

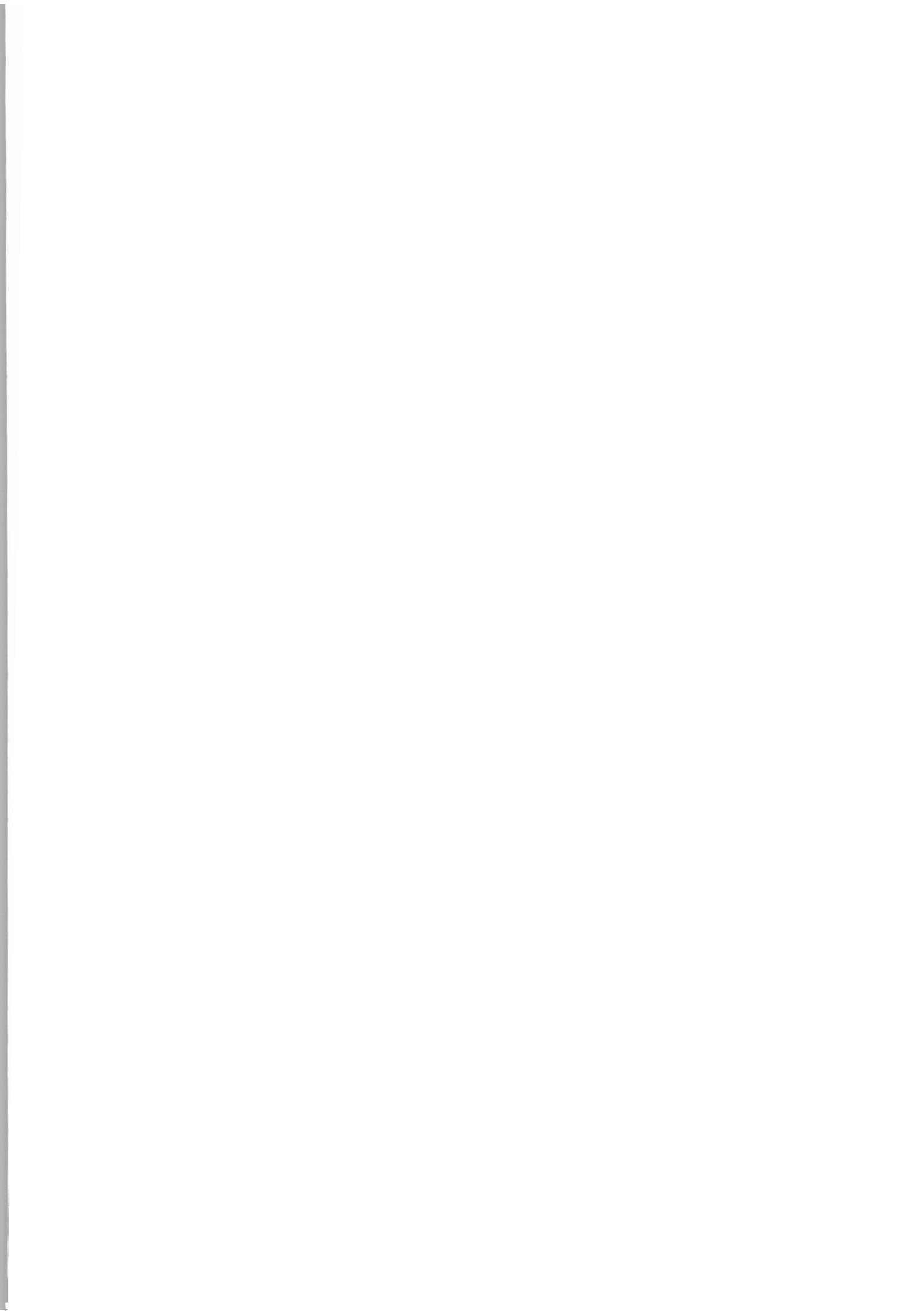
# LA MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI NELLA VALLE DEL TICINO E L'IMPATTO DI MALPENSA



Regione Lombardia

Parco Ticino

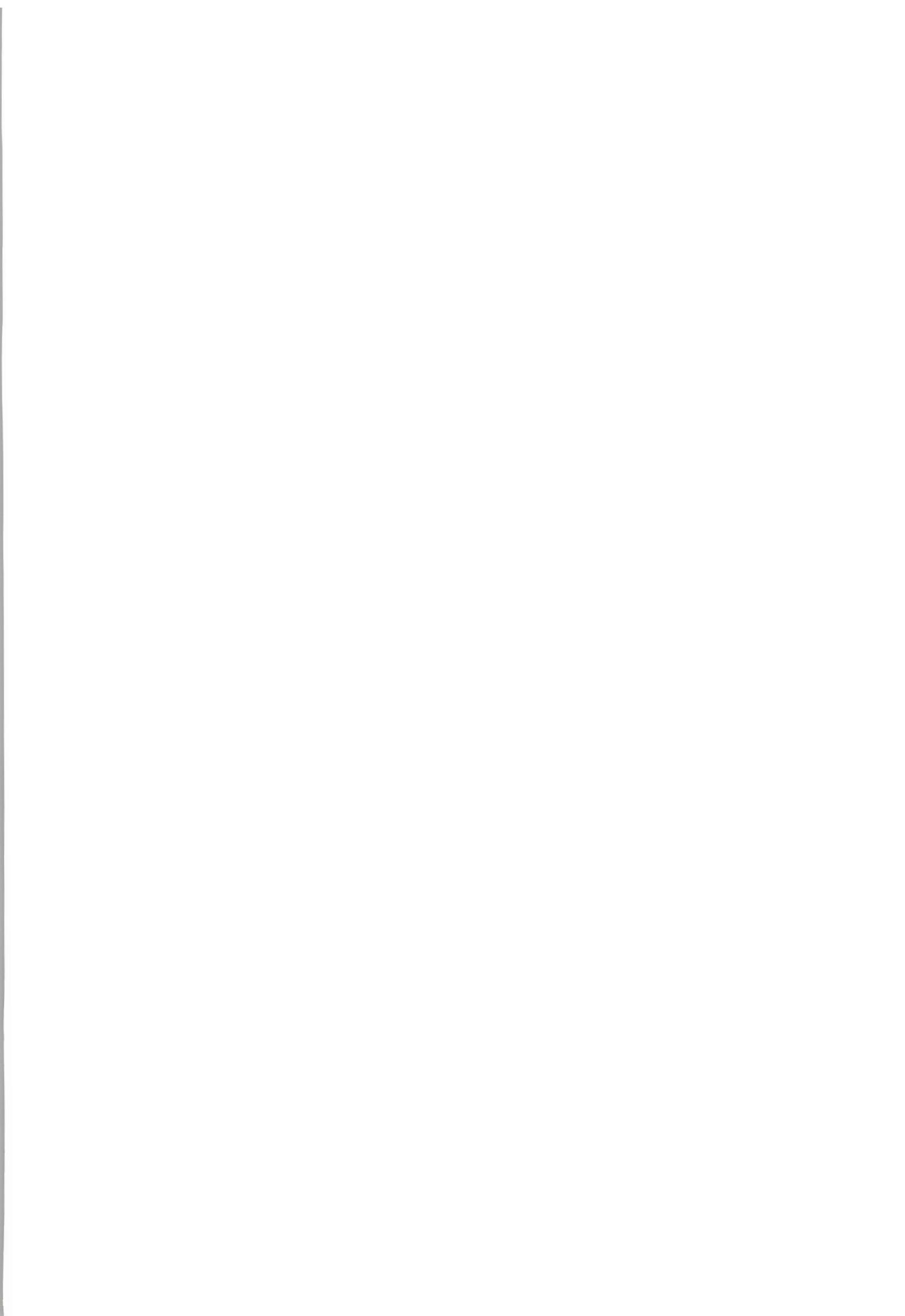












**LA MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI  
NELLA VALLE DEL TICINO  
E L'IMPATTO DI MALPENSA**



# LA MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI NELLA VALLE DEL TICINO E L'IMPATTO DI MALPENSA



Regione Lombardia

Parco Ticino





*Lo studio è stato realizzato da:*



**Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino**  
Via Isonzo, 1 - 20013 Pontevecchio di Magenta (MI)  
Tel. 02/972101 - fax 02/97950607  
E-mail: [parcoticino@endoxa.it](mailto:parcoticino@endoxa.it)  
Sito web: [www.parcoticino.it](http://www.parcoticino.it)

*In collaborazione con:*



**Associazione FaunaViva**  
Via Biringhello, 114 - 20017 Rho (MI)  
Tel. 02/36541384  
E-mail: [faunaw@libero.it](mailto:faunaw@libero.it)  
Sito web: [www.faunaviva.it](http://www.faunaviva.it)



**Regione Lombardia**  
Via Fabio Filzi, 22 - 20123 Milano  
Tel. 02/67655744  
Sito web: [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)

*Coordinatore:*  
**Dario Furlanetto**

*Responsabile e coordinatore della ricerca:*  
**Lorenzo Fornasari**

*Editor del volume:*  
**Lorenzo Fornasari**

*Assistente di redazione:*  
**Paolo Bonazzi**

*Progetto grafico, impaginazione, fotolito e stampa:*  
**IL GUADO - Comunicazione, Grafica, Stampa**  
Via Pablo Picasso, 21/23 - 20011 Corbetta (MI)

*Maggio 2003*





## Presentazione

*La presente ricerca si inserisce in un più ampio quadro di indagini, attivate dal Parco del Ticino in collaborazione con la Regione Lombardia, volte a valutare l'impatto prodotto dall'aeroporto di Malpensa sulle diverse componenti ambientali presenti nella valle del Ticino. Le ricerche effettuate hanno valutato la qualità dell'aria, delle acque e degli ecosistemi forestali; hanno esaminato la struttura del territorio individuando un disegno di rete ecologica finalizzato agli interventi di deframmentazione e di valorizzazione del territorio stesso. Grande importanza è stata assegnata alle componenti faunistiche con specifico riferimento alla fauna stanziale e migratoria, agli animali domestici ed al rischio di introduzione di specie esotiche. La componente faunistica migratoria, in particolare, rappresenta una delle componenti biologiche da tutelare con grande vigore: il Parco, infatti, costituisce un importante corridoio ecologico che collega le Alpi al sistema appenninico e, quindi, l'Europa continentale al bacino del Mediterraneo.*

*Con questa ricerca sono stati indagati vari aspetti della migrazione tra cui la portata della stessa, la componente vegetale nella dieta dei passeriformi migratori, il loro livello di adiposità e gli aspetti legati all'utilizzo del territorio. La conoscenza delle interazioni esistenti tra i migratori e la vegetazione presente nel Parco costituiscono un tassello utile al raggiungimento di un obiettivo più generale affidato al Parco del Ticino che è quello di osservare e comprendere le relazioni esistenti tra il comparto abiotico e quello vivente, per giungere ad una gestione integrata e complessa del territorio.*

*Da questa ricerca è emerso, inoltre, un significativo risultato: l'interazione tra l'illuminazione dell'aeroporto di Malpensa 2000 ed il comportamento dei migratori notturni. Questo aspetto, inizialmente sottovalutato, è forse il fattore che influenza più negativamente di altri il transito dei migratori notturni nel nostro territorio. Alla luce di tali risultati è bene sottolineare che anche la gestione di fonti inquinanti apparentemente innocue, si rivela, a volte, di importanza strategica. Siamo convinti che, grazie ad interventi mirati, sia possibile agire in modo tale che lo sviluppo infrastrutturale di quest'area possa avvenire in accordo con i principi della sostenibilità ambientale.*

*Questa indagine, condotta nel triennio 2000 – 2002, è tuttora in corso di svolgimento. La pubblicazione a scopo divulgativo dei dati ottenuti ha la finalità di accrescere la nostra sensibilità nei confronti di specie che, spesso elusive e invisibili agli occhi dei meno attenti, hanno bisogno, per conservarsi, anche dell'aiuto dell'uomo.*

IL DIRETTORE  
**Dario Furlanetto**

IL PRESIDENTE  
**Milena Bertani**

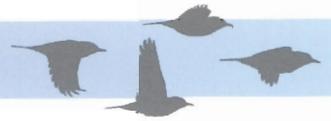


*Questa fatica è dedicata  
a mia moglie Cristina.  
Nessuno come gli uccelli ce lo insegna:  
la vita è un viaggio,  
il viaggio è il centro della vita.*

**Lorenzo Fornasari**







## **Il ruolo del Ticino per la migrazione**

Lorenzo Fornasari, Paolo Bonazzi, Elisabetta de Carli,  
Alessio Ponturo, Alessandro Ioele

1

---

## **La fenologia della migrazione nel Parco del Ticino**

Paolo Bonazzi, Jacopo Tonetti, Lorenzo Fornasari

39

---

## **Tragitto interrotto: effetto attrattivo dell'illuminazione di Malpensa 2000 sui migratori notturni**

Lorenzo Fornasari e Alessandro Ioele

71

---

## **Efficienza degli habitat naturali del Parco del Ticino come aree di sosta per i Passeriformi migratori**

Valeria Cambiaghi, Jacopo Tonetti, Laura Atzori,  
Elisabetta de Carli, Lorenzo Fornasari

81

---

## **Ecologia della sosta nel Parco del Ticino. I. Livello di adiposità e portata della migrazione**

Elisabetta de Carli, Valeria Cambiaghi e Lorenzo Fornasari

107

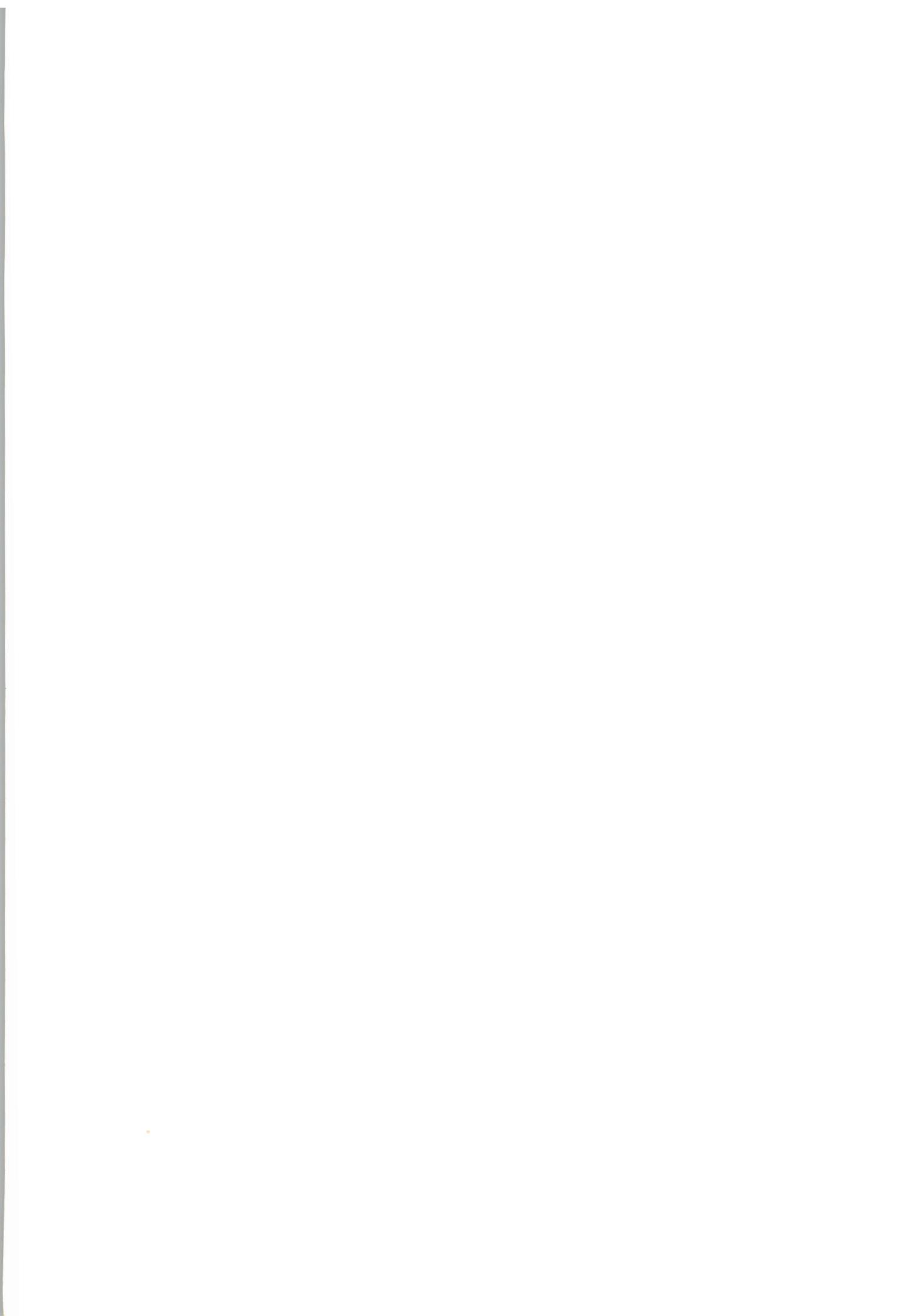
---

## **Ecologia della sosta nel Parco del Ticino. II. Componente vegetale nella dieta dei Passeriformi migratori**

Jacopo Tonetti, Stefania Fontana, Elena Comi, Sara Marogna,  
Giuseppe Patrignani, Lorenzo Fornasari

141

---



# Il ruolo del Ticino per la Migrazione

*Lorenzo Fornasari<sup>1</sup>,  
Paolo Bonazzi<sup>2</sup>,  
Elisabetta de Carli<sup>2</sup>,  
Alessandro Ioele<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> DISAT, Università  
di Milano Bicocca,  
Piazza della Scienza, 1  
20126 Milano

<sup>2</sup> Faunaviva,  
Via Biringhella, 114  
20017 Rho (MI)





# 1. Le migrazioni

## 1.1 Come e perché delle migrazioni

Numerose specie di uccelli compiono spostamenti stagionali di diversa entità, sincroni e regolari, eseguiti in determinati periodi dell'anno da tutti gli individui appartenenti ad una medesima popolazione, verso aree legate a particolari eventi del ciclo biologico delle specie coinvolte.

L'esistenza di questo fenomeno appare legata al verificarsi, in molti ambienti, di un'elevata "stagionalità delle risorse" sia negli ambienti di nidificazione che di svernamento (Perrins & Birkhead, 1983). La capacità portante di molti habitat infatti è soggetta a cambiamenti stagionali molto marcati: molte zone del mondo alternano periodi di alta produttività ad altri assolutamente sterili. La capacità di spostarsi in tali aree nel momento in cui sono produttive per sfruttare le loro risorse, e spostarsi di nuovo quando le condizioni peggiorano, è ovviamente vantaggiosa. In virtù della loro mobilità, gli uccelli sono più abili di molti altri gruppi di animali nel far questo. E' per questi motivi che ad un migratore paleartico conviene affrontare due volte l'anno la migrazione da e per le zone boreali (dove le differenze di produttività sono altissime), piuttosto che restare negli affollati ambienti tropicali dove la stagionalità delle risorse è piuttosto bassa e per le stesse risorse competono anche le specie residenti locali (Figura 1.1).

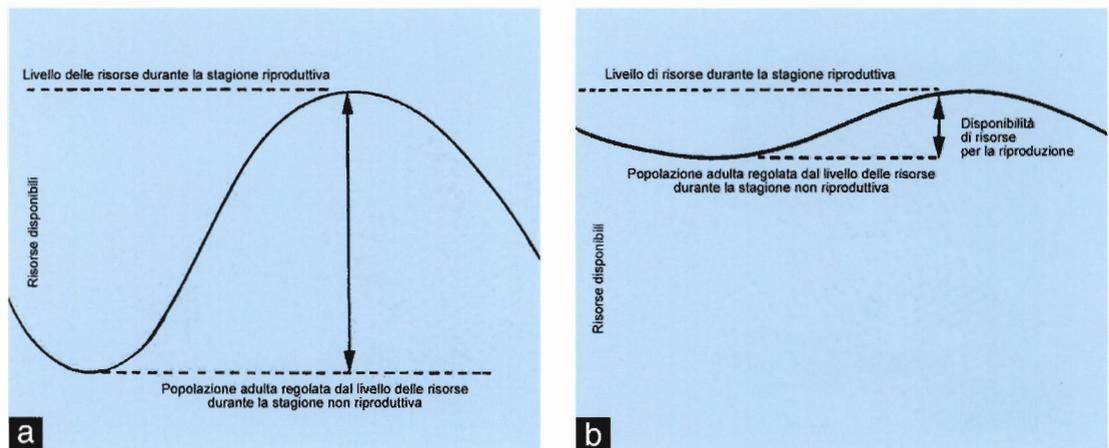


Figura 1.1 - Variazione della disponibilità di risorse energetiche in diversi ambienti: a) regione artica: le risorse energetiche hanno elevata stagionalità; b) regione tropicale: l'ambiente è molto costante. La dimensione delle covate è proporzionale al rapporto dei livelli di risorse tra stagione riproduttiva e non riproduttiva.

La scala delle migrazioni ha una portata sorprendente: nella Regione paleartica il 40% di 589 specie nidificanti nell'entroterra abbandona completamente l'areale riproduttivo per trascorrere l'inverno altrove (Moreau, 1972). La migrazione interessa numeri di specie e di individui estremamente rilevanti. In Lombardia, le specie certamente non migratrici sono soltanto una decina su 380 (Brichetti & Cambi, 1987). I movimenti di ciascuna specie possono aver luogo su distanze di pochi chilometri oppure di molte migliaia di chilometri (come nel caso delle molte specie che svernano in Africa a sud del Sahara) e possono riguardare l'intera popolazione locale oppure solo una parte di essa. L'entità generale delle popolazioni di uccelli che ogni anno migrano verso l'Africa attraverso il continente europeo è di circa cinque miliardi di individui, secondo le stime autorevolmente avanzate da Moreau (1972) circa trent'anni fa. Le stime di Moreau sono state anche estese alle singole specie, con valutazioni che vanno da 30 milioni per Balia nera *Ficedula hypoleuca* ad oltre 200 milioni per Pigliamosche *Muscicapa striata*,



Prispolone *Anthus trivialis*, Topino *Riparia riparia*. Pertanto, il numero di migratori che ogni anno attraversa la Lombardia può essere facilmente stimato in diverse decine di milioni (Fornasari et al., 2000). In generale, il contingente di Passeriformi in transito durante la migrazione primaverile è minore rispetto a quello della migrazione autunnale, durante la quale influisce sul numero l'apporto degli individui giovani; secondo Moreau (1961) infatti, i contingenti migratori si riducono di oltre la metà dall'autunno alla primavera successiva. Il più tipico e noto esempio di migrazione è quello tra aree riproduttive ed aree di svernamento. Di questa particolare forma di migrazione, l'ornitologo inglese Lack ha dato la seguente definizione: "un movimento stagionale, regolare, su larga scala e su lunga distanza, tra un'area riproduttiva ristretta e fissa ed un'area di svernamento ristretta e fissa" (Lack, 1968). Questa definizione non tiene però conto di fenomeni ormai largamente noti come ad esempio la migrazione verso aree di muta, che vengono poi abbandonate per quartieri di svernamento differenziate, oppure dell'esistenza di migrazioni parziali o non periodiche, legate queste ultime a particolari situazioni climatiche. Anche nelle cosiddette *migrazioni regolari* esiste una grande varietà di comportamenti, con una vasta serie di situazioni intermedie tra le specie definite *grandi migratrici*, che compiono periodicamente lunghi viaggi in periodi e con rotte costanti, e le specie *stanziali*, i cui individui non abbandonano il loro territorio riproduttivo. In molti casi infatti i quartieri riproduttivi e i quartieri di svernamento di una stessa specie sono parzialmente o addirittura completamente sovrapposti (Figura 1.2; Busse, 1987). In questa situazione, molto spesso da una stagione all'altra si verificano spostamenti altitudinali nell'ambito dell'areale di distribuzione riproduttivo (Fornasari et al., 1992).

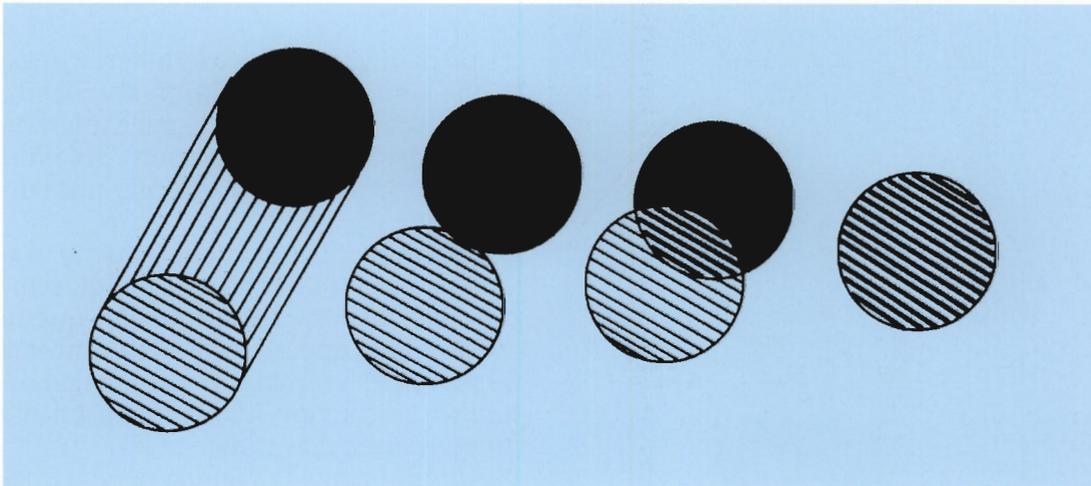
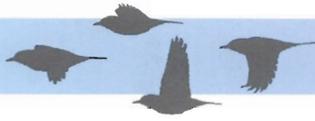


Figura 1.2 - Diagramma delle modalità di distribuzione degli Uccelli. Da sinistra a destra: migratori a lunga distanza, due tipologie di migratori a breve distanza e specie sedentarie. Nero = area di nidificazione; tratteggio diagonale dall'alto a sinistra = aree di svernamento; tratteggio diagonale dal basso a sinistra = aree di migrazione (da Busse, 1987).

Alcune specie migrano solo in alcuni particolari anni: si tratta principalmente di rapaci o di uccelli che si nutrono dei semi degli alberi che costituiscono le grandi foreste localizzate alle latitudini medio-alte. Le loro risorse alimentari possono variare tantissimo da un anno all'altro. Per i Passeriformi delle foreste boreali, la produzione di semi può risultare in alcuni anni abbondantissima, in altri praticamente nulla. Quando si verifica questa situazione estremamente sfavorevole gli uccelli si muovono, talvolta in numeri enormi; in simili circostanze queste specie, che sono in tal caso chiamate "irruitive", vengono rinvenute al di fuori del loro normale areale di distribuzione e dei loro habitat usuali. Presentano questa risposta migratoria anche molti uccelli da preda che si nutrono di piccoli mammiferi (Perrins & Birkhead, 1983). In specie considerate *migratrici parziali*, alcuni individui (solitamente maschi terri-



toriali) si comportano da residenti, mentre gli altri compiono migrazioni vere e proprie. Differenze nel comportamento migratorio si manifestano anche a livello di popolazione: generalmente sono le popolazioni nidificanti alle latitudini più alte che compiono movimenti a lunga distanza, mentre quelle presenti alle latitudini inferiori si spostano meno o non si spostano del tutto, venendo così "scavalcate". Questa situazione si verifica spesso per specie con quartieri di svernamento nell'area mediterranea o in Africa, ed è descritta in letteratura come *leap-frog migration* (migrazione a salto della rana; Berthold, 2001).

Le vaste distese dell'Eurasia boreale sono la sede di nidificazione di molte specie migratrici che svernano nelle parti meridionali dell'Europa, dell'Asia, in Oceania, ma soprattutto in Africa (Figura 1.3).

Le migrazioni non sono comunque esclusive di specie delle alte latitudini: sottostanno a lunghe migrazioni anche specie esclusivamente africane. In paragone a quello settentrionale, nell'emisfero meridionale c'è molta meno terra emersa alle alte latitudini, così che la migrazione via terra risulta molto meno importante. Per gli uccelli marini vale il contrario. In entrambi gli emisferi, un gran numero di specie di uccelli marini migra verso climi più caldi in inverno.

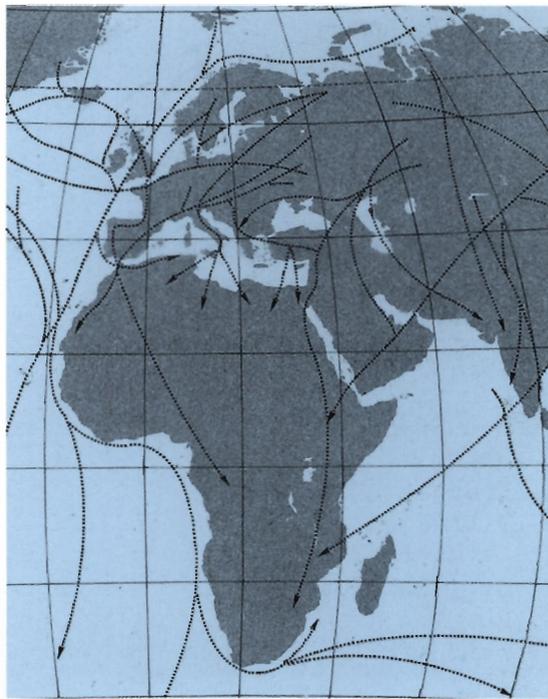


Figura 1.3 - Alcune delle più importanti rotte di migrazione autunnali nel sistema Palearctico/Africa (da Fisher & Peterson, 1964).

Il tipo di migrazione più familiare è quello che coinvolge le Rondini ed i Silvidi, che nell'emisfero settentrionale migrano in primavera-estate verso nord per nidificare e tornano verso i tropici per l'inverno.

Un altro tipo di migrazione è quello mostrato da molti limicoli ed Anatidi, sempre nell'emisfero settentrionale: queste specie nidificano alle alte latitudini, ma migrano per svernare solo fino alle latitudini medie, muovendosi principalmente lungo le zone marittime.

Presumibilmente la ragione per cui questi uccelli non si spostano ancora più a sud, almeno usualmente, è che le aree di svernamento utilizzate permettono un tasso di sopravvivenza soddisfacente. Mi-

grare più a sud invece richiederebbe un maggior sfruttamento delle risorse energetiche senza un corrispondente aumento dei benefici, intesi in questo caso come tasso di sopravvivenza.

L'orientamento della massa continentale fa sì che il grosso dei movimenti migratori per gli uccelli palearctici sia diretto da NE a SO, con linee di flusso che in autunno portano i migratori provenienti dalla Scandinavia, dalla Russia settentrionale e dall'Europa orientale ad aggirare le Alpi, attraverso la Svizzera, l'Adriatico settentrionale e la Pianura Padana, o ad attraversarle utilizzando le grandi vallate alpine come la Valle dell'Adige o la Val Camonica. Dati raccolti grazie all'osservazione notturna del disco lunare (Liechti et al., 1996) mostrano che a nord delle Alpi i flussi migratori si addensano lungo il margine della catena alpina; il settore alpino vero e proprio è attraversato soltanto dal 20-30% del traffico complessivo. Una concentrazione analoga si riscontra in Italia settentrionale in primavera (Figura 1.4).

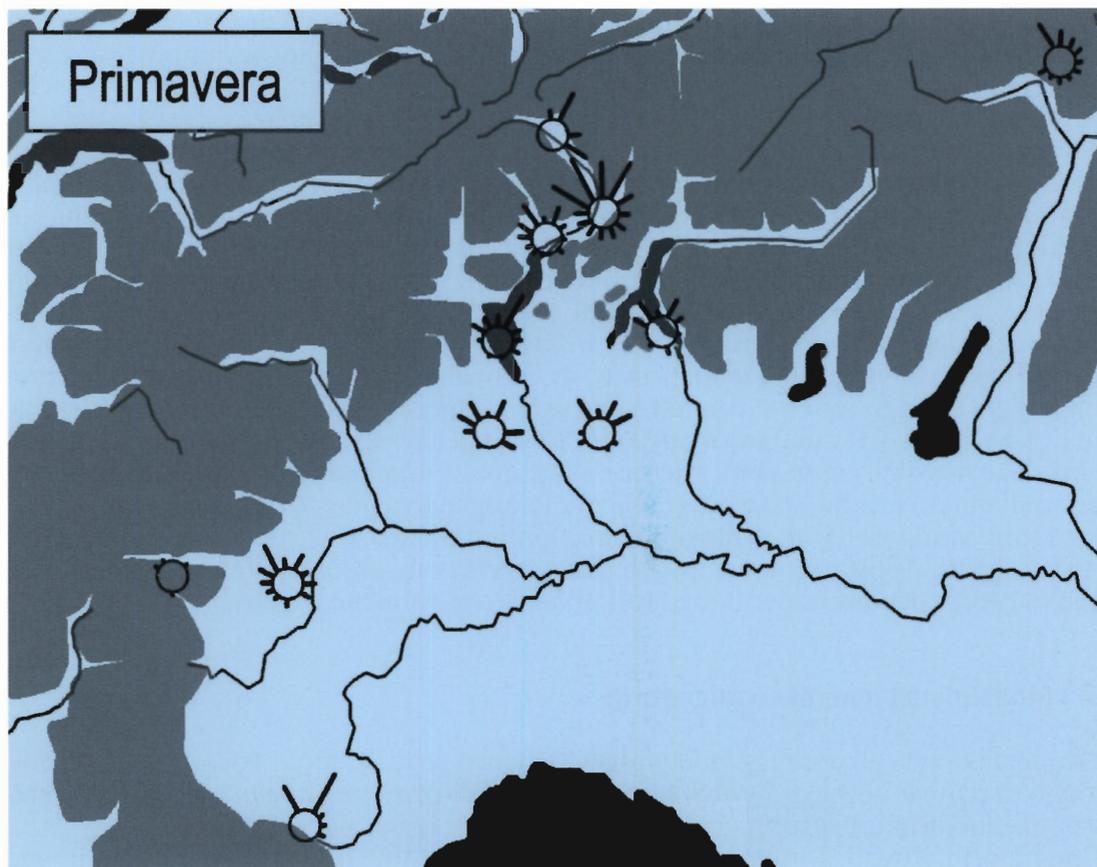


Figura 1.4 - Direzioni di volo osservate attraverso il moonwatching nell'Italia settentrionale nella primavera 1995 (da Lardelli, 1999). La lunghezza dei tratti è proporzionale all'intensità di migrazione. Le direzioni hanno una componente principale orientata verso nord ma denotano anche un'importante influenza della topografia.

All'orientamento principale si aggiungono movimenti diretti da nord a sud, che interessano principalmente le popolazioni nidificanti nell'Europa centrale.

Proseguendo in direzione meridionale, studi effettuati mediante l'utilizzo di radar (Cassement, 1966) e dati di ricattura di individui marcati (Zink, 1973, 1975, 1981) sembrano indicare la presenza di due generali assi di movimento che coinvolgono l'intero flusso migratorio sull'Europa: uno orientato in direzione NE-SO nella porzione occidentale del bacino del Mediterraneo fino all'Adriatico, l'altro in senso NNO-SSE nell'area orientale. Una parte rilevante delle specie che superano il Mediterraneo terminano la migrazione in Africa tropicale o equatoriale, comunque a sud del Sahara. E' a questi uccelli, detti anche migratori transahariani, che ci si riferisce quando generalmente si parla di migratori a lunga distanza relativamente ai Passeriformi. Un andamento di questo tipo riguarda 49 specie europee di Passeriformi, mentre altre 13 specie, appartenenti a questo ordine e migratrici a lunga distanza, svernano in aree dell'Asia meridionale (Busse, 2001). Il bacino del Mediterraneo, incluse le sue coste meridionali, rimane il limite raggiunto dalle specie considerate migratrici a media distanza.

L'attuale sistema di migrazioni non può che essersi evoluto durante gli ultimi 15.000-20.000 anni, dopo il picco dell'ultima glaciazione (Lövei, 1989). A tutt'oggi, molti migratori sembrano ripercorrere nel tragitto dalle aree di svernamento verso i quartieri riproduttivi la strada seguita nella colonizzazione dei nuovi territori, in seguito alla ritirata dei ghiacci (Busse, 1987).

Diversi studi compiuti su Silvidi e Turdidi hanno provato che la tendenza alla migrazione e la direzione preferenziale sono determinate geneticamente (Berthold, 2001) e che i migratori posseggono un meccanismo ereditario flessibile (Berthold, 1988) in gra-



do di "reagire" ai cambiamenti ambientali (Lövei, 1989).

È sintomatico il fatto che lo schema delle migrazioni preveda anche l'impiego di risorse disponibili solo in aree ristrette e in modo temporaneo (Myers et al., 1987), per il recupero delle riserve energetiche nel corso del viaggio. Questo stesso vantaggio può trasformarsi in uno svantaggio, se una o l'altra di queste aree divengono inadatte all'uso fatto dai migratori. La persistenza nel tempo delle popolazioni migratorie e del sistema di migrazioni come lo conosciamo dipende da una catena di aree lungo le vie di migrazione, necessarie al completamento del ciclo annuale. Preoccupazione deriva dal fatto che un fenomeno di degradazione di tali aree sembra stia accadendo in Europa, attraverso la semplificazione degli ambienti nelle aree coltivate, e in Africa, con la scomparsa della foresta pluviale (Lövei, 1989). Molte specie che svernano a sud del Sahara hanno in effetti evidenziato in un passato recente cali consistenti: un programma di monitoraggio a lungo termine condotto in Europa centrale ha indicato che, su 15 specie in diminuzione, 14 utilizzano quartieri di svernamento africani (Berthold et al., 1986). Una delle possibili cause di un tale calo è che questi uccelli non possano recuperare riserve di grasso a sufficienza per terminare la migrazione di ritorno: molti piccoli Passeriformi sono insettivori e dipendono dall'entomofauna anche nel loro soggiorno in Africa (Lövei, 1989); un decremento della vegetazione arborea, come evidenziato da Lack (1985), può avere per i migratori un effetto seriamente negativo.

## 1.2 Modalità del fenomeno migratorio

La migrazione degli uccelli si può svolgere di giorno o di notte. In linea di massima migrano di notte le specie transahariane (altrimenti diurne) mentre molti migratori a breve o media distanza si spostano di giorno.

I migratori notturni si muovono perlopiù intorno ai 500-1000 metri di quota in una rada "nuvola" continua che può anche contenere 10-20 individui per chilometro cubo, rilevabili soltanto mediante il radar o con l'osservazione della luna piena. In una notte di "traffico" su una fascia larga un solo chilometro possono transitare diverse migliaia di uccelli all'ora. Di giorno, questi uccelli scendono a terra per nutrirsi e prepararsi in tal modo alla tappa successiva; le condizioni in cui avvengono queste soste sono estremamente importanti per il successo della migrazione, vale a dire per la sopravvivenza dei migratori, poiché è durante queste soste che viene ricostituita la riserva di grasso utilizzata come "carburante" durante il volo.

La migrazione notturna presenta diversi aspetti che la rendono più adeguata per le lunghe percorrenze:

1. Il volo migratorio notturno spesso può durare anche dieci ore, con un massimo di intensità intorno alla mezzanotte (a differenza di quello diurno che dura circa sei ore; Frugis, 1971); la diversità di durata è dovuta all'attività trofica che, svolgendosi sempre di giorno, toglie tempo alle ore di migrazione diurna (Stresemann, 1934). Per le specie che devono percorrere grandi distanze, migrare di notte permette di trascorrere la giornata alla ricerca di cibo per accumulare le energie necessarie.
2. Durante la notte, rispetto al giorno, l'aria è più densa e più fredda, permettendo un volo meno faticoso; la velocità del vento è minore ed è ridotta la probabilità di viaggiare controvento; anche la variabilità nelle direzioni delle correnti è inferiore, rendendo più agevole raggiungere altitudini elevate in favore di vento; infine, è meno frequente il manifestarsi di turbolenze che possono interferire con il volo migratorio.
3. Gli uccelli in generale e i migratori, in particolare, devono affrontare il problema dell'eccessiva produzione di calore e della disidratazione come conseguenze dall'elevata attività metabolica durante il volo; le minori temperature e la più alta umidità presenti durante la notte riducono notevolmente questi rischi e aiutano a regolare la temperatura corporea dell'animale (Nachtigall, 1987; Berthold, 1996).



I Passeriformi migratori, in generale, transitano su fronte largo con una notevole costanza delle singole rotte, per cui uno stesso individuo tende a fare in anni successivi lo stesso percorso soffermandosi nelle medesime zone di sosta o foraggiamento. Ciò si traduce in un differenziamento del fronte di migrazione a livello di popolazione, suddiviso in sub-fronti ed assi migratori particolari per elementi a determinata provenienza e/o meta.

Le barriere ecologiche rappresentate dalle catene montuose, dagli oceani, dai laghi e dai deserti sono ostacoli che inducono gli uccelli in migrazione a modificare la propria rotta per evitarli. Per contro, i sistemi fluviali costituiscono importanti linee guida. La presenza di direttrici significative può portare alla concentrazione dei migratori in veri e propri "corridoi migratori". All'interno dell'area mediterranea sono ormai da tempo noti punti di transito migratorio preferenziali: lo stretto di Gibilterra, il ponte Italia-Sicilia-Tunisia, Malta, Cipro, lo stretto del Bosforo, le coste più orientali del Mediterraneo e Israele (probabilmente il più importante, con oltre 500 specie migratrici in primavera e autunno).

### 1.3 L'area del Mediterraneo

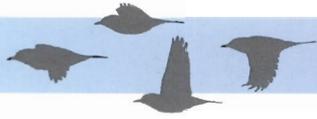
L'area mediterranea è interessata per due volte, nel corso dell'anno, da ingenti spostamenti dell'avifauna. Il primo di questi movimenti avviene nel periodo autunnale, quando la maggior parte degli uccelli paleartici si sposta dalle aree di nidificazione verso altre caratterizzate da clima più congeniale, verso latitudini più basse, o verso i paesi di clima più temperato sulle coste dell'Oceano Atlantico. Per molti di essi tali migrazioni comportano voli più o meno continui sopra terre senza grandi ostacoli ecologici o geografici mentre, per gli uccelli che vanno a svernare nell'Africa tropicale, il viaggio si complica. Le rotte migratorie sono molto differenti tra loro: si va dai "soli" 1500 km percorsi dai migratori provenienti dal Maghreb, ai 10.000 km coperti da quegli individui che provengono dalle aree boreali.

Un gran numero di uccelli, alcuni dei quali provenienti dal Baltico, dalla Fennoscandia e dalle regioni della pianura russa, raggiungono l'estremità occidentale dell'Europa seguendo una direzione generale da nord est a sud ovest. Raggiunta la costa atlantica, si verifica un cambiamento di direzione, che diventa da nord a sud, portando i migratori verso le coste occidentali del Marocco, con uno spostamento di 200-400 km, di gran lunga maggiore rispetto all'attraversamento dello stretto di Gibilterra; ciononostante, è interessante osservare come la quasi totalità delle specie (fanno eccezione alcuni veleggiatori) preferisca optare per la rotta che le porta ad attraversare il mare aperto, piuttosto che usufruire dei ponti naturali costituiti dagli stretti (Gibilterra, Bosforo, Messina): la maggior parte dei migratori attraversa il mare indifferentemente dalla larghezza del tratto percorso, anche in assenza di venti favorevoli.

Poche specie con popolazioni nidificanti nelle regioni atlantiche migrano verso l'Africa passando invece dalle coste orientali del Mediterraneo; esempi sono costituiti da Averla Piccola *Lanius collurio*, Luì verde *Phylloscopus sibilatrix* e Bigiarella *Sylvia curruca*.

L'arrivo a sud del Mediterraneo si verifica solitamente in un periodo sfavorevole, al termine dell'estate, calda e secca. Di conseguenza è praticamente impossibile per gli uccelli rifocillarsi prima di attraversare il deserto. Inoltre anche la restante parte della traversata è estremamente rischiosa, data la quasi assoluta impossibilità di soste per dissetarsi o alimentarsi. Tuttavia i migratori tendono a preferire la traversata veloce e senza soste, favorita anche da direzione ed intensità dei venti, che in tale periodo dell'anno sono ottimali, piuttosto che concentrarsi nelle piccole e sparse oasi, o tanto meno nella valle del Nilo.

Durante lo spostamento primaverile, cioè quello che dai quartieri di svernamento riporta gli uccelli nei siti di nidificazione, gli individui che giungono sulla costa settentrionale dell'Africa vi arrivano più provati rispetto a quelli che hanno attraversato il de-



serto in autunno; questo è da imputare prevalentemente ai venti che in questo periodo dell'anno spirano in senso contrario rispetto alla direzione di volo (Moreau, 1972). In questo periodo però l'area è più ricca di vegetazione e di insetti, quindi una sosta permette ai migratori di recuperare le energie spese.

L'attraversamento verso nord del Mediterraneo avviene prevalentemente tra marzo e maggio. Molte delle specie che dai quartieri di nidificazione nord europei si muovono verso sud ovest in autunno seguono, quando in primavera si dirigono verso le aree di nidificazione, una rotta più diretta, verso nord-nord est. In questo modo molte sono le specie che interessano il nostro paese soltanto o soprattutto in primavera.

Il superamento primaverile del Mediterraneo è stato oggetto di un'indagine condotta con l'ausilio del radar, in navigazione (Casement, 1966). È stato riscontrato che a longitudini diverse le rotte di volo sono differenti: nel Mediterraneo occidentale gli uccelli si spostano lungo la direttrice SO-NE, mentre nella parte orientale l'asse è SSE-NNO, con un orientamento lineare verso i quartieri riproduttivi. Di conseguenza, l'area ionica appare molto meno frequentata delle altre.

Gli strumenti radar rivelano echi dovuti alla migrazione notturna anche a maggio inoltrato; tale mese è dunque interessato da movimenti migratori, con "code" di migratori tardivi. Il grosso dei contingenti migratori si sposta ad una quota compresa tra i 900 ed i 1600 metri; l'avvistamento è perciò impossibile senza l'uso di apparecchi radar. Alla partenza (cioè in prossimità della costa) è stato rilevato un picco di individui in volo 45 minuti dopo il tramonto, mentre in mare aperto il picco, che ovviamente si registra più tardi, è meno intenso. Ciò significa che gli uccelli si presentano su un fronte disperso.

Alcuni aspetti della migrazione primaverile attraverso il Mediterraneo sono oggetto di uno studio promosso dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (Messineo et al., 2001), basato sulla cattura e sull'inanellamento dei migratori nelle piccole isole. Le isole rappresentano infatti l'unica possibilità per i migratori di riposare o nutrirsi durante l'attraversamento di bracci di mare più o meno vasti. Esse diventano approdi particolarmente frequentati in condizioni atmosferiche avverse o in caso di scarsa visibilità. Da questo punto di vista le isole italiane, distribuite a partire da pochi chilometri dalla costa africana fino alla Liguria, rappresentano la situazione ideale per lo studio delle migrazioni, dove si verificano concentrazioni molto alte in particolare delle specie transahariane. Nei primi dieci anni del progetto, le specie catturate con maggiore frequenza sono infatti di gran lunga Lui grosso *Phylloscopus trochilus*, Beccafico *Sylvia borin* e Sterpazzola *Sylvia communis* (Messineo et al., 2001).

Le catture compiute nella rete di stazioni del Progetto hanno messo in luce l'esistenza di vie di flusso inattese per la stagione primaverile, che portano le specie coinvolte a seguire una *migrazione circolare* (Alerstam, 1990; Berthold, 1993) con tragitti differenti da e verso i quartieri riproduttivi (Pilastro et al., 1998). Tra i risultati ottenuti, anche l'identificazione di tragitti migratori ristretti e diversi per coppie di specie affini, come Canapino e Canapino maggiore (*Hippolais icterina* e *H. polyglotta*) oppure Lui bianco e Lui verde (*Phylloscopus bonelli* e *P. sibilatrix*): Canapino e Lui bianco percorrono un tragitto orientale, mentre Lui verde e Canapino maggiore attraversano il Mediterraneo verso nord nella sua parte centrale.

#### 1.4 La regione alpina

Molte informazioni sul transito dei migratori attraverso l'Arco Alpino derivano dall'applicazione della tecnica del *moonwatching*, che consiste nell'osservazione notturna del disco lunare e del transito dei migratori che, in prospettiva, lo "attraversano". Da rilevamenti eseguiti contemporaneamente in 300 stazioni nei primi anni '90 (Liechti et al., 1996) si è riscontrata una concentrazione dei flussi autunnali lungo il limite settentrionale delle Alpi: sull'altopiano svizzero è stata registrata un'intensità di migrazione 2-3 volte superiore a quella della Germania. Le densità a sud delle Alpi, invece, erano



inferiori a quelle osservate sull'altopiano svizzero, circa 1/4. Le direzioni di volo a nord delle Alpi sono risultate generalmente parallele al margine della catena montuosa, ma tuttavia risentivano dell'influenza di vento e topografia (Bruderer, 1996).

Indagini successive (Zehnder et al., 2001) hanno sottolineato l'esistenza di un legame tra le direzioni di volo e la topografia locale. I dati raccolti attraverso *moonwatching* e strumenti ad infrarossi passivi nell'area orientale delle Alpi Svizzere (Grigioni) nell'autunno 1999, hanno mostrato che gli uccelli tendono ad evitare le ascese. Ne consegue che la migrazione avviene prevalentemente attraverso le valli orientate lungo le direzioni preferenziali di migrazione. Sono stati osservati solo pochi individui volare ad alta quota, ma la loro direzione era la medesima degli uccelli che migravano a quote più basse. Non si può comunque escludere che gli uccelli possano attraversare la Alpi in maniera più diretta verso sud ad alta quota, qualora le condizioni meteorologiche dovessero essere altamente favorevoli.

I conteggi effettuati nelle notti di plenilunio del settembre e ottobre 1994 hanno permesso di vedere ben 21.000 individui in migrazione (Liechti et al., 1996). Nella maggior parte delle notti la migrazione risultava incanalata tra il massiccio del Giura e la catena alpina. Siti di osservazione vicini ma ad altitudini differenti (pianura, collina e versanti) hanno mostrato come la maggior parte delle migrazioni sia avvenuta a quote basse, di conseguenza nel campo visivo dei rilevatori. Nelle regioni pianeggianti della Svizzera, le direzioni di volo sono risultate parallele alla catena principale delle Alpi. All'interno del Giura e della catena alpina invece queste rotte erano fortemente influenzate dalla topografia locale: il flusso migratorio risultava infatti essere più concentrato nelle valli orientate verso sud ovest, ovvero quelle parallele alla direzione principale di migrazione.

