

FRANCESCO SORBETTI GUERRI*

Sistemi innovativi per il monitoraggio faunistico, la prevenzione e la gestione dei danni da ungulati selvatici

INTRODUZIONE

È a tutti ben noto che negli ultimi decenni si sono verificate in Italia notevoli trasformazioni dei sistemi ambientali principalmente a causa dei radicali cambiamenti dell'assetto socio-economico del mondo rurale. Ciò ha determinato rapide e sostanziali modificazioni della destinazione d'uso, degli indirizzi produttivi, della distribuzione e delle modalità di gestione dei territori agro-forestali: di conseguenza l'assetto ambientale, caratteristico delle nostre campagne fino agli anni '60-'70 del secolo scorso, ha subito profonde trasformazioni. Ciò, assieme ad altri ben noti fattori, ha determinato variazioni altrettanto sostanziali nella composizione e nella consistenza del patrimonio faunistico italiano.

Tralasciando, in questa sede, di approfondire quali siano state le conseguenze ecologico-ambientali del mutato assetto socio-economico del mondo rurale si intende invece proporre qualche riflessione sulle opportunità fornite da alcuni moderni strumenti tecnologici, oggi disponibili, per migliorare le metodologie di lavoro indispensabili per gestire in maniera sempre più efficace la fauna selvatica e, in particolare, i problemi originati dall'espansione e dall'accrescimento numerico di talune specie, come gli ungulati selvatici, alle attività produttive del settore primario e all'ambiente in generale. Le scelte degli indirizzi produttivi e la gestione delle coltivazioni, in particolare, si devono infatti confrontare, e sono spesso condizionate, dalla presenza e dalle dimensioni di popolazioni di ungulati selvatici non compatibili con i limiti

* *Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università degli Studi di Firenze*

di sostenibilità agro-forestale del territorio; in tali situazioni la loro gestione può determinare contrasti sempre crescenti fra le varie componenti sociali coinvolte, spesso portatrici di interessi diversi, quando non addirittura contrapposti, se condotta in modo non corretto, irrazionale e inefficace.

Sempre nuovi e più gravi problemi inerenti i rapporti fra conservazione della fauna e tutela degli interessi umani devono quindi essere affrontati e risolti. Fra questi il principale appare quello della messa in atto di corrette pratiche di gestione delle specie animali selvatiche in espansione, attraverso efficaci interventi di gestione finalizzati al contenimento delle popolazioni entro limiti di densità compatibili con le esigenze della salvaguardia delle attività umane e della tutela dell'ambiente.

Se tale obiettivo può apparire, in termini teorici, del tutto ovvio, non altrettanto ovvia è la definizione delle metodologie, delle procedure e degli strumenti tecnici che è oggi necessario adottare per definire un razionale percorso operativo che porti a definire politiche di pianificazione faunistico-venatoria aggiornate, corrette e attuabili e la definizione di una programmazione tecnico-gestionale basata su azioni e interventi razionali nelle linee di indirizzo e nei dettagli tecnici operativi.

I risultati conseguiti con le metodologie di gestione tradizionali, ancora oggi adottate, mostrano chiaramente che queste presentano talune carenze e non appaiono più del tutto adeguate a rispondere alle esigenze attuali; in particolare, spesso, non risultano idonee a definire i principali parametri necessari per una corretta gestione faunistico-venatoria delle popolazioni e cioè la caratterizzazione quantitativa e qualitativa delle popolazioni presenti, la tipologia, l'entità, la localizzazione e la distribuzione degli impatti sulle produzioni e sull'ambiente, la verifica dell'efficacia dei sistemi di difesa adottati e la corretta gestione delle emergenze compresa la gestione amministrativa degli interventi di protezione e di ristoro dei danni. Come ricorda Odum (1973) «le ricerche naturalistiche diventano ecologia quando si considera la "quantità" insieme alla "qualità", quindi solo attraverso la conoscenza attendibile degli aspetti quantitativi delle comunità e delle popolazioni è possibile effettuare scelte operative giustificate e ispirate ai principi di una gestione ecologicamente sostenibile delle risorse naturali, anche attraverso la loro corretta fruizione e la loro valorizzazione. La gestione faunistico-venatoria delle popolazioni di ungulati selvatici, azione indispensabile da parte dell'uomo¹, effettuata sulla base di dati numerici attendibili consente quindi la predispo-

¹ «Dovrebbe essere sottinteso che il genere umano è una parte della natura, dal momento che stiamo usando il termine natura per comprendere tutto il mondo vivente» (Odum, 1966).

sizione di piani operativi (piani di prelievo, piani di difesa, definizione di efficaci interventi di emergenza, ecc.) in grado di garantire la conservazione delle specie, la loro corretta distribuzione sul territorio, la riduzione degli impatti sulle attività umane entro limiti fisiologici (e quindi più facilmente ed efficacemente gestibili), la valorizzazione della risorsa fauna e la soddisfazione delle aspettative dei vari portatori di interesse.

Nuovi strumenti, e quindi nuovi metodi di lavoro oggi disponibili, potrebbero contribuire a fornire a livello legislativo informazioni essenziali per predisporre norme equilibrate ed efficaci e a livello tecnico operativo strumenti di documentazione, valutazione e verifica idonei a gestire in modo più razionale i problemi presenti, ciò nell'auspicio di raggiungere finalmente l'obiettivo di una gestione effettivamente razionale degli ungulati selvatici.

Le innovazioni, si sa, sono però spesso guardate con sospetto (se non osteggiate) per l'avversione a dover sostenere ulteriori impegni di aggiornamento, per dover modificare norme e comportamenti radicati, per il timore di alterare equilibri consolidati, ecc. Ciò frena gli stimoli a incoraggiare e sostenere percorsi innovativi (certamente da sperimentare, applicare, verificare, validare e adattare in modo adeguato) che potrebbero invece contribuire in modo sostanziale a risolvere almeno parte dei problemi con approccio tecnico-scientifico². Occorre allora ricordare la necessità di riflettere sull'importanza del principio che «se qualcosa non può essere espresso in numeri non è scienza: è opinione»³ (Heinlein, 1979) e, nella maggior parte dei casi, dalle opinioni non ci possiamo attendere che raramente risultati certi, concreti e corretti.

Non si deve dimenticare quindi che la proposizione di modifiche o innovazioni nella prassi e nei metodi di lavoro in uso richiede, come sopra evidenziato, non solo una adeguata sperimentazione delle innovazioni, ma prima di ciò una approfondita analisi critica delle metodologie al momento adottate per mettere in evidenza il tipo e l'importanza delle eventuali criticità e la effettiva necessità di correzione e aggiornamento. Tale percorso non può

² Osservava Odum, già nel 1964: «Una cosa è certa: i nuovi ordini di grandezza che stanno emergendo numerosi con l'era atomica esigono nuovi ordini di ragionamento. Non è più sufficiente progredire di pochi gradini per volta; talora dobbiamo passare oltre e tornare indietro a colmare i vuoti in un secondo tempo; per riuscire è però necessario poggiare su solide basi teoriche prima di spiccare il salto».

³ Opinione: «L'interpretazione di un fatto o la formulazione di un giudizio in corrispondenza di un criterio soggettivo e personale» (Devoto e Oli, 1990); «Concetto che una o più persone si formano riguardo a particolari fatti, fenomeni, manifestazioni, quando, mancando un criterio di certezza assoluta per giudicare della loro natura (o delle loro cause, delle loro qualità, ecc.), si propone un'interpretazione personale che si ritiene esatta e a cui si dà perciò il proprio assenso, ammettendo tuttavia la possibilità di ingannarsi nel giudicarla tale» (Treccani Vocabolario).

prescindere quindi da una serie di fasi propedeutiche di studio e di sperimentazione di campo finalizzate alla scelta delle più opportune linee di azione da seguire che comunque consenta di individuare, fra le altre, la metodologia più verosimilmente proponibile anche in relazione alle capacità, attitudini e disponibilità professionali.

