine del censimento ai responsabili della battuta

<p>Note e commenti</p> <hr/>	<b>SCHEDA CENSIMENTO CAPRIOLI</b>
	Istituto Faunistico: _____
	Data: ___/___/___
	TRANSETTO n°: _____
	<hr/> <hr/> <b>Rilevatore</b>
	COGNOME: _____
	NOME: _____
	Inizio Transetto Ore: _____
	Fine Transetto Ore: _____
	<b>Meteo</b>
	Sereni <input type="checkbox"/> Nuvoloso <input type="checkbox"/> Pioggia <input type="checkbox"/> Foschia/Nebbia <input type="checkbox"/> °C _____
	Vento <input type="checkbox"/> Dir. _____ Forza _____



## PELLET-GROUP COUNTS

Istituto Faunistico: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Rilevatore

COGNOME: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_

Pellet n°: \_\_\_\_\_

N° pellet-group	N° escrementi

### SCHEDA OSSERVAZIONE DA PUNTI DI VANTAGGIO

Istituto Faunistico: \_\_\_\_\_

tipo habitat:

1. Bosco 2. Prato 3.grano/avena 4.incolto

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### Rilevatore

COGNOME: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_

Settore n°: \_\_\_\_\_

#### Meteo

Sereno

Nuvoloso

Pioggia

Vento  Dir. \_\_\_\_\_ Forza \_\_\_\_\_

Foschia/Nebbia

°C \_\_\_\_\_

Gruppo	n°	N° capi	Ora inizio osservazione	Maschio (tipo)	Maschio Ind.	Femmina	Piccolo Maschio	Piccolo Femmina	Piccolo Ind.	Indeterminato	Ora fine osservazione	Distanza dal percorso	Tipo di habitat
Totale													



### SCHEDA OSSERVAZIONE DA PUNTI DI VANTAGGIO

Istituto Faunistico: \_\_\_\_\_ tipo habitat:  
 1. Bosco 2. Prato 3.grano/avena 4.incolto  
 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### Rilevatore

COGNOME: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_

Settore n°: \_\_\_\_\_

#### Meteo

Sereno  Nuvoloso  Pioggia   
 Vento  Dir. \_\_\_\_\_ Forza \_\_\_\_\_ Foschia/Nebbia  
 °C \_\_\_\_\_

Gruppo	n°	N° capi	Ora inizio osservazione	Maschio (tipo)	Maschio Ind.	Femmina	Piccolo Maschio	Piccolo Femmina	Piccolo Ind.	Indeterminato	Ora fine osservazione	Distanza dal percorso	Tipo di habitat
Totale													



La raccolta dati si è conclusa  
nel Dicembre 2007.

Progetto grafico e impaginazione  
Compagnia delle Foreste S.r.l. - Arezzo

Finito di stampare  
nel mese di Novembre 2009  
da Tipografia Litograf Editor S.r.l.  
Città di Castello (PG)

## RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questo volume è la fase ultima di un progetto svolto in tre anni in diverse aree della Toscana, che ha visto impegnati Enti operanti sul territorio regionale e una grande quantità di persone che hanno legami con il mondo faunistico-venatorio.

Desideriamo quindi ringraziare quanti hanno fornito un contributo per il raggiungimento degli obiettivi previsti. I nostri partner di progetto, riportati in quarta pagina, hanno tutti contribuito alla felice conclusione di questa indagine. Alcune persone hanno peraltro dedicato molto del loro impegno per la buona riuscita del progetto ed hanno fornito un contributo rilevante. Un valido aiuto nel lavoro di campagna svolto è stato fornito dalla Polizia Provinciale di Arezzo e dal Comandante Piero Pedone, dalla Cooperativa Agriforest e dal suo Coordinatore Marco Bazzanti, dalla Comunità Montana dell'Alta Val di Cecina, con le Guardie Lottini Franco, Bigazzi Angelina e Fabbri Fabio.

Un doveroso ringraziamento va al prof. Lorenzo Fattorini, del Dipartimento di Metodi Quantitativi dell'Università degli Studi di Siena, per la consulenza statistica, la disponibilità e l'impegno dimostrato nell'attuazione del progetto.

Il ruolo preponderante per la buona riuscita del progetto è stato svolto dai cacciatori di selezione che vi hanno partecipato, in particolare vogliamo ringraziare il Sig. Gabriele Meacci ed il Sig. Giuliano Giuliani che ad Arezzo e Pisa si sono prodigati insieme a molti colleghi per il successo di questa iniziativa.

Un particolare ringraziamento è dovuto al Comune di Riparbella (PI) ed al personale del "Giardino", in particolare a Biancani Luca, Santini Walter e Seghi Gianluca, per la cortese ospitalità fornita nelle aree di studio della Provincia di Pisa.

Una menzione speciale spetta a tutti i colleghi del Centro Studi "Casa Stabbi" (AR) e a tutti i membri del nostro gruppo di ricerca, che hanno condiviso con noi molti aspetti organizzativi ed eseguito materialmente tutti i censimenti effettuati nei tre anni di indagine.

Infine un sentito ringraziamento a tutti gli studenti, delle Università di Sassari, di Pisa, di Firenze e di Pavia, che hanno partecipato alle nostre attività nelle diverse aree della Toscana prese in esame.