A sud delle Alpi invece sono state osservate due direzioni migratorie principali: la prima, seguita da pochi individui, le attraversa in direzione sud-sud ovest, la seconda segue il bordo meridionale dall'arco alpino, verso ovest. La maggior parte di questi uccelli non attraversa le Alpi da nord a sud, ma vola parallelamente all'Arco Alpino. L'importante influsso determinato dalle Alpi sulla migrazione non dipende da particolari fenomeni meteorologici, anche se l'*effetto barriera* è aumentata da condizioni sfavorevoli di vento. Da questo quadro, si evince che la maggior parte dei migratori notturni preferisce scostarsi dalla rotta istintiva di volo quanto basta per deviare attorno alle Alpi o attraversarle con il minor costo energetico possibile.

## 1.5 Il quadro dei movimenti in Italia nord-orientale

L'individuazione dei valichi utilizzati durante la migrazione è uno dei punti più importanti per analizzare l'entità dei flussi migratori sull'Arco Alpino, in particolare per quanto riguarda la stagione autunnale, quando la consistenza delle popolazioni migranti è superiore. Il quadro generale dei principali valichi coinvolti nei movimenti migratori che attraversano l'Italia settentrionale è stato determinato da Fornasari et al. (2001, rapporto non pubblicato; Figura 1.5), sulla base di informazioni storiche, bibliografiche, osservazioni di campo, attività di inanellamento, e delle ipotesi avanzate dalla Stazione Ornitologica Svizzera di Sempach (Bruderer, 1996).

E' evidente come la maggior parte dei valichi si localizzi nella porzione orientale dell'Arco Alpino, interessando un asse orientato ENE-OSO, che corre approssimativamente lungo il confine tra il Trentino Alto Adige e il Veneto e interessa anche la parte più orientale della Lombardia. In questo senso sono evidenti dei punti di ingresso dalla Slovenia e dall'Austria, anche se in Veneto i flussi sembrano provenire dall'Alto Adige e dal Friuli, piuttosto che dal confine austriaco; di primaria importanza sembrano essere i passi situati nel Cadore (Dal Farra & Cassol, 1994). Proseguendo, per la Provincia di Vicenza e quella di Verona si delinea una via di transito che dall'Altopiano di Asiago e dall'Altopiano dei Sette Comuni porta attraverso alcuni passi prealpini ai Monti Lessini e quindi al Lago di Garda o alla pianura.

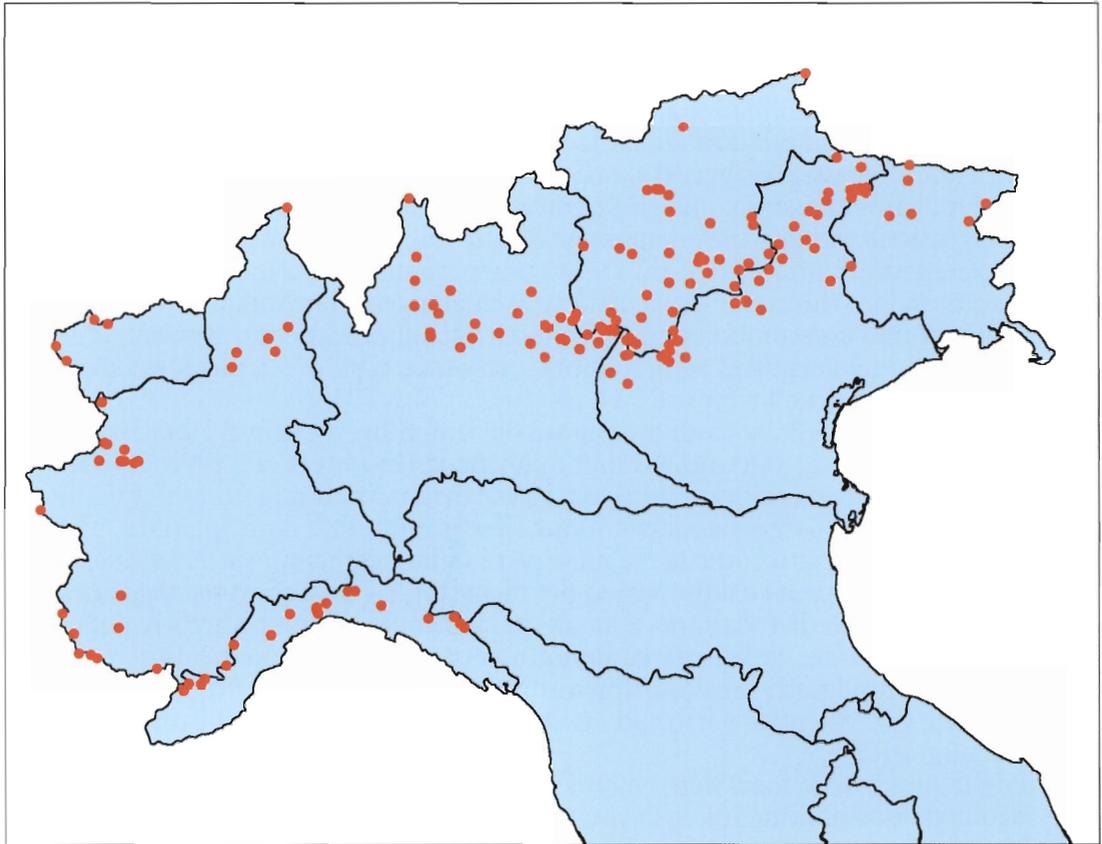
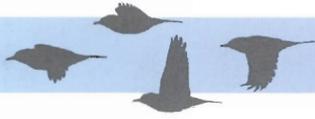
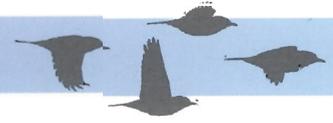


Figura 1.5 - Localizzazione dei valichi di importanza prioritaria per i migratori che transitano sull'Italia settentrionale durante la migrazione autunnale (Fornasari et al., 2001).

Altre vie di ingresso in territorio italiano interessano l'Alto Adige, dove l'andamento della migrazione è stato studiato da Niederfriniger (com. pers.) attraverso controlli con osservazioni dirette, eseguite contemporaneamente in più località: riassumendo, si identificano dei flussi migratori provenienti dall'Austria che convergono verso le trentine Valle di Non e Val di Sole. Micheli e Pedrini (2000) descrivono le rotte percorse dagli uccelli in Trentino individuando due principali correnti migratorie che utilizzano quote inferiori ai 2000 m, una di provenienza settentrionale e una di origine più orientale; alle quote superiori esiste un flusso migratorio diurno e notturno, sparso su un fronte ampio e orientato verso S-SO o SO.

La direttrice orientale penetra in Trentino dalle valli bellunesi e vicentine. La sua continuazione verso occidente avviene attraverso due vie: verso sud lungo la catena del Baldo, o verso ovest attraverso il grande varco tra i Monti Stivo e Altissimo di Nago. Gli uccelli che seguono questo tragitto possono valicare verso il bresciano in corrispondenza di diversi passi, oppure attraversare la Bocca di Caset, sede storica di uccellazione e inanellamento, per poi disperdersi sopra la Piana di Storo e Ponte Caffaro. Gli uccelli che volano alle quote superiori ai 1700 m si possono incanalare verso il Lago d'Idro o, alternativamente, nella Valle della Berga, verso il bresciano Passo della Berga, o nella Val di Concei per riversarsi nella Valle del Chiese.

La direttrice settentrionale è rappresentata dal movimento degli uccelli che attraversano le Alpi e proseguono nei fondovalle; la Val d'Adige è particolarmente importante soprattutto per la migrazione a bassa e media quota. Gli uccelli che seguono invece la Val di Non e la Val di Sole penetrano in Lombardia dal Passo del Tonale. Un altro flusso numericamente importante discende nella valle inferiore delle Giudicarie e lungo la Val di Chiese, per poi confluire verso le Prealpi bresciane.



## 1.6 La Lombardia e le regioni occidentali

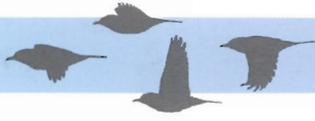
In base alle indagini eseguite per il piano faunistico regionale (riportate da Fornasari et al., 2000) il quadro complessivo delle ricatture di uccelli provenienti dall'estero mostra una netta concentrazione di dati nell'area prealpina, in particolare lungo le grandi direttrici vallive (Figura 1.6). In linea molto generale, si possono individuare due vie di penetrazione principali, una orientale attraverso alcuni valichi rivolti verso il Trentino, e una nord-occidentale dalla Svizzera, principalmente attraverso il Passo dello Spluga. La seconda appare più importante per i Fringillidi, migratori diurni maggiormente condizionati dall'orografia del territorio. I dati relativi a piccoli insettivori e Turdidi non consentono di individuare una linea di flusso preferenziale, anche in ragione del fatto che queste specie compiono una migrazione notturna a quote più elevate.

I flussi migratori si incrociano in corrispondenza del versante meridionale delle Orobie, dove si verificano concentrazioni molto elevate di impianti tradizionali di cattura e di appostamenti fissi di caccia, e dove il numero di inanellamenti effettuati raggiunge i suoi valori massimi. I due flussi di maggiore importanza convergono verso la città di Bergamo dove la concentrazione di ricatture (e del resto anche di osservazioni) è molto elevata. Nella parte pianiziale del territorio, dove gli uccelli si disperdono, le ricatture effettuate sono distribuite principalmente lungo le vie fluviali. Dalle ricatture effettuate nel corso della medesima stagione di migrazione nell'ambito del territorio regionale, si può osservare come alcune specie diano poi luogo a generalizzati movimenti tangenziali al limite meridionale delle Prealpi.



Figura 1.6 - Principali vie di migrazione in Lombardia.  
I cerchi neri rappresentano i valichi di maggiore importanza.

Nella parte settentrionale della regione, lo scarso numero di dati indica l'ingresso in Valtellina, attraverso le Alpi Retiche, da alcune valli con orientamento N-S o NE-SO. La via orientale presenta come uno dei principali punti di ingresso la testata della Val Camonica, con il Passo del Tonale, dove si registrano diverse ricatture di Fringillidi e



dove compare una concentrazione molto localizzata di impianti tradizionali di cattura. Gli uccelli che restano in quota difficilmente possono trovare punti di concentrazione in valichi laterali al solco principale, poiché quelli presenti sulla sinistra idrografica hanno quote ben superiori ai 2000 m, quelli presenti sulla destra idrografica conducono a ovest verso la Valtellina. Il materiale a disposizione permette di individuare altri punti di ingresso nelle Valli Giudicarie (già a quote inferiori ai 400 m nel territorio lombardo) e nella Valle dell'Adige, che porta al Lago di Garda (quota 346 m slm). Gli uccelli che scendono di quota sono obbligati a seguire le pendici montuose ai lati del Lago, mentre gli uccelli che si mantengono in quota possono alternativamente restare più all'interno, tagliando in direzione sud-ovest attraverso valichi a quota poco superiore ai 1000 m. Lungo questi percorsi quantitativi importanti di migratori raggiungono lateralmente la Val Seriana.

L'altra via principale di ingresso da nord è costituita dalla Val Chiavenna, con flussi provenienti dal Passo dello Spluga, e probabilmente, in misura inferiore, dal Passo del Maloja (in Svizzera). Le due principali correnti migratorie sembrano quindi aggirare l'ostacolo costituito dagli alti massicci di questo settore della catena alpina. Le ricatture infraregionali da e per la media Valtellina sono estremamente scarse.

Per quanto riguarda l'ingresso da valichi posti ad occidente, una precisa linea di ricatture corrispondente con il tracciato della Valganna (circa 450 m slm) indica un flusso da nord a sud nel settore montano della Provincia di Varese.

Gli uccelli che entrano nella regione dal Passo dello Spluga percorrono l'intera Val Chiavenna in direzione meridionale. Di qui i migratori che si spostano alle quote più basse si dirigono verso la sponda orientale del Lago di Como, a sud verso il Monte Barro (Roccolo di Costa Perla) e poi verso la pianura lungo il corso del Lambro o dell'Adda o seguendo i crinali dei rilievi di origine sedimentaria che portano alla Brianza (ad esempio la "via dei Roccoli" nel Parco regionale di Montevecchia). In alternativa, si alzano verso il Piano dei Resinelli, dove la concentrazione di roccoli e appostamenti fissi indica un movimento verso la Valle Imagna, lungo il solco che da Cisano Bergamasco porta a Pontida, Ambivere e Bergamo seguendo una linea di elevata concentrazione di appostamenti fissi, oppure entrano in Valle Taleggio e Valle Brembana passando da valichi posti più a nord. L'incrocio nell'area orobica dei flussi provenienti da nord e da ENE è comprovato anche dalla distribuzione di circa 120 degli impianti di cattura che nelle Orobie bergamasche esercitavano l'uccellazione nei decenni scorsi. Si osservano in effetti tre principali concentrazioni: 1) una lunga serie di roccoli lungo i versanti della media e bassa Val Seriana; 2) un nucleo localizzato in corrispondenza dei passi tra la Val Brembana e la Val Seriana; 3) un numero relativamente limitato di impianti alla confluenza della Val Taleggio nella Val Brembana.

Nella parte pianiziale del territorio regionale, dove gli uccelli si disperdono, le ricatture effettuate sono distribuite principalmente lungo le vie fluviali.

In Piemonte (Bendini et al., 1994) l'esame di dati di ricatture ha consentito di stabilire due principali linee di spostamento: 1) il flusso proveniente da ENE lungo l'asse della Pianura Padana; 2) il flusso più settentrionale seguito dai migratori che sorvolano le Alpi. Gli uccelli confluiscono in direzione O-SO verso la Francia meridionale e la Spagna. Gli uccelli che durante la migrazione autunnale entrano in Piemonte attraverso le Alpi, secondo una direttrice nord-sud, fanno il loro ingresso dalla testata della Val Formazza, in corrispondenza del Passo di San Giacomo; peraltro, l'intensità del flusso qui è relativamente modesta (Bordignon, com. pers.). Il principale ingresso nord-orientale coincide invece con l'apice svizzero del Lago Maggiore, dalla Piana di Magadino. Da qui gli uccelli si dirigono ad ovest attraverso la Val Vigezzo (dove non incontrano veri e propri valichi - il punto di maggior quota è presso Druogno, a 820 m), entrando quindi in Val d'Ossola all'altezza di Domodossola. In quest'area si era in effetti sviluppata una caccia specifica alle allodole e ai piccoli passeriformi in genere.

Alternativamente, da Magadino gli uccelli percorrono l'anfiteatro del Lago Maggiore piegando in parte verso sud-ovest in corrispondenza delle pendici meridionali del Mottarone (Bordignon, com. pers.); in quest'area si riscontra una forte tradizione verso la cac-



cia ai turdidi e alla beccaccia. I dati svizzeri sul *moonwatching* confermano l'orientamento degli spostamenti (Liechti et al., 1995; Lardelli e Liechti, 1999). Questa rotta continua verso la parte bassa del Lago d'Orta.

I flussi che si diramano da qui proseguono quindi lungo il limite dei rilievi o attraverso la pianura, evitando la Valle d'Aosta, fino al Canavese e alle Valli di Lanzo. Dalla Val di Susa i flussi migratori possono proseguire poi verso la Francia, ipoteticamente attraverso il Passo del Monginevro (Bordignon, com. pers.), oppure dirigersi più a sud, presumibilmente lungo il limite dei rilievi o attraverso le valli attorno al Monviso.

Questi migratori e quelli che provengono dalla pianura confluiscono nella Valle Stura di Demonte, che appare importantissima a livello internazionale sia per il transito di veleggiatori a fine estate - come rapaci e cicogne - con contingenti di tutto rispetto, sia per il passaggio di colombacci *Columba palumbus* e di passeriformi in genere (M. Ferro, com. pers.). I contingenti che non si immettono in Francia attraverso i Passi della Valle Stura proseguono verso sud e incontrano i rilievi in corrispondenza della Alpi liguri. Una delle direttrici più utilizzate segue il corso del Fiume Tanaro, importante sia in primavera che in estate-autunno per il transito di uccelli acquatici, Beccacce *Scolopax rusticola*, Irundinidi, Apodidi e Fringillidi (Bordignon in pubbl.).

Le principali rotte degli uccelli migratori in Liguria sono state delineate da Spanò et al. (1996) sia in base alle ricatture di uccelli inanellati, sia in base alle conoscenze pregresse. Sono state così individuate una via costiera principale e otto vie secondarie che in essa confluiscono dopo aver attraversato lo spartiacque tirrenico-padano. Queste corrispondono con una serie di vallate distribuite in tutte le province da ponente verso levante (a coppia, vallata del versante padano e del versante ligure), e raccolgono flussi provenienti da diversi settori della Pianura Padana.



## 2. Il ruolo del Ticino

### 2.1 Il Ticino nel contesto regionale ed europeo

Il quadro finora delineato rende ragione del fatto che il sistema di spostamenti migratori all'interno della Lombardia è inserito in un punto focale dell'intero contesto europeo. Nel documento INFS intitolato "Distribuzione delle catture di uccelli inanellati all'estero ai fini della definizione delle rotte di migrazione" (INFS, rapporto non pubblicato), in cui vengono elencate ben 11.149 ricatture estere in Italia, per quanto riguarda i "Rapaci e Passeriformi" nell'area alpina e padana si legge: *"L'intera Val Padana risulta interessata da importanti rotte di migrazione lungo il suo asse principale, con numerose ricatture in particolare a nord e sud dell'area del Delta del Po. Spicca inoltre per la concentrazione di ricatture la costa ligure, seguita lungo l'asse est-ovest, come anche alcune delle valli tra Liguria e Piemonte"*.

I dati disponibili sulle ricatture di uccelli inanellati all'estero o di uccelli inanellati all'interno della regione, esaminati a livello regionale (Fornasari et al., 2000) confermano che, una volta superate le Alpi, i flussi principali da un lato si orientano in direzione ovest, muovendosi lungo i versanti delle Prealpi che si affacciano direttamente sulla pianura, dall'altro si spostano in direzione sud, concentrandosi lungo le linee costituite dai principali corsi fluviali, quali Mincio, Oglio, Serio, Adda e infine Ticino. Ciò comporta che proprio nell'area settentrionale del Parco del Ticino, in corrispondenza con il settore ove è ubicato l'Aeroporto della Malpensa, si incrociano due delle principali vie di migrazione attraverso l'Italia settentrionale: il tragitto prealpino, che porta i migratori dagli ingressi orientali fino alle coste liguri e ai quartieri di svernamenti situati nella Francia meridionale, nella Penisola Iberica, nell'Africa nord-occidentale o ancora oltre; ed il tragitto peninsulare, con uccelli che percorrono i laghi svizzeri, le vallate delle Alpi centrali, il Lago Maggiore, e seguendo il Ticino si dirigono poi a sud per svernare nella penisola italiana o per raggiungere quartieri di svernamento africani attraverso il Canale di Sicilia. Anche i migratori che entrano in Italia attraverso la Valganna sembrano raggiungere il corso del Ticino seguendo alcuni dei suoi affluenti di sinistra, come è indicato da diversi ritrovamenti di uccelli inanellati all'estero (Fornasari et al., 2000).

### 2.2 Identificazione dei percorsi

Nonostante il quadro degli spostamenti migratori sia delineato, nelle sue linee generali, a livello regionale, non sono mai stati descritti in maniera dettagliata i percorsi seguiti dai migratori nei tratti planiziali. A tal fine si sono utilizzati principalmente i dati di ricattura, sia di uccelli inanellati all'estero che di uccelli inanellati all'interno della regione, per mezzo di un Sistema Informativo Territoriale, utilizzando due tipi di dati:

- 1) l'ubicazione dei siti di ricattura di uccelli inanellati all'estero;
- 2) l'ubicazione dei siti di cattura e di ricattura di uccelli inanellati e ripresi nella stessa stagione di migrazione.

#### 2.2.1 Uccelli inanellati all'estero

Il quadro generale descritto in base a questi dati (Fornasari et al., 2000) mostra come alla scala regionale i flussi migratori si orientino in autunno principalmente da E-NE a O-SO, seguendo il limite dei rilievi prealpini, con flussi secondari che attraversano da nord a sud le Alpi attraverso le principali vallate. In questo senso è possibile prevedere che il corso del Ticino sia interessato al transito di migratori in senso trasversale per



quanto riguarda il flusso principale, e in senso parallelo per quanto riguarda flussi probabilmente provenienti dal lago Maggiore o dalla Valganna.

Concentrando l'attenzione sul settore settentrionale del Parco si osserva come le ricatture di uccelli inanellati all'estero si concentrino sulla sinistra orografica del Ticino, segnatamente lungo i torrenti Lenza, Strona, Arno, Olona (Figura 2.1), suggerendo la presenza di questa seconda componente con una possibile traiettoria da N-NE a S-SO. In totale i dati disponibili (INFS, rapporto pubblicato) riguardano 15 individui (2 Pettirossi *Erithacus rubecula*, 2 Cesene *Turdus pilaris*, 1 Tordo bottaccio *Turdus philomelos*, 1 Tordo sassello *Turdus iliacus*, 2 Storni *Sturnus vulgaris*, 1 Lucherino *Carduelis spinus*, 3 Peppole *Fringilla montifringilla*, 2 Frosoni *Coccothraustes coccothraustes*, 1 Migliarino di palude *Emberiza schoeniclus*) rinvenuti in 13 località diverse.

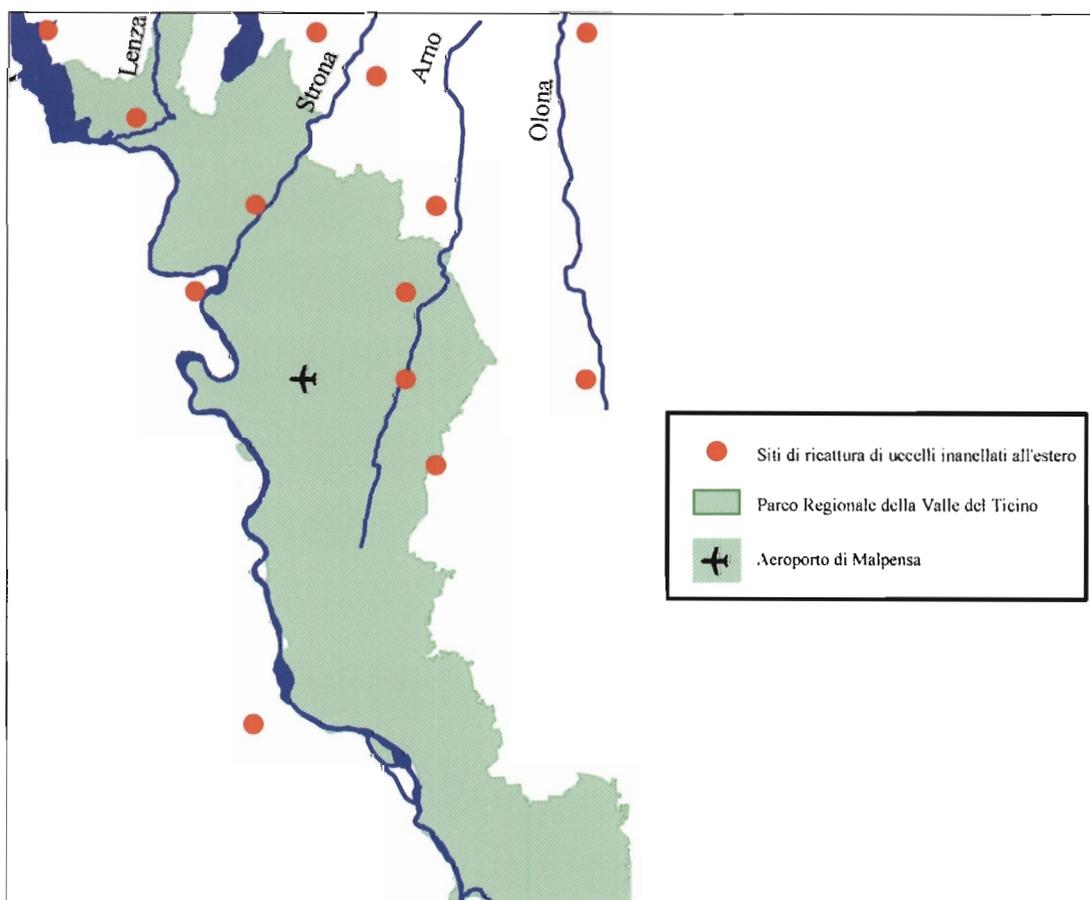


Figura 2.1 - Distribuzione delle ricatture di uccelli inanellati all'estero ricatturati nel settore settentrionale del Parco.

### 2.2.2 Ricatture della Stazione ornitologica di Bosco Vedro

Nel Parco Naturale del Ticino, corrispettivo piemontese del Parco lombardo, con territorio appartenente alla provincia di Novara, è presente una stazione di inanellamento nella Riserva naturale del Bosco Vedro. Nel corso dell'attività effettuata tra il 1985 e il 1993 in questa stazione sono stati inanellati 7670 individui appartenenti a 83 specie diverse (Bovio, 1994).

Dati rilevanti, per quanto riguarda la valutazione delle direzioni di migrazione, sono le 13 ricatture in altre località di soggetti inanellati localmente e le 4 ricatture locali di soggetti inanellati altrove (Tabella 2.1).

Osservando i dati riportati in Figura 2.2, si ritrovano il percorso migratorio sud-orientale (attraverso la Spagna e la Penisola Iberica), quello peninsulare, e i quartieri di sver-



namento nord-africani. Questi ultimi in particolare si riferiscono al Pettiroso e allo Sturno, mentre le ricatture di Merlo *Turdus merula* e Capinera *Sylvia atricapilla* fanno pensare a spostamenti su scala più ridotta e limitati al territorio italiano.

COD.	SPECIE	LUOGO CATTURA	DATA	LUOGO RICATTURA	DATA	GIORNI	DISTANZA
b1	Airone cenerino	Audru-Liiva (Parnu) - Estonia	25/05/1980	Bosco Vedro	09/01/1990	3154	1780
a1	Beccaccia	Bosco Vedro	05/12/1985	Nizhniy Lomov (Penza) - Russia	24/08/1987	505	2664
a2	Beccaccia	Bosco Vedro	01/05/1987	Laveno Ponte Tresa (VA)	21/10/1989	903	47
b2	Martin pescatore	Bosco Vedro	06/09/1990	Cameri	19/19/1990	13	4
a3	Pettiroso	Bosco Vedro	07/10/1986	Elkaliaa (Ovezane) - Marocco	12/10/1986	66	1676
a4	Pettiroso	Bosco Vedro	22/10/1986	Azga (Tizi Ouzu) - Algeria	02/01/1987	72	1100
a5	Pettiroso	Bosco Vedro	12/04/1987	Oran (Oran) - Algeria	11/05/1990	1124	1356
a6	Pettiroso	Bosco Vedro	17/10/1988	m'Chedallah (Bouida) - Algeria	05/03/1989	139	1083
a7	Merlo	Bosco Vedro	09/10/1986	Mannuri (Urzulei - NU)	15/02/1987	129	590
a8	Merlo	Bosco Vedro	27/03/1987	Fregene (Roma)	21/01/1988	300	493
a9	Cesena	Bosco Vedro	05/12/1985	Talavera de la Reina (Toledo) - Spagna	18/04/1987	499	1262
a10	Capinera	Bosco Vedro	02/10/1986	Pistoia	03/05/1988	576	248
b3	Capinera	Albano Verellese (VC)	20/10/1987	Bosco Vedro	14/04/1988	176	27
a11	Balia nera	Bosco Vedro	18/09/1985	Cantanhede - Portogallo	24/10/1988	1132	1517
b4	Balia nera	Beauduc (Camargue) - Francia	11/05/1986	Bosco Vedro	14/05/1986	3	405
a12	Sturno	Bosco Vedro	13/05/1987	L'Hillil (Relizane) - Algeria	30/11/1987	201	1297
a13	Sturno	Bosco Vedro	05/05/1989	Ain Temouchent - Algeria	30/12/1989	239	1401

Tabella 2.1 - Dati sulle ricatture di uccelli inanellati o ricatturati a Bosco Vedro (da Bovio, 1994).

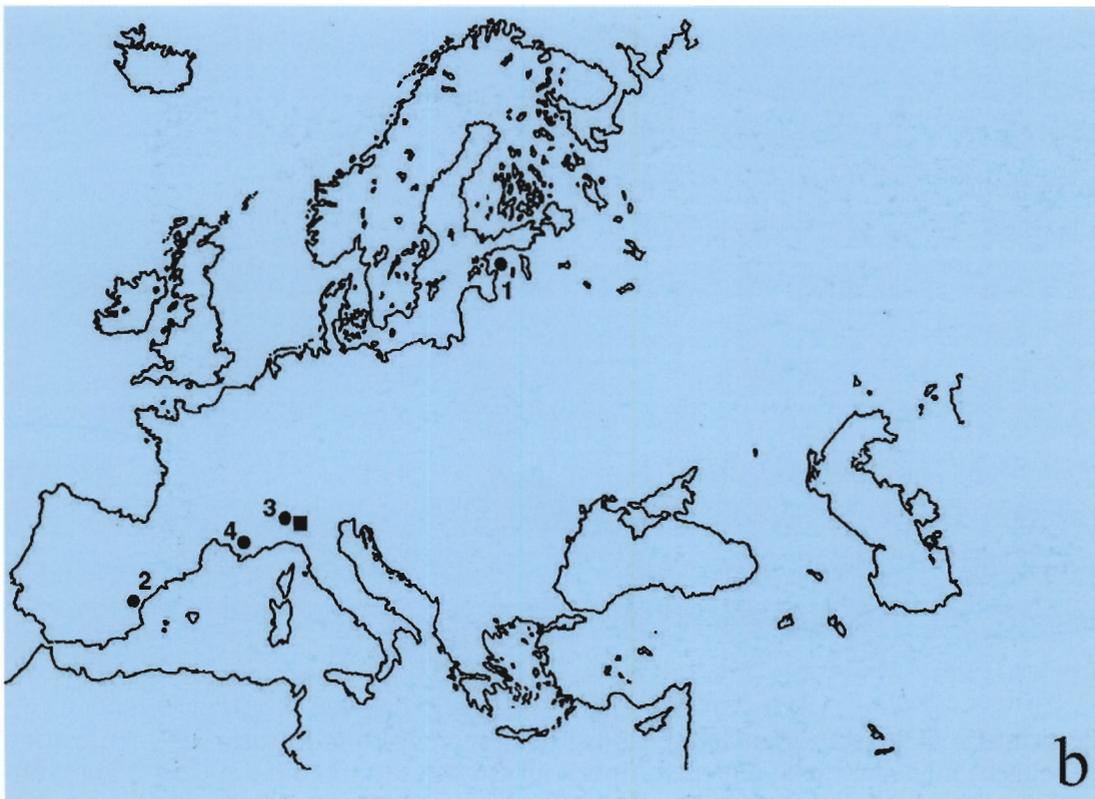
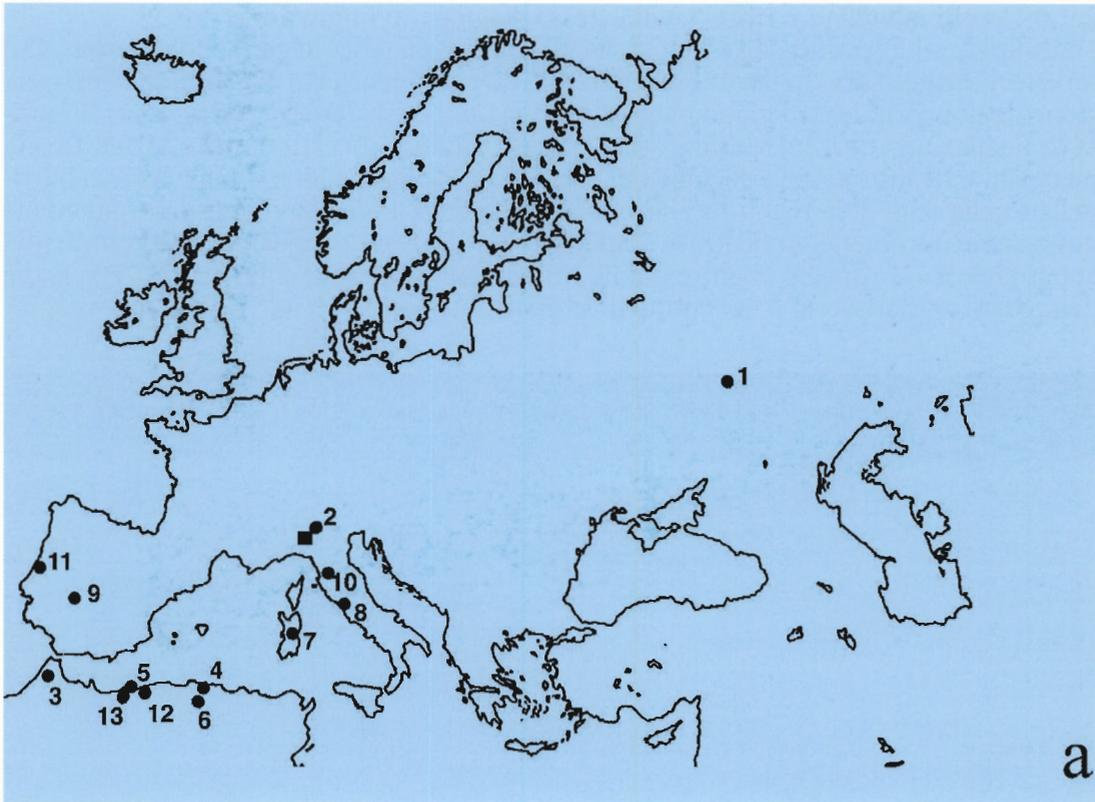
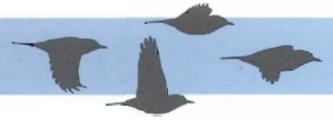


Figura 2.2 - Distribuzione dei siti di ricattura degli uccelli inanellati a Bosco Vedro (a) e dei siti di inanellamento degli uccelli ricatturati al Bosco Vedro (b); la località di Bosco Vedro è indicata in figura da un rettangolo nero. Per l'identificazione delle specie si veda la numerazione della Tabella 2.1.



### 2.2.3 Uccelli inanellati e ripresi nella stessa stagione di migrazione

I dati utilizzati derivano dall'esame delle pubblicazioni della Regione Lombardia: "Osservatori ornitologici - relazione annuale sull'inanellamento per lo studio della migrazione degli uccelli nella Regione Lombardia" (Voll. I-XXI, 1977-1997, v. ad es. Vigorita & Reguzzoni, 1997). I volumi riportano, tra gli altri, gli estremi relativi agli uccelli inanellati e ricatturati nella regione nel corso della stessa stagione di migrazione, o inanellati nella regione e ricatturati altrove (Tabella 2.2). Il grosso di tali dati riguarda la migrazione autunnale: le ricatture disponibili per l'autunno riguardano 405 individui appartenenti a 21 specie, mentre quelle primaverili, in pratica inutilizzabili per esami dettagliati, si riferiscono a nove individui ripartiti tra otto specie.

Specie		Ricatture extra-regionali	Ricatture infra-regionali
Beccaccia	<i>Scolopax rusticola</i>		1
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>		1
Prispolone	<i>Anthus trivialis</i>		13
Passera scopaiola	<i>Prunella modularis</i>		2
Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>	8	8
Merlo	<i>Turdus merula</i>	14	12
Cesena	<i>Turdus pilaris</i>	3	16
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	93	50
Tordo sassello	<i>Turdus iliacus</i>	45	51
Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>		1
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	1	2
Cincia mora	<i>Parus ater</i>		1
Cinciarella	<i>Parus caeruleus</i>		1
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	4	3
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>		2
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	4	9
Peppola	<i>Fringilla montifringilla</i>	1	10
Lucherino	<i>Carduelis spinus</i>	2	15
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>		5
Crociere	<i>Loxia curvirostra</i>	1	7
Frosone	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	2	17

Tabella 2.2 - Dati di ricattura utilizzabili per le analisi.

Le ricatture di soggetti inanellati e ripresi nella regione sono in tutto 227, le ricatture di soggetti inanellati nella regione e ripresi all'esterno sono 178. Le specie di gran lunga più comuni all'interno del campione sono Tordo bottaccio e Tordo sassello, in modo ancora più rilevante se si considerano solo le ricatture al di fuori della Lombardia. Nei paragrafi che seguono sono comunque trattate tutte le specie con un numero di ricatture superiore a 10.



## GENERE *TURDUS*

L'abbondanza di dati a disposizione permette di tentare un'analisi differenziata per diversi periodi in base alla data di inanellamento, dividendo l'intervallo di maggiore intensità della migrazione (v. Schubert et al., 1986) in tre sotto-intervalli di 10 giorni. Nelle carte descrittive (figura 2.4 a-m) sono mostrate le località di cattura e di ricattura, collegate da una linea retta che non descrive il tracciato effettivamente seguito, ma la direttrice di migrazione lungo la linea di minore distanza. In questo modo, si può osservare per il Tordo bottaccio nel primo periodo (dal 28 settembre al 7 ottobre, pentadi 55-56) una forte predominanza di spostamenti orientati in generale verso sud-ovest. Nella carta prodotta sono evidenziate solo le ricatture extra-regionali. E' evidente come il grosso degli individui coinvolti segue presumibilmente rotte che attraversano il territorio del Parco del Ticino in senso trasversale, su un fronte di migrazione piuttosto ampio. Questo quadro si ripete in maniera analoga nella seconda (dall'8 al 17 ottobre, pentadi 57-58) e nella terza decade esaminata (18-27 ottobre, pentadi 59-60).

E' probabile che nei diversi periodi si succedano individui appartenenti a popolazioni diverse. Infatti, se si riassumono le direzioni delle linee estrapolate in grafici di tipo radar, suddivisi in intervalli di cinque gradi di ampiezza, nel passaggio tra le tre decadi si osserva un moderato, graduale spostamento delle direzioni di migrazione verso ovest (Figura 2.3).

Se consideriamo il sud come direzione di riferimento a 0° e ci muoviamo in senso orario, verso ovest, si osserva una variazione della moda da 40-45° nella prima decade, a 40-50° nella seconda, a 55° nella terza. Queste differenze non sembrano dipendere dalle date in cui si sono verificati i ritrovamenti. I quartieri di svernamento interessati sono le coste liguri e della Francia meridionale, via via più occidentali. Il verificarsi di un passaggio sequenziale di popolazioni che si concentrano ciascuna in un breve periodo, anziché di più popolazioni contemporaneamente su intervalli temporali più lunghi, può fare sì che eventuali fenomeni di stress acuto provocati dalle interazioni con le rotte aeree abbiano effetti concentrati sugli uccelli provenienti da una stessa area, potenzialmente più gravi che non se fossero distribuiti su uccelli provenienti da più aree.

Per ciascuno dei tre periodi si può osservare anche un limitato numero di individui le cui direzioni di spostamento sono meridionali, con quartieri di svernamento collocati in Corsica o Sardegna. Il confronto numerico mostra come per questa specie la componente meridionale della migrazione (in tutto 5 ricatture, di cui 3 nell'ultimo periodo) sia comunque molto inferiore rispetto a quella sud-occidentale. Mancano dal campione soggetti ricatturati nell'Italia peninsulare, il che suggerisce per queste popolazioni svernanti l'esistenza di vie di migrazione più orientali il cui tracciato non interessa la Lombardia.

L'esame dei dati relativi alle ricatture infra-regionali mostra pochi soggetti diretti a S-SE, relativi soprattutto alla prima decade, contro una gran maggioranza di individui i cui movimenti sembrano invece rispecchiare il fenomeno del pendolarismo giornaliero già mostrato da Bordignon (1989) per aree analoghe del territorio piemontese, con Turdidi e Fringillidi che si spostano nelle zone agricole pianiziali durante il giorno per alimentarsi e frequentano roost notturni nelle zone boscate pedecollinari. Questo fenomeno si riferisce evidentemente al contingente svernante nella regione.

Gli spostamenti eseguiti dal Tordo sassello mostrano un quadro analogo, con movimenti diretti verso il quadrante sud-occidentale, su un ampio ventaglio che interessa apparentemente tutto il territorio del Parco. I contingenti di Tordo sassello svernanti in Lombardia risultano tuttavia superiori rispetto a quelli di Tordo bottaccio (Fornasari et al., 1992) ed infatti le ricatture infra-regionali appaiono più frequenti, con un rapporto di 1:1 anziché di 1:2 rispetto a quelle extra-regionali. I movimenti pendolari, evidenziati soprattutto durante la seconda decade, risultano quindi relativamente più importanti.

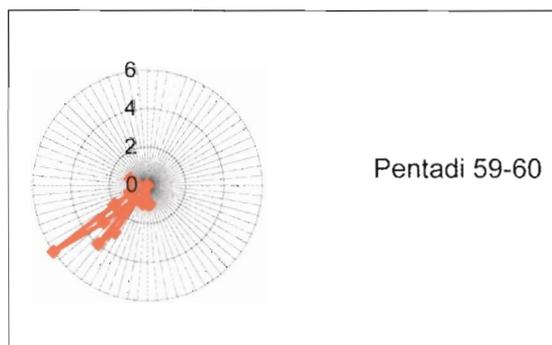
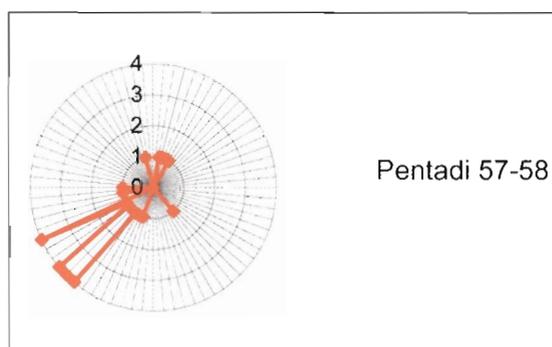
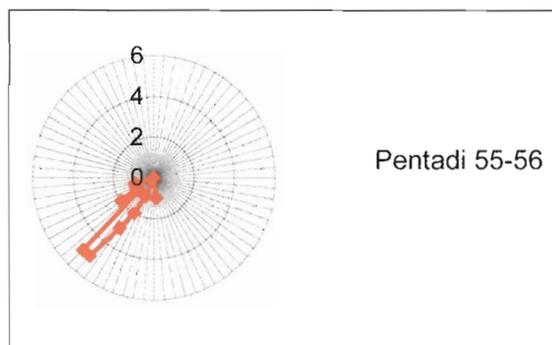


Figura 2.3 - Direzioni di migrazione dei Tordi bottacci catturati in Lombardia e ricatturati al di fuori della Regione.

Lo stesso rapporto (1:1) si presenta per il Merlo, in cui apparentemente il numero di migratori è paragonabile a quello di individui che nella regione effettuano movimenti su breve distanza. Solo nella Cesena questo tipo di ricatture autunnali risulta predominante (5:1), a testimonianza del fatto che la specie trova in Lombardia un'area particolarmente favorevole per lo svernamento. In entrambi i casi gli spostamenti extra-regionali hanno una forte componente a direzione SO, pure se si presentano casi di ricatture avvenute a sud del punto di inanellamento. Per l'intero genere *Turdus*, il quadro generale che si ricava corrisponde alla sovrapposizione tra popolazioni migratrici, dominanti, e popolazioni svernanti, coinvolte in movimenti pendolari tra le aree pedemontane e le aree pianiziali (con movimenti anche verso il Ticino svizzero, come nel Tordo bottaccio). Nel caso di movimenti su larga scala, la direzione predominante di migrazione è senza dubbio compresa in un settore di 15-20 gradi di ampiezza, intorno a SO, con modeste variazioni nelle diverse specie o in popolazioni diverse della stessa specie (v. Tordo bottaccio e Tordo sassello). In tutte le specie la componente strettamente meridionale della migrazione è decisamente minoritaria, pur essendo sempre rilevabile. Mancano invece, pressoché completamente, dati su individui diretti a SE verso l'Italia peninsulare.

#### ALTRE SPECIE

L'unico migratore transahariano con un numero di ricatture relativamente consistente è il Prispolone. I dati riguardano però esclusivamente movimenti infra-regionali, a significare l'esistenza comunque di un sistema di spostamenti complesso che prevede probabilmente anche delle soste nell'area dell'alta pianura. Le direzioni di volo (figura 2.4 m) sembrano comunque tangenziali al profilo dei rilievi, con alcuni soggetti diretti a SE o a S-SO (rispettivamente 3 e 2). Queste tre direttrici potrebbero essere equivalenti, ma non ci sono dati sufficienti per considerare questa più di una semplice ipotesi. Nei due insettivori caratterizzati da una migrazione a medio raggio, Pettiroso e Capinera, le direttrici migratorie verso SO e S appaiono pressoché equivalenti (figura 2.4 l). Nei fringillidi (figura 2.4 i), pure caratterizzati da una migrazione a medio raggio ma diurna anziché notturna, la componente a SO dei movimenti più estesi è di nuovo predominante. Come nelle specie del genere *Turdus*, si verificano significativi movimenti di tipo pendolare. L'unico individuo che ha effettuato un movimento di lunga portata in direzione strettamente meridionale è un Lucherino. Di nuovo, si può osservare che



il fronte di migrazione interessa in tutta la sua ampiezza il Parco, con particolare rilevanza per l'area di Malpensa. In alcuni casi, la componente diretta a sud potrebbe essere numericamente importante. Per queste specie la mole di dati a disposizione è comunque troppo modesta per trarre qualunque conclusione.