Questo lavoro, messi in evidenza alcuni limiti riguardanti particolari aspetti di metodologie operative oggi adottate, intende fornire qualche elemento di riflessione sulle caratteristiche e sull'utilità di nuovi strumenti e di nuove procedure, di cui sono state effettuate solo alcune applicazioni sperimentali propedeutiche ma che potrebbero fornire un contributo all'arricchimento degli strumenti operativi a disposizione del legislatore, dell'amministratore e del tecnico faunistico. Non si propone di abbandonare "in toto" gli strumenti e le metodologie di lavoro tradizionali ma di valutare l'opportunità della loro integrazione e del loro potenziamento con strumenti più efficienti in grado di fornire informazioni più attendibili e oggettive per affrontare e risolvere situazioni particolarmente critiche o per verificare con più approfondite indagini a campione, i risultati ricavati con le metodologie usuali nel loro complesso.

Ulteriori percorsi di approfondimento e di sperimentazione sono senz'altro necessari ma gli studi condotti da numerosi ricercatori con le più svariate tipologie di strumenti tecnologici moderni (oggi disponibili come non mai nel corso della storia), fanno intuire i notevoli vantaggi che potrebbero essere acquisiti attraverso un coraggioso sostegno alla ricerca applicativa in tale settore. In questo momento storico gli impulsi e gli incoraggiamenti a proseguire su tali percorsi di ricerca purtroppo languono, nonostante i sempre più numerosi segnali di allarme emessi dalla collettività. Sarebbe comunque una colpevole omissione ignorare tali gravi segnali in presenza delle potenzialità strumentali, culturali e professionali oggi disponibili.

ALCUNI ESEMPI APPLICATIVI

Prima di entrare nel vivo dell'argomento con l'illustrazione delle caratteristiche essenziali di due metodologie di lavoro proposte, e descritte a titolo di esempio, sono necessarie alcune riflessioni sull'evoluzione storica delle procedure al momento adottate per la stima delle popolazioni di ungulati selvatici e per la stima dei danni da questi prodotti all'agricoltura; ciò allo scopo di comprenderne la loro adeguatezza e necessità di aggiornamento nella applicazione al contesto attuale.

Come si è sopra ricordato, a partire dalla seconda metà del secolo scorso,

per una serie di ben noti motivi (Sorbetti Guerri, 2013), si è assistito alla ricomparsa e all'espansione di specie, come gli ungulati selvatici, che erano oramai estinte o scarsamente presenti nella maggior parte del territorio nazionale, e in particolare in quello delle regioni centro meridionali a cui si farà più specifico riferimento. Tale fenomeno è stato considerato, fin dal suo inizio, in modo favorevole (particolarmente per quanto riguarda cervidi e bovidi) in quanto motivo di arricchimento della biodiversità e di valorizzazione del patrimonio ambientale. In quel momento storico si è ritenuto quindi necessario adottare principalmente un approccio gestionale di tipo conservativo finalizzato al mantenimento e all'incremento nel tempo di tali nuove risorse e dei meccanismi evolutivi in grado di influenzarle (Mustoni et al., 2002).

A tale primo approccio, che escludeva qualsiasi tipo di intervento diretto da parte dell'uomo, è seguita, conseguentemente allo sviluppo di popolazioni sempre più diffuse e numerose, una seconda fase di tipo gestionale che prevedeva oltre a particolari tutele mediante appositi strumenti normativi, anche interventi finalizzati a conservare, stabilizzare e accrescere le varie popolazioni attraverso l'azione diretta dell'uomo sulle stesse con interventi di gestione faunistica o venatoria, in relazione alle aree o agli istituti a diversa destinazione.

La gestione venatoria, per i cervidi e i bovidi in particolare, è stata fondata, fin dall'inizio, sui principi della caccia di selezione, secondo i canoni di derivazione mitteleuropea, che prevedevano, e prevedono tutt'ora, un prelievo selettivo subordinato alla definizione preventiva sia della quantità dei capi da prelevare sia della loro ripartizione in classi di sesso e di età. La caccia di selezione è quindi una forma di caccia che presuppone che il selettore debba agire su una popolazione animale effettuando una scelta preventiva del capo da abbattere, rispettando un piano di abbattimento quali-quantitativo ed effettuando prelievi (che nella maggior parte dei casi riguarderanno animali sani) finalizzati a raggiungere o mantenere densità e strutture di popolazione prefissate. Obiettivo primario della caccia di selezione è quindi quello di mantenere le specie faunistiche in equilibrio dinamico con l'ambiente, cioè prevedere interventi finalizzati a ottenere popolazioni di animali costanti nel tempo, in funzione delle Densità Agro-Forestali (DAF)⁴ sostenibile adottando specifici piani di prelievo.

Presupposto fondamentale è pertanto la conoscenza delle caratteristiche che definiscono una popolazione (consistenza, densità, struttura per classi di

⁴ Per Densità Agricolo-Forestale sostenibile deve intendersi la massima densità raggiungibile dalle popolazioni di ungulati senza che si determinino danni di rilievo alle coltivazioni, alle piantagioni e alle altre specie animali (Raganella Pelliccioni et al., 2013).

sesto, struttura per classi di età, incremento utile annuo). A oggi i parametri che caratterizzano una popolazione vengono definiti attraverso vari metodi di rilevamento (censimenti o stime) consolidati nel tempo e finalizzati a fornire le informazioni necessarie per conoscere, in modo più o meno dettagliato, le popolazioni in relazione ai diversi regimi di prelievo focalizzati su singoli obiettivi.

La letteratura scientifica fornisce abbondanti indicazioni sulle diverse tipologie di censimenti adottabili, così come mette in evidenza pregi, difetti e campi di applicazione dei diversi metodi.

Nella maggior parte delle realtà italiane comunque, in particolare per quanto riguarda i cervidi (e per il capriolo nello specifico trattandosi della specie più diffusa nei più vari ambienti della penisola), i metodi di censimento normalmente adottati per la programmazione del prelievo sono, in ordine d'importanza, i censimenti da punti fissi d'osservazione (punti dominanti o punti di vantaggio), le battute, i censimenti notturni e i conteggi per settori d'osservazione (Meriggi et al., s.d.). Tali metodi sono adottati anche nel caso degli altri ungulati (integrati anche con metodi diversi per talune specie). Per quanto riguarda il cinghiale invece, allo stato attuale, non sono definiti ed effettuati censimenti generalizzati sul territorio per le note difficoltà connesse con le caratteristiche eco-etologiche della specie.

In ogni caso si sono effettuati tentativi per ampliare e migliorare le tecniche di monitoraggio delle diverse specie ma spesso senza esiti positivi, non tanto per la non adeguata validità dei metodi proposti quanto, più spesso, per la "resistenza" a modificare metodi e comportamenti "usuali".

Siamo invece dell'opinione che sperimentare e verificare modifiche o integrazioni ai metodi di lavoro tradizionali anche mediante l'adozione di strumenti tecnici più moderni, evoluti e in grado di arricchire le conoscenze possa rappresentare elemento indispensabile per acquisire conoscenze più certe sui parametri di popolazione e quindi consentire una più razionale gestione delle stesse.