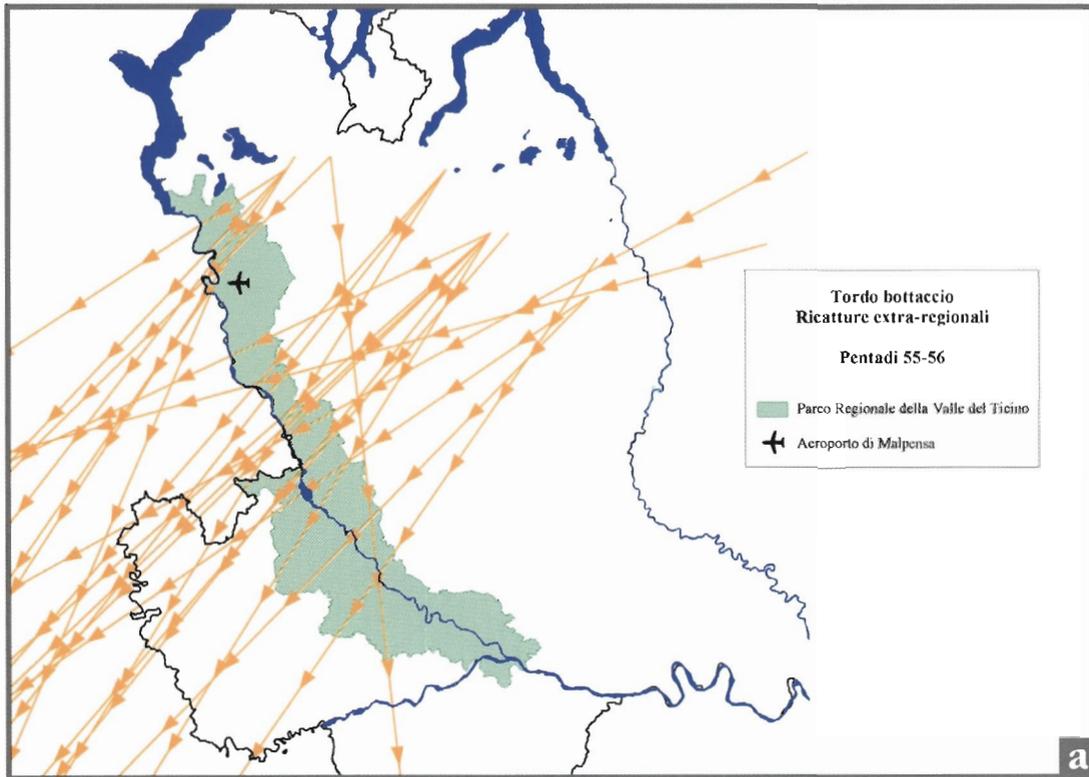
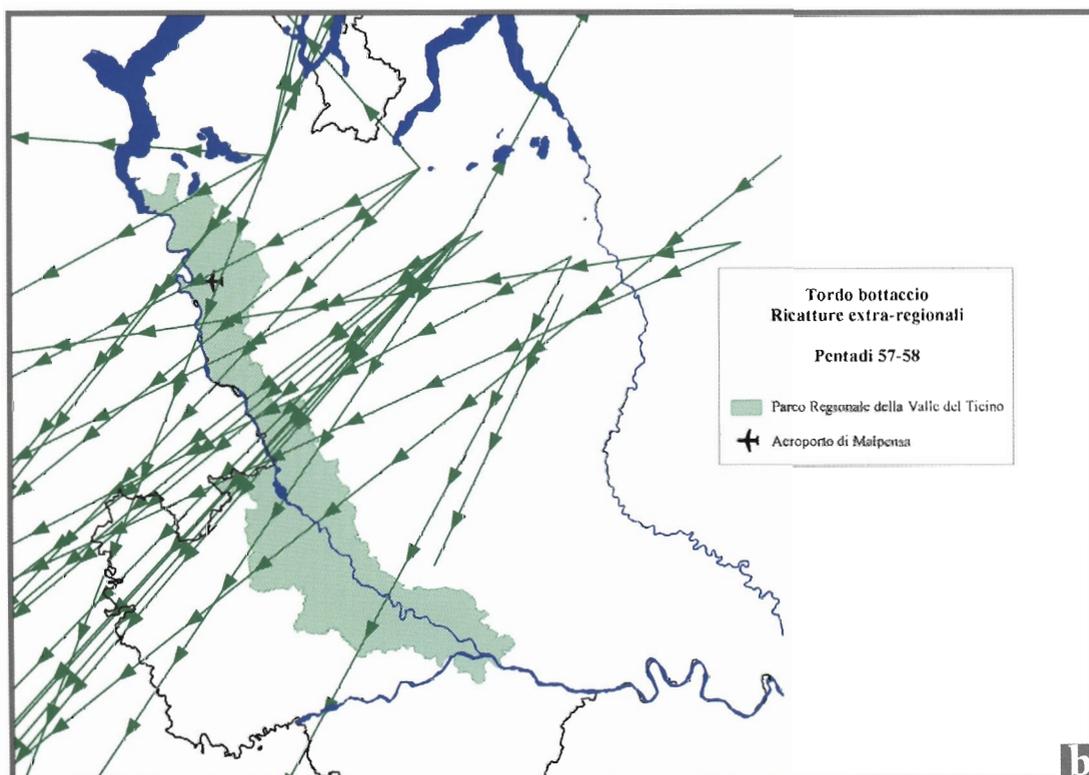


Figura 2.4  
Carte descrittive  
delle direttrici  
di migrazione lungo  
le linee di minore  
distanza (vedi testo)



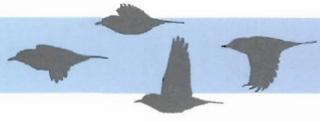
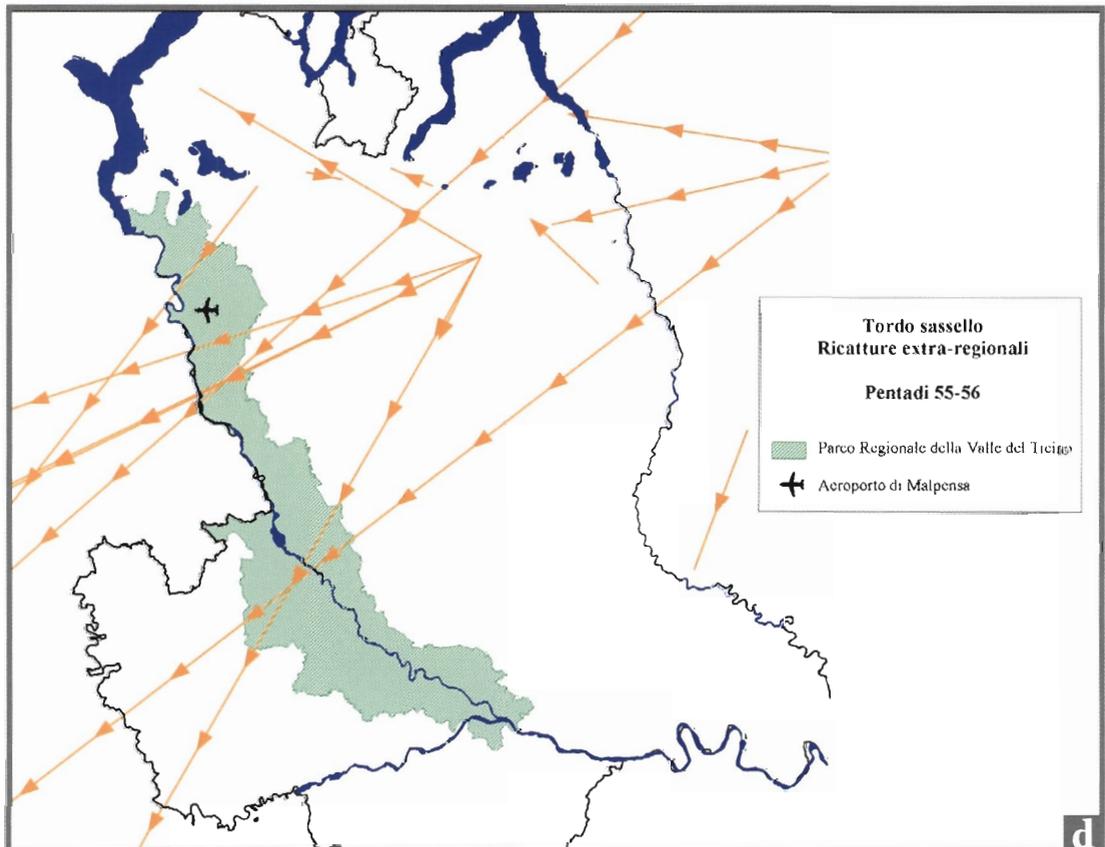
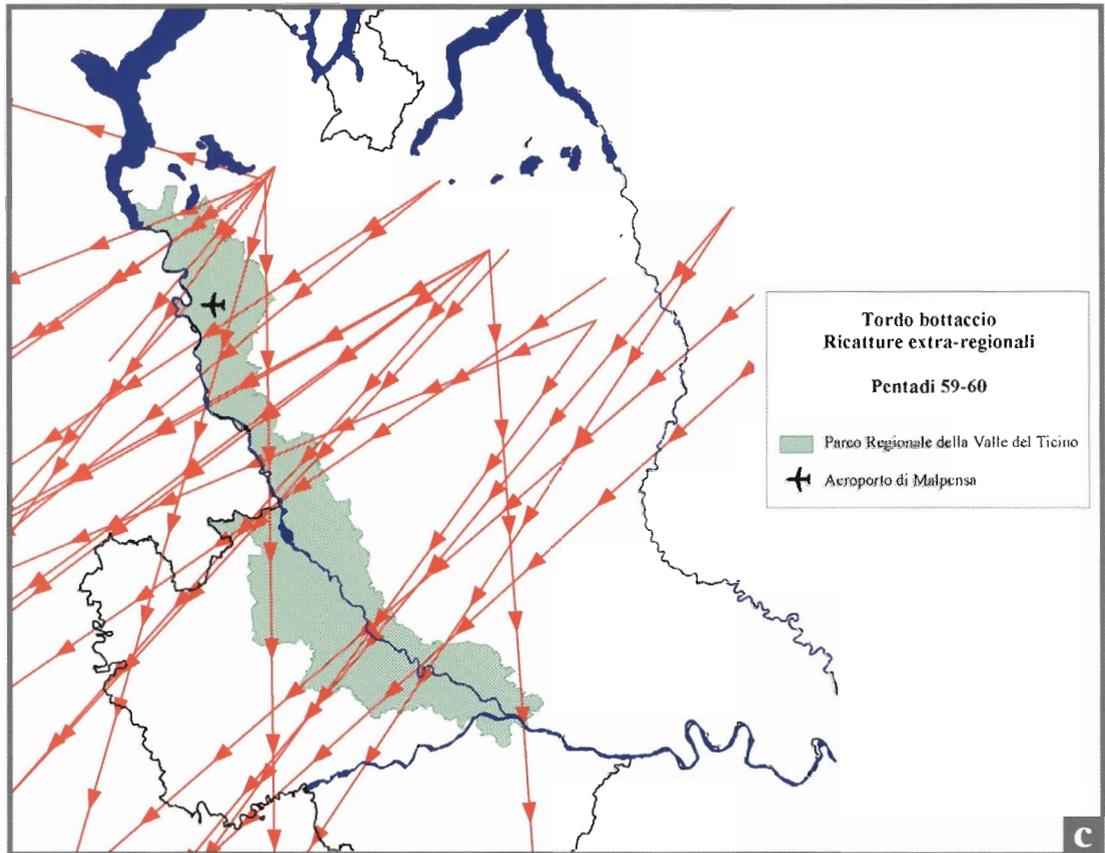


Figura 2.4  
Carte descrittive  
delle direttrici  
di migrazione lungo  
le linee di minore  
distanza (vedi testo)



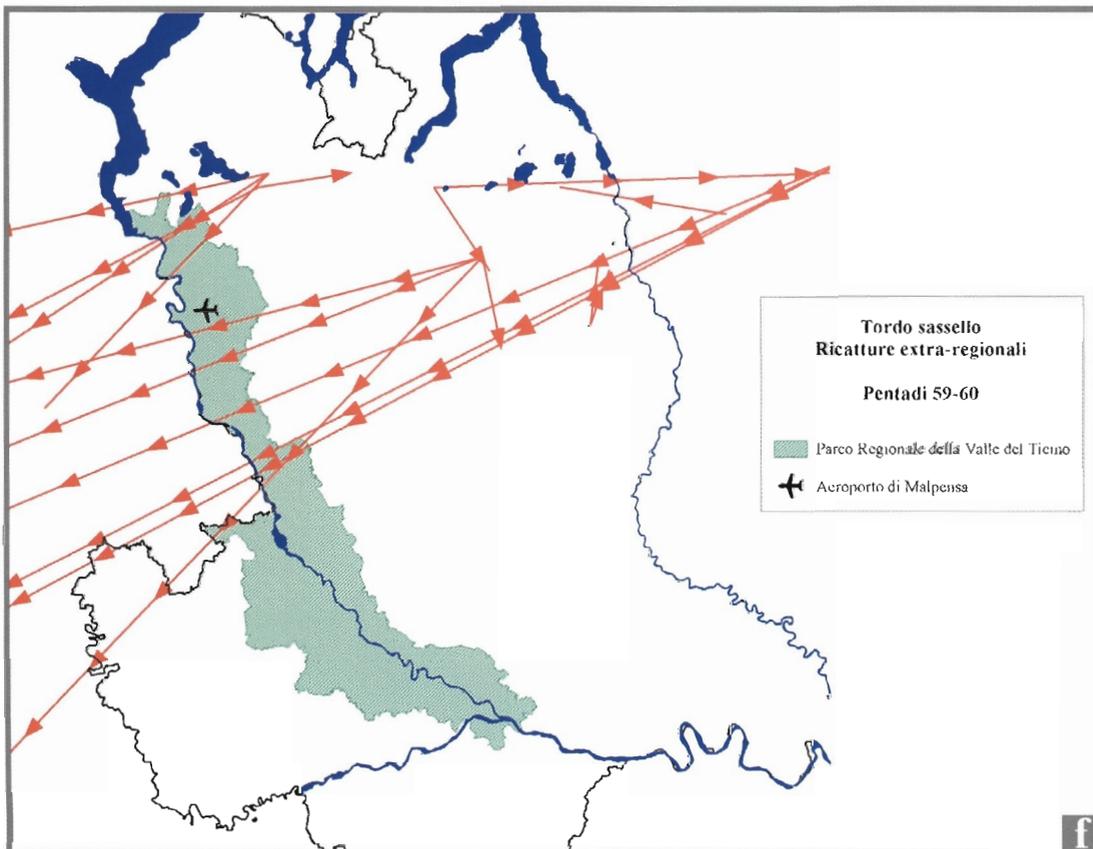
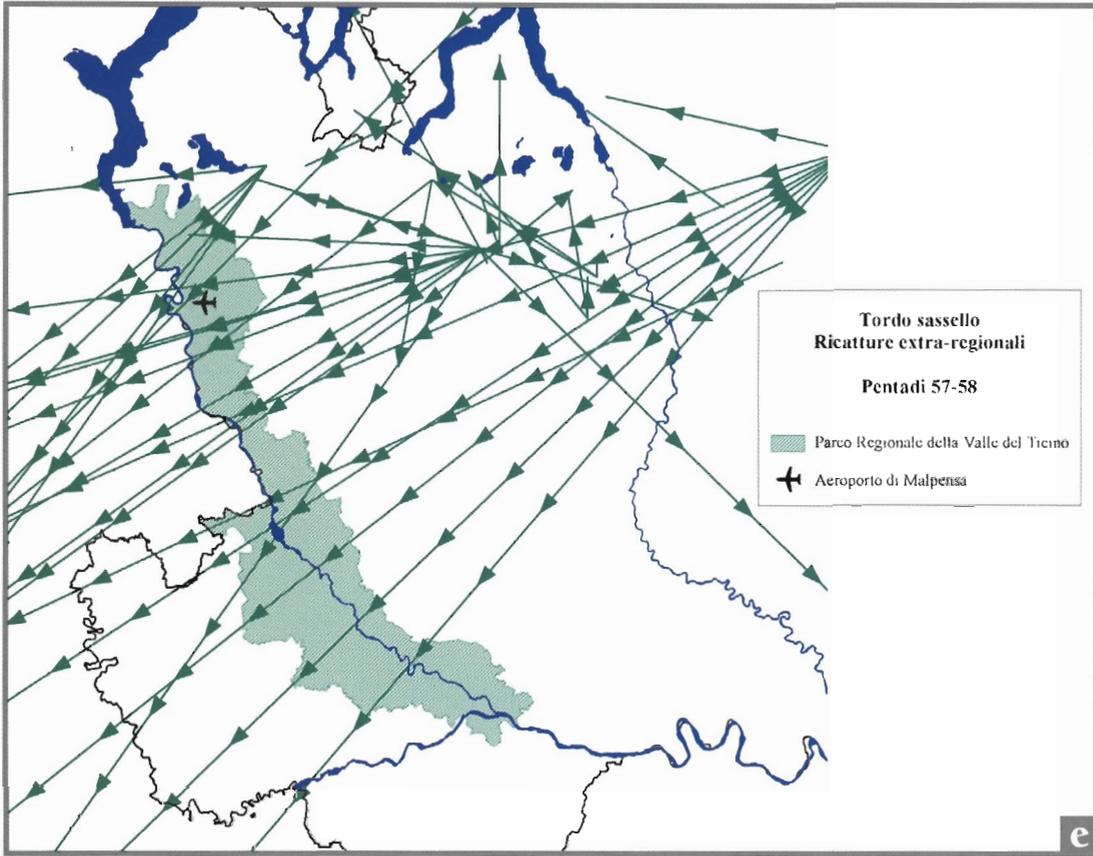


Figura 2.4  
Carte descrittive  
delle direttrici  
di migrazione lungo  
le linee di minore  
distanza (vedi testo)

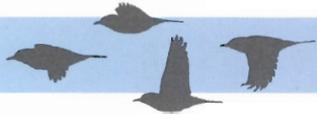
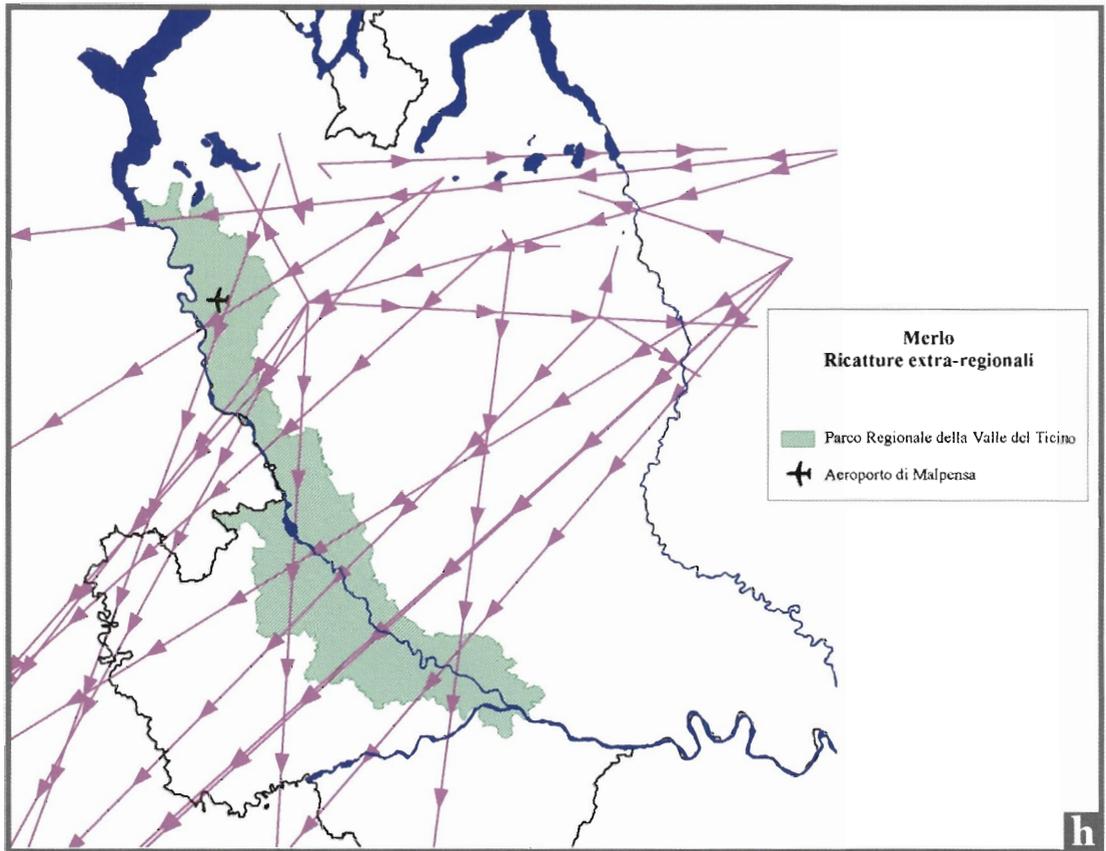
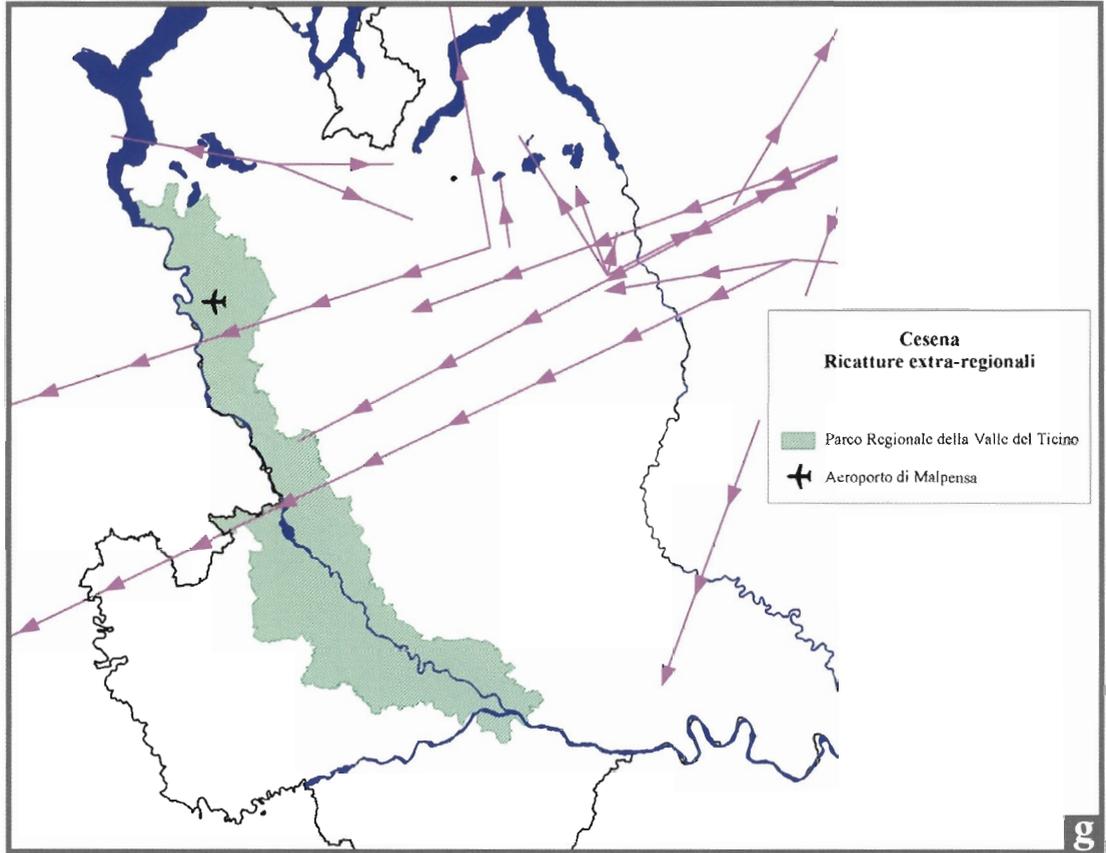


Figura 2.4  
Carte descrittive  
delle direttrici  
di migrazione lungo  
le linee di minore  
distanza (vedi testo)



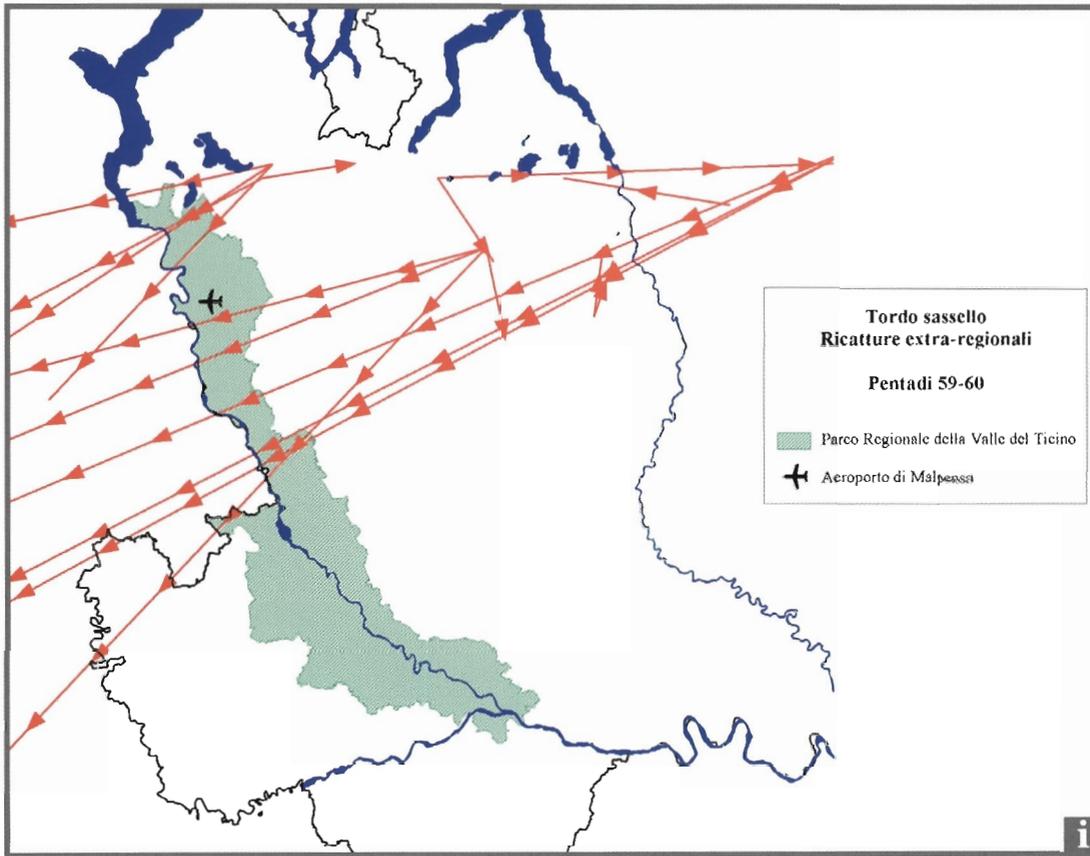
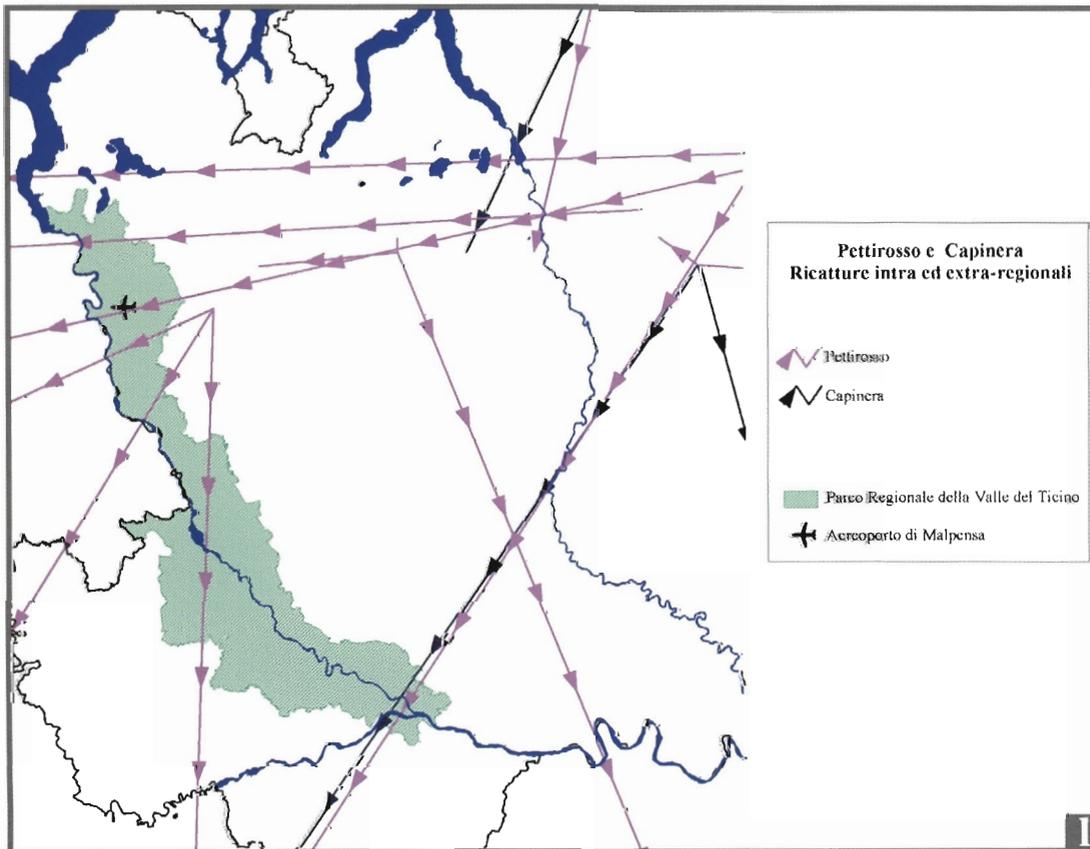


Figura 2.4  
Carte descrittive  
delle direttrici  
di migrazione lungo  
le linee di minore  
distanza (vedi testo)



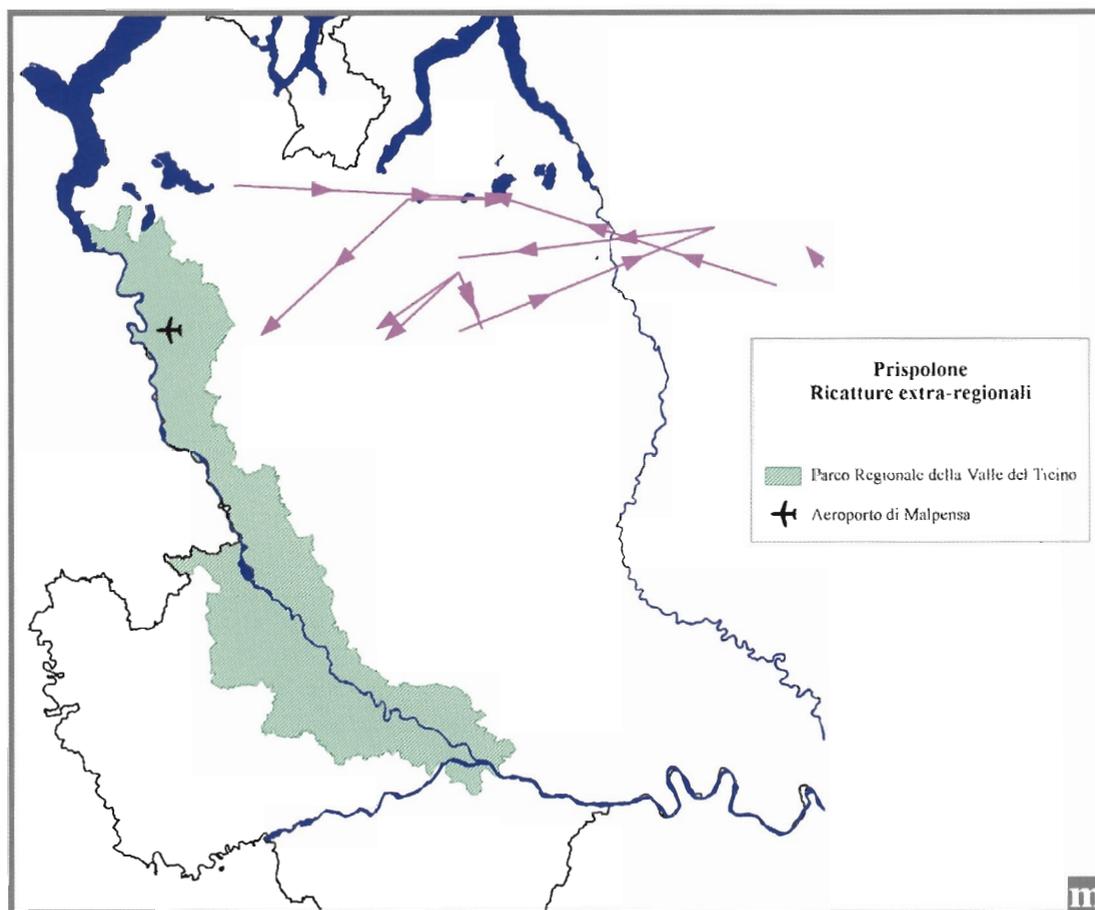


Figura 2.4 - Carte descrittive delle direttrici di migrazione lungo le linee di minore distanza (vedi testo).

### 2.3 Dati dalle stazioni ornitologiche esistenti

Nel territorio della Lombardia operano in modo più o meno regolare poco meno di 30 stazioni di inanellamento, alcune delle quali si trovano sulle possibili vie seguite dai migratori per transitare sopra il Parco del Ticino. Allo scopo di delineare in maniera precisa il quadro degli spostamenti nel contesto geografico ampio in cui si trova ubicato l'aeroporto di Malpensa, sono stati ottenuti dati utili dai responsabili di cinque stazioni di inanellamento (Figura 2.5), quattro lombarde (Cascina Meschio, Arosio, Costa Perla, La Passata) e una del Ticino svizzero (Bolle di Magadino).

Alle diverse stazioni sono stati chiesti i dati di cattura giornalieri per 11 specie selezionate, su tutto l'intervallo compreso tra l'8 di settembre e l'1 dicembre, per i quattro anni 1996, 1997, 1998, 1999. Le specie richieste sono: Pettiroso, Capinera, Merlo, Tordo Bottaccio, Tordo sassello, Cesena, Prispolone, Beccafico, Fringuello *Fringilla coelebs*, Peppola, Lucherino. Obiettivo dell'analisi è stata la verifica dell'orientamento dei flussi di migratori confrontando i picchi giornalieri di presenze per stazioni limitrofe.

#### MIGRATORI NOTTURNI A MEDIA DISTANZA

**Pettiroso *Erithacus rubecula*** - Relativamente al 1996 sono disponibili dati di 4 stazioni: Bolle di Magadino (CH), La Passata (BG), Arosio (CO), e C.na Meschio (VA). Il picco principale di migrazione è sincrono in tutte le stazioni, il giorno 24 ottobre. Peraltro, nelle Bolle di Magadino si verificano dei picchi secondari che non hanno corrispondenze con le stazioni posizionate al di sotto delle Prealpi. Per la stazione più pros-

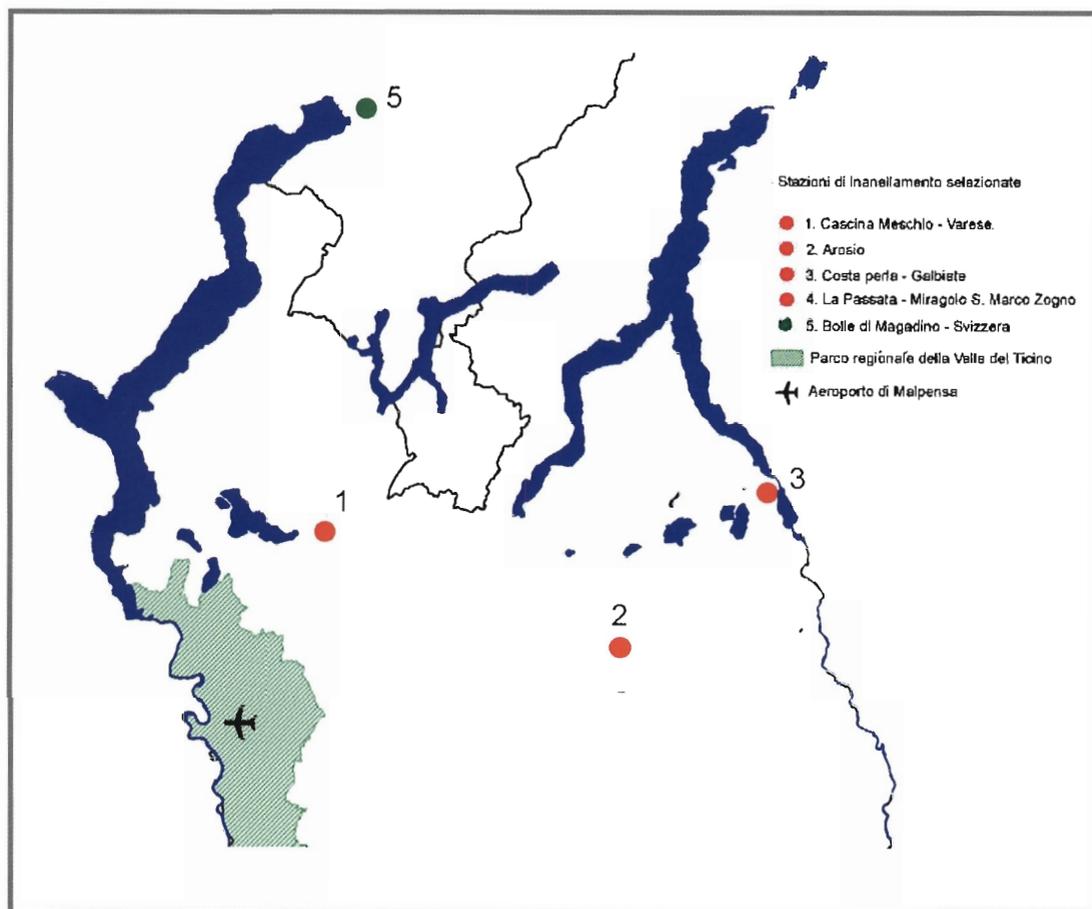


Figura 2.5 - Distribuzione delle stazioni di inanellamento considerate.

sima a Malpensa (C.na Meschio) un possibile collegamento con le catture effettuate a nord (Magadino) si riscontra solo per il periodo di metà ottobre, quando si sono verificati massimi di catture prolungati in entrambe le zone. Nel 1997 sono disponibili dati solo su due stazioni orientate sulla direzione est-ovest (Arosio, C.na Meschio); peraltro i due picchi principali coincidono nei giorni 18 e 23 ottobre. Per il 1998 (Figura 2.6) abbiamo a disposizione invece dati da 5 stazioni: Cascina Meschio, Bolle di Magadino, La Passata, Arosio, Costa Perla. Si verificano massimi sincroni in tutte le stazioni il 28-29 settembre e il 21 ottobre; un picco sincrono appare anche il 3 ottobre, tranne nella stazione di Cascina Meschio dove compare il giorno successivo, indicando un possibile movimento N-S o NE-SO. Nella fase centrale della migrazione i picchi appaiono in giornate successive in direzione NO-SE, indicando il possibile passaggio di contingenti di diversa provenienza; il massimo delle Bolle di Magadino e Cascina Meschio si verifica il 7 ottobre, a Costa Perla e Arosio il giorno 8 e alla Passata si ha un incremento dal giorno 9 al giorno 11. Un fenomeno analogo si ripete pochi giorni dopo con un picco alle Bolle di Magadino il giorno 13, a Costa Perla, Arosio e Cascina Meschio il giorno 14 e alla Passata il 15. Nel 1999 sono disponibili dati continuativi solo per Arosio, Cascina Meschio e La Passata: si sono registrati 3 giorni di passo intenso per tutte e tre le stazioni tra il 13 e il 16 di ottobre.

**Capinera *Sylvia atricapilla*** - Nel 1996 (Figura 2.7) Arosio e Cascina Meschio hanno picchi in larga misura corrispondenti; la migrazione nelle Bolle di Magadino è più intensa solo nelle fasi iniziali (fino al 25 settembre) dove i picchi si presentano sfasati di uno o due giorni rispetto alla stazione di Cascina Meschio, il che può indicare la presenza di una componente N-S. Per il 1997 e il 1998 non è possibile evidenziare andamenti omogenei. Nel 1999 Cascina Meschio e Arosio hanno evidenziato andamenti simili.



**Tordo bottaccio *Turdus philomelos*** - Nel 1996 si osservano sempre picchi corrispondenti tra Cascina Meschio e Arosio: nella fase iniziale della migrazione l'andamento sembra mostrare un leggero sfasamento temporale in direzione ovest. Il campione catturato alla Passata è troppo piccolo per fornire indicazioni significative. La situazione è identica nel 1997. Nel 1998 la stazione di Costa Perla mostra picchi analoghi o antecedenti di un giorno alle due stazioni di Cascina Meschio e Arosio. La situazione è estremamente chiara nel 1999 (Figura 2.8) con picchi ad Arosio regolarmente antecedenti di uno o due giorni rispetto a quelli di Cascina Meschio. I dati delle altre tre specie del genere *Turdus* non si prestano ad alcuna considerazione.

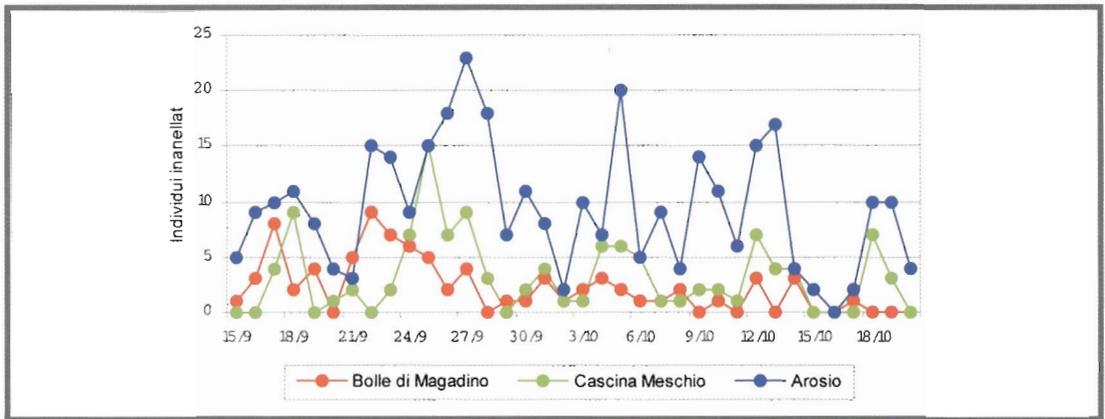


Figura 2.6 - Andamento delle catture di Pettirosso nell'autunno 1998.

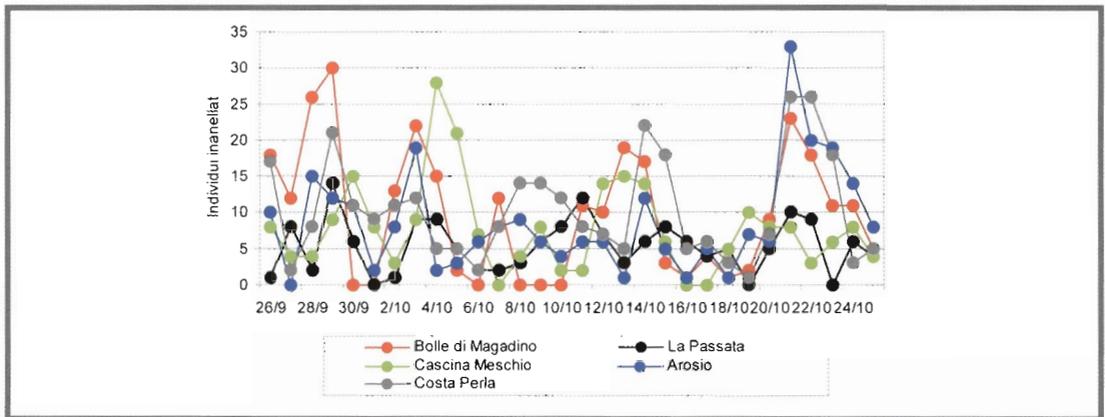


Figura 2.7 - Andamento delle catture di Capinera nell'autunno 1996.

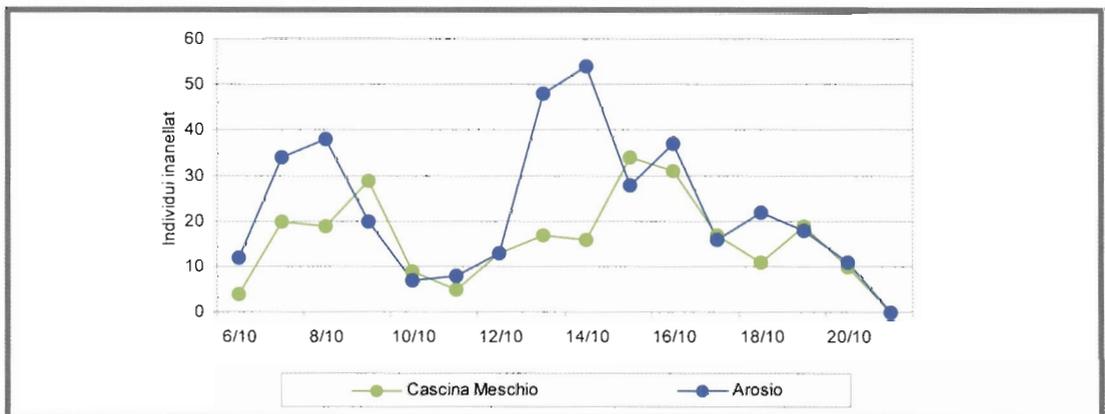


Figura 2.8 - Andamento delle catture di Tordo bottaccio nell'autunno 1999.



**MIGRATORI NOTTURNI A LUNGA DISTANZA**

**Prispolone *Anthus trivialis*** - Su questa specie sono disponibili dati sui 4 anni solo per due stazioni. Nel 1996 apparentemente le due stazioni di Cascina Meschio e Arosio risultano sincrone negli andamenti con picchi esattamente corrispondenti. La Passata presenta un andamento divergente imputabile probabilmente a fenomeni meteorologici locali. Nel 1997 si ripete la sincronia tra Arosio e Cascina Meschio.

Per il 1998 è possibile procedere ad un confronto fra queste due stazioni solo nella fase iniziale della migrazione, tra l'8 e il 14 settembre, con massimi che a Cascina Meschio seguono di un giorno quelli di Arosio. Lo stesso fenomeno si osserva l'anno successivo nella finestra temporale compresa tra l'8 e il 18 settembre. Questo può indicare un movimento in direzione est-ovest, e quindi un tragitto trasversale al corso del Ticino.

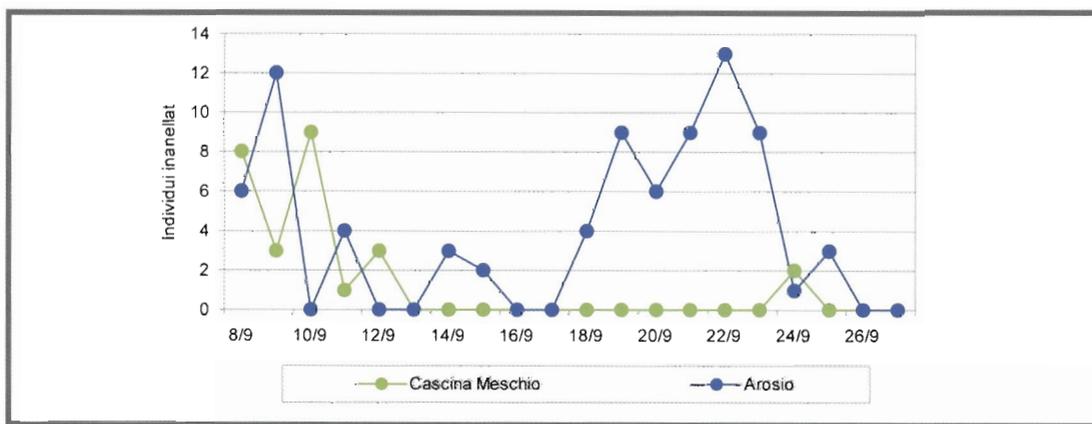


Figura 2.9 - Andamento delle catture di Prispolone nell'autunno 1999.

**MIGRATORI DIURNI**

**Fringuello *Fringilla coelebs*** - Per il 1996 e il 1997 si nota che in alcune fasi della migrazione la specie utilizza preferenzialmente una o l'altra delle due stazioni tra Arosio e La Passata; i picchi di migrazione a Cascina Meschio, in generale corrispondono con quelli di Arosio, come se uccelli provenienti da nord, giunti al limite delle Prealpi, piegassero verso ovest.

Nel 1998 l'andamento che si osserva è decisamente E-O, con almeno tre casi di picchi dilazionati di un giorno tra La Passata e Arosio; i due picchi iniziali rilevati a Cascina Meschio sono ancora successivi. Il 1999 si presenta come un anno di difficile interpretazione.

**Altre specie** - Per la Peppola i dati sulla migrazione sono sufficienti, ed attendibili, solo per la stazione della Passata; i movimenti in pianura sono probabilmente erratismi invernali che non mostrano andamenti generalizzabili. Per il Lucherino i dati a disposizione non si prestano ad elaborazioni significative.

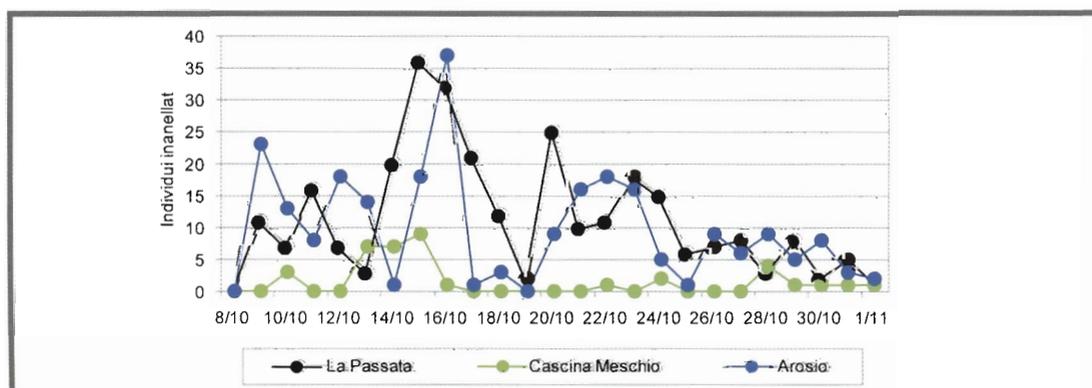


Figura 2.10 - Andamento delle catture di Fringuello nell'autunno 1998.



## 2.4 Identificazione dei percorsi all'interno del Parco

Informazioni sulla direzione dei flussi migratori all'interno del Parco si possono ottenere anche confrontando la cronologia delle catture nelle due stazioni di inanelamento di Brughiera Dosso e de La Fagiana, entrambe operative nell'autunno del 2002, distanti circa 26 km una dall'altra secondo l'asse nord-sud (Figura 2.11, v. Bonazzi et al., questo volume).

I due principali massimi nelle catture di Capinera sono pressoché coincidenti nelle due stazioni, il che potrebbe indicare l'esistenza di un fronte di migrazione largo che attraversa il Parco in direzione ovest, in senso trasversale.

Nel Pettiroso si verifica probabilmente la sovrapposizione di movimenti locali, infatti il primo picco a Brughiera Dosso è seguito da un picco alla Fagiana con due pentadi di ritardo, il secondo da un picco con una pentade di ritardo, e solo il terzo è coincidente, e non a caso si verifica quando si registra il massimo assoluto di catture.

Per il Lui piccolo *Phylloscopus* si verifica il caso opposto: la comparsa della specie alla Fagiana è in sostanza ritardata di tre pentadi rispetto a Brughiera Dosso. Questi dati probabilmente rispecchiano un quadro in cui il flusso principale della migrazione è orientato dalla stazione più a nord, a quella più a sud, con movimenti a piccola scala di soggetti svernanti. Un ritardo di una pentade tra il massimo registrato a Brughiera Dosso e quello registrato alla Fagiana si verifica anche per il Regolo, a conferma dell'esistenza, almeno per alcune specie, di flussi a orientamento nord-sud lungo l'asse fluviale del Ticino.

Lui piccolo  
(foto di J. Tonetti)



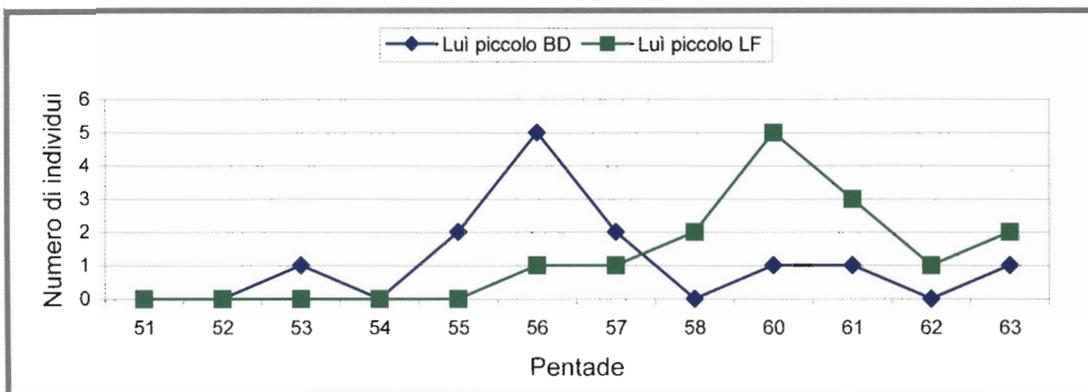
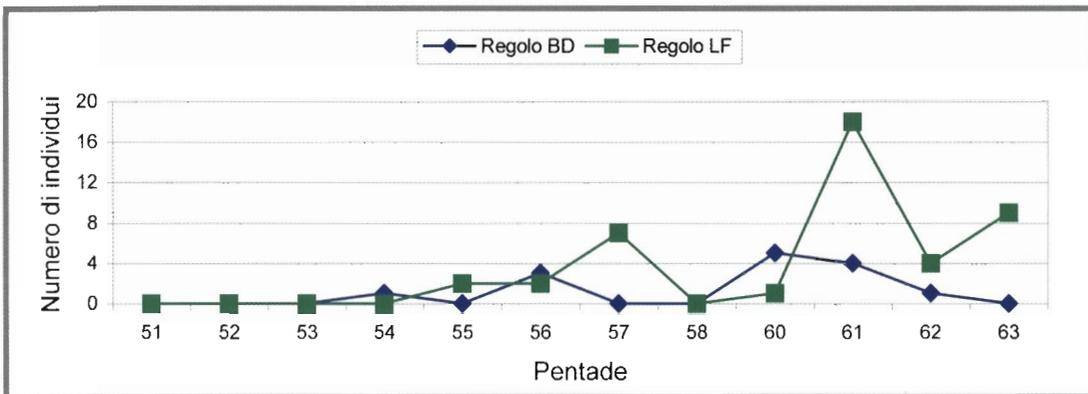
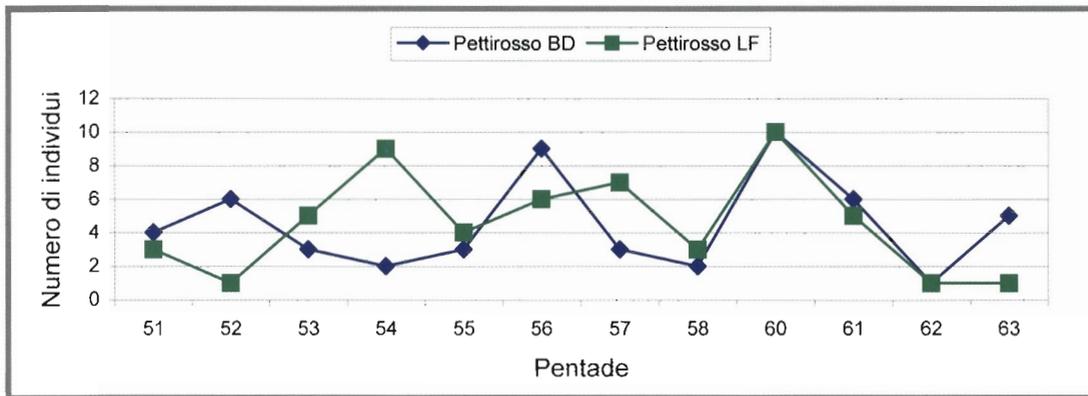
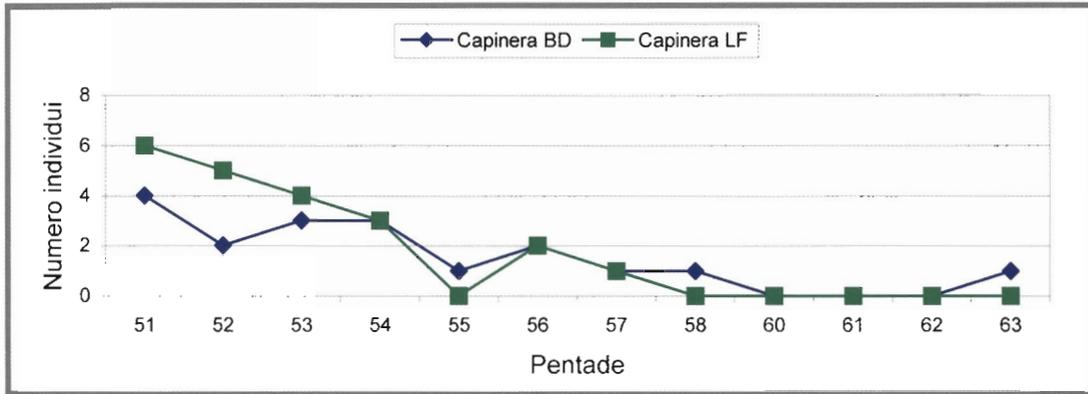


Figura 2.11 - Andamenti standardizzati di alcuni migratori a Brughiera Dosso e La Fagiana.



## 2.5 Esperimenti di orientamento

L'orientamento degli spostamenti dei migratori all'interno del Parco è stato sottoposto a verifica diretta tramite l'esecuzione di esperimenti di orientamento, effettuati sia in periodo primaverile che in periodo autunnale nella stazione di inanellamento di Brughiera Dosso (v. Bonazzi et al., questo volume).

A tale scopo sono state preparate delle gabbie circolari di 12 cm di altezza e 40 cm di diametro, circondate da una pellicola plastica, su cui ogni soggetto sottoposto all'esperimento lasciava con il becco tracce nella direzione in cui intendeva spostarsi (Figura 2.12; da Busse, 1995; tecnica modificata). Per evitare influenze dell'ambiente circostante, queste gabbie erano poste all'interno di un recinto plastico opaco di 70 cm di altezza e 100 cm di diametro. Ciascun esperimento ha avuto la durata di 10 minuti.

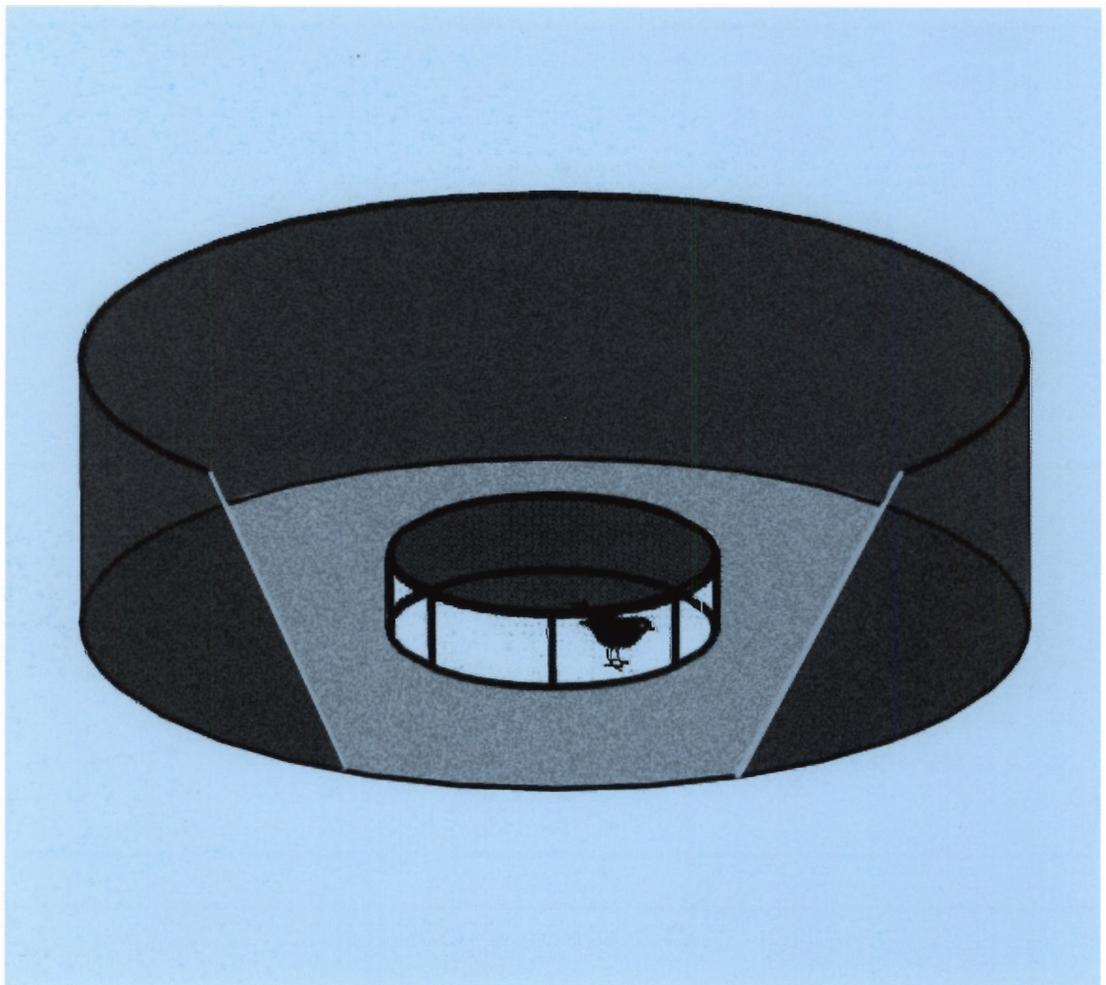


Figura 2.12 - Esperimento di orientamento eseguito su di un Petirroso.

Le gabbie sono state costruite con otto finestre di uguale ampiezza, rivolte verso le principali direzioni cardinali (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO). Contando i segni lasciati su ciascuna finestra, è stato possibile per ogni esperimento tracciare un diagramma radar e calcolare un vettore direzionale; la significatività del vettore è stata valutata per mezzo del test di Rayleigh (Batschelet, 1981). La Tabella 2.3 riassume i risultati degli esperimenti di orientamento eseguiti nella stazione di Brughiera Dosso nelle due stagioni migratorie del 2000.



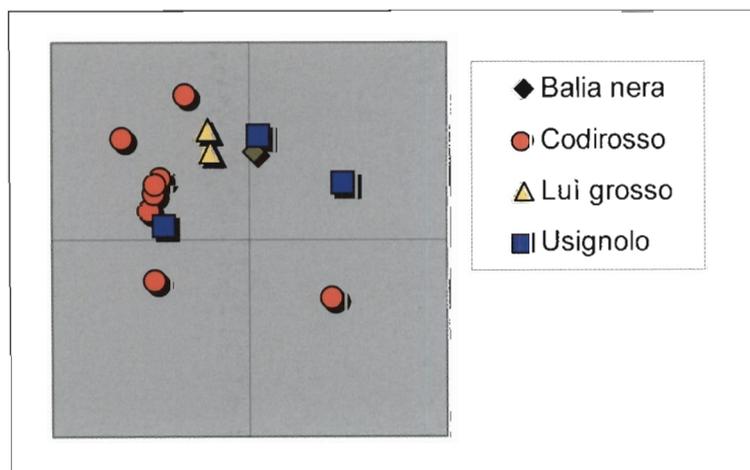
Specie	Primavera		Autunno	
	Eseguiti	Significativi	Eseguiti	Significativi
Passera scopaiola <i>Prunella modularis</i>	4	3	15	11
Pettiroso <i>Erithacus rubecula</i>	54	30	76	41
Capinera <i>Sylvia atricapilla</i>	89	34	56	40
Lui piccolo <i>Phylloscopus collybita</i>	26	13	16	9
<b>TOTALE m. a media distanza</b>	<b>173</b>	<b>80</b>	<b>163</b>	<b>101</b>
Prisolone <i>Anthus trivialis</i>			1	1
Usignolo <i>Luscinia megarhynchos</i>	7	3	1	
Usignolo maggiore <i>Luscinia luscinia</i>			1	
Codirosso <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	18	8	3	1
Bigiarella <i>Sylvia curruca</i>			2	2
Sterpazzola <i>Sylvia communis</i>	1			
Beccafico <i>Sylvia borin</i>			3	1
Lui grosso <i>Phylloscopus trochilus</i>	3	2	1	1
Balia nera <i>Ficedula hypoleuca</i>	4	2	6	3
<b>TOTALE m. a lunga distanza</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>9</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>206</b>	<b>95</b>	<b>181</b>	<b>110</b>

Tabella 2.3. Esperimenti di orientamento eseguiti a Brughiera Dosso nel corso delle due stagioni di migrazione del 2000.

### 2.5.1 Stagione primaverile

Sono stati effettuati in tutto 206 esperimenti su 9 specie di migratori notturni: Passera scopaiola *Prunella modularis* (4), Pettiroso (54), Usignolo *Luscinia megarhynchos* (7), Codirosso *Phoenicurus phoenicurus* (18), Sterpazzola (1), Capinera (89), Lui piccolo *Phylloscopus collybita* (26), Lui grosso *Phylloscopus trochilus* (3), Balia nera (4).

In Figura 2.13 sono mostrate a titolo di esempio le posizioni dei vettori corrispondenti ai singoli individui delle specie migratrici transahariane, il cui orientamento è risultato significativo. La posizione del punto nel piano è indicativa della direzione scelta, la sua distanza dall'origine coincide con l'intensità del suo vettore risultante. I dati in



questo caso sono evidentemente pochi per trarre delle conclusioni, seppure appare indicativo il generale orientamento verso nord, in particolare verso il quadrante nord est per il Codirosso.

Figura 2.13 - Orientamento individuale dei migratori trans-sahariani catturati in primavera.

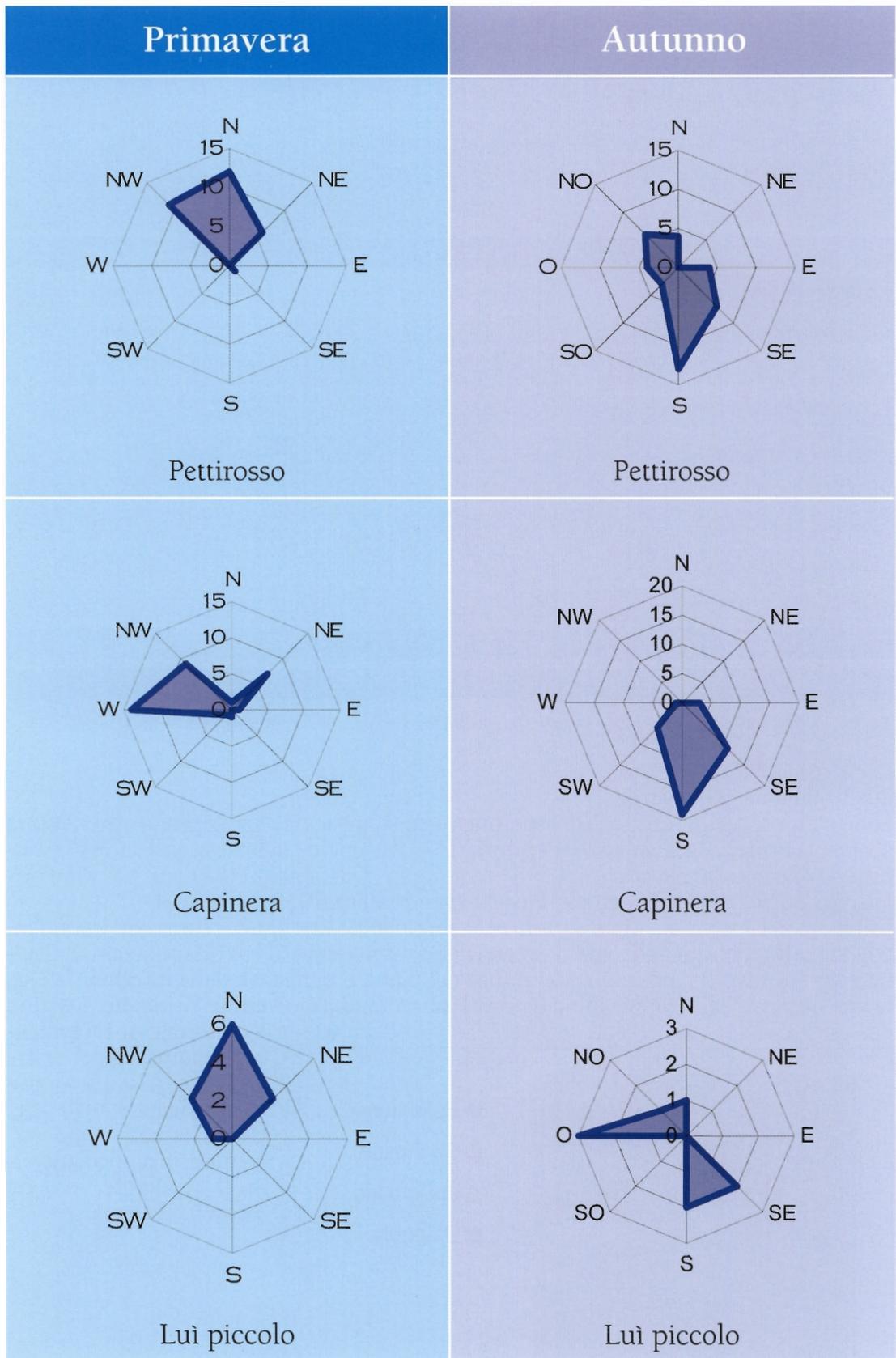


Figura 2.14 - Diagrammi radar dei migratori notturni a media distanza in primavera (a sinistra) e in autunno (a destra). Lungo ogni asse cardinale è mostrato il numero totale di individui significativamente orientati.



Per le specie più comuni di migratori a media distanza sono stati contati i singoli vettori significativi, ripartiti in angoli di 45° di ampiezza, centrati sulle otto direzioni cardinali. In questo modo è stato possibile produrre grafici di tipo *radar* in cui la distanza dall'origine nelle otto direzioni corrisponde al numero di individui significativamente orientati in quelle direzioni.

Tra i migratori a medio raggio, si osserva una netta preferenza per la direzione nord sia nel Pettiroso che nel Lui piccolo, mentre per la Capinera si osserva un andamento bimodale, con individui orientati in direzione N-NO e altri in direzione NE, probabilmente a significare il transito di popolazioni di origine geografica differente (Figura 2.14).

### 2.5.2 Stagione autunnale

In tutto sono stati eseguiti 183 esperimenti su 13 specie di migratori notturni: Prispolone (1), Passera scopaiola *Prunella modularis* (15), Pettiroso (76), Usignolo maggiore *Luscinia luscinia* (1), Usignolo *Luscinia megarhynchos* (1), Codirosso *Phoenicurus phoenicurus* (3), Bigiarella (2), Beccafico (3), Capinera (56), Lui piccolo *Phylloscopus collybita* (16), Lui grosso *Phylloscopus trochilus* (1), Fiorrancino *Regulus ignicapillus* (1), Balia nera (6). Tutti i migratori transahariani con vettore significativo hanno mostrato orientamento preferenziale tra ovest e sud; il rapporto tra la direzione ovest, considerata "canonica" e la direzione sud è di 2 individui a 7 (Figura. 2.15).

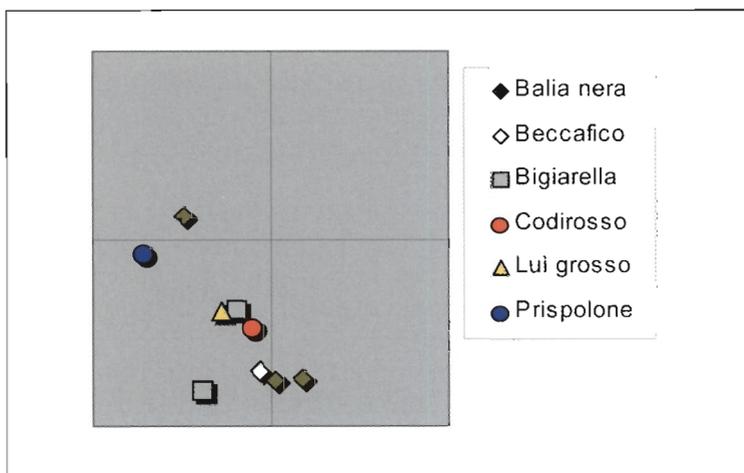


Figura 2.15 - Orientamento individuale dei migratori trans-sahariani catturati in autunno.

Il movimento in direzione sud è assolutamente predominante nella Capinera e nella Passera scopaiola (non rappresentata in figura), mentre nel Pettiroso si distingue anche una componente occidentale, ancora più accentuata nel Lui piccolo.

I dati degli esperimenti di orientamento nel complesso indicano quindi una tendenza principale al movimento verso sud, almeno per gli uccelli che si trovano al suolo.



### 3. Conclusioni

Tutte le informazioni concordano nell'indicare che il Parco del Ticino è attraversato da ingenti quantitativi di migratori. Le specie coinvolte appartengono in particolare al gruppo dei Passeriformi. I dati di ricattura disponibili a livello regionale indicano una particolare rilevanza per le quelle del genere *Turdus* (Tordo bottaccio, Tordo sassello). La Lombardia è attraversata durante il periodo autunnale da diverse decine di milioni di uccelli in migrazione post-riproduttiva, con fronti di movimento largamente sovrapposti alla Valle del Ticino, che rappresenta in pratica il confine occidentale della regione.

In prossimità della aerostazione della Malpensa si intersecano due dei principali percorsi seguiti dai migratori, con rotte orientate in senso nord-sud (parallele al corso del fiume e continue con il Lago Maggiore e la Valganna) e in senso est-ovest, con rotte parallele al limite meridionale dei rilievi prealpini. Dettagli su questi percorsi, già noti in senso generale, sono stati evidenziati dall'analisi delle ricatture di uccelli inanellati all'estero, dalle catture effettuate in particolare nella stazione di inanellamento della Fagiana, nonché dall'esame comparativo dei dati di altre stazioni di inanellamento esterne al Parco, presenti nel raggio di 70 km dall'aeroporto. Gli esperimenti di orientamento eseguiti in primavera e autunno nella stazione di inanellamento di Brughiera Dosso confermano questa tendenza.

I migratori diurni (in particolare Fringillidi) si muovono principalmente in senso E-O. Le indicazioni in questo senso vengono in modo particolare dai dati raccolti sugli uccelli inanellati e ripresi nel corso della stessa stagione di migrazione: i movimenti a lungo raggio evidenziati per la stagione autunnale con l'applicazione di un sistema informativo territoriale mostrano una componente direzionale quasi esclusiva in direzione O-SO.

Le poche catture di Fringillidi eseguite durante le operazioni condotte nell'ambito del presente progetto non hanno consentito di trarre conclusioni a questo riguardo. Inoltre, nel corso della migrazione autunnale si notano per il fringuello picchi di migrazione dilazionati di un giorno da stazioni di inanellamento posizionate più ad est a stazioni più vicine all'aeroporto.

I migratori notturni si muovono invece in modo consistente, se non prevalente, in senso N-S. Questa conclusione deriva in parte dal confronto tra le catture eseguite nelle stazioni di Brughiera Dosso e de La Fagiana: per il Pettiroso, il Lui piccolo e il Regolo le catture autunnali a La Fagiana presentano picchi in ritardo di 1-3 pentadi rispetto a Brughiera Dosso.

A sostegno di questa conclusione vanno anche i risultati degli esperimenti di orientamento condotti a Brughiera Dosso sia in primavera sia in autunno: la componente N-S delle tendenze allo spostamento è la più rilevante sia per i pochi migratori transahariani che è stato possibile sottoporre agli esperimenti (Codiroso, Bigiarella, Beccafico, Lui grosso, Balia nera), sia per i migratori notturni a medio raggio (Passera scopaiola, Pettiroso, Capinera, Lui piccolo). In particolare, gli uccelli con tendenza a muoversi verso sud in autunno, rispetto a quelli con tendenza a muoversi a ovest, sono in rapporto di 1:1 nel Lui piccolo, 2:1 nel Pettiroso e 4:1 nella Capinera.

Il confronto numerico di uccelli inanellati in Svizzera (Stazione di inanellamento delle Bolle di Magadino, all'apice del Lago Maggiore) e non lontano da Malpensa (Stazione di inanellamento di Cascina Meschio) mostra per l'autunno un frequente sfasamento di 1-2 giorni nei massimi di catture di Pettiroso e Capinera. Questa tendenza è confermata anche dal fatto che l'orientamento N-S dei movimenti è risultato spesso quello prevalente nei movimenti registrati attraverso l'osservazione notturna del disco lunare nei punti di osservazione di Brughiera Dosso, in primavera, e di Tornavento, in autunno (v. Fornasari e Ioele, in questo volume).



#### ■ Ringraziamenti

Dobbiamo ringraziare per la disponibilità dei dati sulle stazioni di inanellamento lombarde Paola Magnani, Pier Angelo Reguzzoni e Maffeo Schiavi. Per i dati relativi alla stazione ticinese delle Bolle di Magadino ringraziamo Roberto Lardelli e Nicola Patocchi.

#### ■ Bibliografia

- Batschelet E. 1981 - Circular statistics in Biology. Academic Press, London.
- Bendini L., Spina F. & Massi A. 1994 - Il Piemonte quale importante crocevia nella migrazione autunnale. In: Baldaccini N.E., Mingozzi T., Violani C. (a cura di). Atti del VI Convegno Italiano di Ornitologia (1991), Museo regionale di Scienze Naturali Torino, 457.
- Berthold P. 1986 - The control of Migration in European Warblers. Ouellet (ed.) Acta XIX, International Congress of Ornithology, 1:215-249.
- Berthold P. 1996 - Control of bird migration. Chapman & Hall, London.
- Berthold P. 2001 - Bird Migration: A General Survey. Oxford University Press.
- Bonazzi P., Fornasari L. & Tonetti J. In questo volume.
- Bordignon L. in press - Contributo allo studio sulla migrazione attraverso le Alpi Marittime piemontesi. Principali rotte e primi dati sulla consistenza delle specie.
- Bovio F. 1994 - La migrazione nel Parco del Ticino.
- Brichetti P. & Cambi D. 1987 - Check-list degli uccelli della Lombardia, aggiornata a tutto il 1986. Sitta, 1:57-71.
- Bruderer B. 1996 - Vogelzugforschung im Bereich der Alpen 1980-1995. Ornithologische Beobachter, 93:119-130.
- Busse P. 1987 - Migration patterns of European passerines. Sitta, 1: 18-36.
- Busse P. 1995 - New technique of a field study of directional preferences of night passerine migrants. The ring, 17:97-116.
- Busse P. 2001 - European passerine migration system - what is known and what is lacking. The Ring, 23:3-36.
- Casement M.B. 1966 - Migration across the Mediterranean observed by radar. Ibis, 108:461-491.
- Dal Farra A. & Cassol M. 1994 - I roccoli del Bellunese. Impianti e tecniche di aucupio nella tradizione venatoria e rotte di migrazione dell'avifauna. Amministrazione provinciale di Belluno, Assessorato Caccia e Pesca.
- Fisher J. & Peterson R.T. 1964 - The world of birds. New York, pp. 288.
- Fornasari L., Bottoni L. & Massa R. (a cura di) 1992 - Atlante degli uccelli svernanti in Lombardia. Regione Lombardia. UNIMI.
- Fornasari L., Bani L., Bottoni L., de Carli E. & Massa R. 2000 - Empirical procedures to identify migratory birds bottle-necks in the alpine area. The Ring, 22: 67-77.
- Fornasari L., Brambilla S. & de Carli E. 2001 - Valichi di importanza per la migrazione nell'area alpina. Rapporto non pubblicato.
- Frugis S. 1971 - Enciclopedia degli uccelli d'Europa. Rizzoli, Milano.
- Lack J. 1968 - Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen, London.
- Lack P.C. 1985 - The ecology of the land-birds of Tsavo East National park, Kenya. Scopus, 9: 2-23; 57-96.
- Lardelli R. & Liechti F. 1999 - Il "moonwatch". Lo studio della migrazione notturna utilizzando la luna piena. In: Brichetti P. & Gariboldi A. (eds.), Manuale pratico di ornitologia, Vol 2, Edagricole, Bologna, pp. 3-20.
- Liechti F. 1995 - Modelling optimal heading and airspeed of migrating birds in relation to energy expenditure and wind influence. Journal of Avian Biology, 26: 330-336.
- Liechti F., Peter D., Lardelli R., and Bruderer B. 1996 - Herbstlicher Vogelzug in Alpenraum nach Mondbeobachtungen-Topographie und Wind beeinflussen den Zugverlauf. Ornithologische Beobachter 93, 131-52.
- Lövei G.L. 1989 - Passerine migration between the Palearctic and Africa. Current Ornithology, 6:143-174.
- Messineo A., Grattarola A. & Spina F. 2001 - Dieci anni di Progetto Piccole Isole. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Ghigi".
- Micheli A. & Pedrini P. 2000 - Prime ipotesi sulle rotte migratorie autunnali degli Uccelli in Trentino. Studi della Società Trentina di Scienze Naturali, Acta Biologica, 74: 143-154.
- Moreau R. E., 1972 - The Palearctic-African Bird Migration Systems. London, New York: Academic Press, pp. 1-384.
- Myers J.P., Morrison R.I.G., Antas P.Z., Harrington B.A., Lovejoy T.E., Sallaberry M., Senner S.E. & Tarak A. 1987 - Conservation strategy for migratory species. American Science, 75:19-26.
- Nachtigall W. 1987 - Vogelflug und Vogelzug. Rasch & Röhring, Hamburg.
- Perrins C.M. & Birkhead T.R. 1983 - Avian Ecology. Blackie, Glasgow and London, pp.221.
- Pilastro A., Macchio S., Massi A., Montemaggioli A. & Spina F. 1998 - Spring migratory routes of eight trans-Saharan passerines through the central and western Mediterranean; results from a network of insular and coastal ringing sites. Ibis, 140: 591-598.
- Spanò S., Truffi G., Marsan A. & Rognoni C. 1996 - Rotte autunnali degli uccelli migratori in Liguria. Bollettino del Museo dell'Istituto di Biologia Università di Genova, 60-61: 219-224.
- Stresemann, E. 1934 - Aves. In: Kükenthal W. and Krumback T. (eds.). Handbuch der Zoologie 7. De Gruyter & Co., Berlin.
- Vigorita V. & Reguzzoni P.A. 1997 - Relazione annuale sull'inanellamento per lo studio delle migrazioni degli uccelli nella Regione Lombardia.
- Zink B.G. 1973 - Der zug europäischer singvögel I. Konstanz; Universitäts-Druclerei.
- Zink B.G. 1975 - Der zug europäischer singvögel II. Konstanz; Universitäts-Druclerei.
- Zink B.G. 1981 - Der zug europäischer singvögel II. Konstanz; Universitäts-Druclerei.



# La fenologia della migrazione nel Parco del Ticino

*Paolo Bonazzi<sup>1</sup>,  
Jacopo Tonetti<sup>1</sup>,  
Lorenzo Fornasari<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Faunaviva,  
Via Biringhella, 114  
20017 Rho (MI)

<sup>2</sup> DISAT,  
Università di Milano  
Bicocca,  
Piazza della Scienza, 1  
20126 Milano





## 1. Introduzione

Per lo studio della migrazione all'interno del Parco lombardo della Valle del Ticino sono state messe in opera due stazioni di inanellamento (Figura 1.1). La prima, operativa nella primavera e nell'autunno del 2000, è stata predisposta in località Brughiera Dosso (Somma Lombardo – VA), circa un chilometro ad ovest dell'aeroporto di Malpensa, tra il Canale Villoresi e il Canale Scolmatore, a meno di un chilometro dal fiume. La seconda, attiva dall'autunno 2000 all'autunno 2002, è stata predisposta nella Riserva Naturale Orientata La Fagiana (Pontevecchio di Magenta, MI), nell'immediata prossimità del corso del Ticino.



Figura 1.1 - Ubicazione delle Stazioni di inanellamento di Brughiera Dosso e de La Fagiana.



## 2. L'inanellamento nello studio della migrazione

L'inanellamento è un'attività che vanta già circa un secolo di storia e che ha contribuito in modo decisivo allo studio delle migrazioni più di quanto non abbiano fatto altri metodi (Berthold, 1980; Busse & Kania, 1980). Il solo fatto di procedere alla cattura degli uccelli studiati permette di effettuarne un esame ravvicinato, e quindi di ricavare informazioni precise su età, sesso, dimensioni, muta e peso di ciascun individuo, oltre alla possibilità di misurare qualunque altra caratteristica si ritenga necessaria (Fornasari, 1987). Questa tecnica consente inoltre, attraverso la marcatura individuale, di conoscere, all'atto della ricattura, l'origine esatta dell'animale ritrovato e il tempo trascorso dal momento del suo inanellamento. Questi due semplici dati permettono, tra le altre cose, di determinare le rotte seguite dai migratori, di individuare i quartieri di riproduzione e i quartieri di svernamento delle diverse popolazioni, di stabilire la durata dei viaggi di migrazione e l'influenza che su di essi hanno le condizioni meteorologiche (Bardi et al., 1983). In generale le percentuali di ripresa sono diverse in rapporto alla mole dell'animale, alla durata della sua vita, alla frequenza di catture dovute alla caccia, alla protezione, all'ambiente in cui vive, alla distribuzione e presenza nei vari periodi dell'anno, al grado di antropizzazione del territorio e al grado di preparazione culturale delle popolazioni residenti. Per la maggior parte dei piccoli insettivori le percentuali di ripresa oscillano attorno all'1% o a valori anche inferiori. I Turdidi e gli Sturnidi, che in Italia sono ampiamente cacciati, hanno percentuali di ripresa che mediamente si assestano attorno all'1,5%.

Le specie legate ad ambienti umidi (Scolopacidi, Caradrìdi, Anatidi), che un tempo erano quelle inanellate in maggior quantità, hanno fatto registrare percentuali di ripresa nettamente superiori (Bardi et al., 1983). Il principale mezzo di cattura è la rete. Nell'Italia settentrionale esiste una lunga tradizione nell'impiego di reti per l'uccellazione a scopo alimentare, secondo metodi successivamente utilizzati anche in stazioni di inanellamento dell'area alpina e prealpina (Fornasari, 1987). Attualmente si utilizzano reti di tipo "mistnet", di origine giapponese (venivano impiegate per catturare gli uccelli per scopi alimentari già tre secoli fa in Giappone; Spencer, 1976); sono relativamente semplici da montare e da trasportare; hanno l'importante caratteristica di non arrecare, normalmente, alcun danno fisico agli individui catturati (Spina, 1999); sono particolarmente efficienti essendo per lo più invisibili agli uccelli e sono anche relativamente poco costose, tanto che quando furono introdotte negli anni '50, hanno portato ad un rapido aumento dell'attività di inanellamento. A livello di singolo inanellatore la cattura mediante reti permette anche di raccogliere dati sull'ecologia delle diverse specie nelle aree di studio: standardizzando la disposizione delle reti e gli sforzi di cattura si possono ottenere dati sulla preferenza di microambienti, sui ritmi di attività, sull'altezza degli spostamenti, in ogni periodo dell'anno. Inoltre, unito ad altri mezzi d'indagine, l'impiego delle reti permette anche una più accurata stesura di elenchi faunistici potendo rilevare anche le specie elusive sfuggite ai censimenti (Karr, 1981).



Apposizione dell'anello  
(foto di P. Bonazzi)



### 3. Definizione delle categorie fenologiche

Le specie dell'avifauna lombarda che certamente non effettuano alcun movimento assimilabile a migrazione sono soltanto una decina su 380 (Brichetti & Cambi, 1987). Per l'intero territorio del Parco sono note 105 specie nidificanti, di cui soltanto quattro strettamente residenti, e altre 82 regolarmente presenti nel corso dei periodi di migrazione (Bogliani, 2002). Le specie inanellate nel corso della migrazione nel Ticino piemontese sono 83 (Bovio, 1994). I dati disponibili in letteratura sulla Lombardia indicano che la migrazione autunnale si svolge, a seconda della specie, da agosto a novembre, quella primaverile da febbraio a maggio. Pertanto la migrazione ha luogo complessivamente per circa otto mesi all'anno, mentre i periodi in cui i movimenti degli uccelli sono più circoscritti e si possono definire come dispersioni o erratismi, sono limitati alla piena estate (giugno-luglio) nonché al pieno inverno (dicembre-gennaio). L'entità della migrazione è ovviamente maggiore in autunno a causa della presenza dei giovani nati nell'anno che incontreranno una mortalità molto elevata prima della stagione riproduttiva successiva. Per quanto riguarda le modalità di passaggio autunnale dei migratori attraverso la Lombardia, Schubert et al. (1986) hanno identificato cinque differenti strategie:

1. passaggio rapido (Tordo sassello *Turdus iliacus*, Tordo bottaccio *Turdus philomelos*);
2. passaggio seguito dallo svernamento di una parte ridotta dei migratori (Passera scopaiola *Prunella modularis*, Cesena *Turdus pilaris*, Lucherino *Carduelis spinus*);
3. combinazione di movimenti tra popolazioni residenti e migratrici (Merlo *Turdus merula*, Capinera *Sylvia atricapilla*);
4. predominanza di residenti (Passera mattugia *Passer montanus*, Verdone *Carduelis chloris*, Cardellino *Carduelis carduelis*);
5. movimenti invasivi irregolari (Crociera *Loxia curvirostra*).

I picchi di migrazione, determinati specie per specie, appaiono cronologicamente costanti da un anno all'altro con eventuali differenze di una settimana in più o in meno (eccezion fatta per il Crociera). Conclusioni simili erano già state tratte da Micali & Massa (1983) per il genere *Turdus*.

Ai fini del presente lavoro le specie di Passeriformi catturate sono state ripartite nelle seguenti categorie:

- a. migratori notturni a lunga distanza – si tratta in effetti di specie tutte a passaggio rapido (strategia di tipo 1), migratrici transahariane, alcune delle quali presenti nel territorio regionale soltanto in periodo di migrazione;
- b. migratori notturni a media distanza – specie svernanti nel bacino del Mediterraneo, presenti in Lombardia in gran parte anche con popolazioni nidificanti e popolazioni svernanti con strategie di migrazione di tipo 2 o 3;
- c. migratori diurni – migratori a media distanza come i Fringillidi o a breve distanza come, tra gli Emberizidi, lo Zigolo muciatto *Emberiza cia*, largamente presenti nella regione con popolazioni svernanti la cui principale strategia di migrazione è quella di tipo 2;
- d. specie residenti o caratterizzate da movimenti di modesta entità per le popolazioni locali - si tratta di specie in cui la predominanza degli individui presenti in periodo di migrazione appartiene alle popolazioni nidificanti nella regione (strategia di migrazione di tipo 4), anche se queste stesse specie alle latitudini più settentrionali risultano migratrici vere e proprie (ad es. la Cinciallegra *Parus major*).

I non Passeriformi, catturati sempre in numero molto basso, non sono stati considerati per questo tipo di analisi.



## 4. Attività di cattura

In entrambe le zone individuate per le operazioni di cattura si è fatto uso di reti di tipo mistnet lunghe 12 metri, alte 3,6 metri e divise in sei tasche orizzontali di 0,5 metri ciascuna. Le reti sono state utilizzate in maniera passiva, montate in zone ombreggiate o in stretti corridoi tra gli arbusti in modo che gli uccelli, non vedendole, vi urtassero contro cadendo nella tasca che loro stessi aprono. L'impatto con la rete non causa danni all'animale per la particolare morbidezza del materiale; l'uccello catturato giace immobile sul fondo della tasca in attesa di essere prelevato dall'inanellatore. Per effettuare catture standardizzate le reti sono state predisposte in linee continue (transetti) mantenute costanti nel corso delle stagioni di cattura; inoltre sono state utilizzate reti in posizioni accessorie, montate per periodi limitati in ambienti diversificati.

### 4.1 Brughiera Dosso

Nella stazione di Brughiera Dosso si è operato in modo standardizzato lungo una linea unica di 15-17 reti, disposta lungo una strada forestale. L'intervallo di cattura è stato regolarmente mantenuto dall'alba alle 18 solari. Questo transetto ha operato continuamente dal 2 marzo al 10 maggio 2000, e dall'8 settembre all'11 novembre 2000. Lungo il transetto si possono identificare tre tipologie ambientali:

1. Tratto sud (reti 1-7). Questa porzione di territorio presenta una vegetazione composta in gran parte da specie infestanti: la Robinia *Robinia pseudoacacia* e il Pruno americano *Prunus serotina*. Queste associazioni si trovano riunite in boscaglia bassa o in piccoli nuclei boscosi, tra i quali vi è qualche esemplare di Biancospino *Crataegus monogyna*.
2. Tratto centrale (reti 8-13). In questa area si trova la vera brughiera, composta da frammenti di associazioni monospecifiche di *Calluna vulgaris*, il Brugo. A causa di una naturale dinamica di espansione delle specie boschive le aree a *Calluna* sono in lenta ma costante riduzione. Tra esse troviamo infatti cespugli di Biancospino, di Ligustro *Ligustrum vulgare* e alberi isolati di Farnia *Quercus robur*. Sono inoltre presenti estesi cespugli di Rovo *Robus sp.* e di Fitolacca *Phytolacca americana*.
3. Tratto nord (reti 14-17). In questa zona è presente una porzione di bosco maturo di maggior pregio rispetto alla zona sud. Le specie arboree dominanti sono la Farnia e la Quercia rossa *Quercus rubra*, con esemplari sporadici di Betulla *Betula pendula* e Castagno *Castanea sativa*. Il sottobosco è composto in maggior parte da bassi cespugli di Sambuco *Sambucus nigra* associati a qualche esemplare di Corniolo *Cornus mas*, Fitolacca, Rovo e Felce aquilina *Pteridium aquilinum*.

Sono state inoltre utilizzate in maniera non continuata reti disposte nelle vicine aree agricole, in ambiente boschivo e su isolotti nel letto del fiume. Queste reti sono rimaste operative in maniera differenziata a seconda delle diverse condizioni meteorologiche e della disponibilità di operatori.

### 4.2 La Fagiana

Nella stazione di La Fagiana le operazioni di cattura sono avvenute con l'utilizzo di un transetto standardizzato inizialmente di 11 (autunno 2000 e primavera 2001), poi di 16 reti (dall'autunno 2001 all'autunno 2002). L'intervallo giornaliero di cattura nelle diverse stagioni è stato dall'alba alle 12 solari. I periodi di attività sono stati: nell'autunno 2000 dal 16 agosto al 2 dicembre (normalmente 2 giorni ogni pentade); nella



primavera 2001 dal 10 marzo al 30 aprile; nell'autunno 2001 dal 18 agosto al 16 novembre; nella primavera 2002 dal 16 marzo al 2 maggio; nell'autunno 2002 dal 12 agosto al 2 novembre.

L'ambiente rilevabile lungo il transetto principale (reti 1-8) presenta una copertura di Brugo contrapposta a un rado cespuglieto con Farnia e Roverella *Quercus pubescens*. Alle Querce sono associati il Biancospino e numerosi cespugli di Rovo.

La parte centrale del transetto (reti 9-11) è disposta in un corridoio aperto tra la vegetazione boschiva più matura composta da Farnia e Biancospino, con sottobosco rappresentato da arbusti di Ligustro *Ligustrum vulgare*, Fitolacca, Prugnolo spinoso *Prunus spinosa*, Spino cervino *Rhamnus catharticus*.

Le reti numerate 12-14 e 31-32 (aggiunte nell'autunno 2001) sono ubicate in ambienti più aperti, contraddistinti da cespugli di Biancospino e Corniolo.

Come per la stazione di Brughiera Dosso, anche presso La Fagiana sono stati utilizzati transetti non standardizzati, posti in ambienti con caratteristiche vegetazionali differenti. Le reti non standard sono state poste su isolotti fluviali prospicienti la stazione di inanellamento, caratterizzate da vegetazione ripariale, e sono rimaste operative a seconda del livello del fiume, delle condizioni meteorologiche e della disponibilità degli operatori.

#### 4.3 Routine di inanellamento

Durante le operazioni di campo è sempre stato presente un inanellatore dotato di apposito permesso rilasciato dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica e di autorizzazione da parte dell'amministrazione regionale. I controlli alle reti venivano effettuati a cadenza massima di un'ora l'uno dall'altro. Gli uccelli catturati venivano dapprima sottoposti a determinazione di specie e se possibile di sottospecie, del sesso e dell'età (Svensson, 1992). L'inanellamento avveniva dopo la determinazione, solo nel caso che questo fosse possibile in base al tipo di permesso posseduto dall'inanellatore di volta in volta presente; ciò ha portato a una evidente discrepanza tra il numero di uccelli catturati e il numero di uccelli inanellati. Si è in ogni modo preso nota delle caratteristiche di tutti gli individui catturati, anche quando non inanellati; nei risultati verrà riportato il numero di catture indipendentemente dall'avvenuto inanellamento.

La routine prevedeva infine la misurazione di tarso, lunghezza alare (corda massima), terza remigante (Bairlein, 1995) e la pesatura mediante bilancia di tipo Pesola o mediante bilance elettroniche con precisione di 0,1 grammi. Inoltre sono stati rilevati il livello di accumulo adiposo secondo la scala da 0 a 8 approntata da Kaiser (1993) ed il profilo della massa muscolare in corrispondenza dello sterno secondo la scala da 0 a 3 presentata da Bairlein (1995).

#### 4.4 Valutazione delle fenologie

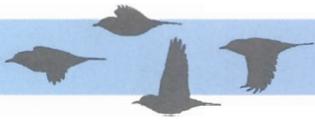
I dati sugli andamenti sono stati analizzati secondo lo schema per pentadi introdotto da Berthold nel 1973. Alla brevità di questo spazio temporale si attribuisce un potere risolutivo sufficiente per rilevare le diverse fasi degli eventuali movimenti migratori (inizio, picco, esaurimento), anche se di breve durata; inoltre la suddivisione dell'anno in pentadi, visto l'unità di misura adottata (sottomultiplo del numero di giorni di un anno solare) è perfettamente replicabile di anno in anno (la prima pentade va sempre dall'1 al 5 gennaio, la 73<sup>a</sup> e ultima dal 27 al 31 dicembre) e consente quindi confronti pluriennali tra dati raccolti negli stessi periodi unitari o addirittura, idealmente, nelle stesse date.

Nei grafici di volta in volta realizzati per rappresentare l'andamento delle catture sono considerati i numeri di individui catturati per giorni di attività in ciascuna pentade, considerando solo le reti standardizzate.



Data	Pentade										
01-gen	1	07-mar	14	11-mag	27	15-lug	40	18-set	53	22-nov	66
02-gen	1	08-mar	14	12-mag	27	16-lug	40	19-set	53	23-nov	66
03-gen	1	09-mar	14	13-mag	27	17-lug	40	20-set	53	24-nov	66
04-gen	1	10-mar	14	14-mag	27	18-lug	40	21-set	53	25-nov	66
05-gen	1	11-mar	14	15-mag	27	19-lug	40	22-set	53	26-nov	66
06-gen	2	12-mar	15	16-mag	28	20-lug	41	23-set	54	27-nov	67
07-gen	2	13-mar	15	17-mag	28	21-lug	41	24-set	54	28-nov	67
08-gen	2	14-mar	15	18-mag	28	22-lug	41	25-set	54	29-nov	67
09-gen	2	15-mar	15	19-mag	28	23-lug	41	26-set	54	30-nov	67
10-gen	2	16-mar	15	20-mag	28	24-lug	41	27-set	54	01-dic	67
11-gen	3	17-mar	16	21-mag	29	25-lug	42	28-set	55	02-dic	68
12-gen	3	18-mar	16	22-mag	29	26-lug	42	29-set	55	03-dic	68
13-gen	3	19-mar	16	23-mag	29	27-lug	42	30-set	55	04-dic	68
14-gen	3	20-mar	16	24-mag	29	28-lug	42	01-ott	55	05-dic	68
15-gen	3	21-mar	16	25-mag	29	29-lug	42	02-ott	55	06-dic	68
16-gen	4	22-mar	17	26-mag	30	30-lug	43	03-ott	56	07-dic	69
17-gen	4	23-mar	17	27-mag	30	31-lug	43	04-ott	56	08-dic	69
18-gen	4	24-mar	17	28-mag	30	01-ago	43	05-ott	56	09-dic	69
19-gen	4	25-mar	17	29-mag	30	02-ago	43	06-ott	56	10-dic	69
20-gen	4	26-mar	17	30-mag	30	03-ago	43	07-ott	56	11-dic	69
21-gen	5	27-mar	18	31-mag	31	04-ago	44	08-ott	57	12-dic	70
22-gen	5	28-mar	18	01-giu	31	05-ago	44	09-ott	57	13-dic	70
23-gen	5	29-mar	18	02-giu	31	06-ago	44	10-ott	57	14-dic	70
24-gen	5	30-mar	18	03-giu	31	07-ago	44	11-ott	57	15-dic	70
25-gen	5	31-mar	18	04-giu	31	08-ago	44	12-ott	57	16-dic	70
26-gen	6	01-apr	19	05-giu	32	09-ago	45	13-ott	58	17-dic	71
27-gen	6	02-apr	19	06-giu	32	10-ago	45	14-ott	58	18-dic	71
28-gen	6	03-apr	19	07-giu	32	11-ago	45	15-ott	58	19-dic	71
29-gen	6	04-apr	19	08-giu	32	12-ago	45	16-ott	58	20-dic	71
30-gen	6	05-apr	19	09-giu	32	13-ago	45	17-ott	58	21-dic	71
31-gen	7	06-apr	20	10-giu	33	14-ago	46	18-ott	59	22-dic	72
01-feb	7	07-apr	20	11-giu	33	15-ago	46	19-ott	59	23-dic	72
02-feb	7	08-apr	20	12-giu	33	16-ago	46	20-ott	59	24-dic	72
03-feb	7	09-apr	20	13-giu	33	17-ago	46	21-ott	59	25-dic	72
04-feb	7	10-apr	20	14-giu	33	18-ago	46	22-ott	59	26-dic	72
05-feb	8	11-apr	21	15-giu	34	19-ago	47	23-ott	60	27-dic	73
06-feb	8	12-apr	21	16-giu	34	20-ago	47	24-ott	60	28-dic	73
07-feb	8	13-apr	21	17-giu	34	21-ago	47	25-ott	60	29-dic	73
08-feb	8	14-apr	21	18-giu	34	22-ago	47	26-ott	60	30-dic	73
09-feb	8	15-apr	21	19-giu	34	23-ago	47	27-ott	60	31-dic	73
10-feb	9	16-apr	22	20-giu	35	24-ago	48	28-ott	61		
11-feb	9	17-apr	22	21-giu	35	25-ago	48	29-ott	61		
12-feb	9	18-apr	22	22-giu	35	26-ago	48	30-ott	61		
13-feb	9	19-apr	22	23-giu	35	27-ago	48	31-ott	61		
14-feb	9	20-apr	22	24-giu	35	28-ago	48	01-nov	61		
15-feb	10	21-apr	23	25-giu	36	29-ago	49	02-nov	62		
16-feb	10	22-apr	23	26-giu	36	30-ago	49	03-nov	62		
17-feb	10	23-apr	23	27-giu	36	31-ago	49	04-nov	62		
18-feb	10	24-apr	23	28-giu	36	01-set	49	05-nov	62		
19-feb	10	25-apr	23	29-giu	36	02-set	49	06-nov	62		
20-feb	11	26-apr	24	30-giu	37	03-set	50	07-nov	63		
21-feb	11	27-apr	24	01-lug	37	04-set	50	08-nov	63		
22-feb	11	28-apr	24	02-lug	37	05-set	50	09-nov	63		
23-feb	11	29-apr	24	03-lug	37	06-set	50	10-nov	63		
24-feb	11	30-apr	24	04-lug	37	07-set	50	11-nov	63		
25-feb	12	01-mag	25	05-lug	38	08-set	51	12-nov	64		
26-feb	12	02-mag	25	06-lug	38	09-set	51	13-nov	64		
27-feb	12	03-mag	25	07-lug	38	10-set	51	14-nov	64		
28-feb	12	04-mag	25	08-lug	38	11-set	51	15-nov	64		
01-mar	12	05-mag	25	09-lug	38	12-set	51	16-nov	64		
02-mar	13	06-mag	26	10-lug	39	13-set	52	17-nov	65		
03-mar	13	07-mag	26	11-lug	39	14-set	52	18-nov	65		
04-mar	13	08-mag	26	12-lug	39	15-set	52	19-nov	65		
05-mar	13	09-mag	26	13-lug	39	16-set	52	20-nov	65		
06-mar	13	10-mag	26	14-lug	39	17-set	52	21-nov	65		

Tabella 4.1 – Calendario delle pentadi



## 5. Risultati delle operazioni di cattura

Per ciascuna delle due stazioni di inanellamento e sei delle stagioni di attività viene fornita una descrizione generale dei risultati, corredata dalla rappresentazione grafica della ripartizione delle catture nelle categorie fenologiche (dati complessivi), dell'andamento delle catture e ricatture per pentade (campione standardizzato), dell'andamento delle catture per le tre categorie di migratori considerate (campione standardizzato). I risultati generali sono riassunti nella tabella 5.1.