Ma in questa fase di emergenza caratterizzata da danni insostenibili alle produzioni agricole da parte di tutti gli ungulati selvatici non appare da sottovalutare neppure l'aspetto che riguarda la corretta e oggettiva quantificazione dei danni al fine del ristoro degli stessi, oggi effettuata mediante classici sopralluoghi e rilevamenti di campagna effettuati con metodi e strumenti tradizionali da parte di periti estimatori. Siamo ben consapevoli, come già ricordato, che l'obiettivo ottimale deve essere quello di limitare i danneggiamenti entro limiti fisiologici e tollerabili attraverso il raggiungimento di corretti dimensionamenti delle popolazioni in grado di garantire la conser-

vazione delle specie e il contenimento numerico delle stesse entro i limiti di densità agricolo forestale definiti; ma in attesa dell'adozione di azioni gestionali in grado di consentire il raggiungimento di tale obiettivo, e nella contingenza delle limitazioni economiche al ristoro, è necessario individuare soluzioni tecniche di valutazione e stima dei danni che possano fornire, almeno dal punto di vista della determinazione quantitativa delle superfici danneggiate per talune tipologie di colture (come ad esempio i seminativi), adeguata soddisfazione all'agricoltore, certezza di correttezza operativa basata su oggettività documentale al professionista estimatore, sicurezza di adeguata gestione amministrativa all'ente incaricato dell'indennizzo.

Anche in tal caso un contributo efficace può essere fornito da più moderni strumenti di lavoro che l'evoluzione tecnologica è oggi in grado di fornire.

Si riportano di seguito due esempi relativi a prime esperienze sperimentali effettuate presso il Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e forestali (GESAAF)⁵ dell'Università di Firenze per verificare l'idoneità e l'utilità dei Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto (SAPR) ai due temi sopra ricordati e cioè la stima delle popolazioni di ungulati selvatici e il rilevamento di superfici di seminativi danneggiate ai fini della stima dei danni.

I. APPLICAZIONE DI SISTEMI AEREI A PILOTAGGIO REMOTO (SAPR)

PER LA STIMA DELLE POPOLAZIONI DI UNGULATI SELVATICI

A cura di Veronica Racanelli, Emanuele Sorbetti Guerri, Sara Bartolozzi, Francesco Sorbetti Guerri. Laboratorio di Ingegneria Applicata alla fauna selvatica (Wildlife-Lab). Università di Firenze. Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF) (Operatore Riconosciuto ENAC rif. 6815)

Il lavoro riguarda un primo approccio sperimentale finalizzato a verificare la possibilità di applicazione di strumenti di rilevamento innovativi come i Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto (SAPR) (più comunemente conosciuti come Droni) per potenziare le metodologie di stima di popolazioni di ungulati, capriolo (*Capreolus capreolus*) e cinghiale (*Sus scrofa*) in particolare. Allo scopo vengono messe in evidenza particolarità, opportunità e limiti di tali strumenti attraverso l'illustrazione dei risultati di alcune prove sperimentali propedeutiche, sulla scorta dei quali si potrà valutare con maggior dettaglio con sperimentazioni più approfondite, l'opportunità e la validità del metodo

⁵ Laboratorio di Ingegneria Applicata alla Fauna Selvatica - Unità di Ricerca Gestione della fauna selvatica e rapporti di compatibilità con le attività agricole e l'ambiente.

anche attraverso adeguamenti e modifiche che potranno manifestarsi utili in relazione ai diversi fattori da considerare.

Come si è sopra ricordato molti sono i metodi per stimare le popolazioni di ungulati selvatici. Uno di questi, fra i più diffusi, è rappresentato da quello che prevede rilevamenti da punti fissi d'osservazione (punti dominanti, o punti di vantaggio) che viene usualmente utilizzato nelle aree a copertura forestale medio-bassa.

Questo metodo può fornire utili informazioni ma è soggetto ad alcuni difetti fra cui si evidenziano il rischio di doppi conteggi, l'elevato numero di operatori necessari per coprire superfici di dimensione significativa a causa dell'area di osservazione contenuta di ciascuno di essi, l'eterogeneità nelle competenze e capacità di rilevamento dei rilevatori e la conseguente mancanza di un soddisfacente grado di affidabilità oggettiva dei dati rilevati.

Taluni di tali limiti potrebbero essere ridotti integrando il metodo con i dati ricavati da immagini riprese dal cielo mediante Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto dotati di dispositivi di ripresa di varia tipologia (Camere RGB⁶, Termocamere⁷ o sensori di altro tipo) in grado di rilevare immagini fotografiche o video.

Le prime esperienze sperimentali condotte nell'ambito delle attività del Laboratorio di Ingegneria Applicata alla fauna selvatica (Wildlife-Lab) del Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GE-SAAF) dell'Università di Firenze hanno riguardato in particolare la verifica dei seguenti aspetti:

- la capacità di identificare, mediante immagini foto-video riprese da quote di volo diverse, gli animali in aree aperte in relazione al tipo di dispositivo di ripresa, della quota di volo e del tipo di copertura vegetale;
- il grado di disturbo nei confronti degli animali provocato dal rumore prodotto dai velivoli e dalla quota di volo;

⁶ La camera RGB (RGB camera o RGB-Cam) è un dispositivo di ripresa dotato di un sensore CMOS (sensore che cattura l'immagine, trasformandola in segnali elettrici di tipo analogico che vengono poi convertiti in formato digitale e quindi immagazzinati in vari formati su supporti di memoria) che acquisisce immagini a colori. L'acquisizione di immagini fotografiche è usualmente espresso in megapixel (milioni di pixel) cioè numero di pixel (larghezza x altezza) che compongono una foto. L'acquisizione di video è comunemente espressa con termini esplicativi come, ad es., Full HD (1080 x 1920 pixel con 30 frame per secondo) o Ultra HD (3840 x 2160 pixel con 30/60 frame per secondo).

⁷ La termocamera o telecamera termografica è una telecamera sensibile alla radiazione infrarossa in grado di ottenere immagini o riprese termografiche (mappe di temperatura delle superfici esposte) a partire dalla radiazione rilevata. Le cosiddette "termocamere radiometriche" consentono di misurare il valore di temperatura assoluto di ogni punto dell'immagine. Lo strumento "legge" il valore di energia immagazzinata da ogni singolo pixel e genera un'immagine, in bianco e nero o in falsi colori, dell'oggetto osservato.



Fig. 1.1 *Il quadricottero commerciale Yuneek Q500+*



Fig. 1.2 *L'esacottero custom appositamente predisposto per trasportare una Termocamera radiometrica Flir Tau2 336.*

- l'ampiezza dell'area rilevabile in condizioni di luce crepuscolari in relazione al tempo di ripresa disponibile utilizzando usuali camere RGB;
- la possibilità di utilizzare velivoli dotati di termocamera per rilevamenti notturni.

Le prove sperimentali sono state condotte, in diverse sessioni (a partire dal settembre 2016 a settembre 2017) in quattro aree di diversa tipologia e a diversa densità di ungulati (rappresentati essenzialmente da capriolo e cinghiale) in assenza di motivi di disturbo nei confronti degli animali:

- Parco Mediceo di Pratolino (Vaglia - Firenze);
- Zona di Ripopolamento e Cattura "I Colli" (Bagno a Ripoli - Firenze);
- A.T.C Firenze 5 (Greve in Chianti - Firenze);
- AFV "I Cini" (Borgo San Lorenzo - Firenze).

Per le diverse prove sperimentali sono stati utilizzati due diversi velivoli, un quadricottero di tipo commerciale (Yuneek Q500+) (fig. 1.1) caratterizzato da un'autonomia di volo di 20 minuti ed equipaggiato con una camera Blade CG02+ GB Gimbal a 3 assi (angolo di ripresa 155°, 16 milioni di pixel) (Horizon Hobby, LLC) e un esacottero *custom* appositamente predisposto per trasportare una Termocamera radiometrica Flir Tau2 336 con modulo Thermal Capture 13mm f/1.25 slow (fig. 1.2).

Le prime fasi sperimentali hanno riguardato la definizione dei due parametri tecnici principali dei dispositivi in grado di influire sul comportamento degli animali (emissioni sonore dei velivoli e capacità di rilevamento degli strumenti di ripresa).