F	Euring	Specie	Brughiera Dosso						La Fagiana												Totale				
			2000			2000			2001			2002													
			Primavera		Autunno	Autunno		Primavera		Autunno		Primavera		Autunno											
			Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric								
NP	1860	GERMANO REALE	1	1																			1		
NP	2670	ASTORE																						1	
NP	2690	SPARVIERO	1	2		1	1		1	1														5	
NP	3040	GHEPPIO										1	1											2	
NP	3450	COLINO DELLA V.	2	4		10	10	4		2														16	
NP	5290	BECCACCIA	2	2		1	1																	3	
NP	6700	COLOMBACCIO		1	1																			1	
NP	6870	TORTORA		1																				1	
NP	7610	ALLOCCO		2																				2	
NP	7670	GUFO COMUNE				1	1																	1	
NP	7780	SUCCIACAPRE							1	1														2	
NP	8310	MARTIN PESCATORE				2	6	2	3	5	1	3	3		5	8	12	1	2			5	7	2	31
NP	8460	UPUPA		1																					1
NP	8480	TORCICOLLO	1	1									1	1					1	1	1	1	1	1	4
NP	8560	PICCHIO VERDE	1	4	2		1		2	2		2	3	2		1		1	1		2	2	1	1	14
NP	8760	PICCHIO R. MAGGIORE		4	1	1	1		7	8	6	3	3		6	7	5	1	3		4	4	4	4	30
NP	8870	PICCHIO R. MINORE							3	4	1	1	1		1	2		1	1		1	1			9
NLD	9920	RONDINE		3																					3
NLD	10010	BALESTRUCCIO		1																					1
NLD	10090	PRISPOLONE	2	2			1									1		1	1						5
NMD	10190	BALLERINA GIALLA		1																					1
NMD	10660	SCRICCIOLO	3	6	1	23	25	2	8	13	5	15	22	3	30	62	6	2	2	1	6	12	3	142	
NMD	10840	PASSERA SCOPAIOLA	15	20	10	25	36	5				3	5		5		1	2		5	5			73	
NMD	10990	PETTIROSSO	74	107	24	155	178	38	47	76	45	52	75	11	70	156	66	30	52	12	48	67	13	711	
NLD	11030	USIGNOLO MAGG.					1																		1

Tabella 5.1 - Risultati delle operazioni di cattura condotte tra il 2000 e il 2002 nel Parco del Ticino. La prima colonna (F) contiene l'indicazione della categoria fenologica di appartenenza: RES = specie residente, dispersiva o migratrice a breve distanza; NMD = specie migratrice notturna a media distanza; NLD = specie migratrice notturna a lunga distanza; DMD = specie migratrice diurna a media distanza; NP = non passeriformi. Abbreviazioni: Cat STD = catture standardizzate; Cat TOT = catture totali; Ric = ricatture. Nell'ultima colonna è riportato il totale complessivo delle catture.



F	Euring	Specie	Brughiera Dosso									La Fagiana												Totale
			2000						2000			2001						2002						
			Primavera			Autunno			Autunno			Primavera			Autunno			Primavera			Autunno			
			Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	Cat STD	Cat TOT	Ric	
NLD	11040	USIGNOLO	7	8		1	1		10	14	4	7	15	5	10	18	8	5	11	9	11	15	2	82
NMD	11210	CODIROSSO SPAZZ.											2											2
NLD	11220	CODIROSSO	17	24		4	4		2	3		1	1		3	5		1	1		3	3		41
NLD	11370	STIACCINO		1																				1
NMD	11870	MERLO	21	40	12	31	32	6	9	16	1	5	8	3	9	23	1	1	5		12	15		139
NMD	12000	TORDO BOTTACCIO	3	20		59	60	1	8	9		4	6		4	11		2	2		6	15		123
NMD	12010	TORDO SASSELLO				3	3								2	2					1	1		6
NLD	12360	FORAPAGLIE M.				1	1																	1
NLD	12590	CANAPINO MAGG.													1						1	1		2
NLD	12600	CANAPINO							1	1						2					1	3		6
NMD	12670	OCCHIOCOTTO											1											1
NLD	12740	BIGIARELLA	2	4			3	1				2	2		2	2					1	2		13
NLD	12750	STERPAZZOLA	1	1					1	2		1	2											5
NLD	12760	BECCAFICO				2	6		7	14	1	1	1		7	8			1		12	15		45
NMD	12770	CAPINERA	90	137	13	58	70	1	34	69	9	227	374	41	42	98	12	87	160	21	84	140	14	1048
NLD	13070	LUI' BIANCO																			1	1		1
NLD	13080	LUI' VERDE											1									1		2
NMD	13110	LUI' PICCOLO	37	55	14	26	36	1	14	27		36	51	6	109	227	45	20	29	9	28	77	18	502
NLD	13120	LUI' GROSSO	6	9		1	2	1	3	5		4	9	3	8	34	3	9	9		3	12		80
NMD	13140	REGOLO				26	30	3	40	58	14	1	1		131	199	83				1	1		289
NMD	13150	FIORRANCINO	1	1		27	28	15	1	3	6		1		8	15	13				4	8		56
NLD	13350	PIGLIAMOSCHE																				1		1
NLD	13490	BALIA NERA	2	3		9	12		14	37	2	5	6		51	75		1	2		17	43		178
RES	14370	CODIBUGNOLO	15	53	46	35	50	20	49	72	44	15	30	25	45	63	29	9	15	4	40	59	34	342
RES	14400	CINCIA BIGIA	11	21	17	14	19	15	8	10	9	4	4		4	8	5	7	9	4	3	6	5	77
RES	14540	CINCIA DAL CIUFFO				2	2																	2
RES	14610	CINCIA MORA	2	2	3	13	16	1	4	4		3	4											26
RES	14620	CINCIARELLA	4	7	9	29	34	8	30	37	27	7	9	4	27	56	72	7	9	14	33	60	45	212
RES	14640	CINCIALLEGRA	16	37	20	32	48	14	33	51	14	10	21	11	35	77	45	9	18	8	64	116	48	368
RES	14790	P. MURATORE	2	4	5					2		1	1		1	1					1	1		9
RES	14870	RAMPICHINO	3	6	1	3	3											1	1					10
RES	15390	GHIANDAIA	3	7		1	3								3	3						1		14
NP	15673	CORNACCHIA GR.	1	3																				3
NMD	15820	STORNO										4	8						4					12
RES	15980	PASSERA MATT.					21					1	2		1									24
DMD	16360	FRINGUELLO	8	24	1	6	6		1	7		7	8	2	16	28		3	10		2	5		88
DMD	16380	PEPPOLA					1									1								2
DMD	16490	VERDONE					1									1								2
DMD	16530	CARDELLINO															1	1						1
DMD	16540	LUCHERINO		3																				3
DMD	18600	ZIGOLO MUCIATTO	1	2		2	4								1									7
DMD	18770	MIGLIARINO DI P.																2	2					2
Totale complessivo			355	635	180	604	758	138	341	553	189	427	682	116	629	1204	405	204	355	83	401	702	189	4889
Numero specie			32	42	17	32	39	18	27	29	16	30	34	12	25	36	15	25	28	10	30	34	12	67

Tabella 5.1 – Continua



### 5.1 Brughiera dosso - primavera 2000

La stazione è stata messa in opera il giorno 1 marzo 2000. Le catture sono proseguite fino al giorno 11 maggio, così da avere una copertura completa su 14 periodi di cinque giorni tra il 2 marzo (inizio della pentade 13) e il 10 maggio (fine della pentade 26). Il transetto standardizzato ha operato per tutto il periodo di apertura (intervallo di apertura standardizzato dall'alba alle ore 12 solari).

Sono state effettuate in tutto 635 catture di 42 specie, di cui 355 (32 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Sono inoltre state effettuate 180 ricatture (17 specie). Nel complesso risultano assai più numerose le catture di specie migratrici notturne a medio raggio. Molto minore il numero di catture di migratori notturni a lunga distanza e di migratori diurni.

Hanno importanza relativamente elevata anche specie residenti o migratrici su breve distanza e in particolare tre specie di Paridi (sensu lato): Codibugnolo *Aegithalos caudatus* (53 catture), Cinciallegria (37 catture) e Cincia bigia *Parus palustris* (21 catture). Queste tre specie da sole hanno totalizzato il 46,1% delle ricatture.

Le specie migratrici con il maggior numero di catture sono Luì piccolo *Phylloscopus collybita* (55), Pettiroso *Erithacus rubecula* (107) e Capinera (137), con picchi di presenza in quest'ordine.

Il Tordo bottaccio è l'unica specie catturata del genere *Turdus* ma i dati standardizzati (tre) sono troppo pochi per tracciare un andamento. Considerando tutti gli individui catturati (20), si può individuare un periodo di sei pentadi (15-20) che ne comprende 17, di cui 13 nelle due pentadi centrali (17-18).

Le specie migratrici transahariane, a migrazione più tardiva, hanno ottenuto numeri di catture molto più ridotti, in tutto 37 individui ripartiti tra sette specie. Queste catture sono avvenute su un arco di sole cinque pentadi (pentadi 20-24, a partire dal 6 aprile), con la gran maggioranza delle catture (31, l'83,8%) nelle due pentadi 21 e 22.

Anche i migratori diurni non sembrano utilizzare l'area per soste o movimenti a bassa quota. In tutto sono stati catturati solo 29 individui appartenenti a tre specie (in gran maggioranza Fringuelli *Fringilla coelebs*, pochi Lucherini e Zigoli muciatto) di cui soltanto nove nel campione standardizzato. Sette catture concentrate nelle prime tre pentadi potrebbero riguardare soggetti svernanti nell'area.

Cincia Bigia  
(foto di P. Bonazzi)



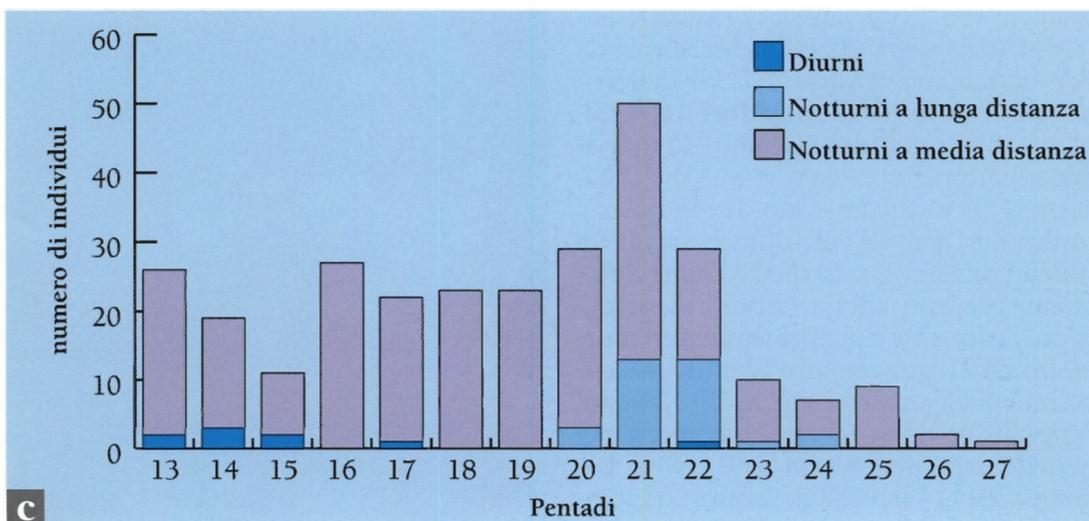
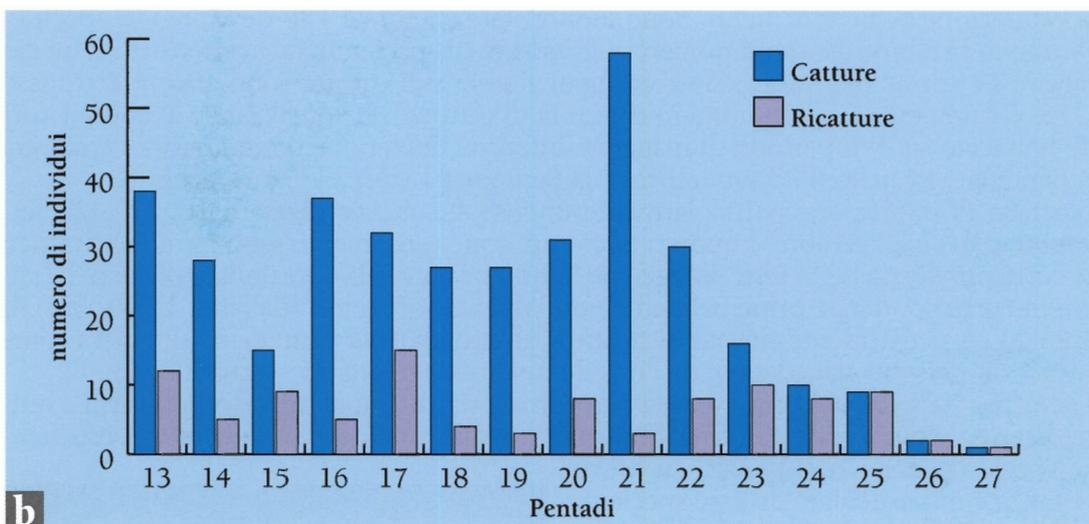
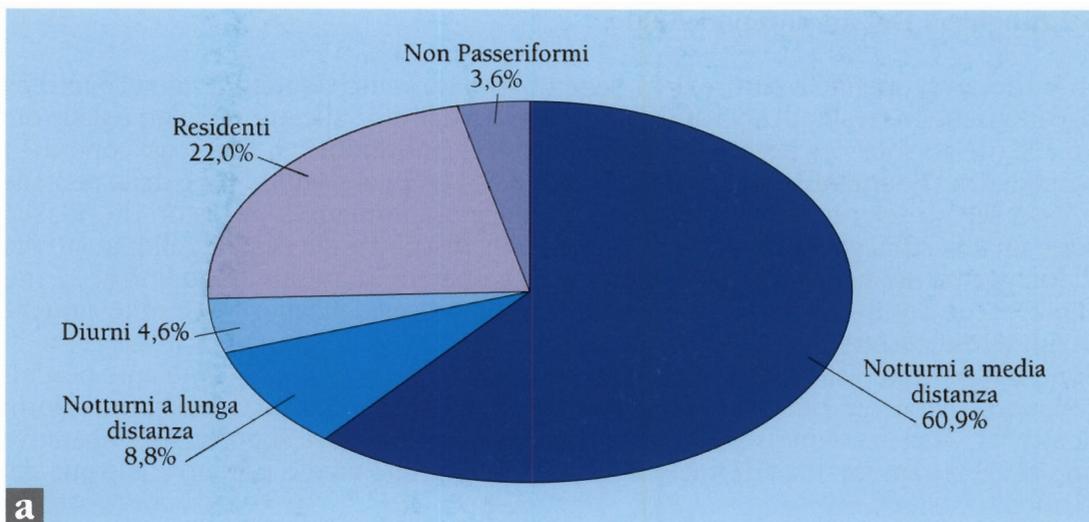
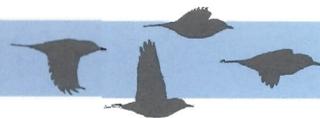
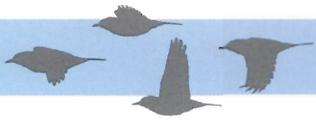


Figura 5.1 - Composizione del campione di uccelli catturati in località Brughiera Dosso nel corso della migrazione primaverile dell'anno 2000:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



## 5.2 Brughiera Dosso - autunno 2000

La stazione ha operato a partire dal 7 settembre. Il transetto standardizzato (17 reti) ha rispettato un intervallo di apertura standardizzato dall'alba alle ore 12 solari e dalle ore 16 alle ore 18 solari ed è stato utilizzato fino all' 11 novembre; si sono così coperti 13 pentadi, tra l'8 settembre (inizio della pentade 51) e l'11 novembre (fine della pentade 63). In seguito, per tentare la cattura di un maggiore numero di migratori diurni, si è adottata una strategia di tipo mobile seguendo la distribuzione dei fringillidi in attività di foraggiamento nelle vicine aree agricole. Si è operato in questo modo fino al 27 novembre, con l'esito di una sola cattura di Peppola *Fringilla montifringilla*, oltre a quelle di numerose passere mattugie.

Sono inoltre state utilizzate reti montate in un secondo transetto in ambiente boschivo, successivamente rimosso poiché non ha più effettuato catture dopo i primi giorni di attività. Altre reti sono state montate nel letto fluviale, dove sono rimaste operative fino al 28 settembre, data di inizio delle forti piogge che hanno portato alla piena del Ticino.

Sono state effettuate in tutto 758 catture di 39 specie, di cui 604 (32 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Sono inoltre state effettuate 138 ricatture (18 specie). Di nuovo risultano assai più numerose le catture di specie migratrici notturne a medio raggio. Le specie migratrici con il maggior numero di catture sono ancora Pettiroso (178) e Capinera (70). Un numero rilevante di catture è stato effettuato anche sul Tordo bottaccio (60). Il periodo di maggiore intensità del fenomeno migratorio ricade tra la pentade 54 (inizio il 23 settembre) e la pentade 61 (fine l'11 novembre).

Giornate di migrazione particolarmente intensa si sono verificate il 18, 27 e 28 settembre e il 4 e 23 ottobre. I numeri di catture sono ovviamente scesi in modo drastico in corrispondenza delle forti piogge che hanno portato alla eccezionale piena del Ticino, in corrispondenza principalmente con la pentadi 57 e 58 (dall'8 al 17 ottobre). Il numero particolarmente elevato di ricatture effettuato nella pentade 63 dimostra come gli uccelli presenti siano ormai da considerarsi in maggioranza svernanti.

Ancor più bassa che in primavera la percentuale di catture di migratori notturni a lunga distanza e di migratori diurni. Importanza relativamente elevata hanno avuto alcune specie residenti o migratrici su breve

distanza e in particolare diverse specie di Paridi: Codibugnolo (50 catture), Cinciallegra (48), Cinciarella *Parus caeruleus* (34), Cincia bigia (19). Queste specie da sole hanno totalizzato il 41,3% delle ricatture. Le catture di migratori transahariani hanno riguardato soltanto 31 individui appartenenti a 9 specie (di cui 12 balie nere). Le catture sono avvenute con continuità, seppur con numeri bassi, tra le pentadi 51 e 53 e le specie erano certamente presenti anche nei giorni precedenti. Per quanto riguarda i migratori diurni sono stati catturati solo 12 individui appartenenti a quattro specie (Fringuello, Peppola, Verdone, Zigolo muciatto), nel periodo di tre pentadi tra la 60 e la 62; l'unica cattura risalente alla pentade 51 fa sicuramente riferimento a un soggetto residente. Il bassissimo numero di catture lascia supporre che effettivamente i fringillidi non frequentino l'area durante la migrazione.

Balia nera  
(foto di J. Tonetti)



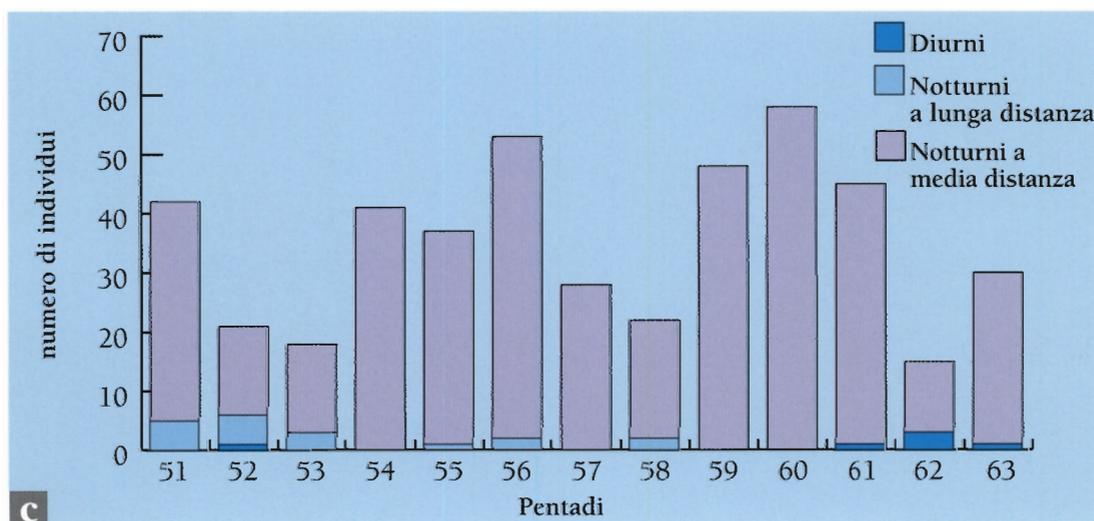
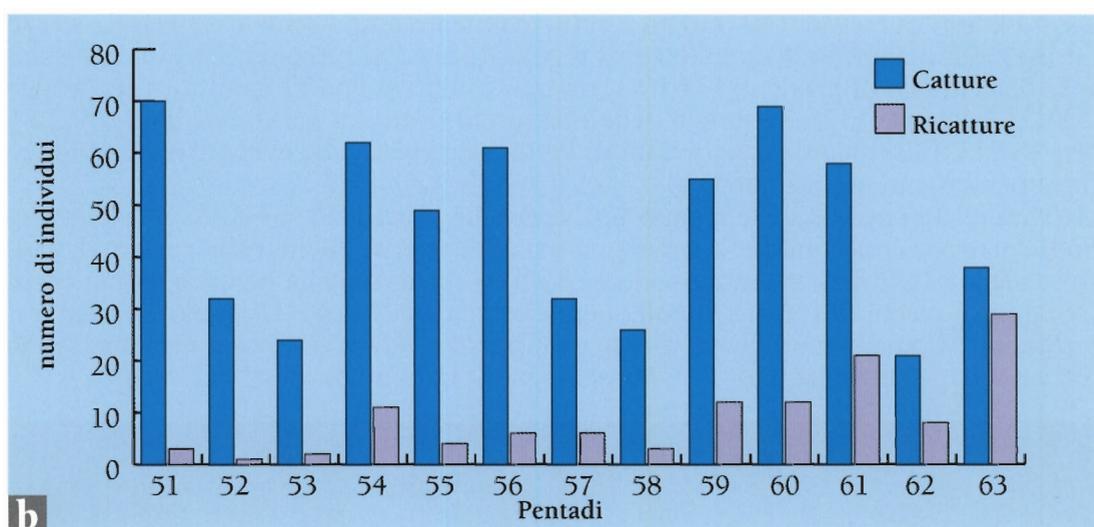
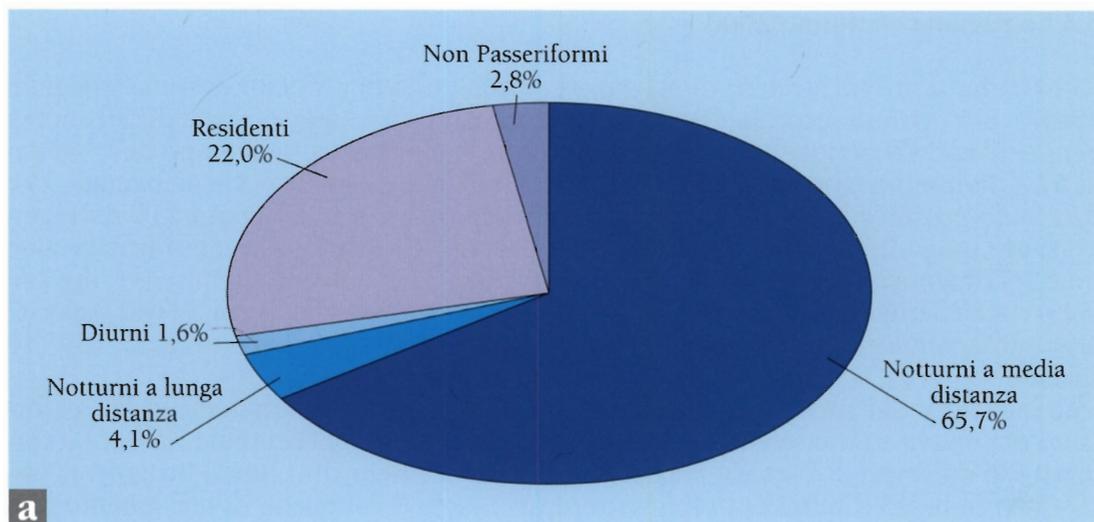


Figura 5.2. - Composizione del campione di uccelli catturati in località Brughiera Dosso nel corso della migrazione autunnale dell'anno 2000:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



### 5.3 La Fagiana - autunno 2000

L'attività ha avuto inizio il 10 di agosto ed è proseguita fino al 28 novembre (pentadi 45-67). Si è operato secondo un programma che prevedeva due giornate di cattura per ogni pentade. L'eccezionale piena del Ticino conseguente al cattivo tempo nelle pentadi 57 e 58 non ha consentito di raccogliere dati nella pentade 59, e nelle pentadi 55 e 62 è stato possibile lavorare una sola giornata. Le catture standardizzate (11 reti) hanno avuto luogo tra le pentadi 46 e 63 (dall'alba alle 12 solari). Durante l'attività sono state sperimentate diverse altre posizioni di cattura tra cui alcune sugli isolotti fluviali. Sono state effettuate in tutto 553 catture ripartite tra 29 specie, di cui 341 (27 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Le ricatture complessive sono state 189 (16 specie).

L'anticipazione dell'inizio delle operazioni ha portato a un netto incremento di importanza dei migratori transahariani che raggiungono il 13,7% del campione di uccelli catturati (76 individui di 7 specie, tra cui 37 balie nere). Anche qui come a Brughiera Dosso è invece basso il numero di migratori diurni (solo 7 fringuelli, di cui soltanto uno nel campione standardizzato). La categoria dei migratori notturni a media distanza è ancora la più numerosa (49,0%) ed è principalmente rappresentata da Pettiroso (76 catture), Capinera (69), Regolo *Regulus regulus* (58) e Lui piccolo (27). Molto rilevante la percentuale di residenti (31,8%), tra cui Codibugnolo (72 catture), Cinciallegra (51) e Cinciarella (37). Sul totale delle ricatture 94 sono di paridi residenti (49,7%), ben 45 (23,8%) riguardano individui di Pettiroso, specie che evidentemente utilizza l'area per soste di ingrassamento.

Massimi relativi nelle catture si sono verificati nelle pentadi 51, 54 e 61. Questi tre periodi corrispondono quasi esattamente a massimi relativi anche nelle catture di Brughiera Dosso. Un massimo accessorio è quello verificatosi nella pentade 49 cui corrispondono i picchi di catture di Balia nera *Ficedula hypoleuca* e Usignolo *Luscinia megarhynchos*. Come per Brughiera Dosso, si è assistito ad un forte calo nelle catture in corrispondenza delle pentadi 57 e 58 per la piena del fiume.

Pettiroso  
(foto di P. Bonazzi)



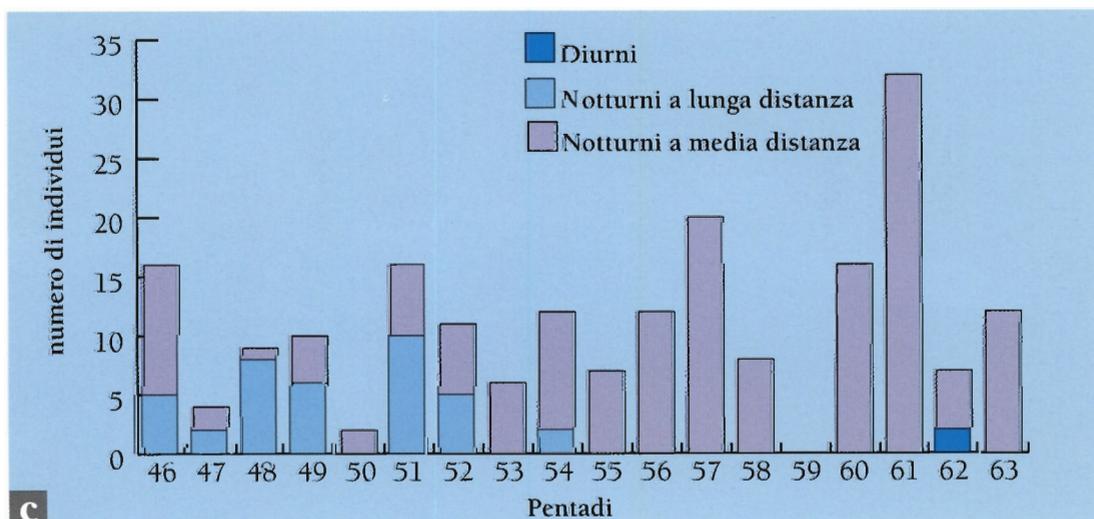
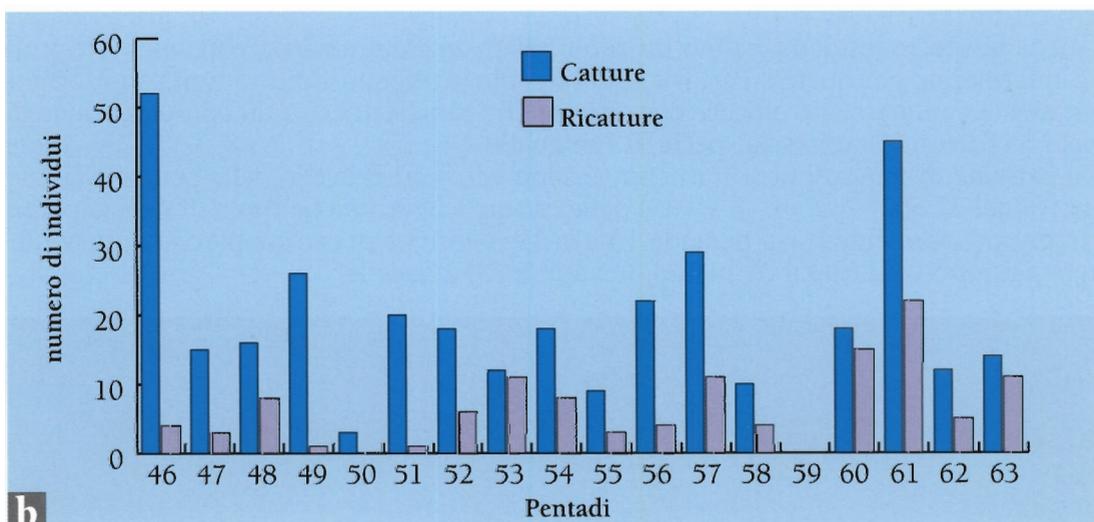
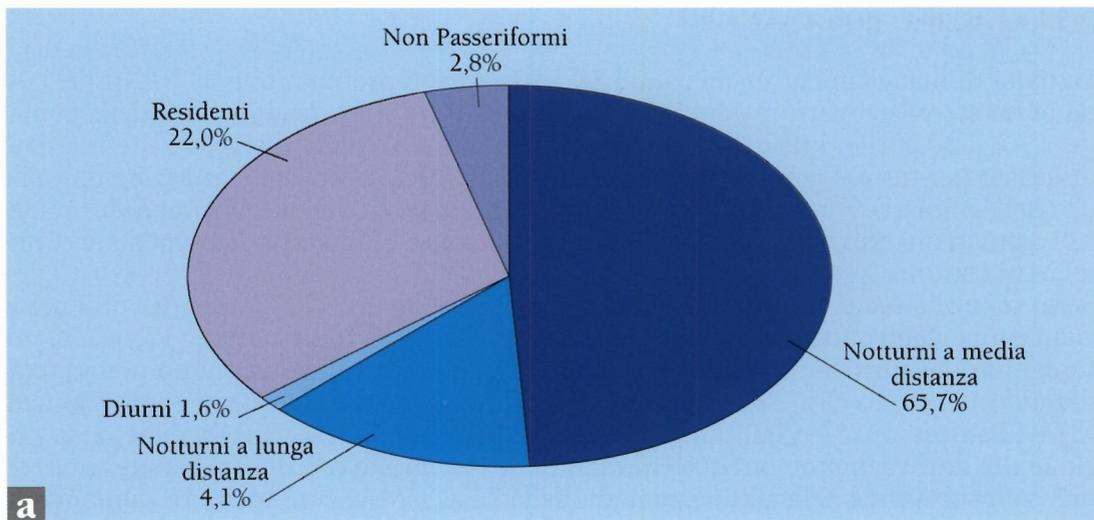


Figura 5.3 - Composizione del campione di uccelli catturati in località La Fagiana nel corso della migrazione autunnale dell'anno 2000:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



#### 5.4 La Fagiana - primavera 2001

L'attività di inanellamento è iniziata il 10 Marzo e si è protratta fino al 30 Aprile, così da permettere la copertura completa di 10 pentadi tra il 12 marzo (inizio della pentade 15) e il 30 aprile (fine della pentade 24). Il transetto standardizzato (11 reti) è stato utilizzato per tutto il periodo di attività (intervallo di apertura standardizzato dall'alba alle ore 12 solari). Altre cinque reti sono state montate in due ulteriori transetti utilizzati saltuariamente, allo scopo di catturare in habitat differenti e incrementare il numero di catture.

Sono state effettuate in tutto 682 catture di 34 specie di cui 427 (30 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Sono inoltre state effettuate 162 ricatture (12 specie).

I migratori notturni a media distanza risultano sempre la categoria più numerosa totalizzando in questo caso l'81,2% delle catture. Le specie più frequenti sono Capinera (374), Pettiroso (75) e Luì piccolo (51). Le specie migratrici transahariane, a migrazione più tardiva, hanno ottenuto numeri di catture molto più ridotti, caratterizzati da una concentrazione nelle ultime pentadi (dalla 22 alla 24). Le tre specie più abbondanti sono Usignolo, Luì grosso *Phylloscopus trochilus* e Balia nera, rispettivamente con 15, 9 e 6 catture.

Anche le specie residenti hanno un ruolo relativamente modesto con solo 41 catture standardizzate per quattro Paridi e Codibugnolo. I migratori diurni non sono soggetti ad un campionamento efficace considerato che sono stati catturati complessivamente solo 8 individui di una sola specie, il Fringuello.

Le giornate di migrazione più intensa si sono verificate a livello della pentade 17 (nei giorni dal 22 al 26 marzo). Il 59,4% delle catture è avvenuta nell'arco di cinque pentadi, più precisamente tra la pentade 15 e la 19. Giornate di catture particolarmente intense si sono verificate il 31 marzo, il 1 aprile e il 22 aprile.

Femmina  
di Capinera  
(foto di P. Bonazzi)



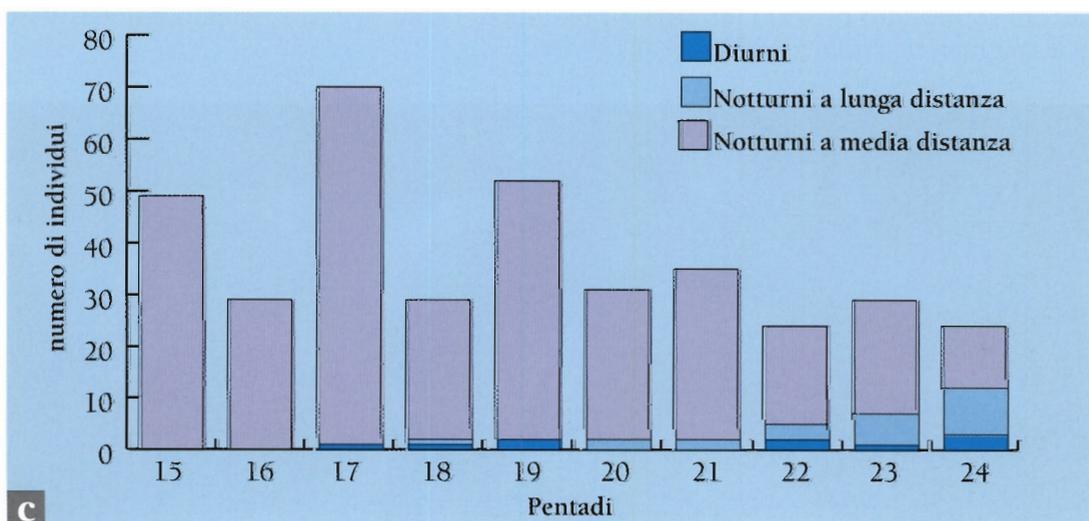
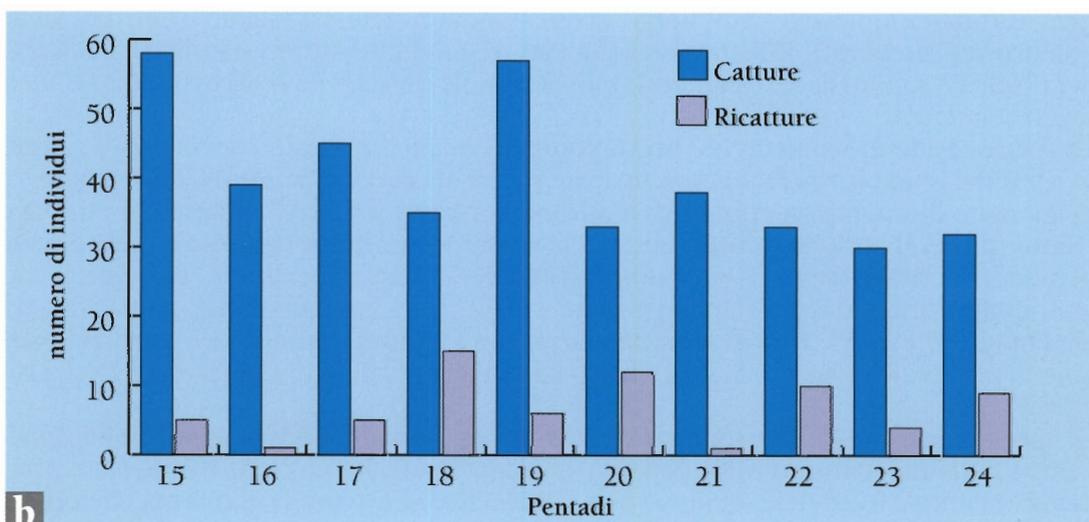
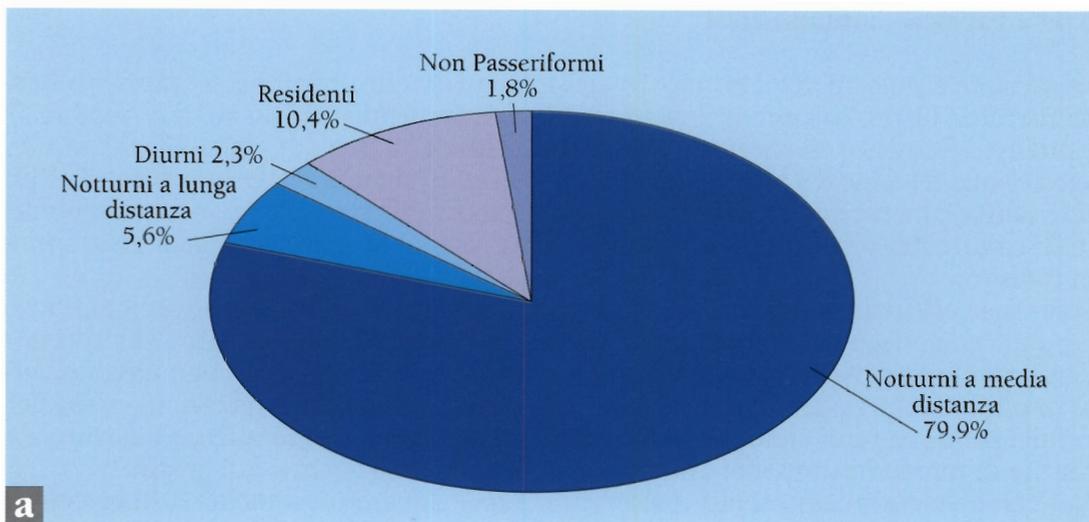


Figura 5.4 - Composizione del campione di uccelli catturati in località La Fagiana nel corso della migrazione primaverile dell'anno 2001:

1: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

2: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

3: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



### 5.5 La Fagiana - autunno 2001

La stazione è stata aperta il giorno 18 agosto con la predisposizione del transetto standardizzato (11 reti), mantenuto per tutto il periodo di attività fino al 16 novembre. Si è ottenuta in questo modo la copertura completa di 18 pentadi, dalla 47 (inizio il 19 agosto) alla 64 (fine il 16 novembre). Altre reti sono state montate in posizioni utilizzate saltuariamente allo scopo di catturare in habitat differenti e incrementare il numero di catture per disporre di maggiori informazioni sullo stato fisiologico delle specie in transito.

Sono state effettuate in tutto 1204 catture di 36 specie, di cui 629 (25 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Sono inoltre state effettuate 405 ricatture (15 specie). L'andamento complessivo delle catture rivela una maggiore attività migratoria nel mese di ottobre rispetto al mese di settembre, a causa di una generale bassa intensità della migrazione in tutta l'Italia settentrionale. Un relativo massimo iniziale è dovuto alle catture di migratori transahariani, principalmente di Balia nera e Lui grosso.

Nel complesso risultano sempre molto numerosi i migratori a media distanza con il 66,3% delle catture totali. Le specie maggiormente catturate sono state il Lui piccolo (227 catture complessive, 109 lungo le reti standardizzate), il Regolo (199, 131 delle quali su reti standard), il Pettiroso (156 catture totali, 70 su reti standard) e la Cinciarella (98, 42 solo nelle reti standard) e lo Scricciolo *Troglodytes troglodytes* (62, 30 nelle reti standard).

Le specie residenti hanno avuto un ruolo relativamente modesto con solo 209 catture (17,4% del totale) principalmente ripartite tra tre specie di cincia e il Codibugnolo.

Le giornate di migrazione più intensa si sono verificate il 6, il 17, il 22, il 23 ottobre e l'8 novembre. Il periodo di maggiore intensità del fenomeno migratorio è caduto tra la pentade 55 (28 settembre-2 ottobre) e la pentade 62 (2-6 novembre). Per le specie migratrici notturne a lunga distanza è possibile identificare un intervallo di migrazione tra la pentade 47 e la 55, arco di tempo in cui si sono ottenute tutte le 146 catture appartenenti a 9 specie diverse, 75 delle quali solo di Balia nera, 34 di Lui grosso e 18 di Usignolo.

Le specie migratrici diurne sono state catturate nel periodo tra la pentade 56 e 62, salvo due individui catturati tra la pentade 47 e la pentade 48. Le catture sono state complessivamente 31, 28 delle quali solo di Fringuello. Si è avuta la conferma che questa specie (esemplificativa del comportamento dei migratori diurni) nel Parco del Ticino si cattura soprattutto quando iniziano a presentarsi i contingenti svernanti e non durante la migrazione attiva.

Due individui di Cinciarella (foto di P. Bonazzi)



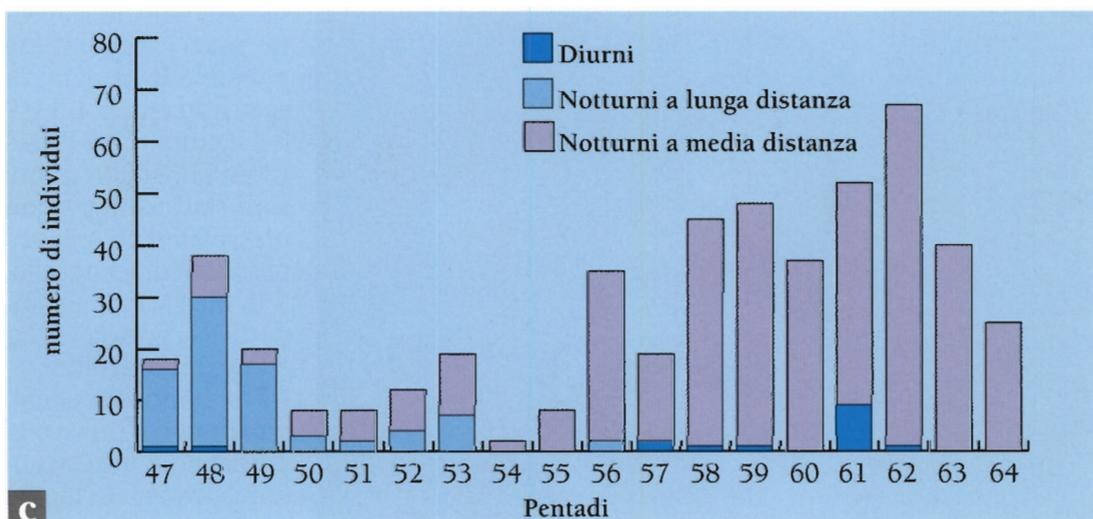
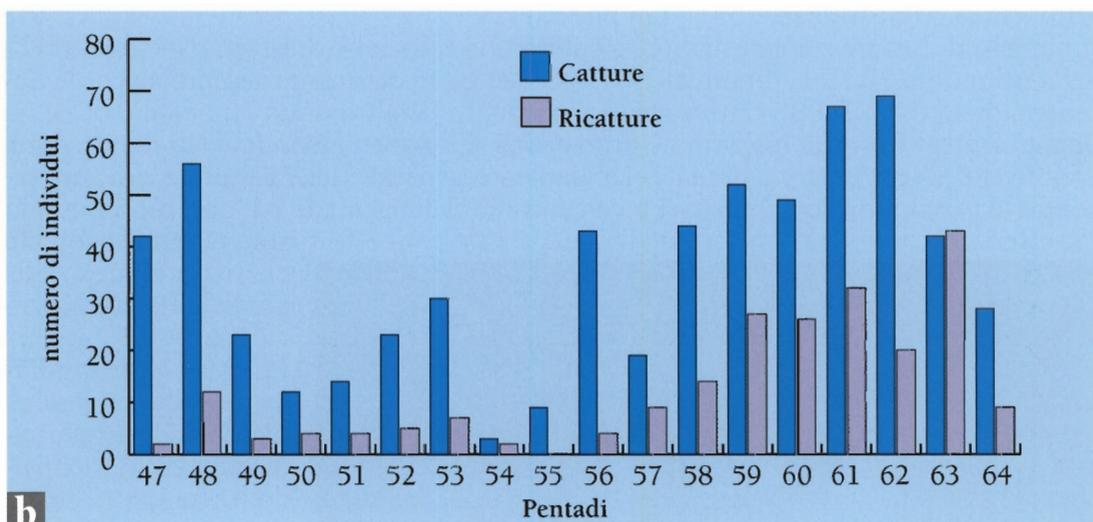
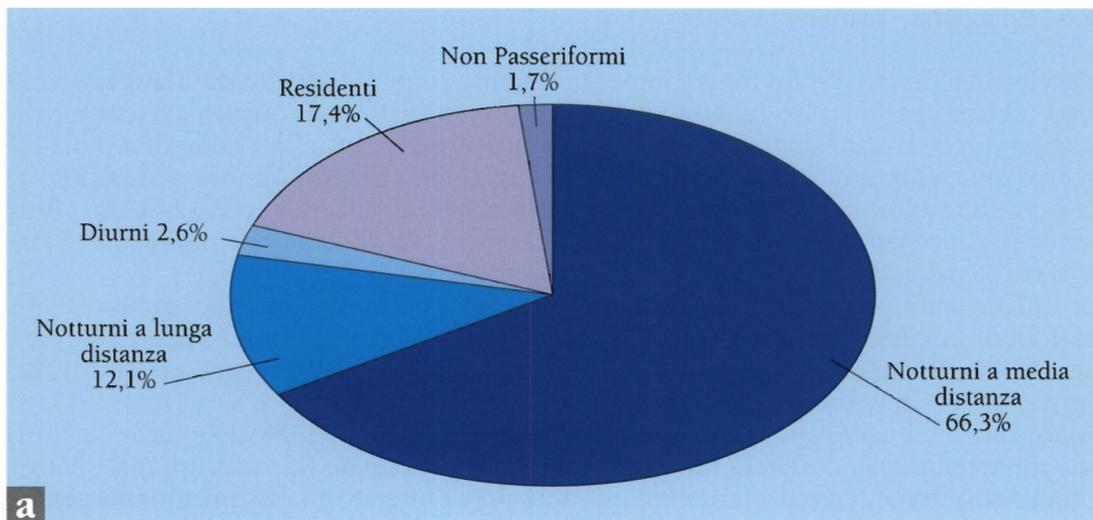
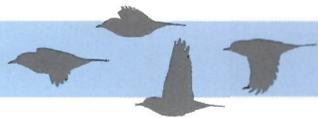


Figura 5.5 - Composizione del campione di uccelli catturati in località La Fagiana nel corso della migrazione autunnale dell'anno 2001:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



### 5.6 La Fagiana - primavera 2002

Il giorno 16 marzo è stato messo in opera il transetto per le catture standardizzate (11 reti), ubicato nello stesso luogo e con la stessa disposizione di quanto avvenuto nelle stagioni precedenti. Tale transetto è stato mantenuto per tutto il periodo di attività così da disporre di dati standardizzati e confrontabili con quanto rilevato nella primavera precedente (intervallo di apertura standardizzato dall'alba alle ore 12 solari). Altre sette reti sono state montate in due ulteriori transetti, variamente utilizzati durante l'intero corso dell'attività.

Le catture sono proseguite fino al giorno 2 maggio, con una copertura completa su 9 periodi di lunghezza standardizzata di cinque giorni (dalla pentade 16 alla 24), oltre a un campione limitato ad un giorno nella pentade 25; le intense piogge nei giorni successivi hanno impedito di proseguire l'attività di cattura.