A tale scopo sono state rilevati i valori di volume sonoro percepito al suolo generato dai singoli SAPR utilizzati (cfr., ad esempio, in tabella 1.1 i valori misurati

RPAS SOUND INTENSITY LEVEL (d_{BSPL})					
HEIGHT(M)	1 ST TRIAL	2 ND TRIAL	3 TH TRIAL	4 TH TRIAL	MEAN
0	60	58,3	56	57	57,8
10	62	62,9	62,5	63	62,6
20	59,5	57,5	56,5	60	58,4
30	52	50,9	53	56	53,0
40	50	50,5	51,5	56	52,0
50	48,5	48	47,5	50,3	48,6
60	47	47,5	49,5	47,5	47,9
70	44	45,5	43,5	46	44,8

Tab. 1.1 Valori di pressione acustica al suolo del quadricottero Yuneek Q500+ rilevati per varie quota di volo dello stesso.

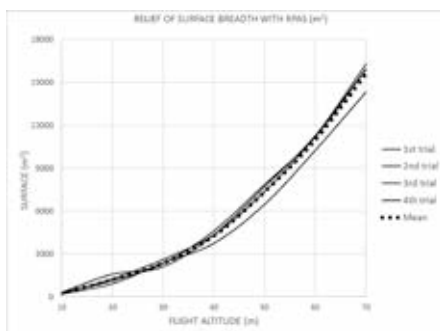


Fig. 1.3 Ampiezza delle superfici di ripresa a terra con camera Blade CG02+ da diverse quota di volo.

per lo Yuneek Q500+)⁸ considerando per ciascuno i valori di pressione acustica al suolo, e l'ampiezza della superficie di ripresa in m^2 in relazione alla quota di volo, registrati a intervalli di 10m fino a una altezza da terra di 70m (fig. 1.3).

Dalla tabella 1.1 è possibile notare che all'aumentare dell'altezza di volo non si rilevano importanti differenze di livello sonoro al suolo, per quanto riguarda invece l'ampiezza della superficie ripresa questa aumenta in media di circa 2000 m^2 ogni 10m di incremento della quota di volo (a 50m la superficie ripresa è di circa 7000 m^2 (fig. 1.3) con una pressione acustica al suolo di 48,6 dB mentre a 40m la superficie ripresa è di circa 4000 m^2 con una

⁸ Il volume del suono (spesso e impropriamente chiamato pressione) è la qualità sonora associata alla percezione della forza di un suono. È determinato dalla pressione che l'onda sonora esercita sul timpano determinata dall'ampiezza della vibrazione e dalla distanza del punto di percezione da quello di emissione del suono. Per misurare il volume percepito di un suono si fa spesso riferimento al livello sonoro, che viene calcolato in decibel. L'altezza del suono dipende in massima parte dalla frequenza cioè dalla quantità di vibrazioni emesse in un secondo (unità di misura: Hertz). L'orecchio delle diverse specie animali (uomo compreso) è in grado di percepire suoni di gamme di altezza diverse (dagli infrasuoni agli ultrasuoni).



Fig. 1.4 *L'area di studio di circa 90.000 m² nel Parco mediceo di Pratolino caratterizzata da superfici prative intervallate da siepi arboree che limitano la visibilità a sotto-aree di modesta estensione.*

pressione acustica di 52 dB). È ovvio che con l'aumentare della quota di volo si riduce il dettaglio delle immagini e quindi la possibilità di discriminare la presenza di corpi a terra mentre con la riduzione della quota può aumentare la percezione del rumore e della forma della sagoma del velivolo da parte degli animali per cui le prime prove sono state finalizzate a verificare, per la strumentazione utilizzata, il giusto compromesso fra capacità di rilevamento e assenza di disturbo attraverso voli a quote diverse. È comunque da ricordare che i parametri di ripresa possono essere opportunamente adeguati alle diverse esigenze con la scelta dei più idonei dispositivi di ripresa.

Sono stati quindi effettuati una serie di voli operativi (diurni, notturni e nelle ore crepuscolari) sulle diverse aree sperimentali.

Si riportano qui di seguito, ad esempio, in modo sintetico i risultati dei rilevamenti condotti nel Parco di Pratolino su una superficie di 90.000 m² caratterizzata da 7 aree contigue intervallate da siepi e boschetti (fig. 1.4).

I voli sono stati effettuati al tramonto in analogia con quella che è la prassi usuale nei censimenti del capriolo da punti di vantaggio. Il rilievo è stato realizzato mediante la camera RGB sopra descritta volando a una altezza variabile fra i 40 e i 60 metri con velocità massima di circa 3 m/s. Ogni volo ha avuto una durata di circa 10-15 minuti, necessari per sorvolare l'intera area.

Considerate le caratteristiche di autonomia di volo del SAPR utilizzato, è stato possibile verificare l'idoneità dello stesso a ispezionare in modo dettagliato ampie aree, indipendentemente dalla presenza di barriere naturali (alberi, siepi, orografia del terreno, ecc.) nel lasso di tempo più favorevole all'uscita del capriolo nelle aree aperte e con durate di osservazione comparabili con quelle effettuabili da terra. Si è potuto quindi rilevare che anche con un dispositivo di ripresa caratterizzato da prestazioni non particolarmente elevate è possibile rilevare la presenza di caprioli al pascolo quasi fino alla completa oscurità anche perché le immagini possono essere successivamente trattate con comuni software di elaborazione grafica per esaltarne luminosità, contrasto, nitidezza, ecc.

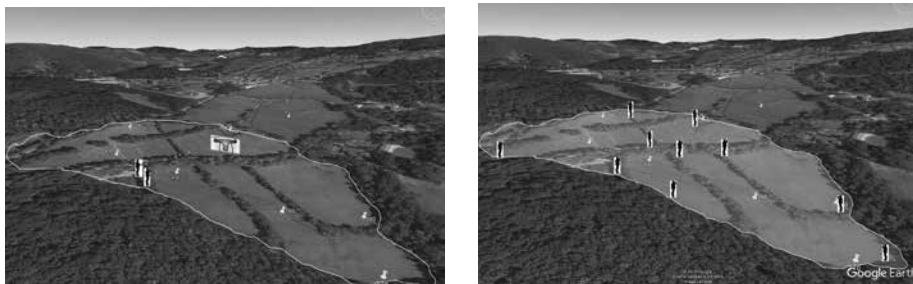


Fig. 1.5 Il rilevamento effettuato col SAPR richiede un minor numero di operatori rispetto a quelli necessari nei rilevamenti effettuati da terra con una conseguente razionalizzazione dello sforzo di osservazione e l'eliminazione di taluni limiti da essi dipendenti.



Fig. 1.6 Particolare di immagine tratta da una ripresa video che mostra un capriolo intento ad alimentarsi e del tutto incurante della presenza del SAPR a circa 40 m dal suolo.

La possibilità di rilevare in modo ripetuto superfici nettamente più ampie di quelle osservabili da un singolo punto di osservazione a terra consente di ridurre il numero di operatori del rilevamento, essendo sufficiente la presenza del pilota del SAPR e di un osservatore faunistico (fig. 1.5).

Per quanto riguarda poi gli aspetti relativi all'efficacia dello strumento nel riprendere i selvatici da quote di volo tali da consentire l'individuazione degli stessi senza però arrecare loro disturbo, le riprese analizzate hanno mostrato l'indifferenza degli stessi nei confronti dei due velivoli utilizzati, anche a quote di sorvolo di circa 20m.

La figura 1.6 mette comunque in evidenza quanto sia chiaramente identificabile un capriolo al pascolo anche da quote superiori. Tali osservazioni sono ovviamente dipendenti dalla tipologia dei velivoli (ala fissa o elicottero), dal numero e dalle caratteristiche tecniche dei motori, dal tipo di eliche installate (per la diversa qualità delle emissioni sonore) e dalla condotta di volo.

La definizione più specifica delle caratteristiche tecniche della strumentazione più idonea sarà oggetto di ulteriori e più dettagliate indagini ma dalle prime prove sperimentali si può ipotizzare l'idoneità dei SAPR utilizzati allo scopo previsto.

CENSIMENTO CON SAPR		CENSIMENTO DA PUNTI DI VANTAGGIO	
VANTAGGI	SVANTAGGI	VANTAGGI	SVANTAGGI
Ampia area di rilevamento			Limitata area di rilevamento
Visibilità non limitata da ostacoli naturali			Visibilità limitata da ostacoli naturali
Possibile utilizzazione per rilevamenti notturni			Difficile utilizzazione rilevamenti notturni
Limitato disturbo usando velivoli appropriati	Possibile disturbo usando velivoli non appropriati	Limitato disturbo da parte dei rilevatori esperti	Possibile disturbo da parte dei rilevatori inesperti
	Necessità di brevetto per il pilota	Titoli specifici non necessari	
	Difficoltà nel rilevamento della struttura di popolazione	Possibilità di rilevamento della struttura di popolazione	
Basso numero di operatori			Elevato numero di operatori
Ridotti tempi operativi			Elevati tempi operativi
	Operatività influenzata dalle condizioni meteo	Scarsa influenza delle condizioni meteo	
Omogeneità dei dati rilevati			Eterogeneità dei dati rilevati
Oggettività dei risultati			Soggettività dei risultati
Riduzione dei doppi conteggi			Possibilità di doppi conteggi
Rilevamenti effettuati da personale qualificato			Rilevamenti effettuati da personale non qualificato
Facilità di ripetizione del rilevamento			Complessità di ripetizione del rilevamento
Possibilità di programmare missioni di volo			

Tab. 1.2 *Prospetto comparativo relativo ad alcuni aspetti inerenti censimenti da SAPR e da punti di vantaggio a terra.*

La tabella riassuntiva 1.2 riporta in modo sintetico taluni aspetti relativi a vantaggi e limiti dell'utilizzazione dei SAPR e del rilievo tradizionale da punti di vantaggio emersi nel corso della sperimentazione.

Considerati i risultati dell'esperienza condotta pare di poter concludere che l'integrazione dei tradizionali rilevamenti da punti di vantaggio con riprese aeree potrebbe contribuire a razionalizzare le operazioni di censimento. In particolare l'uso dei SAPR potrebbe aiutare a definire meglio i parametri quantitativi e la distribuzione delle popolazioni animali.



Fig. 1.7 Il quadricottero con la termocamera installata, in posizione di riposo.



Fig. 1.8 Frame ricavato da una ripresa video da termocamera. In basso a sinistra lepre e in alto a destra cinghiali ripresi a oltre 100m di distanza



Fig. 1.9 Ingrandimento di un frame estratto da ripresa video con termocamera con in evidenza un capriolo



Fig. 1.10 Cinghiali al pascolo in un oliveto ripresi da termocamera installata su SAPR.

Non è poi da sottovalutare l'utilità di tali strumenti per altre applicazioni di tipo faunistico come ad esempio lo studio dettagliato del comportamento alimentare degli animali nei confronti di colture agrarie, la verifica dell'efficacia dei sistemi di prevenzione e protezione allestiti, ecc. Ciò in particolare per le specie contattabili nelle ore diurne e crepuscolari.

Per quanto riguarda invece le specie, come il cinghiale, a più marcata mobilità notturna, sono state condotte prove con termocamera installata a bordo del SAPR per verificare la capacità dello strumento di discriminare la presenza di animali al suolo in relazione alla differenza di temperatura degli stessi con quella del terreno. A tale scopo si è utilizzato, come sopra ricordato, un velivolo *custom* caratterizzato da volo autonomo e *waypoints* caricati da software appositamente adattato con un supporto Gimbal realizzato per trasportare la termocamera Flir Tau2 336 del peso di 95 gr. (fig. 1.7).

I voli sperimentali sono stati effettuati in quattro sessioni dal luglio al settembre 2017 in condizioni diverse, particolarmente per quanto attiene le

condizioni di temperatura al suolo. Le riprese sono state effettuate nelle prime ore notturne successive al tramonto in modo da interessare le parti della notte con temperature al suolo più elevate, per valutare la capacità dello strumento di discriminare il corpo degli animali rispetto allo sfondo nella situazione più critica.

Dall'analisi delle riprese si è potuto verificare la capacità dello strumento di realizzare immagini dalle quali è possibile individuare i corpi degli animali anche a notevole distanza, distinguere, almeno per le specie di maggiori dimensioni, le specie e rilevare la presenza di animali anche se posizionati dietro ostacoli vegetali non troppo densi, in relazione alla massa corporea degli stessi e alla distanza di ripresa (figg. 1.8, 1.9, 1.10). Anche nel caso di uso della termocamera installata su SAPR si sono quindi mostrati i presupposti che sembrano indicare l'idoneità della metodologia per rilevare la presenza di animali mediante riprese dall'alto facendo presupporre l'utilità del metodo particolarmente per il rilevamento di specie a mobilità notturna. La metodologia potrebbe inoltre essere particolarmente utile nel rilevamento della presenza di specie ungulate all'interno di coltivazioni caratterizzate da maggiore densità e taglia come mais, cereali di taglia alta, ecc.

USO DI SISTEMI AEREI A PILOTAGGIO REMOTO (SAPR)

PER LA STIMA DEI DANNI AI SEMINATIVI DA PARTE

DEGLI UNGULATI SELVATICI

A cura di Francesco Sorbetti Guerri¹, Sara Bartolozzi¹, Veronica Racanelli¹, Giorgio Argenio², Alessio Giusti³, Vittorio Ferrara³, Giovanni Rocchi³

¹ Università di Firenze. Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF) (Operatore Riconosciuto ENAC rif. 6815). Laboratorio di Ingegneria Applicata alla fauna selvatica (Wildlife-Lab) - ²Architetto- ³Esperto SAPR

In molte regioni italiane la normativa prevede forme di indennizzo per le aziende agricole che, essendo state colpite da danni da fauna selvatica, facciano richiesta di accertamento tramite sopralluoghi in campo effettuati da professionisti estimatori. Tale compito è in genere affidato a esperti (in genere dottori Agronomi e dottori Forestali) che rilevano l'entità del danno attraverso la stima a vista della percentuale di superficie danneggiata e la quantificazione della resa di ciascuna coltura in campo. L'ammontare dell'indennizzo viene in seguito definito in base al quantitativo stimato di prodotto perso e al prezzo di mercato presente sul prezzario delle Camere di Commercio provinciali.



Fig. 2.1 *Estesa area danneggiata da cinghiale in un appezzamento coltivato a mais.*



Fig. 2.2 *Oltre al danno dovuto all'asportazione del prodotto i gruppi di cinghiali provocano notevoli danni anche alle piante non utilizzate.*

Tali stime sono però soggette, soprattutto nel caso di seminativi di grandi estensioni come quelli cerealicoli, da alcuni limiti e problematicità che rendono inevitabile l'errore umano, non permettendo nella maggioranza dei casi di definire una oggettiva quantificazione del danno causato dai selvatici. Fra questi, si evidenziano, in particolare, quelli dipendenti dalla difficoltà di individuare da terra, in modo dettagliato ed esaustivo, tutte le aree danneggiate e di conseguenza di determinarne con sufficiente attendibilità, l'estensione.

Tali limiti derivano principalmente dalle caratteristiche delle diverse colture (in particolare dallo sviluppo in altezza), dalla fase vegetativa e dalle peculiarità orografiche delle superfici di coltivazione, che spesso precludono la visione completa e dettagliata di ampie aree (Sorbeti Guerri et al., 2016).

La Toscana è ricca di esempi di questo genere dal momento che, dopo vigneti e oliveti, le colture maggiormente diffuse sono quelle cerealicole (sia autunno-vernine che primaverili-estive), che a maturazione, in alcuni casi, raggiungono dimensioni notevoli in altezza impedendo, con osservazioni da terra, l'individuazione delle aree danneggiate. A ciò si aggiungano le difficoltà, anche in condizioni di buona visibilità, di definire con rilevamenti speditivi da terra i limiti delle aree danneggiate e di quantificarne l'estensione con tolleranze accettabili.