Sono state effettuate in tutto 355 catture di 28 specie, di cui 204 (25 specie) utili per la valutazione degli andamenti. Sono inoltre state effettuate 83 ricatture (10 specie). Come sempre risultano decisamente più numerosi i migratori notturni a media distanza (72,1% delle catture). Le specie migratrici con il maggior numero di catture sono Capinera (160), Pettiroso (52) e Lui piccolo (29).

Il numero di catture standardizzate ha subito una riduzione drastica, rispetto alle 427 della primavera 2001; la diminuzione è risultata particolarmente accentuata per la Capinera, scesa da 227 a 87 catture. Non si è trattato peraltro di un fenomeno locale, in quanto l'intero fronte di migrazione primaverile si è presentato in Italia in ritardo e con contingenti di dimensione limitata. L'andamento generale delle catture e ricatture secondo le pentadi presenta infatti il picco a livello della pentade 22; altri picchi minori

Femmina di  
Picchio verde  
(foto di P. Bonazzi)



sono identificabili in corrispondenza della pentade 19 e della pentade 24.

Le specie di Passeriformi migratori transahariani hanno ottenuto numeri di catture molto ridotti. Tra queste, le tre specie catturate in maniera più abbondante sono state Usignolo, Lui grosso, e Balia nera, rispettivamente con 11, 9 e 2 catture. Tra i Passeriformi migratori diurni sono stati catturati complessivamente solo 10 individui di Fringuello, 2 di Migliarino di palude *Emberiza schoeniclus* e uno di Cardellino.

I Passeriformi residenti o migratori a breve raggio hanno avuto un ruolo relativamente modesto, con solo 52 catture ripartite tra Paridi, Codibugnolo e Rampichino *Certhia brachydactyla*.

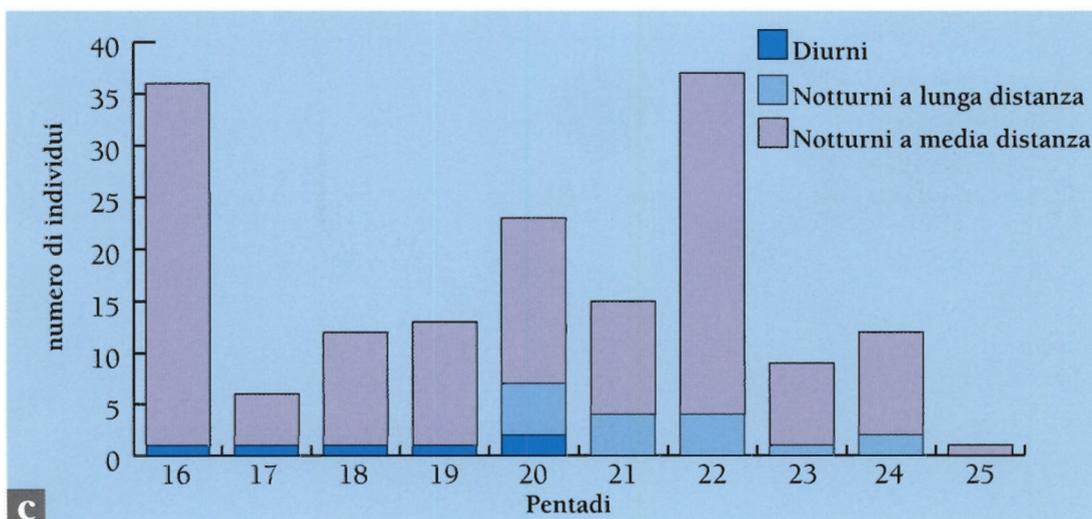
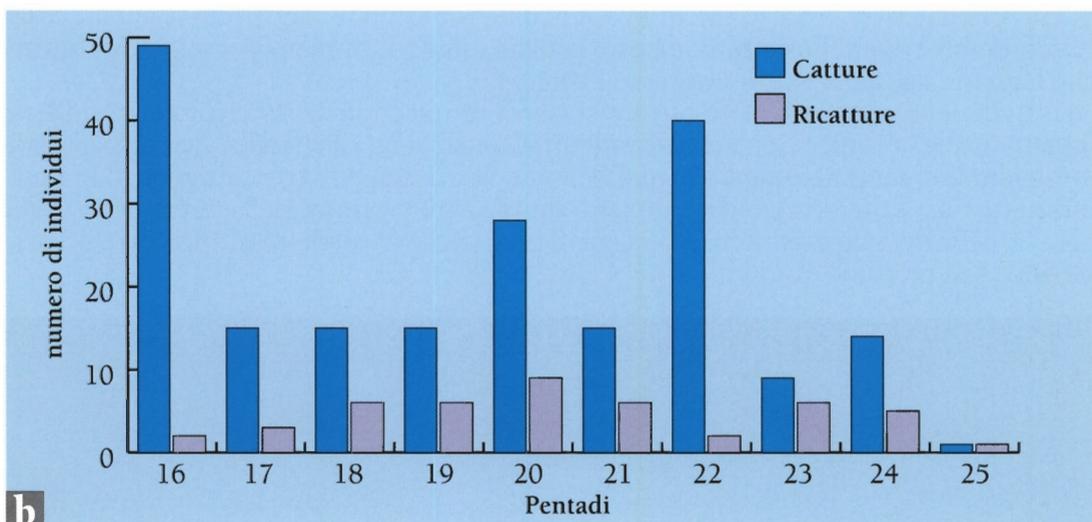
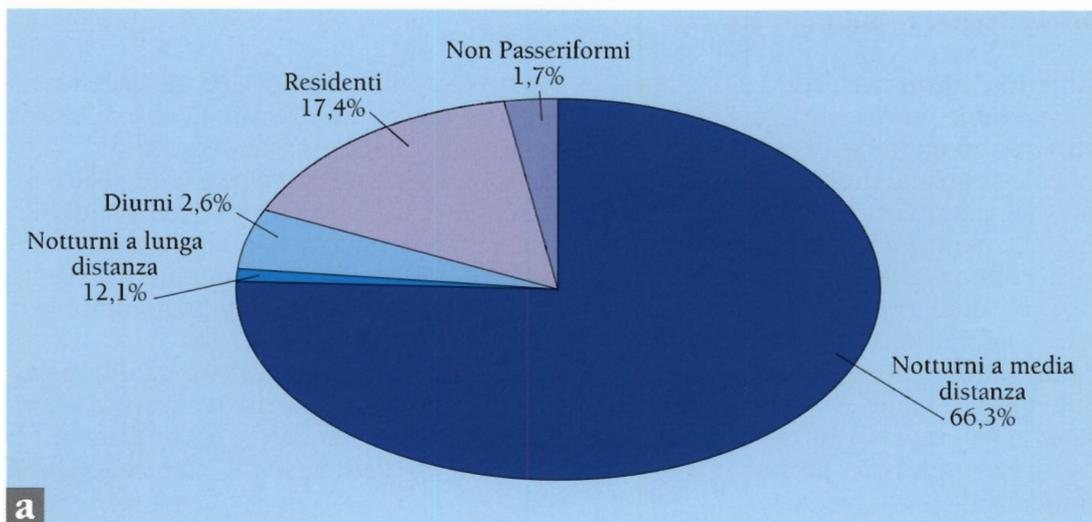
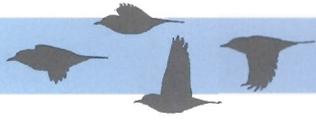


Figura 5.6 - Composizione del campione di uccelli catturati in località La Fagiana nel corso della migrazione primaverile dell'anno 2002:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche



### 5.7 La Fagiana - autunno 2002

L'attività "autunnale" 2002 è iniziata il 14 agosto e si è protratta per 70 giornate fino al 1 novembre, con l'impiego dell'usuale sistema di reti standardizzate (11) e di cinque altre reti mantenute in esercizio per tutto il periodo di attività (pentadi 46-61). Per il calcolo degli andamenti l'attività oraria è stata standardizzata tra l'alba e le 12 solari. Sono state effettuate 702 catture (34 specie), di cui 401 (30 specie) nelle reti standardizzate. Le ricatture sono state 189 (12 specie). La grande differenza quantitativa rispetto all'autunno precedente è principalmente dovuta a una rilevante diminuzione delle catture di Lui piccolo e al termine della campagna di inanellamento anticipato di tre pentadi.

Nelle catture si è verificata l'usuale prevalenza delle specie migratrici a medio raggio, che rappresentano il 48,6% delle catture totali. Le specie maggiormente catturate sono state la Capinera (140 catture complessive, 84 nelle reti standard), il Lui piccolo (77 catture complessive, 28 lungo le reti standardizzate), il Pettiroso (67 catture totali, 48 standard).

I migratori a lunga distanza sono rappresentati da 97 individui (13,8%) di 11 specie, di cui 43 balie nere, 15 beccafichi *Sylvia borin* e 15 usignoli. Le specie residenti costituiscono il 34,6% delle catture, mentre rimane esiguo il numero dei migratori diurni, che fanno registrare 5 catture del solo Fringuello.

Nell'andamento generale delle catture si rileva un picco iniziale dovuto al cosiddetto "effetto sorpresa" sulle popolazioni residenti (Cinciallegra, Cinciarella), anche per quanto riguarda i migratori a medio raggio (Capinera) e a lungo raggio (Usignolo). I migratori notturni a lungo raggio determinano un picco di presenze nella pentade 51 (Balia nera), quelle dei migratori a medio raggio il picco nelle pentadi 50 (Capinera) e 56 (Capinera e Lui piccolo).

Usignolo  
(foto di P. Bonazzi)



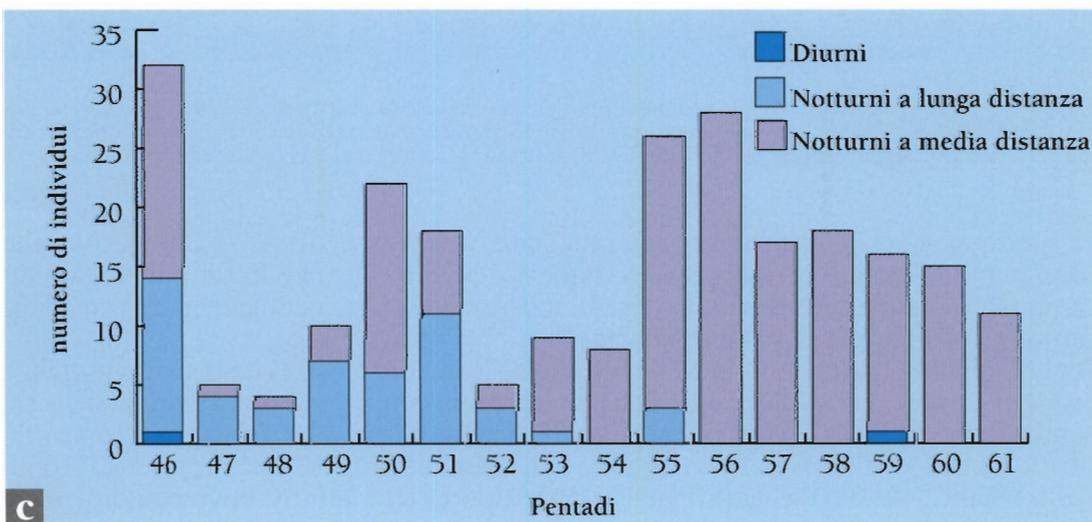
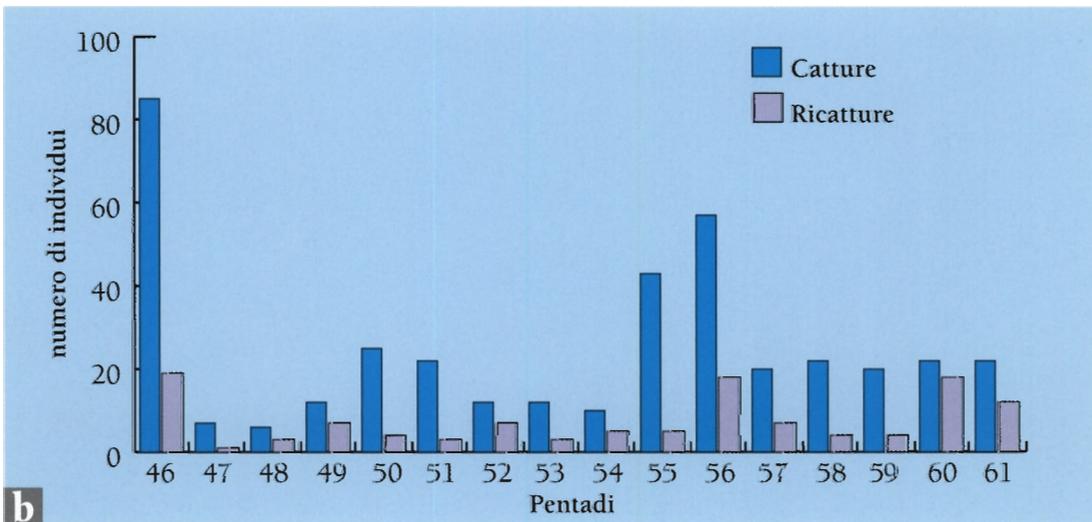
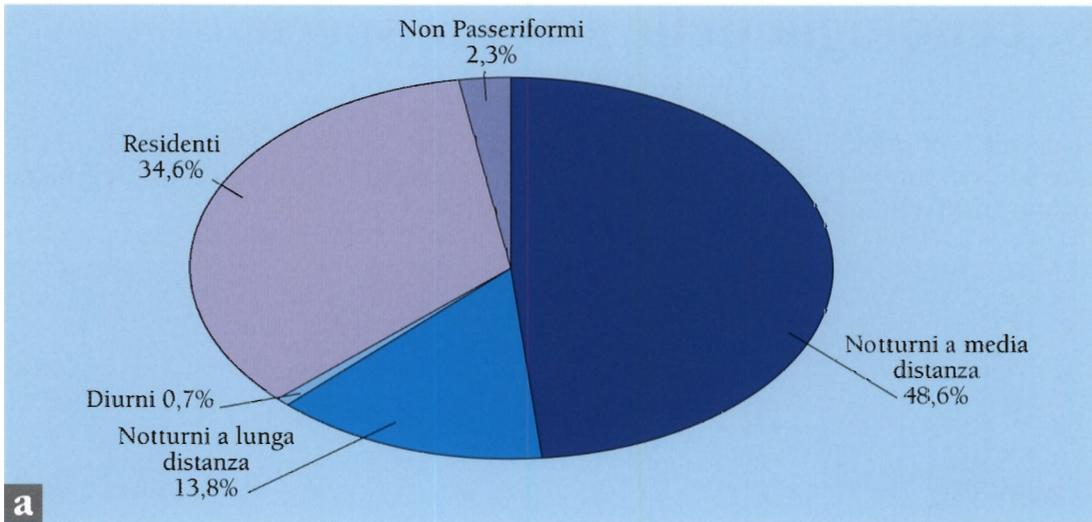


Figura 5.7 - Composizione del campione di uccelli catturati in località La Fagiana nel corso della migrazione autunnale dell'anno 2002:

a: Composizione del campione di catture suddiviso per categorie fenologiche

b: Andamento per pentadi del numero di catture e ricatture totali

c: Andamento per pentadi delle catture di migratori suddivisi per categorie fenologiche

## 6. Fenologia delle singole specie

Le specie (considerate principalmente) migratrici che hanno totalizzato più di 10 catture sono in tutto 16. Si tratta di nove migratori notturni a media distanza, sei migratori notturni a lunga distanza e un migratore diurno (Figura. 6.1).

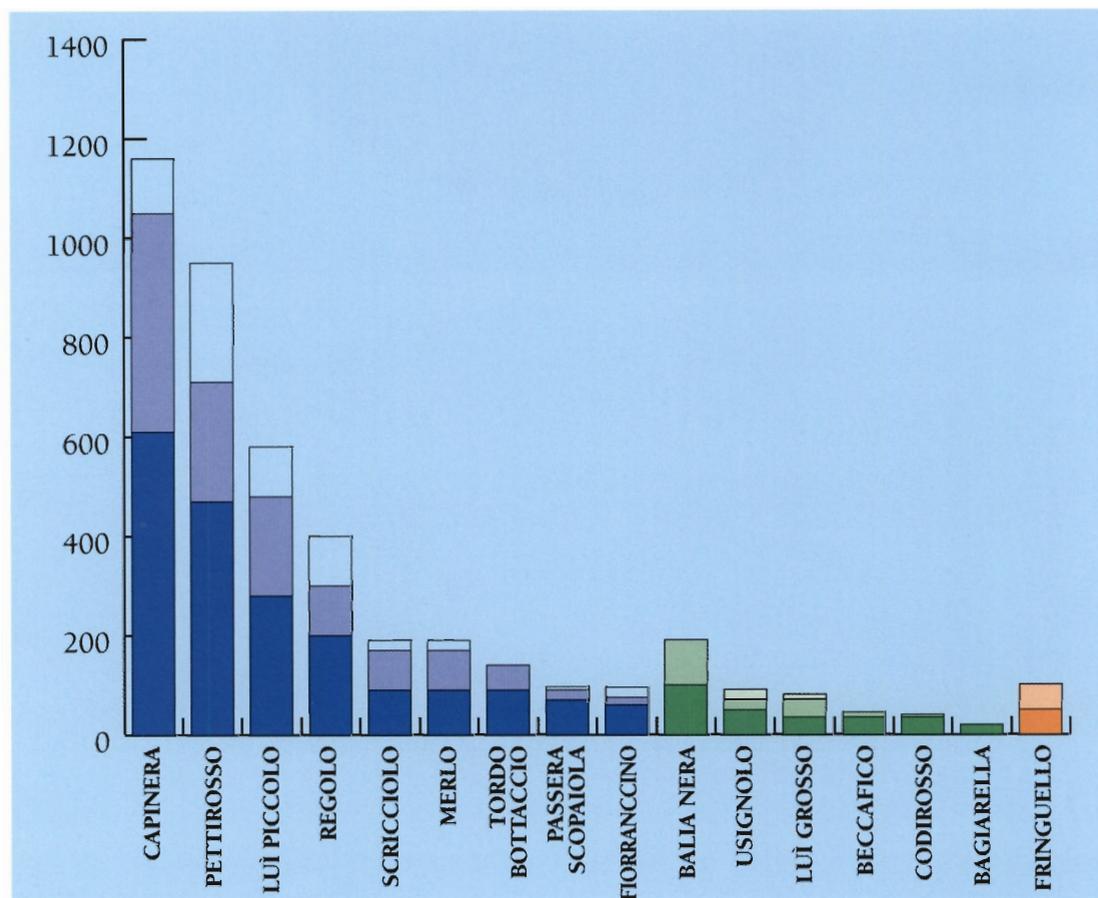


Figura 6.1 - Le 16 specie migratrici più comuni nel campione complessivo delle catture. In blu i migratori notturni a media distanza, in verde i migratori notturni a lunga distanza, in arancione l'unico migratore diurno. L'intensità decrescente di colore corrisponde alle catture standardizzate, le catture non standardizzate e le ricatture.

Le specie in generale più comuni sono risultate Capinera, Pettiroso e Lui piccolo, che sono peraltro sempre risultate tra le cinque specie più catturate in tutte le stagioni di campo. I dati delle catture standardizzate mostrano la stessa eterogeneità rivelata dalle catture di tutte le specie nel loro insieme.

Per la Capinera (Figura 6.2), il livello iniziale delle catture mostra che la specie potrebbe essere svernante nell'area de La Fagiana, mentre non compare in pratica prima della seconda decade di marzo a Brughiera Dosso. Picchi di migrazione primaverili, forse riferiti a popolazioni differenti, si susseguono dalla pentade 16 (17/21 marzo) alla 22 (16/20 aprile). L'alto livello delle catture nella pentade 46 (14/18 agosto) dovrebbe dipendere ancora dalla presenza di una popolazione nidificante. Nella migrazione autunnale, picchi via via decrescenti si susseguono dalla pentade 50 alla 59 (dal 3 settembre al 22 ottobre). In effetti, livelli di catture elevati su scala nazionale si presentano in primavera dalla seconda decade di marzo alla terza di aprile, in autunno dalla prima decade di settembre alla seconda di ottobre (Macchio et al., 1999).

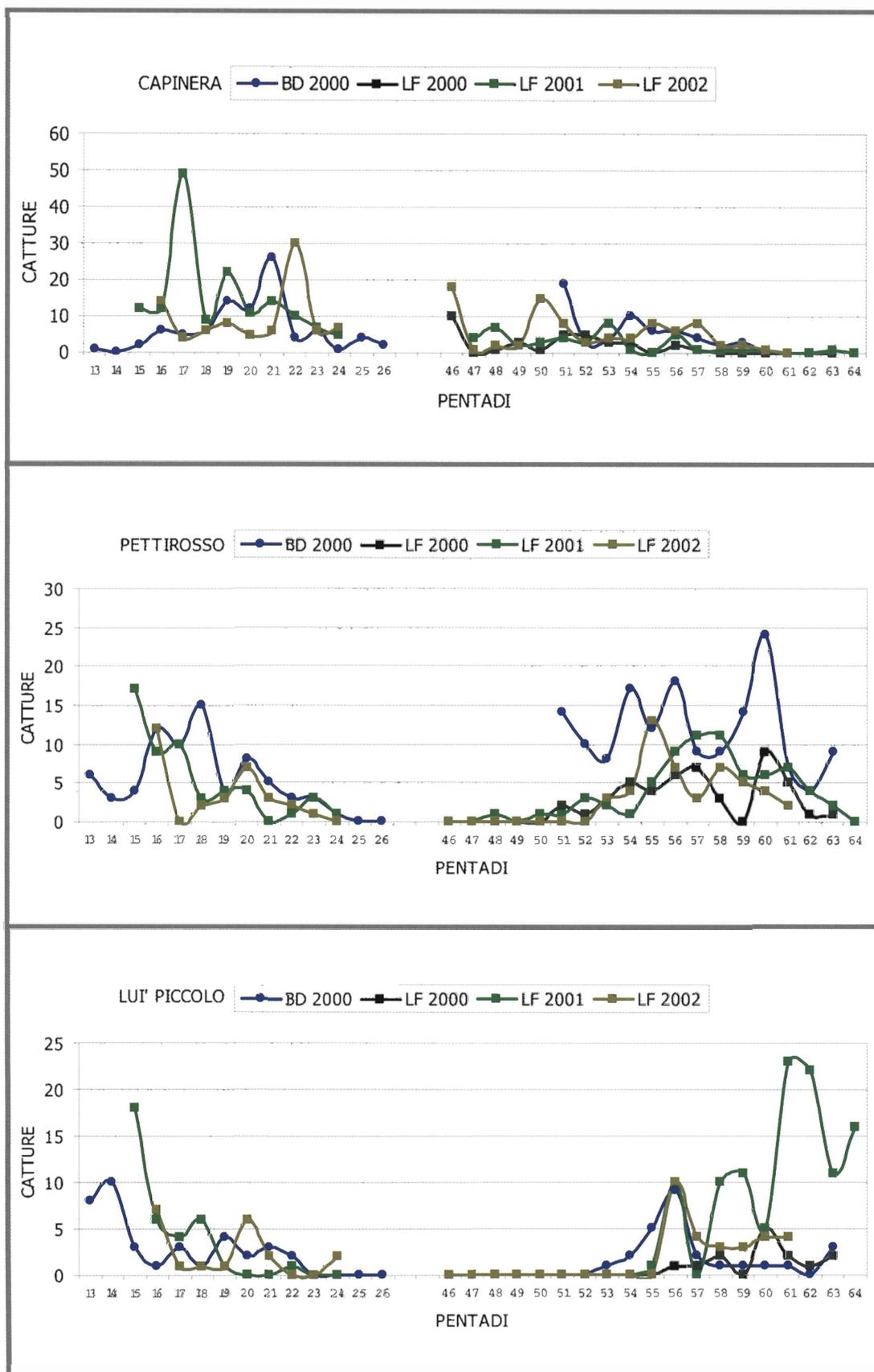
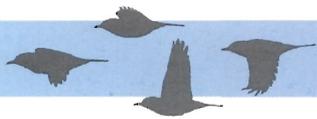


Figura 6.2 - Andamento delle catture per pentadi in La Fagiana e Brughiera Dosso di Capinera, Pettirosso e Lui piccolo.



Per il Pettiroso di dipinge un quadro sostanzialmente analogo: si possono identificare picchi successivi più o meno regolari sia nel periodo primaverile (pentadi 13-23, dal 2 marzo al 25 aprile), sia nel periodo autunnale (pentadi 51-63, dall'8 settembre all'11 novembre). Dai livelli di catture a inizio primavera e fine autunno è evidente che la specie è presente anche in periodo invernale. Su scala nazionale i flussi migratori più intensi si registrano tra l'inizio di marzo e la metà di aprile e tra la metà di settembre e l'inizio di novembre (Macchio et al., 1999). Nel Lui piccolo le presenze più consistenti sono state registrate all'inizio della primavera e alla fine dell'autunno, suggerendo la presenza di una importante popolazione svernante, almeno nell'area de La Fagiana, compresa nella fascia della bassa pianura (Fornasari et al., 1992); è indicativo in questo senso in particolare l'andamento rilevato nel 2001. Sia in primavera che in autunno compaiono comunque picchi di catture certamente riferiti a popolazioni in transito (rispettivamente pentadi 18-21 e 56-60, dal 27 marzo al 15 aprile e dal 3 al 27 ottobre). Su scala nazionale i picchi di migrazione sono in effetti segnalati tra la metà di marzo e la metà di aprile e tra la prima decade di ottobre e la prima di novembre (Macchio et al., 1999). Per valutare l'andamento delle presenze delle specie meno abbondanti, sono stati aggregati tutti i dati di cattura (standardizzati o meno), indifferentemente dall'anno e dalla stazione. Per ottenere un indice di presenza, il totale per pentade è stato diviso il numero effettivo di giornate di esercizio complessivamente effettuate in quella pentade (indici analoghi sono stati ad esempio utilizzati da Macchio et al., 1999 e da Fornasari et al., 2002). Nei migratori notturni a medio raggio si osserva la presenza di popolazioni svernanti di Merlo e Passera scopaiola di origine alloctona (Figura 6.3). Tordo bottaccio e Scricciolo sono presenti principalmente con contingenti in transito, rispettivamente lo Scricciolo nelle pentadi 14-19 (dal 7 marzo al 5 aprile) e 57-62 (dall'8 ottobre al 5 novembre), il Tordo nelle pentadi 16-19 (dal 17 marzo al 5 aprile) e 54-61 (dal 23 settembre al primo novembre). Fiorrancino *Regulus ignicapillus* e Regolo sono pressoché assenti dallo spettro di catture primaverile, mentre risultano numerosi, soprattutto il secondo, in autunno (Figura 6.4), con individui che probabilmente svernano nelle regioni settentrionali e abbandonano l'area prima dell'inizio del periodo in cui sono state effettuate le catture primaverili. Le catture di Fiorrancino sono concentrate tra le pentadi 58 e 61 (dal 13 ottobre al primo novembre), quelle di Regolo tra le pentadi 56-66 (dal 3 ottobre al 26 novembre), con un picco di presenze molto pronunciato nella pentade 62 (2/6 novembre). Il picco di catture a livello nazionale è segnalato nella seconda e terza decade di ottobre (Macchio et al., 1999), il che potrebbe confermare che si tratta, qui, di una popolazione svernante o prossima alle aree di svernamento. Nei migratori transahariani si verifica l'attesa concentrazione delle catture nelle pentadi più tardive in primavera, dalla 20 alla 24 (6/30 aprile), e più precoci in autunno, dalla 46 alla 53 (14 agosto/18 settembre). Per tutte le specie i flussi appaiono relativamente concentrati in periodi di breve durata. Per quanto riguarda il Fringuello, unico migratore diurno con catture sufficienti, i dati primaverili sembrano indicare un livello di attività basso e costante, che rispecchia probabilmente la presenza di una piccola popolazione residente. A questa si aggiunge in autunno la presenza di soggetti in migrazione, nell'intervallo tra le pentadi 59 e 61 (18 ottobre/primo novembre), successivo al picco di abbondanza delle catture a livello nazionale, che si situa nella prima e seconda decade di ottobre (Macchio et al., 1999). Si tratta quindi presumibilmente di pochi soggetti in sosta per il recupero delle riserve energetiche o acuartierati per lo svernamento.

Fringuello all'interno di una mist-net (foto di P. Bonazzi)



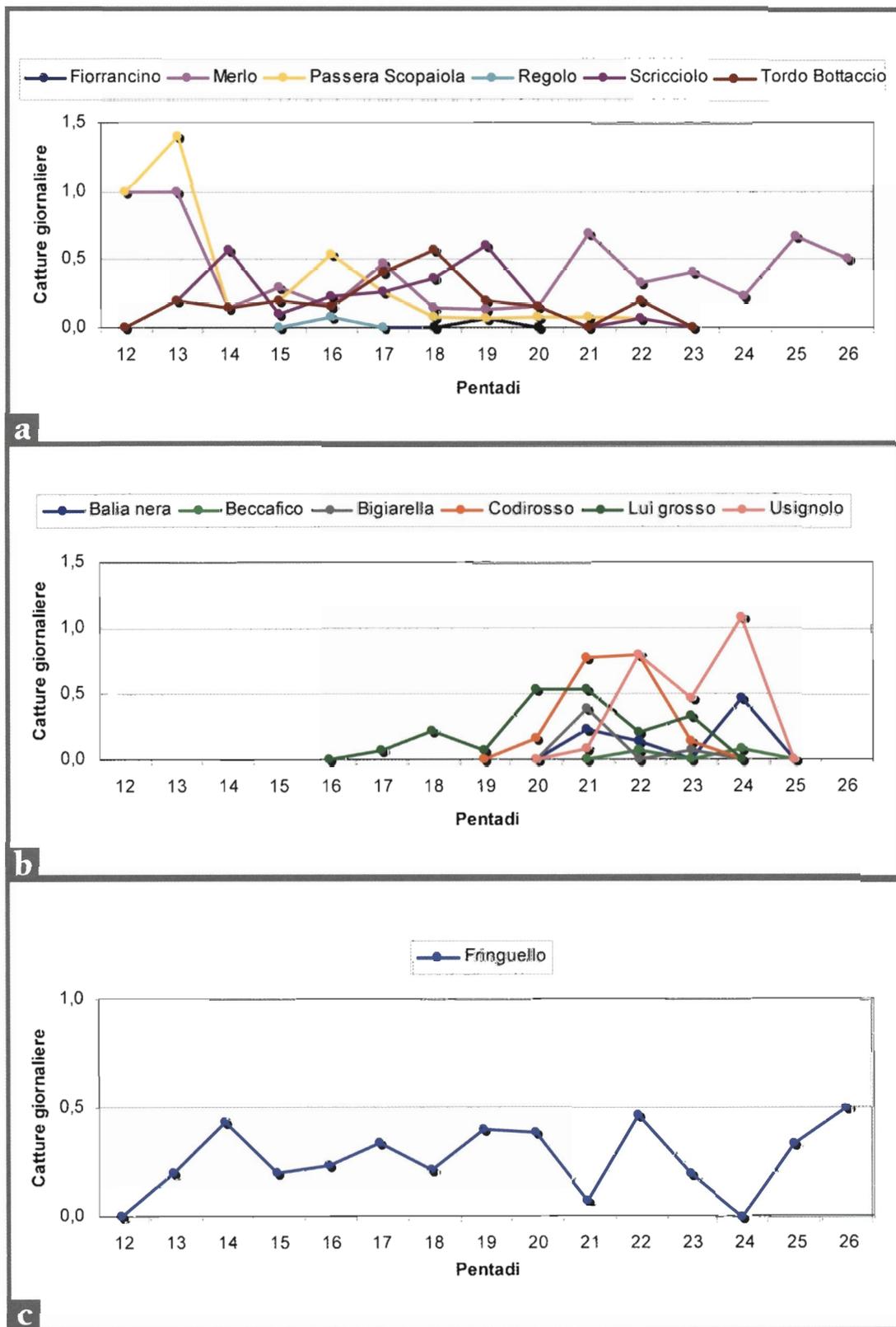
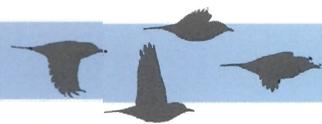


Figura 6.3 - Andamento medio per pentadi, nei tre anni di attività nelle stazioni di Brughiera Dosso e La Fagiana, delle catture primaverili di specie a presenza ridotta all'interno del Parco. Le specie sono raggruppate per categoria fenologica.  
 a: Migratori notturni a media distanza  
 b: Migratori notturni a lunga distanza  
 c: Migratori diurni

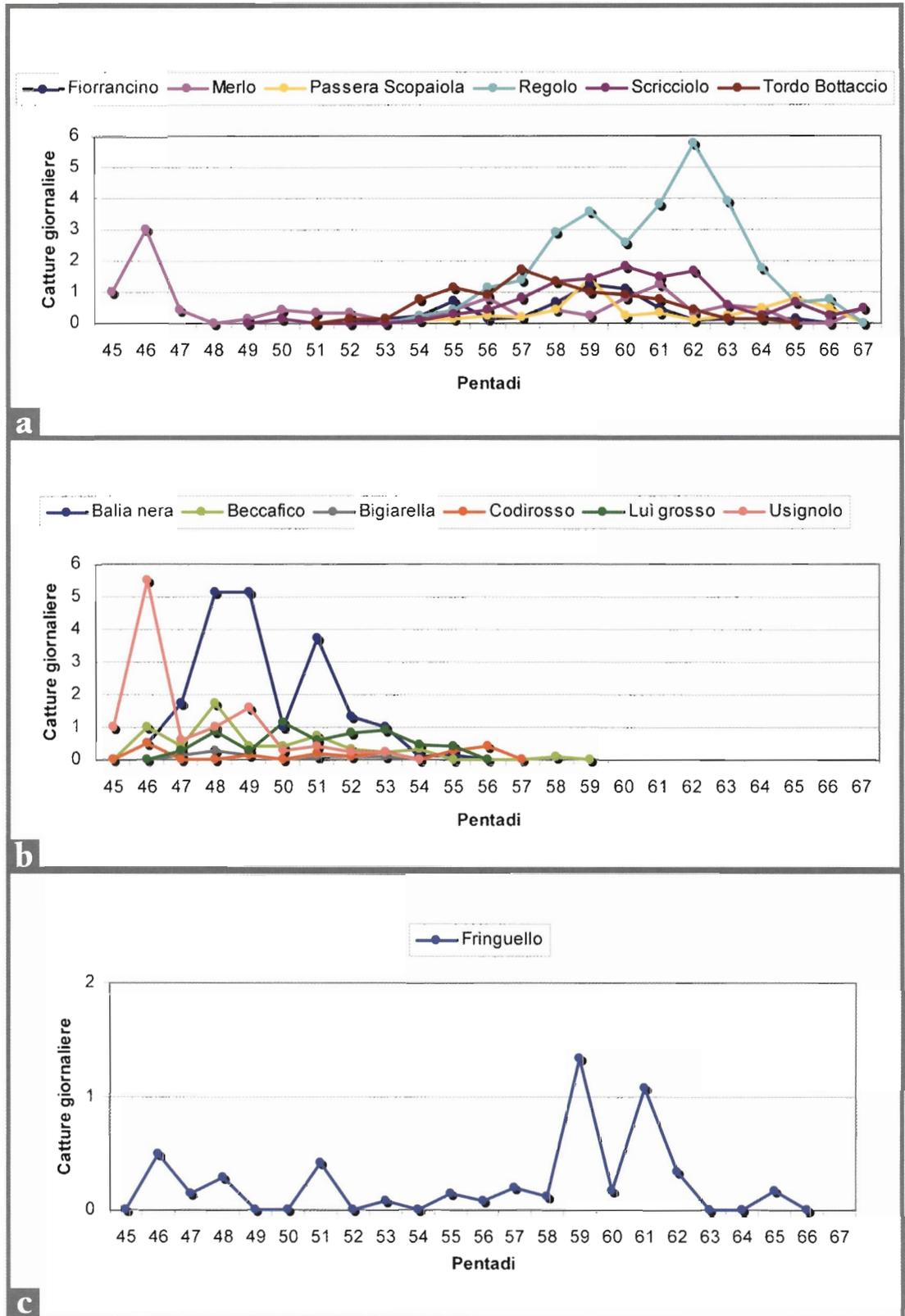
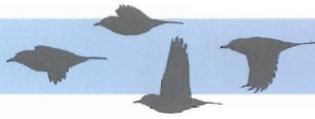


Figura 6.4 - Andamento medio per pentadi, nei tre anni di attività nelle stazioni di Brughiera Dosso e La Fagiana, delle catture autunnali di specie a presenza ridotta all'interno del Parco. Le specie sono raggruppate per categoria fenologica.  
a: Migratori notturni a media distanza  
b: Migratori notturni a lunga distanza  
c: Migratori diurni



Nei migratori transahariani si verifica l'attesa concentrazione delle catture nelle penta-di più tardive in primavera, dalla 20 alla 24 (6/30 aprile), e più precoci in autunno, dalla 46 alla 53 (14 agosto/18 settembre). Per tutte le specie i flussi appaiono relativamente concentrati in periodi di breve durata.

Per quanto riguarda il Fringuello, unico migratore diurno con catture sufficienti, i dati primaverili sembrano indicare un livello di attività basso e costante, che rispecchia probabilmente la presenza di una piccola popolazione residente. A questa si aggiunge in autunno la presenza di soggetti in migrazione, nell'intervallo tra le pentadi 59 e 61 (18 ottobre/primo novembre), successivo al picco di abbondanza delle catture a livello nazionale, che si situa nella prima e seconda decade di ottobre (Macchio et al., 1999). Si tratta quindi presumibilmente di pochi soggetti in sosta per il recupero delle riserve energetiche o acuartierati per lo svernamento.

## 7. Considerazioni generali sul campione

L'esame della tabella che riassume le catture complessive (Tabella 7.1) sottolinea l'importanza quantitativa della categoria fenologica dei migratori notturni a media distanza, che raccoglie il 63,5% dei 4889 uccelli catturati (Tabella 5.1). I migratori notturni a lunga distanza, nonostante siano stati catturati con un numero di specie superiore, hanno dato luogo soltanto al 9,6% delle catture totali, e al 3,0% delle ricatture. Questo semplice dato sembra sottolineare lo stato di conservazione negativo in cui versano molte specie che rientrano in questa categoria fenologica (ad es. Berthold et al., 1986; Lóvei, 1989). Le specie residenti, 22,2% delle catture, hanno (in quanto residenti) determinato ben il 46,7% delle ricatture.

Una percentuale di ricatture praticamente identica si riferisce ai migratori notturni a media distanza. Questa parte del campione riunisce le ricatture che riguardano soggetti appartenenti alla parte di popolazione residente (nidificante o svernante), e quelle riferite a soggetti che stanno invece effettuando soste nel corso della migrazione (Cambriaggi et al., in questo volume). Il volume bassissimo delle catture e ricatture dei migratori diurni testimonia lo scarso uso delle aree di studio, durante la migrazione, da parte dei Fringillidi e delle specie affini.

Categorie fenologiche		Specie		Catture		Ricatture	
		Numero	%	Numero	%	Numero	%
Lunga distanza	NLD	18	26,9	468	9,6	39	3,0
Media distanza	NMD	14	20,9	3105	63,5	607	46,7
Diurni	DMD	7	10,4	105	2,1	3	0,2
Residenti	RES	11	16,4	1087	22,2	606	46,6
Non passeriformi	NP	17	25,4	124	2,5	45	3,5
<b>TOTALE</b>		<b>67</b>		<b>4889</b>		<b>1300</b>	

Tabella 7.1 - Ripartizione delle catture nelle categorie fenologiche usate nel testo.

Le stagioni in cui è stata effettuata la ricerca sul campo sono state caratterizzate da condizioni estremamente differenti, e dal punto di vista meteorologico, e dal punto di vista dell'andamento della migrazione. Nell'autunno del 2000 si sono verificate piogge





### ■ Ringraziamenti

I seguenti inanellatori hanno partecipato alle campagne di inanellamento condotte a Brughiera Dosso e La Fagiana: Luca Biddau, Luca Borghesio, Lucio Bordignon, Roberto Facchetti, Maria Elena Ferrari, Lorenzo Fornasari, Paolo Grimaldi, Marco Gustin, Renzo Ientile, Franco Lavezzi, Giuseppe La Gioia, Giovanni Liberini, Ariele Magnani, Stefano Milesi, Sergio Nissardi, Diego Rubolini, Massimo Sacchi, Francesca Socci, Fabrizio Usubelli. Ringraziamo i numerosi collaboratori che hanno prestato il loro aiuto nelle diverse fasi di ricerca sul campo: Deniz Aygen, James Fletcher, David Gitau, e poi Laura Atzori, Lia Buvoli, Valeria Cambiaghi, Elisabetta de Carli, Elena Comi, Alessandro Ioele, Emanuela Maritan, Claudio Persichini, Alessio Ponturo, Diego Puccio, Massimo Sacchi, Massimo Salvarani, i guardiaparco lombardi Monica Campagolo, Orietta Cortesi, Guido Piazzi, Ivan Provini, Francesca Socci, i guardiaparco piemontesi Marisa Fogno, Giovanni Liberini, Paola Trovò. A Ivan va in più un grazie grosso come una casa per il continuo sostegno, aiuto e disponibilità dimostratici.

### ■ Bibliografia

- Bairlein F. 1995 - European-African songbird migration network. Manual of field methods. Wilhavenn, Germany.
- Bardi A., bendini L., Coppola E. Fasola M. & Spina F. 1983 - Manuale per l'inanellamento degli uccelli a scopo di studio. A.N.U.U., Bergamo.
- Berthold P. 1973 - Relationships between migratory restlessness and migration distance in six *Sylvia* species. *Ibis*, 115: 594-599.
- Berthold P. 1980 - Experimental methods used in the study of bird migration: a survey and evaluation. *Acta Ornithologica*, XVII (1): 11-22.
- Berthold P., Fliege G., Querner U. & Winkler H. 1986 - Die Bestandsentwicklung von Kleinvögel in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *Journal für Ornithologie*, 127: 397-437.
- Bogliani G. 2002. Vertebrati. In: Furlanetto D. (ed.), Atlante della biodiversità nel Parco Ticino. Consorzio Lombardo Parco della Valle del Ticino, Pontevecchio di Magenta (MI), pp. 385-406.
- Bovio F. 1994 - Le migrazioni nella Valle del Ticino. Ente di Gestione del Parco Naturale della Valle del Ticino, Oleggio, pp. 185.
- Brichetti P. & Cambi D. 1987 - Check-list degli uccelli della Lombardia aggiornata a tutto il 1986. *Sitta*, 1: 57-71.
- Busse P. & Kania W. 1980 - Field methods in bird migration studies and ways of publishing the results. *Acta Ornithologica*, XVII (1): 25-35.
- Fornasari L. 1987 - Le stazioni di inanellamento della Lombardia. *Sitta* 1 (2): 143-163.
- Fornasari L., de Carli E., Cucé L. & Vigorita V. 2002 - Studio della fenologia della migrazione autunnale nella Stazione Ornitologica del Passo di Spino (Alto Garda, BS). *Rivista Italiana di Ornitologia*, 72: in stampa.
- Karr J.R. 1981 - Surveying birds with mist-nets. *Studies in Avian Biology*, 6: 62-67.
- Lövei G.L. 1989 - Passerine migration between the Palaearctic and Africa. In: Power D.M. (ed.), *Current Ornithology*, Vol. 6, Plenum Press, New York, pp. 143-174.
- Macchio S., Messineo A., Licheri D. & Spina F. 1999 - Atlante della distribuzione geografica e stagionale degli uccelli inanellati in Italia negli 1980-1994. *Biologia e Conservazione della Fauna*, 103, pp.274.
- Macchio S., Messineo A. & Spina F. 2002 - Attività di alcune stazioni di inanellamento italiane: aspetti metodologici finalizzati al monitoraggio ambientale. *Biologia e Conservazione della Fauna*, 110: 1-596.
- Micali G. & Massa R. 1983 - The number of thrushes, *Turdus* spp., caught in Lombardy, Northern Italy, from 1977 to 1981. Proceedings from 16th Congress of the International Union of Game Biologists, Visokè Tatry, Strbskè Pleso, CSSR, pp. 894-902.
- Schubert M., Fedrigo A. & Massa R. 1986 - Timing and pattern of the post-breeding migration of some species of passerines through Lombardy, Northern Italy. *Ringling & Migration*, 7: 15-22.
- Spencer R. 1976 - The ringer's manual. BTO, Tring, England.
- Spina F. 1999 - Inanellamento e ricerca. In: Brichetti P. & Gariboldi A. (eds.), *Manuale pratico di ornitologia*, Edagricole, Bologna, pp.177-194.
- Svensson L. 1992 - Identification Guide to European Passerines. British Trust for Ornithology, Norfolk, pp. 368.



# Tragitto interrotto: effetto attrattivo dell'illuminazione di Malpensa 2000 sui migratori notturni

Lorenzo Fornasari<sup>1</sup>  
e Alessandro Ioele<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DISAT, Università  
Milano Bicocca,  
Piazza della Scienza, 1  
20126 Milano

<sup>2</sup> Faunaviva,  
Via Biringhella, 114  
20017 Rho (MI)





## 1. Introduzione

L'Aeroporto Internazionale di Malpensa è ubicato in una vasta area naturale inclusa nella parte settentrionale del Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino. A seguito dell'ampliamento dell'Aeroporto avvenuto nel 1998, è stato avviato un programma di monitoraggio diretto a diversi aspetti ambientali, tra cui il possibile effetto della presenza dell'Aeroporto stesso sul sistema di migrazione degli uccelli a livello regionale. A questo si deve l'avvio dell'indagine ornitologica di campagna condotta per mezzo di operazioni di cattura e inanellamento tra il 2000 e il 2002, esaminata in dettaglio da Bonazzi et al. (in questo volume).

L'Aeroporto di Malpensa rappresenta forse un caso unico a livello continentale: un *hub* internazionale posizionato nelle vicinanze di piccoli nuclei urbani in lenta e progressiva espansione, al centro di una vasta area naturale occupata da boschi di querce e pini silvestri e da residui importanti di vegetazione di brughiera. Le informazioni raccolte da Fornasari et al. (in questo volume) sottolineano come l'Aeroporto si trovi dove si intersecano due dei principali tragitti migratori che attraversano la Regione, con orientamento in autunno verso sud e verso O-SO. Possibili effetti negativi della presenza aeroportuale avrebbero ricadute potenzialmente elevate, poiché l'avifauna migratoria è uno degli elementi naturali più rilevanti del territorio del Parco (Bogliani, 2002) e della regione: i Passeriformi che attraversano la Lombardia ogni autunno durante la migrazione post-riproduttiva sono stati stimati da Fornasari et al. (2000) in almeno 300.000.000 di individui.

Durante le fasi iniziali dell'attività di campo è risultato evidente un aspetto inatteso, l'effetto attrattivo giocato dall'illuminazione notturna delle strutture aeroportuali sugli uccelli in migrazione attiva. Le successive esperienze tese a dimostrare questo effetto sono state condotte nel corso delle attività della stazione di inanellamento di Brughiera Dosso (v. Bonazzi et al., in questo volume).

Aeroporto  
di Malpensa  
di notte





## 2. Area di studio

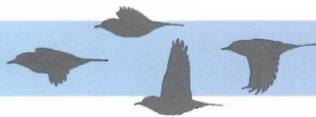
La stazione di inanellamento di Brughiera Dosso è stata aperta per 70 giorni durante il periodo di migrazione primaverile (2 marzo - 10 maggio) e per 65 durante il periodo corrispondente alla migrazione autunnale (8 agosto - 2 dicembre) del 2000. Le operazioni di cattura sono state condotte in modo passivo per mezzo di reti tipo *mistnet* (v. Fornasari, 1987), di 12 m di lunghezza e 3,6 m di altezza (sei sacche). Per l'effettuazione di catture standardizzate è stato predisposto un transetto mantenuto costante durante le operazioni di inanellamento sia primaverili sia autunnali. Sono state inoltre utilizzate alcune reti accessorie montate per periodi limitati in ambienti diversificati.

La vegetazione presente nell'area utilizzata per le catture è una boscaglia a Robinia *Robinia pseudoacacia* e Pruno americano *Prunus serotina*, alternata a tratti di brughiera con Brugo *Calluna vulgaris*, Ginestra dei carbonai *Genista scoparius*, cespugli di Ligustro *Ligustrum vulgare* e di Biancospino *Crataegus monogyna* e a nuclei boschivi dominati da Castagno *Castanea sativa*, Farnia *Quercus robur* e Quercia rossa *Quercus rubra*.

La routine di inanellamento prevedeva la misurazione di tarso, corda massima, terza remigante (v. Bairlein, 1995) e la pesatura mediante bilancia di tipo Pesola o mediante bilance elettroniche con precisione di 0,1 grammi. Inoltre si sono rilevati il livello di accumulo adiposo secondo la scala da 0 a 8 approntata da Kaiser (1993) e la quantità di massa muscolare in corrispondenza dello sterno con una scala da 0 a 3 (Bairlein, 1995). In particolare, su un campione autunnale di 758 uccelli catturati e inanellati, i migratori notturni costituivano con 526 individui il 69,4% del totale. I gruppi più numerosi sono risultati in effetti Turdidi e Silvidi, e le due specie più frequenti Pettirosso *Erithacus rubecula* e Capinera *Sylvia atricapilla* (Tabella 2.1).

SPECIE	CATTURE	RICATTURE	TOTALE
Pettirosso <i>Erithacus rubecula</i>	178	38	216
Capinera <i>Sylvia atricapilla</i>	70	1	71
Tordo bottaccio <i>Turdus philomelos</i>	60	1	61
Lui piccolo <i>Phylloscopus collybita</i>	36	1	37
Passera scopaiola <i>Prunella modularis</i>	36	5	41
Regolo <i>Regulus regulus</i>	30	3	33
Merlo <i>Turdus merula</i>	32	6	38
Fiorrancino <i>Regulus ignicapillus</i>	28	15	43
Scricciolo <i>Troglodytes troglodytes</i>	25	2	27
Altri migratori notturni (14 specie)	31	2	33
<b>TOTALE (23 specie)</b>	<b>526</b>	<b>74</b>	<b>600</b>

Tabella 2.1 - Migratori notturni catturati a Brughiera Dosso nell'autunno 2000.