Basta pensare infatti a colture come il mais, il girasole, ecc. per rendersi conto che la verifica del danno reale non può essere effettuata a vista se non entrando direttamente all'interno della coltura ne è agevole effettuare rilievi topografici, anche semplici, con il rischio per il perito di perdere i punti di riferimento viste le notevoli estensioni di tali seminativi e di impiegare molto tempo per riuscire a effettuare il sopralluogo. Succede inoltre spesso che, a causa dello schermo visivo provocato dalle piante, un campo di questo genere visto dall'esterno possa risultare integro e non danneggiato, quando invece



Fig. 2.3 *Coltura di girasoli in zona collinare. La morfologia del territorio e la taglia delle specie vegetali coltivate rendono spesso difficile l'individuazione delle aree danneggiate.*



Fig. 2.4 *L'osservazione da terra, con visuali inclinate può rendere incerta la definizione delle superfici danneggiate anche in presenza di colture di modesta altezza.*

all'interno il danno può raggiungere percentuali elevatissime (figg. 2.1, 2. 2).

Inoltre gran parte del nostro territorio è caratterizzato, dal punto di vista orografico, da un andamento per lo più collinare, caratteristica che pregiudica spesso, specialmente nel caso di superfici di elevata estensione, la visibilità completa dell'area danneggiata (Innocenti et al., 2009), causando notevoli difficoltà per i periti nella valutazione del danno (figg. 2.3, 2.4).

A ciò si aggiungono altri due elementi problematici e cioè che i dati relativi alla determinazione dell'estensione delle superfici danneggiate stimati a vista sono comunque soggetti ai limiti di correttezza metrica dipendenti dalla diversa capacità, sensibilità ed esperienza dei periti, non presentando quindi caratteri di oggettività e che i risultati della stima non sono sostenuti da documentazione cartografica dettagliata che riporti dati topografici rilevati in modo adeguato per definire i limiti e le superfici delle aree danneggiate con un buon livello di affidabilità. Ciò implica, dal punto di vista della stima e della liquidazione degli indennizzi, una serie di difficoltà nel pervenire a quantificazioni sufficientemente attendibili, eque e soddisfacenti sia per gli agricoltori che hanno subito il danno che per gli Enti responsabili dei risarcimenti.

In tali casi, vista l'elevata entità degli indennizzi che viene stimata ogni anno e l'incremento costante dei danni, l'uso dei Sistemi Aeromobili a Pilo-taglio Remoto (SAPR), strumenti in grado di effettuare in tempi rapidi riprese aeree video-fotografiche di ampie superfici, potrebbe consentire di superare le problematiche sopra indicate derivanti dai tradizionali rilievi da terra.

Per verificare tale possibilità nel luglio 2016 si sono effettuate alcune sperimentazioni finalizzate a rilevare e quantificare l'entità dei danni arrecati da cinghiale a un appezzamento coltivato a tritcale (\times Triticosecale Wittm.) nella

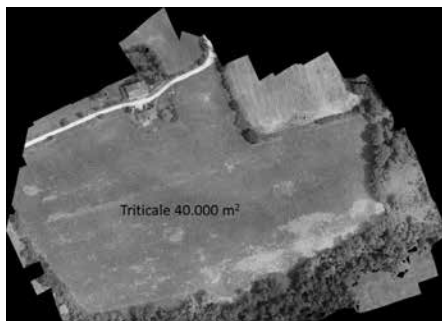


Fig. 2.5 *Il campo di triticale di circa 40.000m², oggetto del rilievo sperimentale ripreso da SAPR.*



Fig. 2.6 *Quadricottero IM650H4.*

zona del Mugello in provincia di Firenze (fig. 2.5), attraverso il rilievo, l'elaborazione e l'analisi di immagini riprese da un velivolo multirottore appositamente predisposto.

La superficie sperimentale da rilevare era collocata in un'area cerealicola caratterizzata da andamento collinare con modeste pendenze (caso molto comune in quel territorio) che non permettevano comunque una completa osservazione da terra dell'appezzamento coltivato se non percorrendolo al suo interno e quindi risultava problematica l'individuazione dei danni mediante i classici sopralluoghi di campagna.

Per ovviare a tale limite, identificare le diverse aree interessate dai danni e sviluppare un adeguato piano di volo si sono effettuati, a titolo sperimentale, dei voli preliminari di ricognizione con due SAPR di tipo commerciale; nello specifico, un quadricottero Yuneek Q500+ caratterizzato da un tempo di volo di circa 20 minuti ed equipaggiato con una camera Gimbal CGO2 plus (SAPR GESAAF-Wildlife) e un quadricottero Phantom DJI 4 con un'autonomia di volo di circa 25 minuti ed equipaggiato con una camera ad alta risoluzione.

Il SAPR utilizzato per la successiva fase di rilevamento è stato un quadricottero *custom* di tipo professionale (IM650H4) (fig. 2.6), in grado di

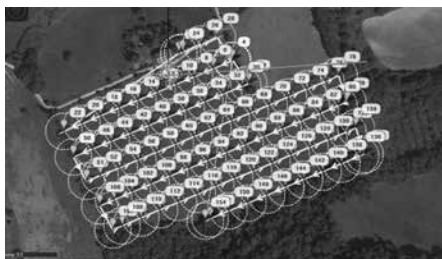


Fig. 2.7 Serie di fotogrammi scattati durante il volo dal SAPR dell'area da periziare.

effettuare volo autonomo per *way points* programmati; ciò ha permesso di effettuare una vera e propria pianificazione della missione tramite la quale sono stati definiti i parametri di volo relativi all'intera area di lavoro (quota, percorso, superficie investigata, numero di scatti al minuto, durata di volo).

Nel corso della sperimentazione le riprese sono state effettuate con fotocamera Sony RX100II da 20 Mpixel dotata di sensoristica ad alta definizione necessaria per ottenere un flusso di lavoro fotogrammetrico.

In relazione alle informazioni ottenute tramite i voli di ricognizione preliminari, sono state quindi individuate, sull'area di studio, una serie di zone danneggiate, che hanno costituito le aree di lavoro su cui effettuare i rilievi sperimentali. Su queste sono stati posizionati, ai fini di verifica metrica, tre target di riferimento a terra collocati sui vertici di un triangolo equilatero con lato di 10 m. Successivamente sono stati stabiliti i parametri per la missione di rilevamento relativi alla dimensione della superficie da sorvolare (40.000 m²), alla quota di volo (60 metri di altezza dal suolo) e alla velocità del SAPR (4 m/s) ed è stato così programmato il piano di volo.

Durante il volo con il SAPR professionale sono stati scattati, per la copertura dell'intera superficie, 154 fotogrammi (fig. 2.7); la durata della missione necessaria per coprire tale area è stata di circa 10 minuti.

Una volta a terra, i fotogrammi sono stati opportunamente elaborati con uno specifico software fotogrammetrico, che ha permesso di ricavare 70 immagini georeferenziate dell'area e, conseguentemente, sia un modello tridimensionale georeferenziato (fig. 2.8), che mappe bidimensionali dell'area oggetto di studio (fig. 2.9).

Si è potuto così procedere alla individuazione delle aree danneggiate, facilmente rilevabili dalle immagini, e alla loro misurazione necessaria per la successiva quantificazione del danno (fig. 2.10 e tab. 2.1).

Apposite verifiche sulla base dei target a terra, hanno consentito la verifica della correttezza dei dati rilevati mediante la comparazione fra le misure lineari dirette prese in campo e quelle indirette ottenute dall'elaborazione delle immagini da SAPR. Tale comparazione ha mostrato come dette misure

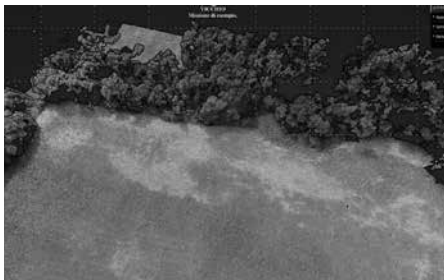


Fig. 2.8 *Modello tridimensionale georeferenziato dell'area da periziare.*

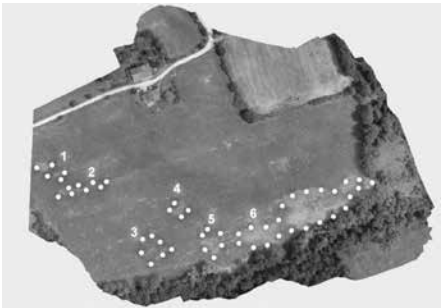


Fig. 2.9 *Mappa bidimensionale dell'area oggetto di studio, sulla quale sono individuate le aree danneggiate.*



Fig. 2.10 *Delimitazione e misurazione delle aree danneggiate dal cinghiale.*

AREA	SUPERFICIE DANNEGGIATA (M ²)
1	46,94
2	38,84
3	127,23
4	169,10
5	4.774,12
6	447,33
7	382,99
8	122,71
9	209,59
10	190,91
11	340,29
12	87,35
13	122,86
Tot	7.060,26
%	17,65

Tab. 2.1 *Quantificazione in m2 della superficie danneggiata per ciascuna area.*

differiscano di circa lo 0,1-0,2% (con un errore di circa 10-20 cm ogni 10 m lineari) per riprese effettuate a 60 metri di altezza dal suolo.

Come si può notare dalla tabella 2.1 la misurazione delle aree danneggiate attraverso l'analisi delle immagini riprese da SAPR, ha evidenziato un danno di circa il 17,6% dell'area totale. Tale valore è stato poi comparato con quello rilevato attraverso una classica stima a vista effettuata in modo accurato sulla

STIMA DA TERRA				STIMA DA SAPR			
	SUP. DANNEG- GIATA RILEVATA M²	%	RESA/10.000 M² KG	PRODOTTO PERSO KG	SUP. DANNEG- GIATA RILEVATA M²	%	RESA/10.000 M² KG
	10.000	25	4.000	4.000	7.060	17,65	4.000
Differenza Perito- sapr	+2.940	+7,35		+1.176			
							2.824

Tab. 2.2 Comparazione fra i dati di stima elaborati mediante rilievo da terra e rilievo mediante SAPR

medesima area da un perito esperto; quest'ultimo aveva stimato un danno del 25%. La tabella 2.2 riporta in sintesi i principali parametri ricavati mediante rilevamento da terra (metodo tradizionale) e rilevamento da SAPR. Considerata una resa in granella della coltura di circa 4.000 kg/ha, la stima da terra ha portato alla determinazione quantitativa di prodotto perso sull'intera superficie pari a 4.000 kg mentre la stima mediante immagini rilevate da SAPR ha quantificato il prodotto perso in 2.824 kg, cioè circa 1170 kg di prodotto in meno.

Per quanto riguarda l'impegno di tempo necessario per effettuare la stima per il rilievo dell'intera area si sono impiegati 10 minuti di volo e circa 30-40 minuti per l'elaborazione in loco delle immagini, per un totale di circa 1 ora di lavoro. Il tempo invece impiegato dal perito per effettuare il sopralluogo nel campo e per compilare a mano il verbale finale nel quale vengono elencate tutte le particelle danneggiate e inseriti i dati aziendali, è stato di 2 ore, quindi il doppio del tempo impiegato utilizzando il SAPR.

È comunque ipotizzabile che, con la predisposizione di un software specifico capace di integrare le immagini rilevate, i dati metrici elaborati, i dati di stima e tutte le informazioni aziendali necessarie, i tempi per l'effettuazione di una perizia potrebbero essere ulteriormente ridotti, non dovendo più il perito né percorrere tutti i campi, né compilare a mano ogni verbale, garantendo inoltre elevati livelli di attendibilità constatabili direttamente al momento del sopralluogo da parte dell'agricoltore.

In base ai risultati ottenuti dalla sperimentazione effettuata è emerso che i SAPR possono rappresentare uno strumento di effettiva utilità in grado di contribuire in modo sostanziale al corretto rilevamento dei danni provocati dalla fauna selvatica a particolari tipi di colture. I notevoli vantaggi sono legati ai tempi di missione ed elaborazione per l'ottenimento della cartografia che sono risultati molto ridotti rispetto a quelli impiegati dal perito in campo, ai risultati che sono contestuali alla fase del sopralluogo e permettono un riscontro e una misurazione immediati del danno, alle facilitazioni logistiche del tecnico che opera senza dover accedere fisicamente all'area da monitorare, alla missione di rilievo che è programmata e quindi ripetibile, al dato ottenuto che è risultato metricamente e geograficamente attendibile con precisioni molto elevate. Ciò implica la possibilità di giungere a un equo indennizzo a tutela dell'agricoltore e dell'amministrazione.

È da rilevare inoltre che tali dati, facilmente memorizzabili in appositi archivi strutturati su vari livelli informativi, possono essere utilizzati per la predisposizione di data-base storici, indispensabili sia per l'espletamento delle procedure amministrative di indennizzo, che per elaborare efficaci piani di

gestione della fauna selvatica da parte degli Enti pubblici preposti. In più non è da sottovalutare l'utilità che tali informazioni potrebbero avere per le imprese agricole ai fini della predisposizione, la gestione e la verifica di programmi e interventi di difesa mirati a specifici contesti territoriali.

CONCLUSIONI

In conclusione, considerato che la grande diffusione che hanno avuto in questi ultimi anni i SAPR, per la grande gamma di applicazioni possibili, ha determinato una notevole diminuzione dei loro costi, che le normative attuali hanno molto semplificato le procedure per il conseguimento dei brevetti di volo e soprattutto che tali strumenti presentano caratteri di particolare versatilità nelle più diverse applicazioni al settore agricolo e forestale, si può ritenere che tali strumenti possano essere annoverati fra quelli utilmente utilizzabili anche nel settore della gestione faunistica. Ciò anche in considerazione del fatto che la maggior parte dei comprensori faunistici si collocano in aree considerate non critiche per il volo, nell'ambito delle quali i limiti all'uso di tali strumenti si riducono fondamentalmente al rispetto delle condizioni di sicurezza.

In una prima fase di sperimentazione e sviluppo, ma anche nelle utilizzazioni future, resta comunque aperta anche l'ipotesi di collaborazione fra tecnici faunistici e professionisti di volo e di elaborazione dei dati rilevati che potrebbe consentire percorsi applicativi più efficaci in grado di arricchire le potenzialità operative e la professionalità dei tecnici del settore.

RIASSUNTO

Negli ultimi decenni si è assistito in Italia a notevoli trasformazioni dell'assetto socio-economico del mondo rurale che hanno determinato impreviste e improvvise modificazioni nei rapporti fra le esigenze di tutela del settore agricolo-forestale e delle componenti animali che vi insistono. La comparsa e l'imponente sviluppo numerico delle popolazioni di ungulati selvatici su tutto il territorio nazionale richiede oggi interventi di gestione che non possono più basarsi su modelli classici, oramai superati e non più adeguati alle attuali esigenze. In particolare non è più concepibile ignorare l'utilità di strumenti e metodi evoluti di indagine propri dei tempi attuali la cui adozione risulta essenziale per l'attuazione di razionali ed efficaci azioni gestionali delle popolazioni animali fondate su dati certi e conoscenze indubitabili. Solo una convinta consapevolezza della necessità di sviluppare e indagare nuovi percorsi e di adottare politiche che sostengano in modo adeguato la ricerca in tal senso e la divulgazione e condivisione dei suoi risultati, possono contribuire

al raggiungimento di obiettivi razionali, condivisi e soddisfacenti le diverse parti coinvolte e soprattutto alla riduzione dei conflitti fra le stesse. Il presente lavoro ha lo scopo di suggerire alcuni spunti di riflessione sull'utilità dei SAPR (Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto) per la razionale gestione delle popolazioni di ungulati selvatici.