### 3. Effetto della presenza dell'aeroporto

La prima indicazione di un effetto della presenza dell'Aeroporto è venuta da osservazioni occasionali effettuate al crepuscolo, quando individui appena rilasciati sono stati visti svoltare, in volo, in direzione di Malpensa. Questo comportamento è stato osservato in primavera su due specie di Turdidi: Tordo bottaccio *Turdus philomelos* e Codiroso *Phoenicurus phoenicurus*. Anche le condizioni fisiche dei migratori catturati suggerivano l'alterazione della normale dinamica migratoria: vicino all'Aeroporto i migratori notturni mostravano depositi di grasso inattesi nei giorni di picco della migrazione e nelle prime ore del mattino, quando l'adiposità dovrebbe essere minima (Pettirosso: 1.7 vs 1.5, N = 20 e 47, n.s.; Capinera 2.6 vs 2.0, N = 47 e 35,  $p < 0.05$ ). Indicazioni simili sono state ottenute anche per migratori su lunga distanza (Figura 3.1), confrontando i dati di Brughiera Dosso con quelli dell'altra stazione di inanellamento de La Fagiana (v. Bonazzi et al., in questo volume) distante 26 km in direzione sud.

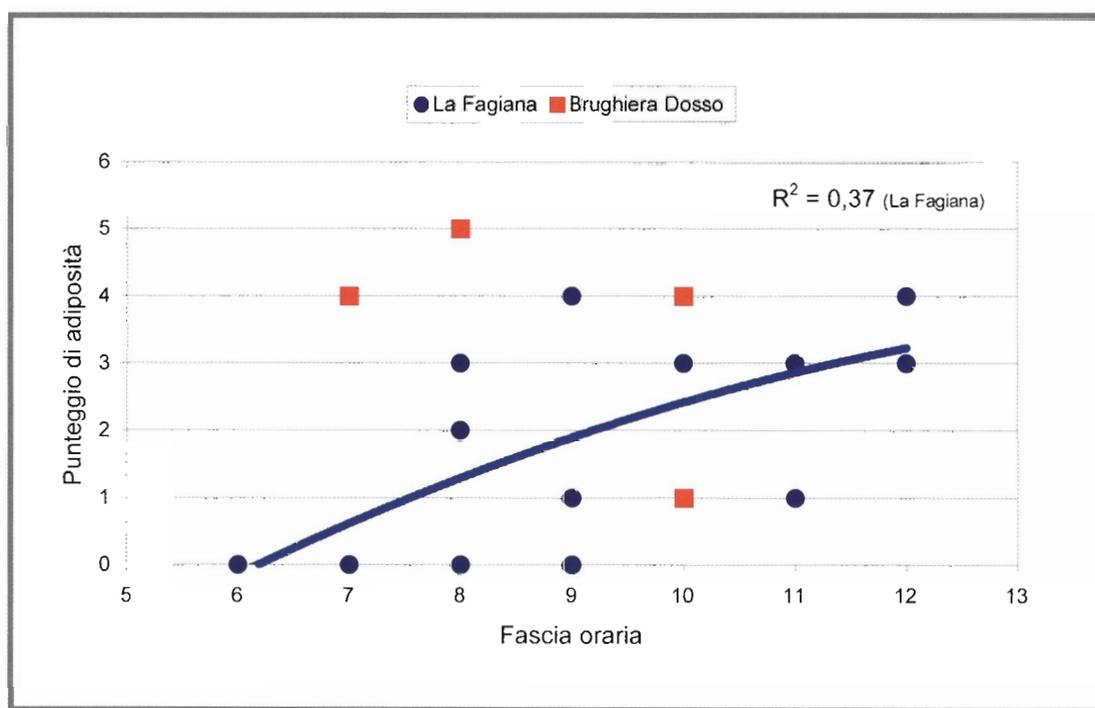


Figura 3.1 - Punteggi di adiposità per beccafichi *Sylvia borin* catturati nel settembre 2000. La linea blu rappresenta la regressione quadratica tra punteggio di adiposità e fascia oraria a La Fagiana. Beccafichi catturati a Brughiera Dosso nelle prime ore del mattino mostrano livelli di adiposità più alti dell'atteso.

Per verificare l'effetto attrattivo delle luci dell'Aeroporto, nella stagione autunnale 2000 sono stati effettuati degli esperimenti di orientamento. A tale scopo sono state preparate delle gabbie circolari di 12 cm di altezza e 40 cm di diametro, circondate da una pellicola plastica, su cui ogni soggetto sottoposto all'esperimento lasciava con il becco tracce nella direzione in cui intendeva spostarsi (Figura 3.2; da Busse, 1995; tecnica modificata). Per evitare influenze dell'ambiente circostante, durante il giorno queste gabbie erano poste all'interno di un recinto plastico opaco di 70 cm di altezza e 100 cm di diametro, durante la notte erano posizionate su una piattaforma a 2 m dal suolo senza isolamento laterale. Ciascun esperimento ha avuto la durata di 10 minuti.

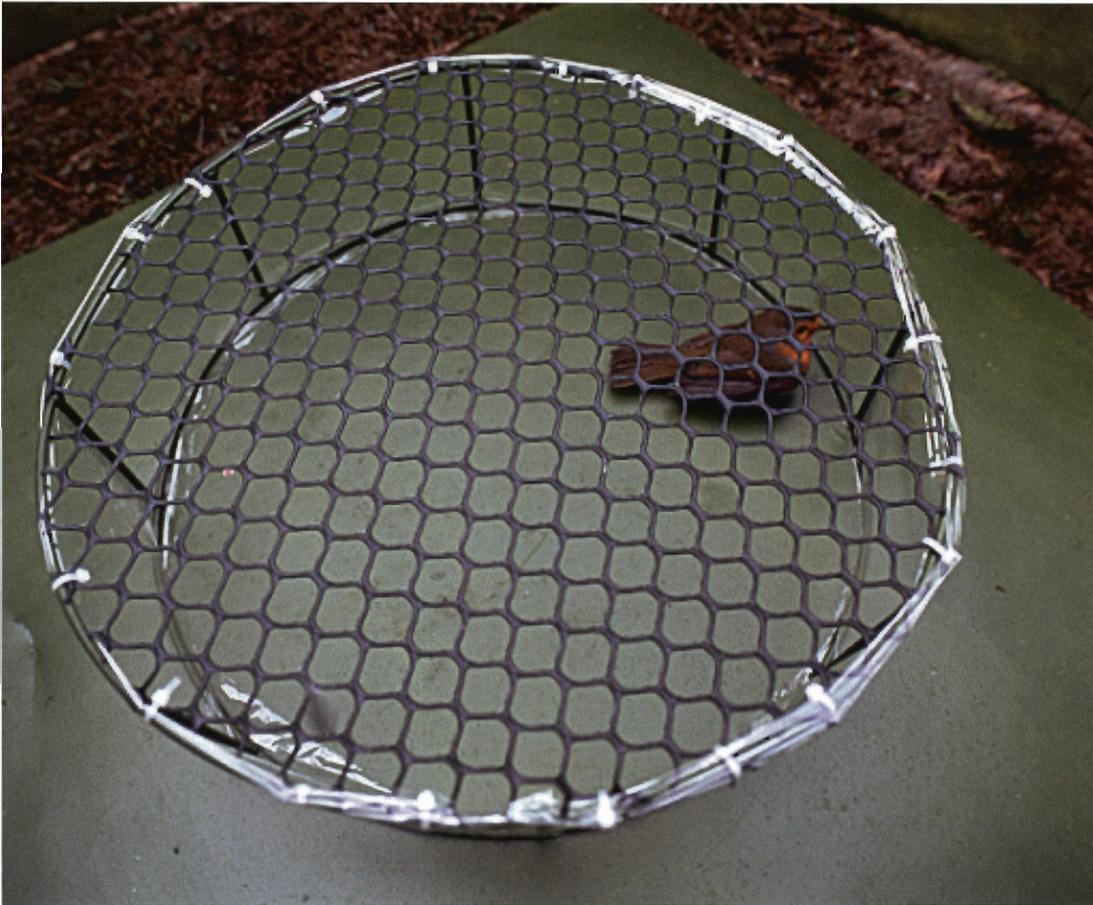
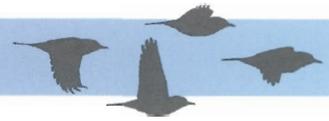


Figura 3.2 - Un Pettirosso in una delle gabbie utilizzate per gli esperimenti di orientamento (Foto A. Micheli).

Le gabbie sono state costruite con otto finestre di uguale ampiezza, rivolte verso le principali direzioni cardinali (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO). Contando i segni lasciati su ciascuna finestra, è stato possibile per ogni esperimento tracciare un diagramma radar e calcolare un vettore direzionale; la significatività del vettore è stata valutata per mezzo del test di Rayleigh (Batschelet, 1981).

Durante la programmazione degli esperimenti si è tenuto conto della direzione dell'aeroporto, scegliendo come ubicazione l'area di Tornavento (VA), circa 6 km a sud di Malpensa, nella direzione plausibile seguita dai migratori (Figura 3.3). Gli uccelli venivano spostati a Tornavento dall'area di cattura, sottoposti all'esperimento e quando possibile trattenuti. In questo modo una parte dei soggetti trattati è stata sottoposta ad esperimento sia in condizioni diurne che in condizioni notturne. A questo scopo venivano comunque trattenuti solo individui con un livello di adiposità pari o superiore a 2.

Gli esperimenti di orientamento effettuati in autunno per verificare la portata di questa tendenza sono stati 66 nelle ore diurne (38 pettirossi, 28 capinere) e 60 nelle ore notturne (35 pettirossi, 21 capinere); 18 pettirossi e 12 capinere sono stati sottoposti ad esperimenti in entrambe le condizioni. Hanno mostrato un orientamento significativo di giorno 34 pettirossi e 20 capinere, di notte 30 pettirossi e 18 capinere. I diagrammi radar di figura 4 mostrano molto chiaramente che l'orientamento preferenziale rilevato per le ore diurne viene completamente perturbato durante la notte dall'illuminazione artificiale proveniente da Malpensa. Nelle condizioni dell'esperimento, questa illuminazione ha il palese effetto di attrarre i migratori in direzione N-NE, opposta alla direzione di migrazione.

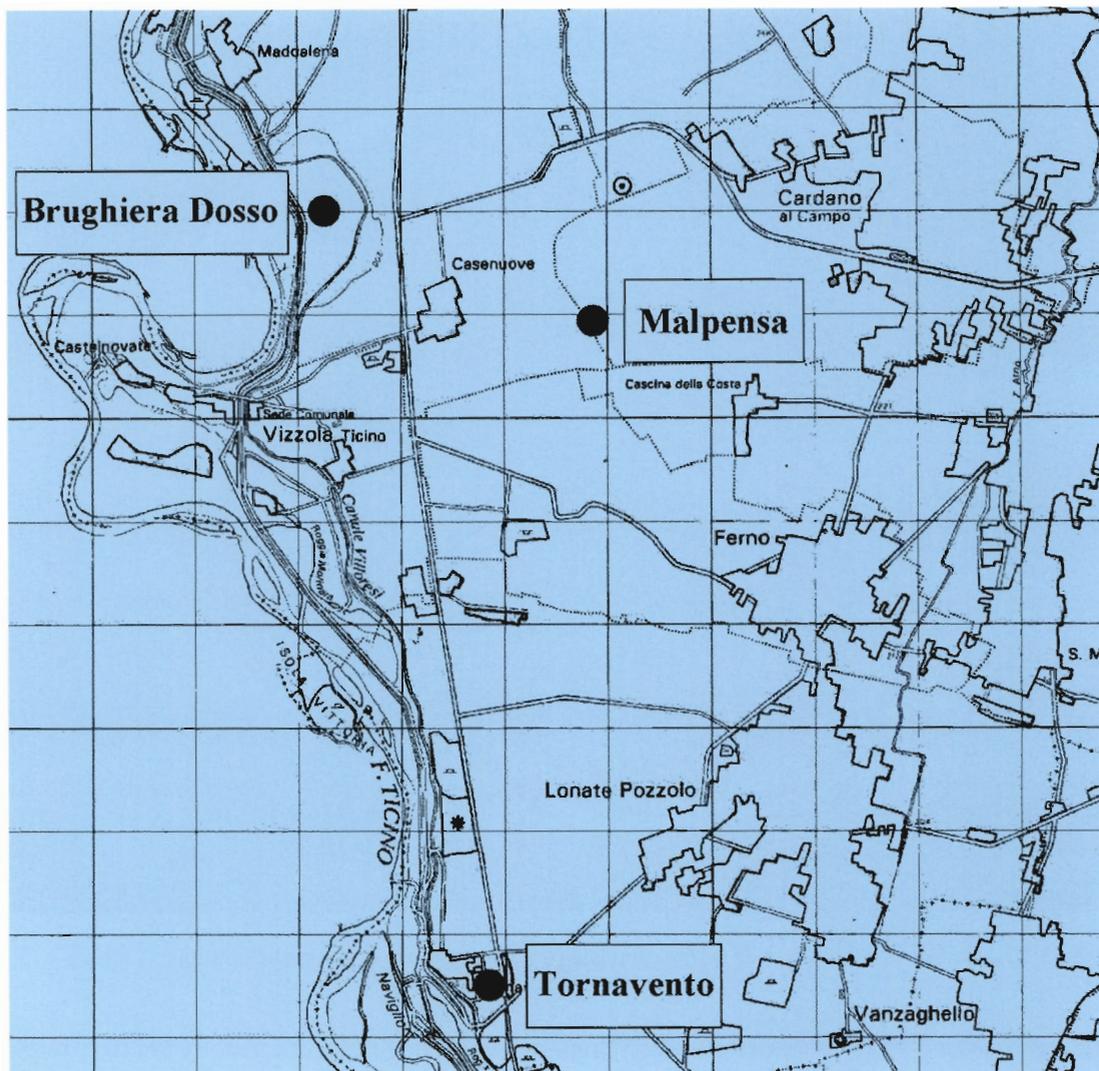


Figura 3.3 - Posizione della Stazione di inanellamento di Brughiera Dosso e del sito di sperimentazione di Tornavento, rispetto all'Aeroporto di MalpensA. Il Fiume Ticino rappresenta il confine regionale.

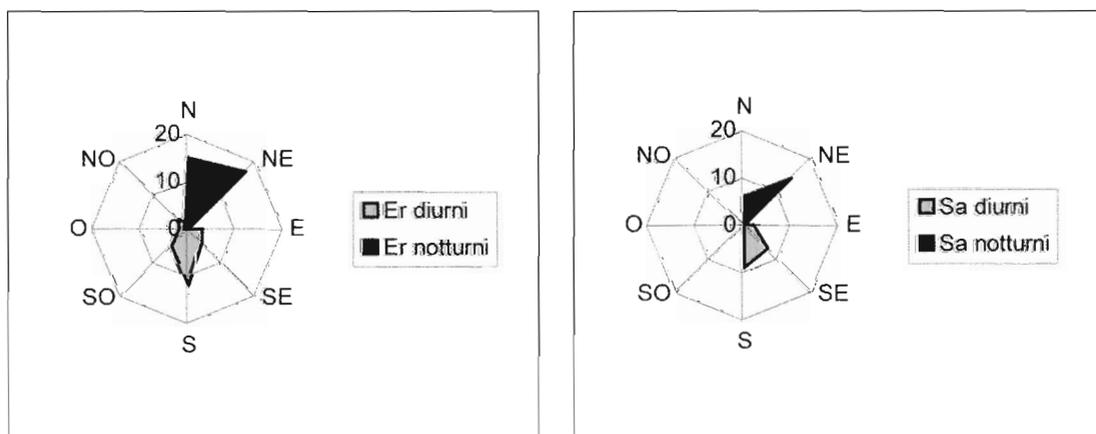


Figura 3.4 - Numero di uccelli orientati in modo significativo verso una delle otto direzioni cardinali, durante gli esperimenti diurni e notturni (a sinistra il Pettiroso *Erithacus rubecula* Er, a destra la Capinera *Sylvia atricapilla* Sa). I singoli vettori significativi sono stati approssimati alla direzione cardinale più vicina e contati, senza tenere conto della loro intensità. In entrambi i casi il sud rappresenta la direzione di spostamento preferenziale e il N-NE la direzione intrapresa durante la notte, corrispondente alla posizione dell'Aeroporto di MalpensA.



## 4. Evidenze dell'alterazione dei flussi notturni della migrazione

Questo importante effetto attrattivo è stato successivamente confermato sull'intero fronte di migrazione notturna dall'analisi di dati raccolti attraverso l'osservazione notturna del disco lunare, effettuata sia a Brughiera Dosso che a Tornavento nelle notti di luna piena, durante i periodi di migrazione (Tabella 4.1). L'osservazione del disco lunare, o *Moonwatching*, è un metodo visuale per verificare, determinare e quantificare la direzione della migrazione, attraverso il conteggio delle sagome degli uccelli che passano di fronte alla luna in un periodo di tempo di lunghezza predeterminata (Lardelli & Liechti, 1999). La prima applicazione di questo metodo apparentemente naïf risale al 1948 (Lowery, 1951), ed ora la tecnica è alla base di programmi di rilevamento su scala internazionale (ad es. Liechti et al., 1995).

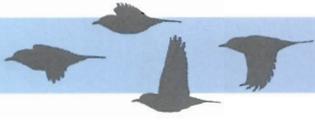
Puntando verso la luna piena un telescopio a 20-30 ingrandimenti, si può rilevare la migrazione notturna fino a una distanza di due chilometri, a una distanza dal suolo di un chilometro e mezzo. Dal momento che la porzione di cielo osservata attraverso il telescopio è una frazione minima (approssimativamente un centomillesimo del cielo osservabile), il numero di uccelli contati è basso: in una notte di migrazione intensa si possono rilevare una trentina di uccelli per ora di osservazione.

Il numero di uccelli contati è tuttavia indicativo del volume complessivo della migrazione e può essere utilizzato per il calcolo di un *Migration Traffic Rate* (MTR), pari al numero di uccelli che in un'ora volano attraverso una ipotetico fronte di un chilometro di larghezza (Lardelli & Liechti, 1999). Ovviamente è impossibile riconoscere le singole specie, quindi l'MTR rappresenta un indice generale dell'intensità di migrazione complessiva. Sia in primavera sia in autunno (Tabella 4.1) si sono evidenziate differenze assolutamente inattese tra i due punti di osservazione, distanti solo 8 km l'uno dall'altro, estremamente vicini quindi dal punto di vista della migrazione.

Prendendo nota per ciascun migratore del punto di ingresso e di uscita dal disco lunare, suddiviso in 12 spicchi come un orologio, e conoscendo il momento esatto di ciascuna osservazione è possibile risalire, con l'aiuto della trigonometria, all'esatta direzione di volo (Nisbet, 1959; Lardelli & Liechti, 1999).

Data	Tornavento			Brughiera Dosso		
	MTR	N	Durata	MTR	N	Durata
18 mar	645	6	66	68	1	102
20 mar	256	5	110	0	0	120
19 apr	737	18	110	252	4	98
20 apr	203	6	105	0	0	129
17 mag	3085	49	96	1123	21	80
19 mag	219	6	120	153	6	120
11 set	1057	19	90	1136	24	120
13 set	564	9	120	1501	30	112

Tabella 4.1 - Risultati delle osservazioni eseguite con la tecnica del *Moonwatching* a Tornavento e Brughiera Dosso. Le osservazioni sono state effettuate tra le 23.00 e le 01.00 (ora legale) in base alle istruzioni della Stazione Ornitologica Svizzera). Le differenze nella durata delle osservazioni dipendono dalla copertura del cielo. Le notti di luna piena di Agosto e Ottobre 2000 sono state caratterizzate da completa nuvolosità e non è stato quindi possibile procedere ai rilevamenti.



In questo modo sono stati prodotti con la collaborazione della Stazione Ornitologica Svizzera (*Schweizerische Vogelwarte Sempach*) dei grafici radar che enfatizzano queste differenze: è come se gli uccelli che seguono il normale percorso migratorio non siano in grado di superare Malpensa (Figura 4.1). I bassi numeri contati "dopo" l'aerostazione lungo il tragitto della migrazione (verso NE in primavera, verso ovest in autunno) rimarkano la presenza di una barriera (luminosa) che attrae gli uccelli al suolo.

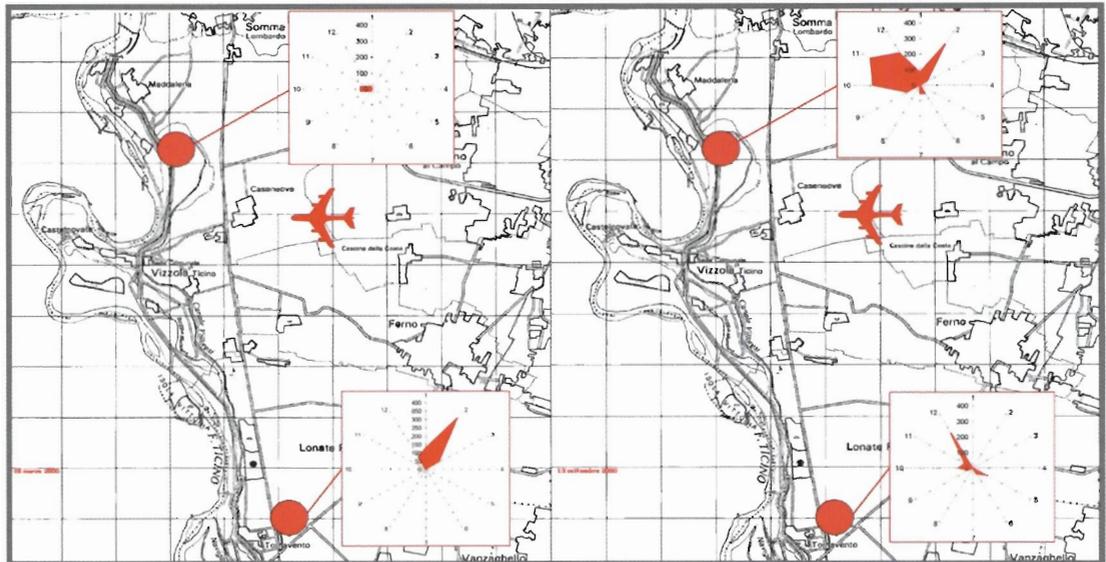


Figura 4.1 - Grafici radar dei conteggi eseguiti tramite la tecnica del Moonwatching a Brughiera Dosso (a nord) e Tornavento (a sud). Lubicazione di Malpensa è marcata con la sagoma di un aereo. Le carte sono basate su una griglia di 1 km di lato.

## 5. Conclusioni

E' un fatto assodato in letteratura che le stelle rappresentino un importante riferimento per i migratori notturni (ad es. Gwinner, 1971), in particolare attraverso il meccanismo del compasso stellare (Emlen, 1967), ma l'informazione che le luci artificiali (e in particolare i fari per la navigazione marittima) possono portare i migratori notturni a collisioni fatali è ben più datata (Gastman, 1886; Bretherton, 1902). L'illuminazione notturna degli edifici attrae gli uccelli in migrazione e ne perturba il sistema di orientamento (Kumlien, 1888; Stuart-Sutherland, 1922; Hachisuka, 1926; Phelps, 1961; Pettingill, 1970; Avery et al., 1975; Merrie, 1979), al punto che questi possono sbattere contro le luci o le finestre illuminate (Herbert, 1970; Gunn et al., 1972; Byrd, 1978; Byrd et al., 1978), o svolazzare intorno alle fonti luminose fino ad estenuarsi (Bretherton, 1902; Squires & Hanson, 1918; Schotzko, 1962; Polshak, 1977). Quello delle collisioni contro edifici e grattacieli illuminati è un problema sentito in Nord America: in ogni stagione migratoria migliaia di uccelli possono trovare la morte in una singola località (ad es. Gauthreaux & Belser, 1999). L'effetto delle fonti luminose è ancora più accentuato in condizioni di nebbia o di cielo coperto (Brewster, 1886; Carpenter & Lowell, 1963; Peterson, 1963; Savage, 1965; Swales, 1965).

D'altra parte, l'attrazione provocata dai fari (ad esempio la famosa stazione di inanellamento svedese di Ottenby), dagli edifici (Ngulia Safari Lodge in Kenya; Backhurst & Pearson, 1977) o da luci portatili (ad es. in Sudan; Nikolaus & Pearson, 1983) è stata utilizzata per massimizzare l'efficacia di operazioni di cattura e inanellamento. Questo è in qualche modo ciò che è accaduto a Brughiera Dosso: come suggerito dallo stato degli accumuli adiposi e dal risultato degli esperimenti di orientamento, uccelli che dovevano trovarsi in migrazione attiva sono invece stati rinvenuti al suolo (e nelle reti). La domanda che ne deriva è se e che cosa accade agli uccelli che effettuano questa sosta imprevista.



### ■ Ringraziamenti

Ringraziamo Roberto Facchetti, Ariele Magnani, Stefano Milesi, Diego Rubolini per il ruolo avuto nelle operazioni di inanellamento. Alle attività di cattura hanno dato un rilevante contributo anche James Fletcher, Emanuela Maritan, Alessio Ponturo, Ivan Provini, Diego Puccio. Ringraziamo inoltre la Stazione Ornitologica Svizzera per l'elaborazione dei dati di Moonwatching, Roberto Lardelli e Diego Rubolini per le fruttuose, stimolanti discussioni.

### ■ Bibliografia

- Avery M.L., Springer P.F. & Cassel J.F. 1975 - Progress report on bird losses at the Omega tower, southeastern North Dakota. *North Dakota Academic Science*, 27 (2): 40-49.
- Backhurst G.C. & Pearson D.J. 1977 - Ethiopian Region Birds Attracted to the Lights of Ngulia Safari Lodge, Kenya. *Scopus*, 1(4): 98-103, WR 179.
- Bairlein F. 1995 - European-African Songbird Migration Network. *Manual of Field Methods*. Wilhelmshavenn, Germany.
- Batschelet E. 1981 - *Circular statistics in Biology*. Academic Press, London.
- Bogliani G. 2002 - Vertebrati. In: Furlanetto D. (ed.). *Atlante della biodiversità nel Parco Ticino*. Consorzio Lombardo Parco della Valle del Ticino, Pontevecchio di Magenta (MI), pp. 385-406.
- Bretherton B.J. 1902 - The destruction of birds by lighthouses. *Osprey*, 1 (5): 76-78.
- Brewster W. 1886 - Bird migration. *Memoirs of Nuttall Ornithology Club*, 1: 1-22.
- Busse P. 1995 - New technique of a field study of directional preferences of night passerine migrants. *The ring*, 17: 97-111.
- Byrd V. 1978 - Hawaiian Island National Wildlife Refuges, Kilauea, Hawaii, 1978. Letter to Paul Springer, Wildlife Research field station. Humboldt State University, Arcata, Calif.
- Byrd V., Sincock J. & Telfer T. 1978 - The status of Newell's Manx shearwater, a threatened species. *Pacific Seabird Group 5th Annual Meeting*, Asilomar, Calif.
- Carpenter F. & Lovell H.B. 1963 - Bird casualties near Magnolia, Larue County September 25, 1962. *Ky. Warbler*, 39 (2): 19-21.
- Emlen S.T. 1967 - Migratory orientation in the Indigo bunting, *Passerina cyanea*. *Auk*, 84: 309-342, 463-489.
- Fornasari L. 1987 - Le stazioni di inanellamento della Lombardia. *Sitta*, 1: 143-163.
- Fornasari L., Bani L., Bottoni L., de Carli E. & Massa R. 2000 - Empirical procedures to identify migratory bird bottlenecks in the Alpine area. *The ring*, 22: 67-77.
- Gastman E.A. 1886 - Birds killed by electric light towers at Decatur, Ill. *American Naturalist*, 20: 981.
- Gauthreaux S.A. Jr. & Belser C.G. 1999 - The behavioral responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. *Proc. Workshop on Avian Mortality at Communications Towers*, 119th meeting of the American Ornithologists' Union, Cornell University, August 11th, 1999.
- Gunn W.W.H., Livingston J.A. & Lewis F.A. 1972 - A preliminary examination of the bird impact problem at the Nanticoke plant, Ontario Hydroelectric System. LGL Limited, Toronto, Canada.
- Gwinner G. 1971 - Orientierung. In: Schuz E. (ed.): *Grundriß der Vogelzugkunde*. Parey Verlag, Berlin, pp. 299-348.
- Hachisuka M.U. 1926 - Birds of the Eiffel Tower. *Ibis*, 2 (4): 834.
- Herbert A.D. 1970 - Spatial disorientation in birds. *Wilson Bulletin*, 82 (4): 400-419.
- Kaiser A. 1993 - A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of Songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64: 246-255.
- Kumlien L. 1888 - Observations on bird migration in Milwaukee. *Auk*, 5 (3): 325-328.
- Lardelli R. & Liechti F. 1999 - Il "moonwatch". Lo studio della migrazione notturna utilizzando la luna piena. In: Brichetti P. & Gariboldi A. (eds.), *Manuale pratico di ornitologia*, vol.2, Edagricole, Bologna, pp. 3-20.
- Liechti F., Bruderer B., Lardelli R. & Peter D. 1995 - The Alps, a weather dependent obstacle for the nocturnal migration?. *Avocetta*, 19: 68.
- Lowery G.H. 1951 - A quantitative study of the nocturnal migration on four nights in October. *Auk*, 83: 547-586.
- Merrie T.D.H. 1979 - Birds and North Sea oil production platforms. *Scottish birds*, 10 (7): 271-275.
- Nikolaus G. & Pearson D.J. 1983 - Attraction of Nocturnal Migrants to Car Headlights in the Sudan Red Sea Hills. *Scopus*, 7(1), 19-20.
- Nisbet I.C.T. 1959 - Calculation of flight directions of birds observed crossing the face of the moon. *Wilson Bulletin*, 71: 237-243.
- Peterson A. W. 1963 - Destruction of birdlife in Minnesota, September 1963. IV. Birds killed at Park Rapids. *Flicker*, 35 (4): 113.
- Pettingill O.S. 1970 - *Ornithology in laboratory and field*. Burgess Publ. Co., Minneapolis.
- Phelps W.H. 1961 - Night migration at 4200 metres in Venezuela. *Auk*, 78 (1): 93-94.
- Polshek P. 1977 - Fox preys on nocturnal migrants. *Kingbird*, 27 (1): 23.
- Savage T. 1965 - Casualties at ski resort, Gatlinburg. *Migrant*, 36 (4): 81-82.
- Schotzho J. 1962 - Interrupted migration. *Flicker*, 34 (2): 61.
- Squires W.A. & Hanson H.E. 1918 - The destruction of bird at the lighthouses on the coast of California. *The Condor*, 20 (1): 6-10.
- Stuart-Shuterland R. 1922 - Round the lamp. *Emu*, 22 (1): 54-59.
- Swales M.K. 1965 - The sea-bird of Gough Island. *Ibis*, 107 (1): 17-42 e 107 (2): 215-219.



# Efficienza degli habitat naturali del Parco del Ticino come area di sosta per i Passeriformi migratori

Valeria Cambiaghi<sup>1</sup>,  
Jacopo Tonetti<sup>1</sup>,  
Laura Atzori<sup>1</sup>,  
Elisabetta de Carli<sup>1</sup>,  
Lorenzo Fornasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faunaviva,  
Via Biringhella 114,  
20017 Rho (MI), I  
20126 Milano

<sup>2</sup> DISAT, Università  
Milano Bicocca,  
Piazza della Scienza, I  
20126 Milano





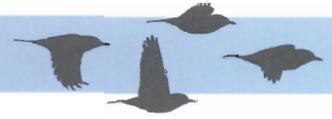
## 1. Premessa

L'esame dei soggetti catturati e inanellati durante le operazioni condotte nelle stazioni di inanellamento all'interno del Parco del Ticino hanno mostrato che i migratori notturni utilizzano le aree circostanti a Malpensa per soste al suolo provocate dal potere attrattivo dell'illuminazione artificiale dell'aeroporto (Fornasari & Ioele, in questo volume).

Il viaggio compiuto con la migrazione è uno sforzo metabolico importantissimo per gli animali che lo compiono. I piccoli Passeriformi che si spostano dall'Europa settentrionale all'Africa compiono un viaggio di diverse migliaia di chilometri, sorprendente per uccelli del peso tra i 7 e i 20 grammi. Il carburante per questo viaggio è il grasso, che viene accumulato dai migratori nei quartieri riproduttivi e in soste, importantissime, compiute in aree strategiche che offrano le risorse alimentari necessarie. Soste "impreviste" lungo il tragitto migratorio possono in molti modi compromettere l'esito della migrazione (ad es. Myers et al., 1987; Biber & Salathé, 1991; Simons et al., 2000). Per comprendere gli effetti di questa "sosta forzata", è indispensabile prendere in considerazione il territorio del Parco dal punto di vista dell'efficacia della sosta, mettendo a confronto le zone circostanti l'aerostazione di Malpensa e altri habitat naturali che non risentono di questa influenza dell'aeroporto.

Rilevamento  
dei depositi adiposi  
(foto di P. Bonazzi)





## 2. Le aree di sosta

### 2.1 Il carburante per la migrazione

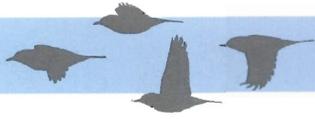
L'elemento comune alla maggior parte delle specie migratrici è rappresentato dalla necessità di dover sostare per recuperare le energie spese durante il volo migratorio. In molti migratori infatti, l'ultimo prerequisito indispensabile per la migrazione è un'adeguata riserva di grasso, che rappresenta il *carburante* per il volo (Lindstrom, 1995; Berthold, 2001). Inoltre, gli uccelli in migrazione hanno l'esigenza di riposare e, quando necessario, effettuare periodi di sosta per evitare situazioni atmosferiche critiche (Berthold, 2001). La presenza lungo la rotta migratoria di adeguate aree di sosta (definite nella letteratura anglosassone *stopover sites*) dove gli uccelli migratori possono fermarsi e ricostituire le riserve adipose, è pertanto una condizione di vitale importanza, senza la quale risulta inattuabile una migrazione coronata da successo (Bairlein, 1988; Jenni, 1996; Simons et al., 2000). Le relazioni che intercorrono tra migratori e habitat durante le soste sono in buona sostanza di tipo trofico (Berthold, 2001). I migratori utilizzano tutte le risorse alimentari disponibili per raggiungere uno status fisiologico che permetta loro di riprendere il volo al più presto. Durante i lunghi voli ininterrotti con i quali i migratori coprono il maggior numero di chilometri, essi non si alimentano, e la fonte di energia prioritaria è costituita dalla demolizione delle riserve precedentemente assimilate. Ne consegue il comportamento tipico dei migratori nel periodo che precede la partenza costituito dall'*iperfagia*: gli uccelli ingeriscono grandi quantità di cibo e limitano il dispendio energetico al fine di accumulare riserve utili al volo (Berthold, 2001). Gli aumenti di massa corporea sono un vero e proprio *rifornimento*: una parte cospicua di questi incrementi viene usata per accumulare il grasso usato come fonte di energia per il volo, mentre il resto viene destinato al potenziamento dei muscoli del volo (Piersma 1998). L'ammontare degli accumuli adiposi è dipendente da numerose variabili, che vanno dalla stagione di partenza alle distanze da coprire, al tipo e estensione di barriere ecologiche da affrontare, alle dimensioni corporee e al gruppo sistematico cui appartengono i migratori. Differenze notevoli tra i Passeriformi si notano tra i migratori e i non migratori: questi ultimi dispongono di depositi di grasso equivalenti al 3-5%; gli uccelli che migrano su medie distanze depositano quantità di grasso corrispondenti a circa il 10-25% della loro massa corporea, mentre i migratori su lunga distanza (ad esempio il Beccafico *Sylvia borin*) possono arrivare ad un accumulo di grasso pari al 40-50% (Berthold, 1996).

Le differenze nei depositi di grasso sono spesso evidenti anche tra giovani e adulti, in conseguenza del differente successo nel rinvenire un'adeguata alimentazione. Nella migrazione autunnale, i giovani dimostrano un'efficienza minore nella scelta dell'habitat e, di conseguenza, una minore velocità di ingrassamento (RRBO, [http://www.umd.umich.edu/dept/rouge\\_river/recaps.html](http://www.umd.umich.edu/dept/rouge_river/recaps.html)).

Probabilmente esistono differenze di quantità e di accumulo di grasso anche tra maschi e femmine, come conseguenza dei diversi adattamenti metabolici e comportamentali tra i due sessi (Alerstam & Lindstrom 1990; Berthold 1996).

Misurando la massa corporea dei migratori prima e dopo il passaggio di barriere geografiche si possono ottenere dati sull'effettivo consumo di energia (Berthold 1975). Nel caso dei Passeriformi, in particolare, si è calcolato in prima approssimazione che il consumo di grasso ammonta a circa 0,4 kJ (0,1 kcal) per grammo di massa corporea per ora di volo, a condizioni normali, ossia senza venti contrari. Usando questo valore ed opportune equazioni è possibile stimare la distanza che può essere coperta a partire da un dato deposito di grasso, sempre in condizioni atmosferiche non critiche (Berthold, 1996; de Carli et al., in questo volume).

In queste valutazioni occorre tuttavia tenere ben presente il fatto che nei viaggi su lunga distanza è utilizzato come carburante non solo il grasso, ma anche le proteine (Pier-



sma, 1990; Jenni & Jenni-Eiermann, 1998). In molti migratori, tra cui i Silvidi, si verifica l'utilizzo di energia derivata dalla demolizione e catabolizzazione di porzioni di alcuni organi interni come fegato, stomaco e tratti di intestino. Sul totale della diminuzione della massa magra innescata dall'esaurimento delle riserve adipose, la riduzione in peso di fegato, stomaco e intestino può corrispondere nella Capinera *Sylvia atricapilla* al 42-46% della perdita di peso totale (Karasov & Pinshow 1998; (Piersma 1998). E' evidente che i tratti di apparato digerente demoliti devono essere la prima struttura ripristinata nel corso delle soste, per poter in seguito digerire grandi quantità di cibo (Klaassen & Biebach, 1994; Klaassen et al., 1997)

## 2.2 Caratteristiche delle aree di sosta

Le aree di sosta si possono suddividere in due tipi, entrambi fondamentali per i migratori ma caratterizzati da sostanziali differenze:

1. Le aree di sosta obbligate, poste immediatamente prima o dopo una grande barriera ecologica, come un oceano o un deserto. Esse vengono intensamente sfruttate dai migratori anche se non dispongono di un habitat di alta qualità, che consenta un pieno *refuelling* e una sufficiente possibilità di *resting*. Aree di sosta forzate sono, ad esempio, alcuni tratti delle coste degli Stati Uniti meridionali: pur presentando estese fasce di territorio completamente antropizzato, rappresentano l'unica possibilità di sosta per le moltissime specie migratrici che vi giungono dopo la trasvolata del Golfo del Messico (Simons et al., 2000). Altri esempi di aree di sosta forzate sono le piccole isole situate a poca distanza dalle coste del Mediterraneo. Esse non dispongono di habitat adeguati che possano fornire il necessario foraggiamento e spesso sono di dimensioni esigue, tuttavia sono letteralmente prese d'assalto dai migratori che vi giungono spesso stremati dopo aver volato in condizioni atmosferiche pessime o con forti venti contrari sopra il Mediterraneo (Spina et al., 1993). Dai dati relativi alle condizioni fisiologiche dei migratori si può constatare come in molti casi essi atterrino sulle isole in condizioni fisiche critiche, senza più riserve di grasso e in stato di proteolisi, quindi senza alcuna possibilità di continuare a volare (Pilastro & Spina, 1997).
2. Le aree di sosta propriamente dette, siti localizzati lungo le rotte migratorie o comunque entro breve distanza da esse e frequentati da un grande numero di migratori proprio per l'alta qualità degli habitat che li caratterizzano. Gli uccelli che li utilizzano vi fanno ritorno anno dopo anno, confermando che la sosta è una scelta effettuata dai migratori stessi. Gli esempi di siti *stopover* sono innumerevoli proprio per la loro caratteristica principale: essendo scelti attivamente essi sono in maggioranza specie-specifici, e variano quindi dalle zone umide e paludose predilette da Limicoli e Ardeidi, alle zone con vegetazione boschiva proprie dei Silvidi per arrivare alle aree contraddistinte da bassi arbusteti e campi aperti, dove possiamo trovare molti Rapaci (Lavée et al., 1991; Berthold, 1996).

La caratteristica principale che determina se un'area sia o meno un importante sito di sosta è la presenza e disponibilità di adeguate risorse (RRBO, [http://www.umd.umich.edu/dept/rouge\\_river/recaps.html](http://www.umd.umich.edu/dept/rouge_river/recaps.html)). Ciò significa che la zona interessata deve disporre di un habitat qualitativamente elevato che possa garantire ai migratori:

1. la rapida ricostituzione delle riserve (o *refuelling*);
2. la possibilità di riparo e quindi di riposo (o *resting*);
3. le caratteristiche ecologiche adeguate alla specie migratrice;
4. un basso tasso di predazione;
5. una posizione vantaggiosa lungo la rotta migratoria;
6. una superficie sufficiente a sostenere il contemporaneo arrivo di ingenti quantità di migratori.



### 2.2.1 Refuelling

La capacità di un sito *stopover* di offrire un'adeguata nutrizione, unita alla sua facile reperibilità, è senza dubbio la principale discriminante per giudicarne la qualità. La misura utilizzata per quantificare questa proprietà è la velocità di incremento della massa del migratore durante il periodo di sosta (Ydenberg et al., 2002). La valutazione del tasso di incremento della massa può venire determinata tramite l'analisi delle ricatture locali, ossia di individui migratori inanellati nel sito di studio e ricatturati dopo un lasso di tempo di almeno un giorno. Oltre al peso, viene a questo scopo normalmente utilizzata anche la stima del grasso sottocutaneo (ad es. Kaiser, 1993).

### 2.2.2 Possibilità di riparo e riposo

L'habitat di una buona area di sosta deve offrire ai migratori la possibilità di riposo (*resting*) dopo il volo. Questo periodo è indispensabile all'uccello che deve procedere allo smaltimento dei cataboliti presenti nel sangue e all'ossigenazione dei tessuti. Il riparo è strettamente associato ad una copertura vegetale integra e diversificata. Studi effettuati dal *National Wildlife Research Unit* e dalla *North Carolina State University* hanno ad esempio mostrato una evidente correlazione positiva tra il numero di migratori in sosta e l'estensione delle singole zone a querceto che sopravvivono nel delta del Mississippi (Simons et al., 2000).

### 2.2.3 Caratteristiche ecologiche adeguate alla specie migratrice

I migratori sviluppano preferenze di habitat in base alle loro caratteristiche morfologiche, comportamentali e alimentari, che sono in parte innate, in parte determinate dall'imprinting (Leisler, 1990). In generale nelle soste mostrano una preferenza specie-specifica dell'habitat dove sostare ed alimentarsi, anche davanti ad un ampio spettro di possibilità, e tale preferenza viene mantenuta nel corso degli anni (Berthold, 1996). La scelta dell'ambiente più adatto avviene in maniera molto rapida, subito dopo la sospensione del volo migratorio, mediante una "percezione dell'habitat" innata, il cui significato adattativo è da ricercarsi nell'ottimizzazione dello sfruttamento delle risorse trofiche e nella riduzione della competizione interspecifica durante la migrazione (Lavée et al., 1991; Berthold, 1996).

### 2.2.4 Basso tasso di predazione.

Le aree di sosta sono tenute sotto controllo dai predatori, soprattutto rapaci, nei periodi di migrazione. L'habitat di una buona area di sosta permette ai migratori di mettere in atto una valida strategia antipredatoria (Lindstrom, 1995). Due risposte possibili sono la fuga nella vegetazione o la protezione offerta dalla presenza di un numero elevato di individui per unità di superficie, che riduce la pressione predatoria sui singoli. A riprova di ciò è nota la presenza di Falconiformi, tra cui Falco della Regina *Falco eleonora*, nidificanti sulle spoglie isole che costituiscono una importante tappa per i migratori che attraversano il Mediterraneo (Walter, 1979). Il passo dei migratori costituisce un momento fondamentale nell'ecologia riproduttiva di questi rapaci: il periodo di schiusa delle uova tende infatti a coincidere con l'arrivo dei migratori. Nei buoni siti *stopover* la presenza di predatori non è significativamente superiore a quella che si può registrare in un'area con habitat simile, ma non interessata dal passaggio di migratori.

### 2.2.5 Posizione dei siti *stopover*

Proprio per l'alta dispendiosità del volo migratorio, le aree di sosta sono situate lungo l'asse principale di migrazione, e il loro raggiungimento non comporta deviazioni dalla direttrice di volo. Soprattutto durante la migrazione primaverile, più rapida di quella autunnale, gli uccelli migratori non possono permettersi di compiere deviazioni dalla rotta principale, e risulta fondamentale che le aree di sosta siano situate in posizione ottimale.



### 2.2.6 Superficie

Durante le soste migratorie gli uccelli si avvalgono di risorse alimentari utilizzate esclusivamente nei periodi di iperfagia, in particolare alimenti di origine vegetale, ricchi di nutrienti e facilmente reperibili (Berthold, 2001). La fenologia stessa della migrazione è probabilmente regolata sulla stagionalità delle risorse nelle aree di sosta (Perrins & Birkhead, 1983). Un'area rappresenta un buon sito di sosta se la superficie produttiva dell'habitat è in grado di sostenere alte concentrazioni di migratori. Accade molto spesso che si creino enormi assembramenti di migratori su aree ristrette (Yosef et al., 2000), creando un "collo di bottiglia" che risulterebbe limitante se nel sito di sosta non ci fossero risorse adeguate.

### 2.3 Tempo di sosta

Il periodo di sosta è composto da due parti: un *intervallo di accomodamento* e un *periodo di accumulo*. L'intervallo di accomodamento è provocato dal particolare adattamento fisiologico dei migratori che demoliscono e metabolizzano parti del tratto intestinale, del fegato e del tessuto muscolare per ricavarne energia da destinare al volo, e serve ai migratori per ricostruire le parti danneggiate degli organi interni: senza la piena funzionalità del sistema digerente sarebbe inutile ogni tentativo di accumulare riserve energetiche (Klaassen & Biebach, 1994; Klaassen et al., 1997; Berthold, 2001; Guglielmo et al., 2001). La fase successiva è il periodo di accumulo, il vero *refuelling*. Il foraggiamento avviene in funzione di un considerevole aumento della quantità di grasso sottocutaneo, ed è contraddistinto da un'alimentazione più varia e calorica del normale (Hume & Biebach 1996; Karasov & Pinshow, 1998).

Il periodo di accumulo è influenzato da diversi fattori. I più importanti sono lo stadio di muta, l'età e il sesso dell'animale. Molti migratori iniziano il loro viaggio con la muta delle penne in corso. Questo fattore tende a far diminuire la velocità di crociera e ad aumentare il dispendio energetico. Uccelli in muta, quindi, tenderanno a sostare più a lungo, rispetto a quelli che hanno completato questa fase. La sosta prolungata consente sia un miglior ripristino delle scorte di grasso sia una progressione nella muta.

L'età di un individuo è un'altra variabile da tenere in considerazione. Durante la migrazione autunnale, ad esempio, accade che i giovani giunti nelle aree di sosta sono meno efficienti degli adulti nella ricerca del cibo e tendono a essere subordinati ad essi nella scelta dell'habitat. I giovani, pertanto, finiscono spesso a dover utilizzare habitat subottimali, con conseguente dilatazione del periodo di sosta.

Il sesso influenza la durata della sosta in particolar modo nelle specie con ecologia riproduttiva di tipo territoriale. In primavera, i maschi di queste specie compiono soste più brevi, in quanto il successo riproduttivo è condizionato dalla conquista di un buon territorio nei luoghi di nidificazione. Non sono da trascurare gli effetti delle condizioni atmosferiche stagionali: sono possibili periodi di siccità o condizioni di gelo costante, che ritardano lo sviluppo della copertura vegetale (Lavée et al., 1991; Berthold, 1996).



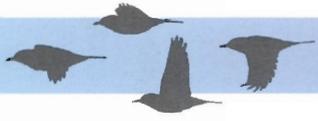
### 3. Condizioni fisiche dei migratori europei

L'ecologia della sosta è uno degli argomenti di studio meno esplorati nella biologia degli uccelli (Walsberg, 1990), ancora caratterizzato da molte questioni aperte (Lindström, 1995). Opinione condivisa tra gli ornitologi è che le soste richiedano normalmente più tempo che non i voli (ad es. Schaub et al., 2001). Ne consegue che la durata e la strategia di migrazione sono principalmente determinate dalla durata delle soste e dal tasso di ripristino delle riserve energetiche (Alerstam & Lindström, 1990). A questo proposito entrano in gioco fattori come la disponibilità di cibo, la distanza da coprire prima della prossima sosta, la disponibilità di risorse prevista nel prossimo sito di sosta, il rischio di predazione, il tempo meteorologico incontrato lungo il percorso, la tendenza ereditaria a migrare in particolari tempi e modi (Gwinner, 1990, Richardson, 1990; Lindström et al., 1994; Fransson & Weber, 1997; Fransson, 1998; Simons et al., 2000). Tutti questi fattori concorrono a determinare le strategie ottimali di migrazione per ciascuna specie (Alerstam & Lindström, 1990; Weber & Houston, 1997; Weber et al., 1998). Gli studi disponibili sono evidentemente concentrati su peso e grasso. Pri-



ma dell'inizio della migrazione autunnale in Svezia la percentuale di massa grassa sulla massa corporea totale è stata stimata del 7,2% nella Sterpazzola *Sylvia communis*, del 9,3% nella Bigiarella *Sylvia curruca*, del 13,2% nella Capinera e del 16,4% nel Beccafico. Le prime due specie, a differenza delle altre, iniziano la migrazione prima che sia terminata la muta post-giovanile, fatto che evidentemente determina un maggiore consumo di energia e quindi una minor possibilità di accumulo di riserve (Ellegren & Fransson, 1992). La massima distanza di volo stimata per queste specie dalla Svezia sud-orientale è stata rispettivamente di 1400, 1270, 1980 e 2800 km. Tuttavia, per larga parte degli individui di Sterpazzola e Bigiarella le riserve presenti non sono sufficienti per raggiungere le coste meridionali del Baltico, mentre le alte due specie mostrano riserve sufficienti per raggiungere senza soste l'Europa centrale e l'Italia settentrionale. Assumendo una velocità di volo di 35 km/h e un periodo di volo di 8 ore, uno di questi migratori può coprire in una notte una distanza pari a 300 km (Ellegren & Fransson, 1992).