ABSTRACT

In recent decades, in Italy there have been significant socio-economic changes in the rural world that have led to unexpected and sudden changes in the relationship between the needs of protection of the agricultural-forestry sector and of the animal components present in the territory. The presence and the massive numerical development of wild ungulates populations throughout the national territory today requires management interventions that can no longer be based on classical models, now outdated and no longer adequate to current needs. In particular, it is no longer conceivable to ignore the usefulness of advanced tools and methods of investigation proper to current times, the adoption of which is essential for the implementation of rational and effective management actions of animal populations based on reliable data and unquestionable knowledge. Only a convinced awareness of the need to develop and investigate new paths and to adopt policies that adequately support research in this sense and the dissemination and sharing of its results, can contribute to the achievement of rational, shared and satisfying goals for the different parties involved and above all to the reduction of conflicts between them. The present work aims to suggest some considerations on the usefulness of RPAS (Remotely Pilot Aerial System) for the rational management of wild ungulates populations.

BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO PELAYO F., RUIZ-FONS J., VICENTE A.R., REYES-GARCÍA ALZAGA V., GORTÁZAR C. (2008): *Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats*, «Journal of Zoology», 276 (1), pp. 37-47.
- APOLLONIO M., ANDERSEN R., PUTMAN R. (2010): *European Ungulates and their management in the 21th century*, Cambridge University Press.
- ARGENTI G., RACANELLI V., BARTOLOZZI S., STAGLIANÒ N., SORBETTI GUERRI F. (2017): *Evaluation of wild animals browsing preferences in forage resources*, «Italian Journal of Agronomy», vol. 12, pp. 208-214, doi: 10.4081/ija.2017.884
- BORKOWSKI J., PALMER S.C.F., BOROWSKI Z. (2011): *Drive counts as a method of estimating ungulate density in forests: mission impossible?*, «Acta Theriologica», 56 (3), pp. 239-253.
- BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P., LAAKE J.L., BORCHERS D.L., THOMAS L. (2001): *Introduction to Distance Sampling*, Oxford University Press, Oxford.
- CAPACCIOLI A., RACANELLI V., SORBETTI GUERRI F. (2017): *La difesa dai danni provocati dalla fauna selvatica. Realizzazione e gestione delle recinzioni elettriche*, Aracne Editrice - Gioacchino Onorati editore, pp. 143.
- COMMISSIONE EUROPEA - Direzione Generale Agricoltura e Sviluppo Rurale - Direzione

- I. Questioni giuridiche, istituzionali e procedurali Lettera alla rappresentanza permanente d'Italia. Oggetto: *Qualifica come non aiuto degli indennizzi per danni causati da fauna selvatica concessi dagli organi di gestione degli ambiti territoriali di caccia*.
- CRAVEN S. R., HAGSTROM S. E. (1994): *Deer, Damage prevention and control Methods*, in *Prevention and control of Wildlife Damage*, pp. 25-40.
- DEVOTO G., OLIVIERO G.C. (1990): *Il dizionario della lingua italiana*, Le Monnier, Firenze.
- FRANZETTI B., FOCARDI S. (2006): *La stima di popolazione di ungulati mediante distance sampling e termocamera a infrarossi*, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, INFS.
- HEINLEIN ROBERT A. (1979): *Lazarus Long, l'immortale*, Cosmo Serie Oro, Classici della Narrativa di Fantascienza 37, Editrice Nord.
- INNOCENTI S., SORBETTI GUERRI F., TEI T. (2009): *Applicazione dell'analisi di visibilità per la progettazione di strutture di avvistamento naturalistico in aree protette*, IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, Ischia Porto, 12-16 settembre 2009, memoria n. 4-5.
- ISPRA (2013): *Linee guida per la gestione degli Ungulati (cervidi e bovidi)*, Manuali e linee guida 91/2013.
- MARUCCI A., ZULLO F., DI FABRIZIO F., CIABÒ S., FLORINI L., ROMANO B. (2016): *Tecnologie innovative per il territorio: GIS e droni per l'analisi, la diagnosi e la pianificazione*, «De Rerum Natura», n. 55.
- MERIGGI A., SOTTI F., GILIO N., LAMBERTI P. (s.d.): *Analisi dei metodi di censimento del capriolo utilizzati in Europa*, in progetto finanziato e promosso dall'ARSIA "La verifica e innovazione dei metodi di censimento del Capriolo" (Coordinamento: Prof. M. Apollonio; Supervisione scientifica: Dott. A. Meriggi). Centro Interuniversitario per la Ricerca sulla Selvaggina e i Miglioramenti Ambientali a fini Faunistici (CIRSeMAF).
- MICHEZ A., MORELLE K., LEHAIRE F., WIDAR J., AUTHELET M., VERMEULEN C., LEJEUNE P. (2016): *Use of Unmanned Aerial System to assess wildlife (Sus scrofa) damage to crops (Zea mays)*, «Journal of Unmanned Vehicle Systems», e-First Article. (doi: 10.1139/juvs-2016-0014).
- MUSTONI A., PEDROTTI L., ZANON E., TOSI G. (2002): *Ungulati delle Alpi. Biologia – Riconoscimento e Gestione*, Nitida Immagine Editrice, pp. 521.
- ODUM E. P. (1966): *Ecologia*, Zanichelli, Bologna.
- ODUM E. P. (1973): *Principi di ecologia*, Piccin Editore, Padova.
- PONZETTA M.P., SORBETTI GUERRI F., BANTI P., NUTI S. (a cura di) (2009): *Gli incidenti stradali causati dalla fauna selvatica in Toscana. Analisi del fenomeno nel periodo 2001-2008*, Regione Toscana, Firenze, pp. 1-88.
- PUTMAN R., APOLLONIO M., ANDERSEN R. (EDS.) (2011): *Ungulate management in Europe: problems and practice*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-408.
- RACANELLI V., SORBETTI GUERRI F. (2015): *Metodi e tecnologie di difesa dai danni da fauna selvatica*, in «L'Informatore Agrario», n. 17/2015, pp. 58-64.
- SORBETTI GUERRI F. (2013): *Il difficile equilibrio fra fauna e agricoltura*, in *Agricoltura e gestione razionale della fauna selvatica*, «I Georgofili. Quaderni», 2013-IV.
- SORBETTI GUERRI F., RACANELLI V. (2015): *La prevenzione dei danni da fauna ungulata all'agricoltura: esperienze su metodologie e tecnologie adottabili*, in *Irrazionali danni da fauna selvatica all'agricoltura e all'ambiente*, «I Georgofili. Atti della Accademia dei Georgofili», 2015.
- SORBETTI GUERRI F., BARTOLOZZI S., RACANELLI V., ARGENTIO G., GIUSTI A., FERRARA V., ROCCHI G. (2016): *Evaluation of wildlife impact on agricultural production through*

Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS): materials and methods and information obtained for the damage evaluation, Abstract in Atti del III Congresso nazionale Fauna Problematica, Cesena 24-26 novembre 2016.

SORBETTI GUERRI F., BARTOLOZZI S., RACANELLI V. SORBETTI GUERRI E., (2016): *Opportunities and limitations using Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) for the study of wild ungulates: a first experimental approach for estimating Roe deer (Capreolus capreolus) populations*, Abstract in Atti del III Congresso nazionale Fauna Problematica, Cesena 24-26 novembre 2016.

THOMPSON W., WHITE G.C., GOWAN C. (1998): *Monitoring vertebrate population*, Academic Press, San Diego, California, 365 pp.

TRECCANI VOCABOLARIO: in <http://www.treccani.it/vocabolario/>