Rilevamento del peso (foto A. Ioele)



Queste differenze implicano probabilmente strategie di migrazione diverse, con un minore o maggior numero di soste e una diversa velocità di migrazione.

In Europa centrale i migratori su lunga distanza effettuano *stopover* di soli 4,8 giorni, e sono risultati considerevolmente più grassi dei migratori su breve distanza (Kaiser, 1996). In generale, nei migratori su media e breve distanza le analisi condotte su oltre 200.000 uccelli in sosta durante il periodo autunnale presso il Lago di Costanza indicano una strategia di migrazione con diverse soste prolungate. Peraltro, analisi condotte su dati svizzeri stimano la durata delle soste alle medesime latitudini in 12,3 giorni per la Cannaiola *Acrocephalus scirpaceus* e 7,1 giorni per il Migliarino di palude *Emberiza schoeniclus* (Schaub et al., 2001).

Le ultime aree di sosta prima di superare il Mediterraneo non sono necessariamente disposte lungo le coste meridionali dell'Europa, ad esempio è stato dimostrato che l'Usignolo effettua *stopover* nelle province centrali dell'Ungheria (Csorgo & Lövei, 1988). Analogamente, i beccafichi che in Inghilterra hanno peso medio di 20 g in Italia meridionale hanno peso medio di 23 g (Scebba et al. 1985), ma lungo le coste pesi più bassi sono comuni (Bairlein, 1987). In effetti, Schaub e Jenni (2000) hanno chiaramente dimostrato che Beccafico e Balia nera *Ficedula hypoleuca* completano la muta post-giovanile nei quartieri riproduttivi e accrescono la loro massa corporea nel corso del tragitto migratorio, mentre la Sterpazzola migra mentre sta ancora mutando e non presenta nel corso del viaggio apprezzabili variazioni della massa corporea fino a poco prima del Sahara. Il Pigliamosche *Muscicapa striata* evita gli accumuli di grasso anche in Africa settentrionale, con un "programma di viaggio" che prevede soste anche nel deserto (Schaub & Jenni, 2000b).

Le strategie possibili per un migratore sembrano quattro (Schaub & Jenni, 2000a): 1) iniziare ad accumulare consistenti quantità di riserve ben prima del margine settentrionale del Sahara, come accade ad esempio nelle popolazioni occidentali di Forapaglie *Acrocephalus schoenobaenus* (Bibby & Green, 1981); 2) accumulare ad ogni sosta più energia di quella necessaria a raggiungere il prossimo *stopover site*, così da incrementare via via le riserve disponibili, come sembra faccia ad esempio il Beccafico (Schaub & Jenni 2000b); 3) accumulare ad ogni sosta l'energia necessaria, con un certo margine di sicurezza, per il viaggio immediatamente seguente, strategia seguita ad esempio dalla Sterpazzola e dalla Cannaiola; 4) accumulare l'energia appena necessaria per raggiungere il successivo sito di sosta con soste frequenti, come sembra faccia il Pigliamosche (Schaub & Jenni, 2000a). Maggiori problemi per la conservazione si pongono per le specie che seguono la strategia 1), che richiede la disponibilità di siti ottimali prossimi alle aree di partenza, e la strategia 3), che richiede la disponibilità di siti di sosta di alta qualità nelle regioni mediterranee.

Operazioni di inanellamento condotte sulle piccole isole (Pilastro & Spina, 1997) hanno permesso di individuare strategie specie-specifiche dal punto di vista dell'impiego della massa corporea anche durante la migrazione primaverile. Alcune specie hanno mostrato livelli di peso ben al di sotto di quelli noti per la stagione riproduttiva, il che suggerisce un livello di stress fisico, dovuto al volo migratorio, molto accentuato. Questo fenomeno si verifica in particolare per specie di habitat forestale, come Luì verde *Phylloscopus sibilatrix*, Balia nera, Balia dal collare *Ficedula albicollis*, Pigliamosche, Rigogolo *Oriolus oriolus*, per i quali sono stati registrati oltre il 70% degli individui senza apprezzabili tracce di grasso. Per queste specie la percentuale di grasso corporeo residuo è in media inferiore al 5%, contro il 17% del Culbianco *Oenanthe oenanthe*, il 18% del Luì grosso *Phylloscopus trochilus*, il 19% del Forapaglie macchiettato *Locustella naevia* (Pilastro & Spina, 1997).

Il risultato generale è che, tra specie diverse, le riserve di grasso residue sono correlate positivamente con la latitudine più settentrionale di habitat ottimale a sud del Sahara, come dire che esiste un legame inverso tra riserve residue e distanza coperta. Ciò suggerisce per inciso che il successo della migrazione dipenda dalla distribuzione degli habitat a Sud del Sahara anche per le specie che svernano in aree diverse e più meridionali del continente africano.



## 4. Materiali e metodi

Il materiale a disposizione per la valutazione delle aree di studio di Brughiera Dosso e de La Fagiana quali area di sosta per i migratori è costituito dai dati raccolti sulle specie più comuni nel corso delle operazioni di cattura e inanellamento. In entrambe le zone individuate per le catture si è fatto uso di reti di tipo *mistnet* lunghe 12 metri, alte 3,6 metri, utilizzate in maniera passiva. Per l'effettuazione di catture standardizzate le reti sono state predisposte in linee continue (trasetti) mantenute costanti nel corso delle stagioni di cattura, in ambienti arbustivi e di boscaglia (per una descrizione dettagliata si veda Bonazzi et al., in questo volume). Inoltre sono stati utilizzate reti in posizioni accessorie, montate per periodi limitati in ambienti diversificati.

La routine di inanellamento prevedeva la misurazione di tarso, lunghezza alare (corda massima), terza remigante (v. Bairlein, 1995) e la pesatura mediante bilancia di tipo Pesola o mediante bilance elettroniche con precisione di 0,1 grammi. Inoltre sono stati rilevati il profilo della massa muscolare in corrispondenza dello sterno secondo la scala da 0 a 3 presentata da Bairlein (1995) e il livello di accumulo adiposo secondo la scala da 0 a 8 approntata da Kaiser (1993). Gli accumuli adiposi per la migrazione vengono depositi in alcuni corpi grassi in parte riconoscibili attraverso l'epidermide, in trasparenza. Un aumento dell'adiposità può venire registrato in base al cambiamento di visibilità del fegato e delle anse intestinali sull'addome, della trachea e dei sacchi aerei nella regione coracoidea, progressivamente nascosti dal grasso (de Carli et al., in questo volume).

I totali per quanto riguarda le catture complessive, le catture standardizzate e le ricatture dei 15 migratori notturni più catturati in tutta l'attività di inanellamento effettuata tra il 2000 e il 2002 sono riportati in Tabella 4.1. E' subito evidente che sono disponibili dati per una analisi statistica approfondita solo per quanto riguarda le tre specie più comuni: Capinera, Pettirosso *Erithacus rubecula* e Lui piccolo *Phylloscopus collybita*.



Reti *mistnet*  
a Brughiera Dosso  
(foto di A. Ioele)



Catture totali	PRIMAVERA			AUTUNNO				TOTALE
Euring Specie	BD 2000	LF2001	LF2002	BD2000	LF2000	LF2001	LF2002	
<b>Migratori notturni a media distanza</b>								
12770 CAPINERA	137	374	160	70	69	98	140	1048
10990 PETTIROSSO	107	75	52	178	76	156	67	711
13110 LUI' PICCOLO	55	51	29	36	27	227	77	502
13140 REGOLO		1		30	58	199	1	289
10660 SCRICCIOLO	6	22	2	25	13	62	12	142
11870 MERLO	40	8	5	32	16	23	15	139
12000 TORDO BOTTACCIO	20	6	2	60	9	11	15	123
10840 PASSERA SCOPAIOLA	20	5	2	36		5	5	73
13150 FIORRANCINO	1	1		28	3	15	8	56
<b>Migratori notturni a lunga distanza</b>								
13490 BALIA NERA	3	6	2	12	37	75	43	178
11040 USIGNOLO	8	15	11	1	14	18	15	82
13120 LUI' GROSSO	9	9	9	2	5	34	12	80
12760 BECCAFICO		1	1	6	14	8	15	45
11220 CODIROSSO	24	1	1	4	3	5	3	41
12740 BIGIARELLA	4	2		3		2	2	13
Catture standard	PRIMAVERA			AUTUNNO				TOTALE
Euring Specie	BD 2000	LF2001	LF2002	BD2000	LF2000	LF2001	LF2002	
<b>Migratori notturni a media distanza</b>								
12770 CAPINERA	90	227	87	58	34	42	84	622
10990 PETTIROSSO	74	52	30	155	47	70	48	476
13110 LUI' PICCOLO	37	36	20	26	14	109	28	270
13140 REGOLO		1		26	40	131	1	199
10660 SCRICCIOLO	3	15	2	23	8	30	6	87
11870 MERLO	21	5	1	31	9	9	12	88
12000 TORDO BOTTACCIO	3	4	2	59	8	4	6	86
10840 PASSERA SCOPAIOLA	15	3	1	25			5	49
13150 FIORRANCINO	1			27	1	8	4	41
<b>Migratori notturni a lunga distanza</b>								
13490 BALIA NERA	2	5	1	9	14	51	17	99
11040 USIGNOLO	7	7	5	1	10	10	11	51
13120 LUI' GROSSO	6	4	9	1	3	8	3	34
12760 BECCAFICO		1		2	7	7	12	29
11220 CODIROSSO	17	1	1	4	2	3	3	31
12740 BIGIARELLA	2	2				2	1	7
Ricatture	PRIMAVERA			AUTUNNO				TOTALE
Euring Specie	BD 2000	LF2001	LF2002	BD2000	LF2000	LF2001	LF2002	
<b>Migratori notturni a media distanza</b>								
12770 CAPINERA	13	41	21	1	9	12	14	111
10990 PETTIROSSO	24	11	12	38	45	66	13	209
13110 LUI' PICCOLO	14	6	9	1		45	18	93
13140 REGOLO				3	14	83		100
10660 SCRICCIOLO	1	3	1	2	5	6	3	21
11870 MERLO	12	3		6	1	1		23
12000 TORDO BOTTACCIO				1				1
10840 PASSERA SCOPAIOLA	10			5				15
13150 FIORRANCINO				15	6	13		34
<b>Migratori notturni a lunga distanza</b>								
13490 BALIA NERA					2			2
11040 USIGNOLO		5	9		4	8	2	28
13120 LUI' GROSSO		3		1		3		7
12760 BECCAFICO					1			1
11220 CODIROSSO								0
12740 BIGIARELLA				1				1

Tabella 4.1 - Catture totali, catture standardizzate e ricatture di migratori notturni a Brughiera Dosso (BD) e La Fagiana (LF) nel corso dell'attività di inanellamento effettuata tra il 2000 e il 2002.



## 5. Efficacia della sosta

### 5.1 Andamento giornaliero delle condizioni fisiche

A Brughiera Dosso, come suggerito dal risultato degli esperimenti di orientamento (Fornasari & Ioele, in questo volume), uccelli che dovevano trovarsi in migrazione attiva sono invece stati rinvenuti al suolo (e nelle reti). I migratori notturni più comuni nel campione delle catture hanno mostrato nel periodo primaverile un punteggio nella scala di adiposità mediamente più elevato nei giorni di maggiori catture (3 o più) rispetto ai giorni con minor "traffico migratorio" (Pettiroso: 1,7 vs 1,5, N = 20 e 47, n.s.; Capinera 2,6 vs 2,0, N = 47 e 35,  $p < 0,05$ ; Lui piccolo 1,8 vs 1,6, N = 18 e 51). Questo dato sembrerebbe avvalorare l'ipotesi che gli uccelli attirati al suolo dovrebbero in realtà trovarsi ancora in migrazione attiva.

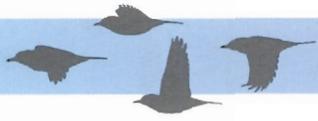
Per queste stesse specie si riscontra anche una effettiva difficoltà nel ripristino delle riserve di grasso: non si osserva in generale un aumento del livello di adiposità nel corso della giornata (Figura 5.1); fanno eccezione il Lui piccolo nel periodo primaverile e il Pettiroso in quello autunnale. Al contrario nelle specie residenti, come Cinciallegra *Parus major*, Cincia bigia *Parus palustris* e Codibugnolo *Aegithalos caudatus* (Bonazzi et al., in questo volume), si osserva un andamento (significativo) di regolare ingrassamento (Tabella 5.1).

Specie	Primavera				Autunno			
	R	P	B	g.l.	R	p	B	g.l.
Pettiroso	0,200	<0,05	0,050	1; 128	0,390	<0,01	0,111	1; 211
Capinera	0,030	n.s.	0,012	1; 147	0,035	n.s.	0,014	1; 69
Lui piccolo	0,453	<0,01	0,152	1; 67	0,211	n.s.	0,101	1; 35
Codibugnolo	0,551	<0,01	0,118	1; 85	0,367	<0,01	0,058	1; 68
Cincia bigia	0,619	<0,01	0,116	1; 30	0,671	<0,01	0,168	1; 32
Cinciallegra	0,431	<0,01	0,115	1; 51	0,690	<0,01	0,174	1; 59

Tabella 5.1 - Coefficiente di regressione (R) e pendenza della retta di regressione (B) tra grado di adiposità e fascia oraria per le tre specie di migratori notturni e per le tre specie residenti con la più alta frequenza di catture (incluse le ricatture). Per ogni retta calcolata è fornita anche la significatività della regressione (P) e il numero di gradi di libertà (g.l.).



Codibugnolo  
(foto di P. Bonazzi)



LA MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI NELLA VALLE DEL TICINO E L'IMPATTO DI MALPENSA  
 Efficienza degli habitat naturali del Parco del Ticino come area di sosta per i Passeriformi migratori

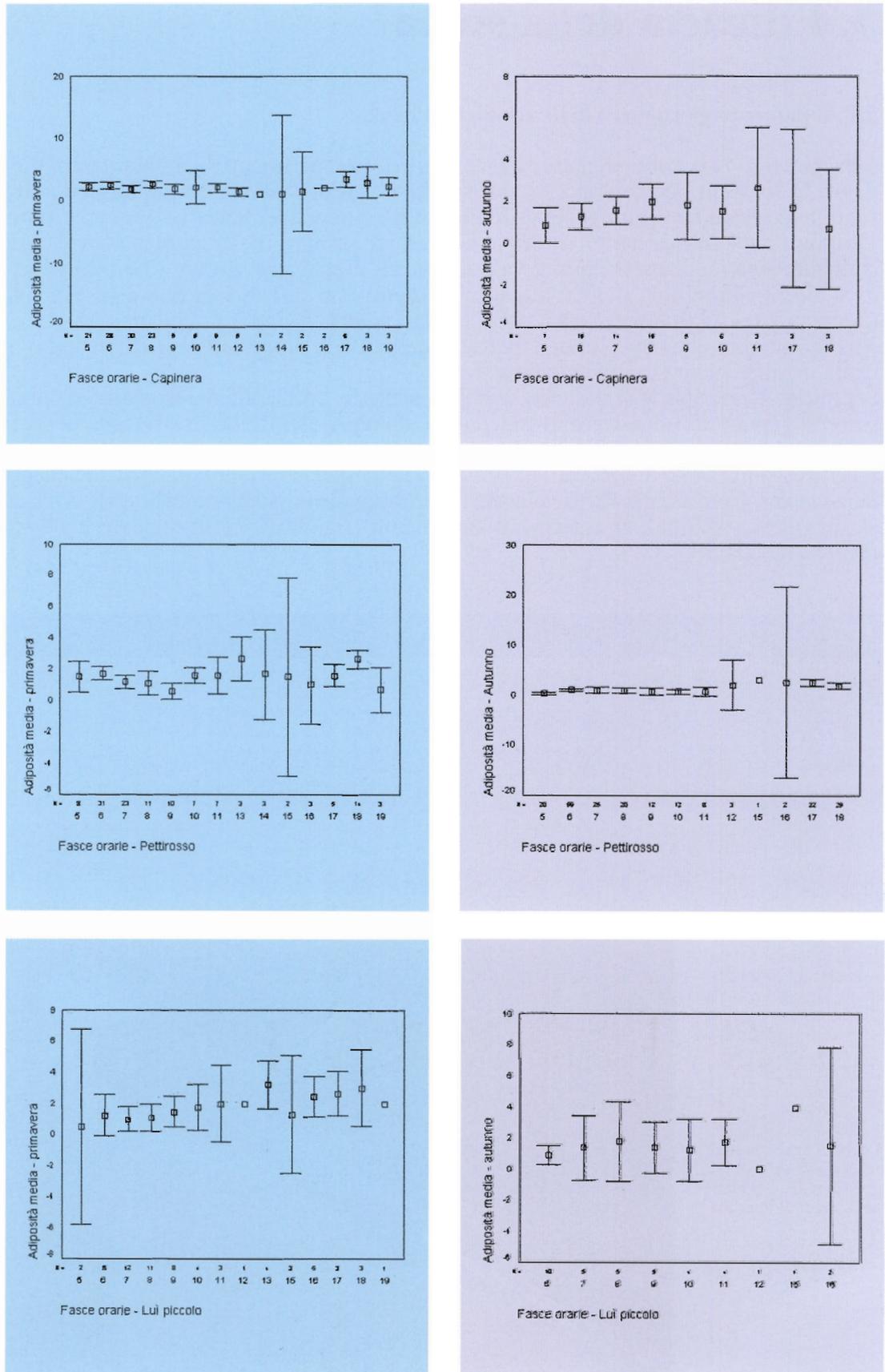


Figura 5.1 - Andamento orario dell'adiposità per le tre specie più comuni di migratori notturni a Brughiera Dosso.



a) PESO

Specie	Brughiera Dosso				La Fagiana			
	R	P	B	g.l.	R	P	B	g.l.
<b>Primavera</b>								
Pettiroso	0,132	n.s.	0,092	1; 95	0,305	<0,01	0,210	1; 140
Capinera	0,022	n.s.	0,020	1; 119	0,135	<0,01	0,132	1; 570
Lui piccolo	0,023	n.s.	0,009	1; 44	0,066	n.s.	0,046	1; 88
<b>Autunno</b>								
Pettiroso	0,057	n.s.	0,044	1; 153	0,078	n.s.	0,066	1; 400
Capinera	0,224	n.s.	0,169	1; 62	0,109	<0,05	0,095	1; 323
Lui piccolo	0,029	n.s.	-0,016	1; 28	0,143	<0,01	0,066	1; 364

b) GRASSO

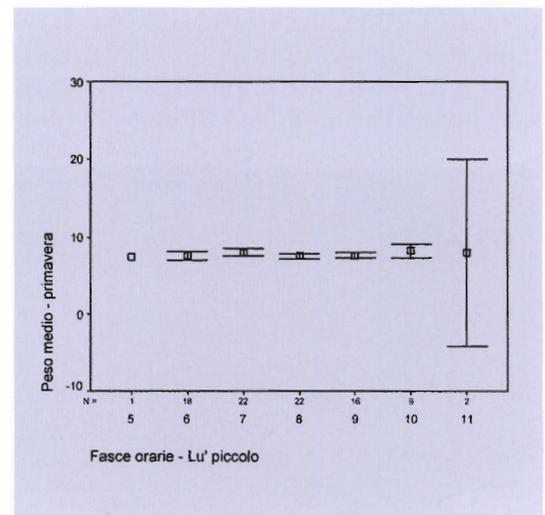
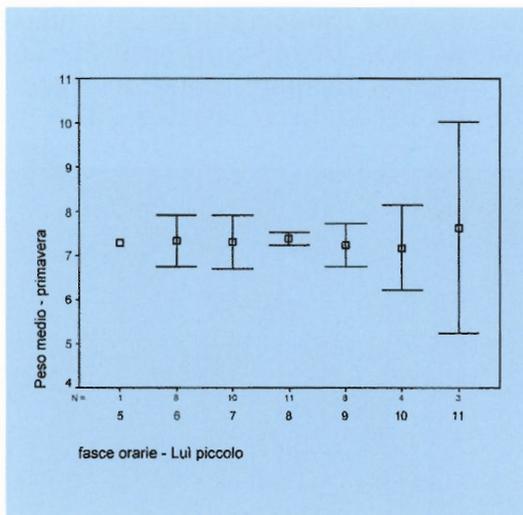
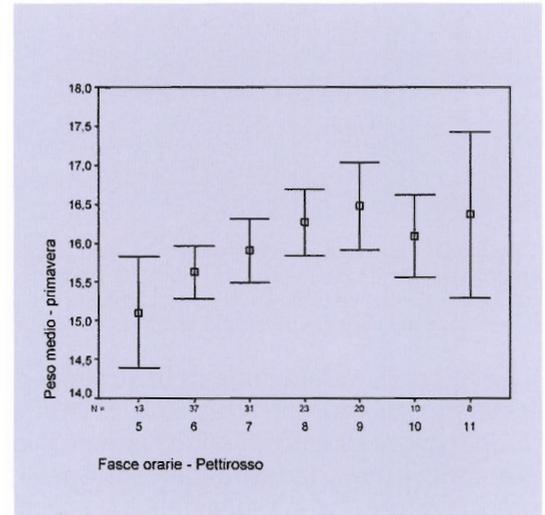
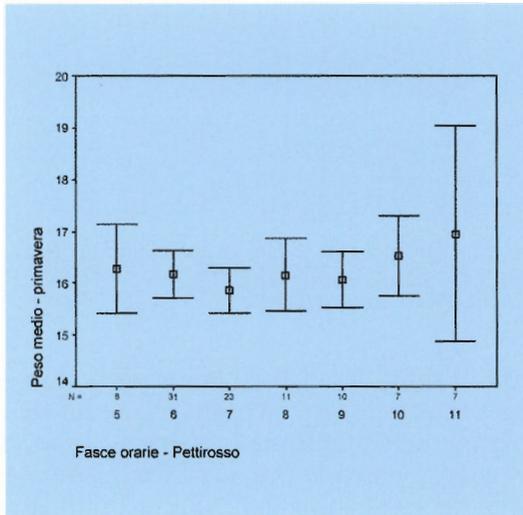
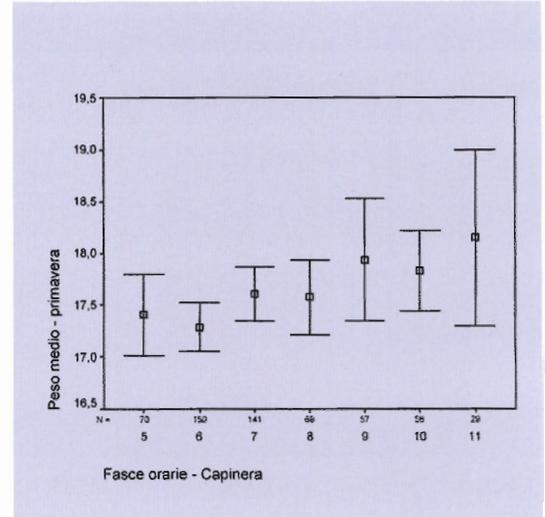
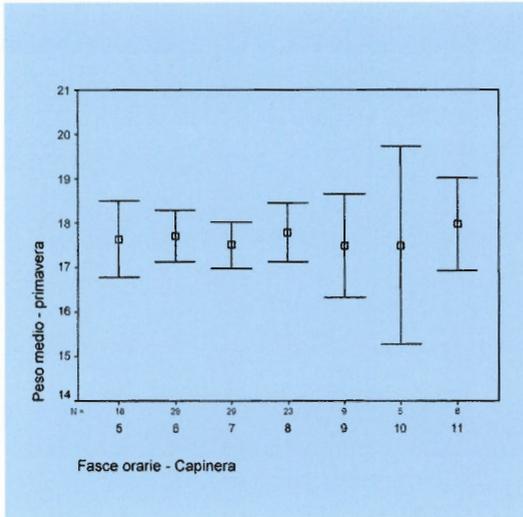
Specie	Brughiera Dosso				La Fagiana			
	R	P	B	g.l.	R	P	B	g.l.
<b>Primavera</b>								
Pettiroso	0,119	n.s.	-0,075	1; 95	0,154	n.s.	0,122	1; 142
Capinera	0,041	n.s.	0,037	1; 123	0,055	n.s.	0,049	1; 576
Lui piccolo	0,225	n.s.	0,182	1; 47	0,071	n.s.	0,094	1; 88
<b>Autunno</b>								
Pettiroso	0,004	n.s.	0,002	1; 154	0,021	n.s.	-0,019	1; 409
Capinera	0,065	<0,05	0,205	1; 63	0,155	<0,01	0,104	1; 328
Lui piccolo	0,176	n.s.	0,127	1; 31	0,016	n.s.	-0,017	1; 375

Tabella 5.2 - Coefficiente di regressione (R) e pendenza della retta di regressione (B) tra peso e fascia oraria (a) e tra grado di adiposità e fascia oraria (b) per le tre specie di migratori notturni con la più alta frequenza di catture. Per ogni retta calcolata è fornita anche la significatività della regressione (P) e il numero di gradi di libertà (g.l.). Il confronto è limitato alle catture eseguite entro le ore 12 solari.

Una ulteriore valutazione della limitata efficacia di Brughiera Dosso come zona di sosta viene dal confronto con l'area di studio de La Fagiana. Poiché in questa seconda area le operazioni di cattura sono state svolte regolarmente soltanto nelle ore mattutine, è possibile attuare un paragone solo per i dati raccolti entro le ore 12. E' indicativo e preoccupante che nessuna delle tre specie esaminate, in nessuna delle due stagioni, abbia mostrato aumenti di peso significativi nel corso della mattinata (Tabella 5.2a). Al contrario, i migratori catturati nella stazione de La Fagiana hanno mostrato aumenti significativi sia in primavera, in Pettiroso e Capinera, sia in autunno, in Capinera e Lui piccolo (Figure. 5.2 e 5.3). Questo aumento si riflette in un apprezzabile incremento dell'adiposità solo nella Capinera in migrazione post-riproduttiva (Tabella 5.2b).



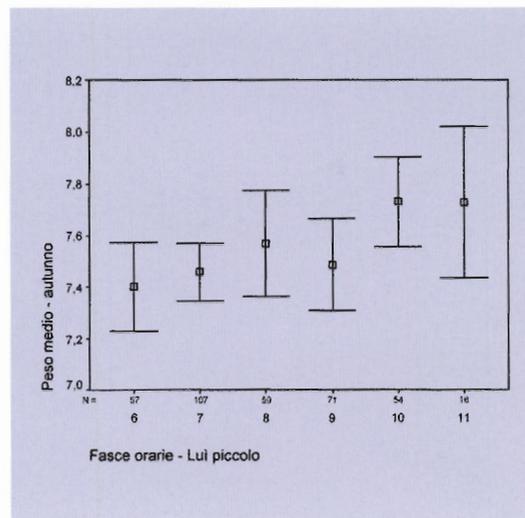
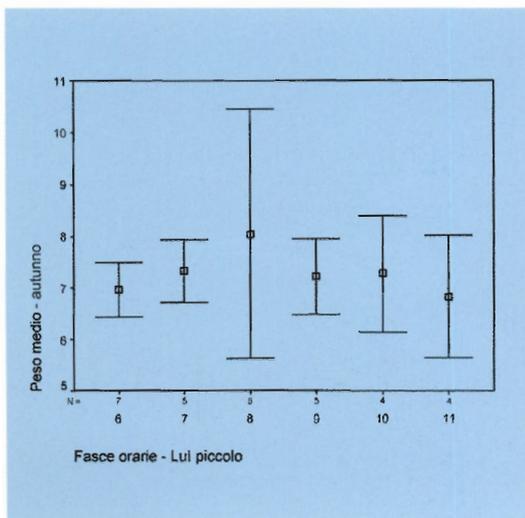
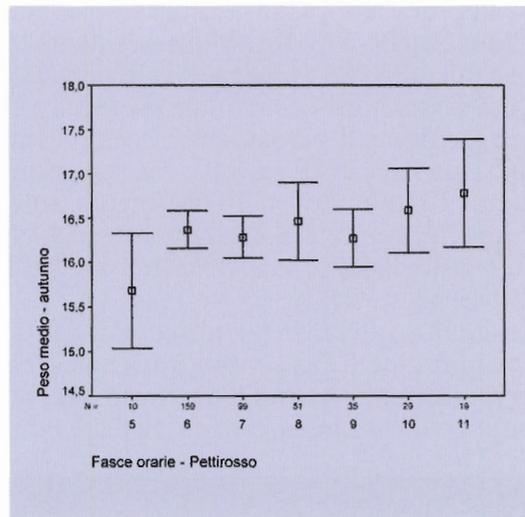
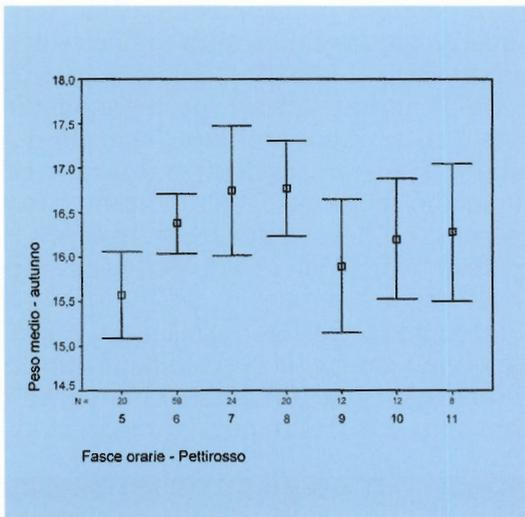
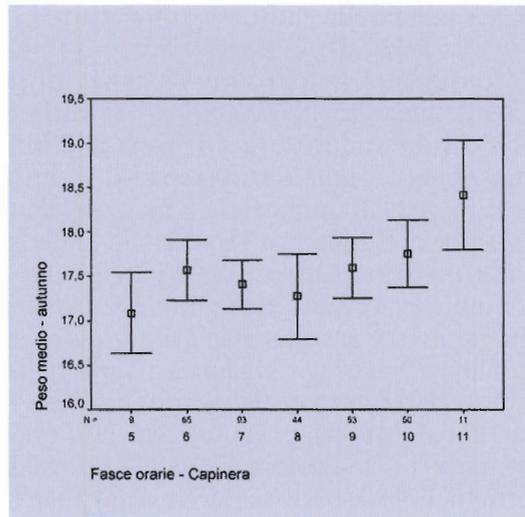
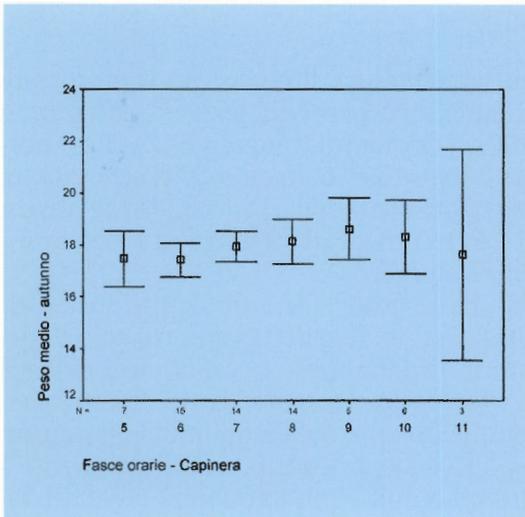
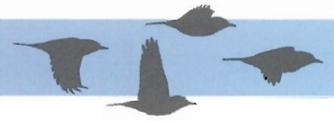
Maschio di Capinera (foto di P. Bonazzi)



**Brughiera Dosso**

**La Fagiana**

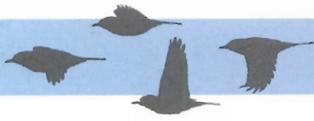
Figura 5.2 - Confronto tra le medie di peso rilevate tra le ore 5 e le ore 11 solari (BD e LF, primavera).



**Brughiera Dosso**

**La Fagiana**

Figura 5.3 - Confronto tra le medie di adiposità rilevate tra le ore 5 e le ore 11 solari (BD e LF, autunno).



## 5.2 Analisi delle catture e autocatture

Le cosiddette autocatture, ricatture di uccelli inanellati localmente, possono fornire informazioni molto precise sull'utilizzo degli habitat da parte dei soggetti che stanno eseguendo uno *stopover* (Schaub & Jenni, 2000). Per quanto riguarda i migratori notturni più comuni, le autocatture disponibili sono in tutto 646, di cui 607 distribuite tra le nove specie migratrici su media distanza, e tra queste ben 413 (il 63,9%) relative a Pettiroso, Capinera e Luì piccolo (Tabella 4.1). Per i migratori su lunga distanza le autocatture sono solo 39, di cui 28 relative al solo Usignolo.

Un esame accurato della Tabella 4.1 ci rivela che le autocatture di alcune specie riguardano soltanto un'area geografica o una sola stagione. Regolo *Regulus regulus* e Fiorrancino *Regulus ignicapillus* arrivano nella Pianura Padana nella seconda metà dell'autunno, vi trascorrono l'inverno (Fornasari et al., 1992) e ne ripartono entro marzo (Macchio et al., 1999), così che mancano quasi completamente dal campione delle catture primaverili. La Passera scopaiola *Prunella modularis* è stata ricatturata esclusivamente a Brughiera Dosso, dove peraltro anche le catture sono molto più frequenti (Tabella 4.1). Bisogna ricordare che questa specie ha densità invernali tra le più alte proprio negli arbusteti dell'alta pianura (Fornasari et al., 1992), ed è qui probabilmente come svernante. Anche il Merlo *Turdus merula* ha frequenza di cattura e di ricattura più elevate a Brughiera Dosso (Tabella 4.1), e densità della popolazione svernante più elevate nella Lombardia nord-occidentale (Fornasari et al., 1992). In tutte queste specie sono molti i soggetti la cui permanenza, spesso caratterizzata da ricatture multiple, ha avuto durata superiore ai 10 giorni, e che si possono quindi considerare residenti, o almeno svernanti: 19 individui su 43 nel Regolo (intervallo medio tra prima e ultima cattura pari a 14 gg, massimo 57), 10 individui su 12 nel Fiorrancino (int. medio 20 gg, max 40), 4 su 5 nella Passera scopaiola (int. medio 17 gg, max 36), 12 su 15 nel Merlo (int. medio 40 gg, max 136).

L'evidente differenza nel numero di catture di Tordo bottaccio *Turdus philomelos* a favore di Brughiera Dosso non trova spiegazioni di questo genere, la specie infatti transita in migrazione su tutto il territorio del Parco (Fornasari et al., in questo volume) ed è più comune come svernante nell'area della Lomellina e nell'Oltrepo' (Fornasari et al.,

Passera Scopaiola  
(foto di P. Bonazzi)





1992). Peraltro, il Tordo è una delle specie che ha mostrato di risentire dell'attrazione esercitata dalle luci di Malpensa (Fornasari & Ioele, in questo volume), quindi potrebbe essere questo il fattore che a Brughiera Dosso, vicinissima all'aeroporto, ne aumenta la presenza al suolo. La pressoché completa assenza di ricatture sembra indicare che questa specie non utilizza le zone del Parco come area di sosta, seppure nell'unico caso verificatosi un individuo catturato il 12 ottobre 2000 a Brughiera Dosso ha mostrato un incremento di peso di 3 g in cinque giorni (adiposità da 1 a 3).

Nonostante siano presenti con popolazioni rispettivamente svernante e nidificante, Scricciolo *Troglodytes troglodytes* e Usignolo *Luscinia megarhynchos* presentano intervalli medi di permanenza più brevi. Nel primo la sosta media è di nove giorni (massimo 28 giorni), e sono sei i casi di soste di 1-2 giorni; uno di questi individui ha fatto registrare un incremento di peso pari a un grammo in un giorno. L'intervallo medio è di nove giorni anche per l'Usignolo *Luscinia megarhynchos*, con 10 individui al di sotto dei 10 giorni e soltanto tre con soste più lunghe, fino a un massimo di 24 giorni. In questa specie si sono registrati aumenti di peso di 0,9 g sull'arco di un giorno e 1,5 g sull'arco di quattro giorni, sempre a La Fagiana, ma soprattutto un individuo del peso di 22,7 g il 21 agosto 2001 è stato più volte ricatturato fino a mostrare un peso di 30,8 g il 14 settembre, con un incremento di 8,1 g e un aumento di quattro classi di adiposità (da 1 a 5).

Altre autocatture isolate delle specie di migratori transahariani indicano il verificarsi di soste migratorie efficaci: un Lui grosso inanellato a La Fagiana il 18 settembre 2001 è cresciuto di 2,7 g in quattro giorni, passando da 10,8 a 13,5g (classe di adiposità da 3 a 4), una Balia nera inanellata l'11 settembre 2000 a La Fagiana è passata in due giorni da 13,8 a 14,9 g (classe di adiposità da 3 a 4).

La differente efficienza tra Brughiera Dosso e La Fagiana risalta ancora se si prendono in considerazione le specie più abbondanti. In effetti, il numero di individui che in autunno effettuano *stopover* a La Fagiana è significativamente più alto di quello relativo a Brughiera Dosso (Tabella 5.3); in percentuale si tratta del 15,2% dei soggetti inanellati, rispetto al 4,9%. Ancora più rilevante la differenza relativa ai lui piccoli, dall'11,2% allo zero (seppure la differenza non risulta significativa al test del  $\chi^2$  dopo la correzione di Yates per i confronti a un solo grado di libertà). Lo stesso si verifica per la Capinera, che passa dal 5,0 all'1,4%.

Specie	Catture		Stopover		Valore atteso		Chi quadrato corr Yates
	BD	LF	BD	LF	BD	LF	
<b>Primavera</b>							
Pettirosso	107	127	11	15	11,9	14,1	0,02
Capinera	137	534	6	32	7,8	30,2	0,26
Lui piccolo	55	80	5	7	4,9	7,1	0,05
<b>Autunno</b>							
Pettirosso	178	223	8	34	18,6	23,4	9,92**
Capinera	70	238	1	12	3,0	10,1	0,93
Lui piccolo	36	304	0	34	3,6	30,4	2,99

Tabella 5.3 - Applicazione del test del  $\chi^2$  agli individui in sosta a Brughiera Dosso (BD) e La Fagiana (LF) in primavera e autunno. Per l'analisi sono stati considerati solo i dati delle stagioni caratterizzate da attività continuata (BD: primavera e autunno 2000; LF primavera e autunno 2001 e 2002).

La conferma ultima della scarsa qualità dell'area di Brughiera Dosso viene dall'esame individuale degli individui in sosta per le tre specie più comuni.

Nel Pettirosso (Figure 5.4 - 5.7) si registra un aumento di peso doppio a La Fagiana rispetto a Brughiera Dosso, sia in primavera (0,79 g vs 0,41 g) sia in autunno (0,79 g vs 0,30 g), seppure queste differenze non appaiono significative al t di Student (rispettivamente  $t = -0,825$  e  $t = -1,037$ ). Le variazioni più rilevanti sono state rispettivamente di 2,7 e 2,3 g (sosta di 10 e 6 gg, entrambi da 1 a 4 di adiposità) in primavera, e 3,7 e 3,3 g (sosta di 10 e 4 gg, da 1 a 4 e da 0 a 3 di adiposità).

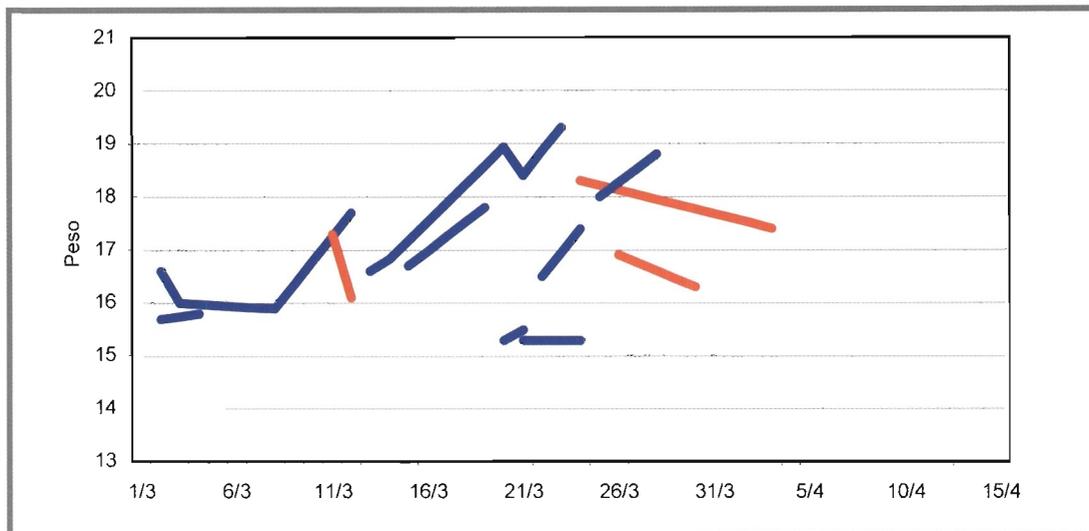


Figura 5.4 - Andamento del peso in ricatture di Pettirosso a Brughieria Dosso, primavera 2000. Il tratto blu indica incremento di peso, il tratto rosso decremento.

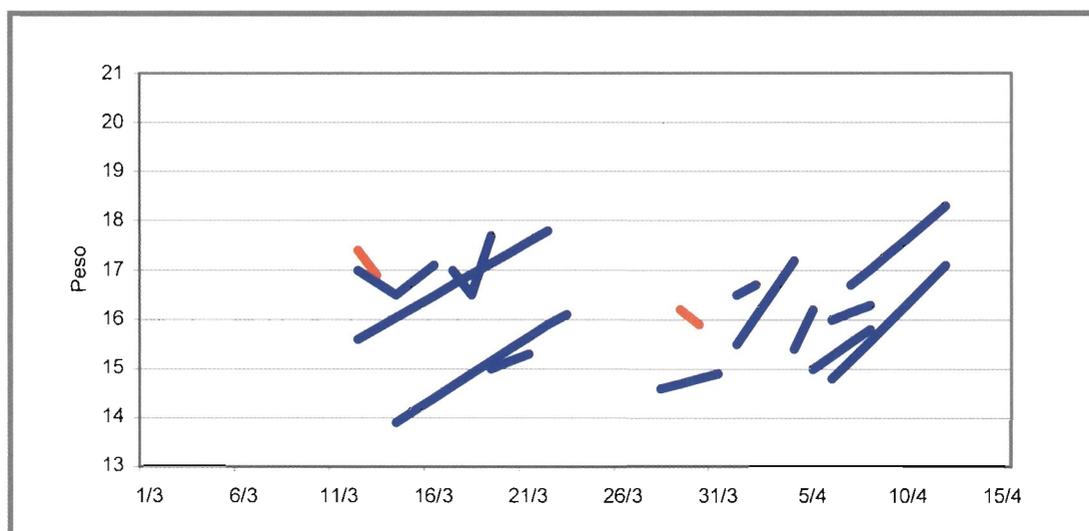


Figura 5.5 - Andamento del peso in ricatture di Pettirosso a La Fagiana, nelle stagioni primaverili 2001/2002

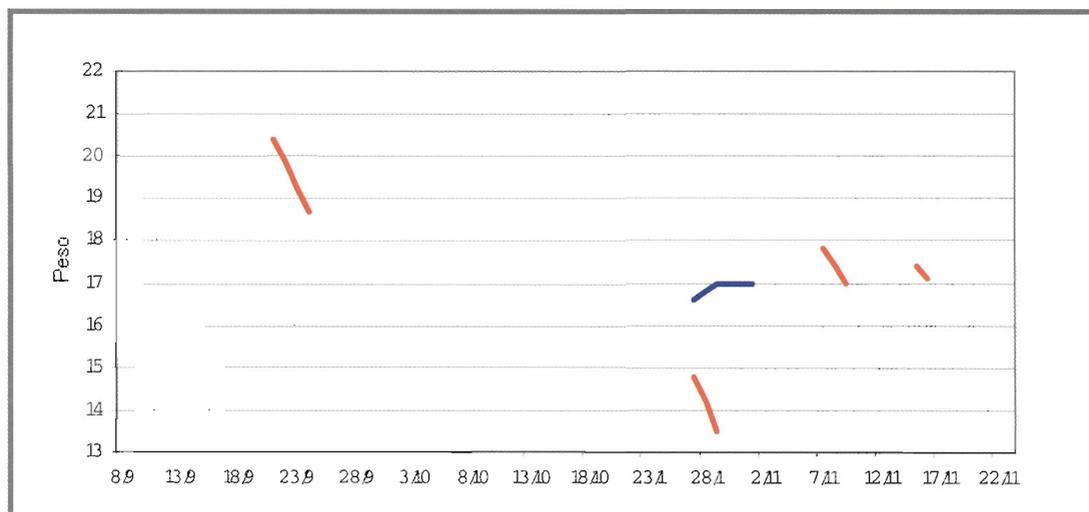


Figura 5.6 - Andamento del peso in ricatture di Pettirosso a Brughieria Dosso, autunno 2000

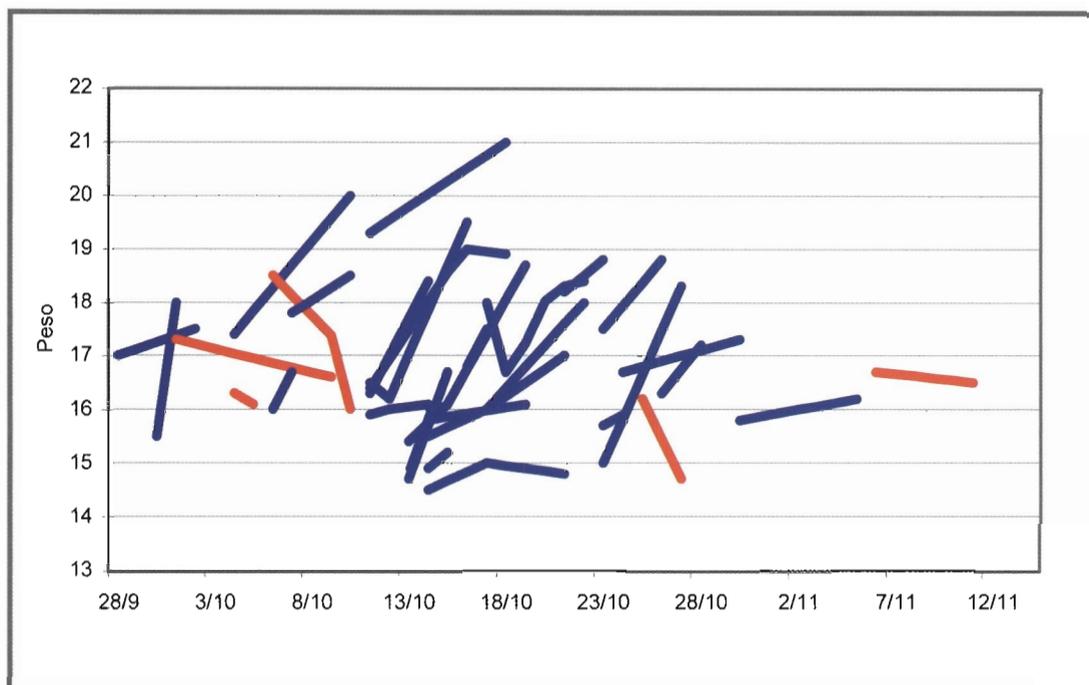


Figura 5.7 - Andamento del peso in ricatture di Pettirosso a La Fagiana, nelle stagioni autunnali 2001/2002

In primavera la Capinera (Figura 5.8) mostra durante la sosta a Brughiera Dosso una variazione negativa in media di 0,12 g, mentre a La Fagiana (Figura 5.9) si riscontra un aumento medio di 0,15 g, con punte di 3,9 g, classi di grasso da 1 a 4 ( $t = -0,469$ ; n.s.). Nell'unico caso di sosta autunnale a Brughiera Dosso si è verificato un calo di peso di 3,3 g sull'arco di 10 giorni, mentre a La Fagiana (Figura 5.10) la variazione media è stata di -0,02 g (aumento massimo 1,3 g).

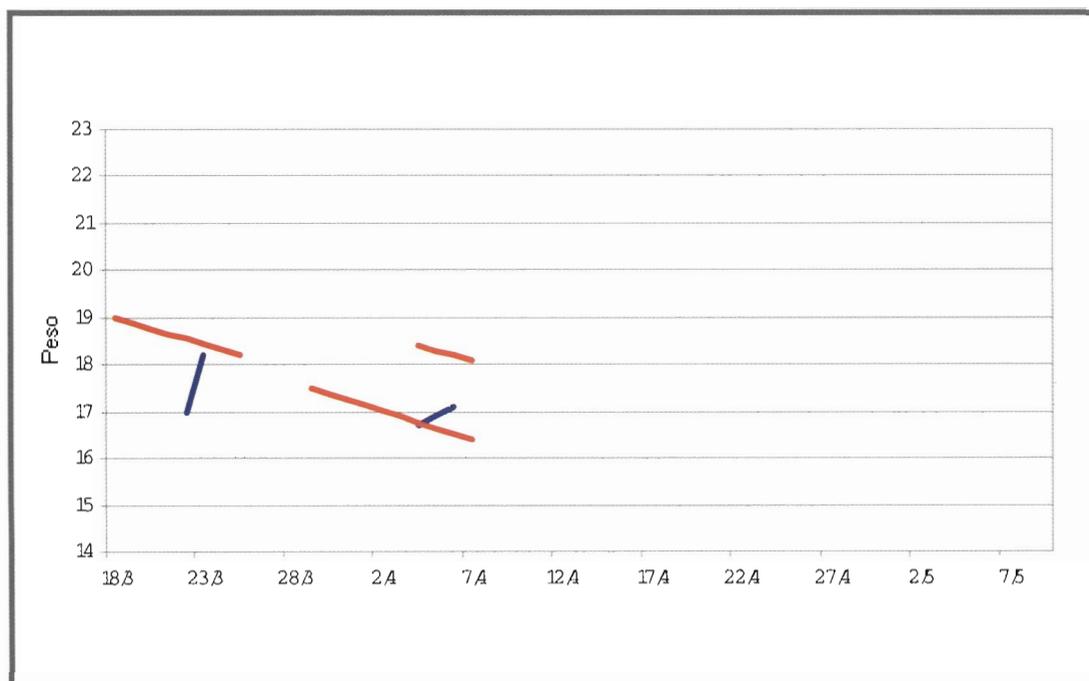


Figura 5.8. Andamento del peso in ricatture di Capinera a Brughiera Dosso, primavera 2000

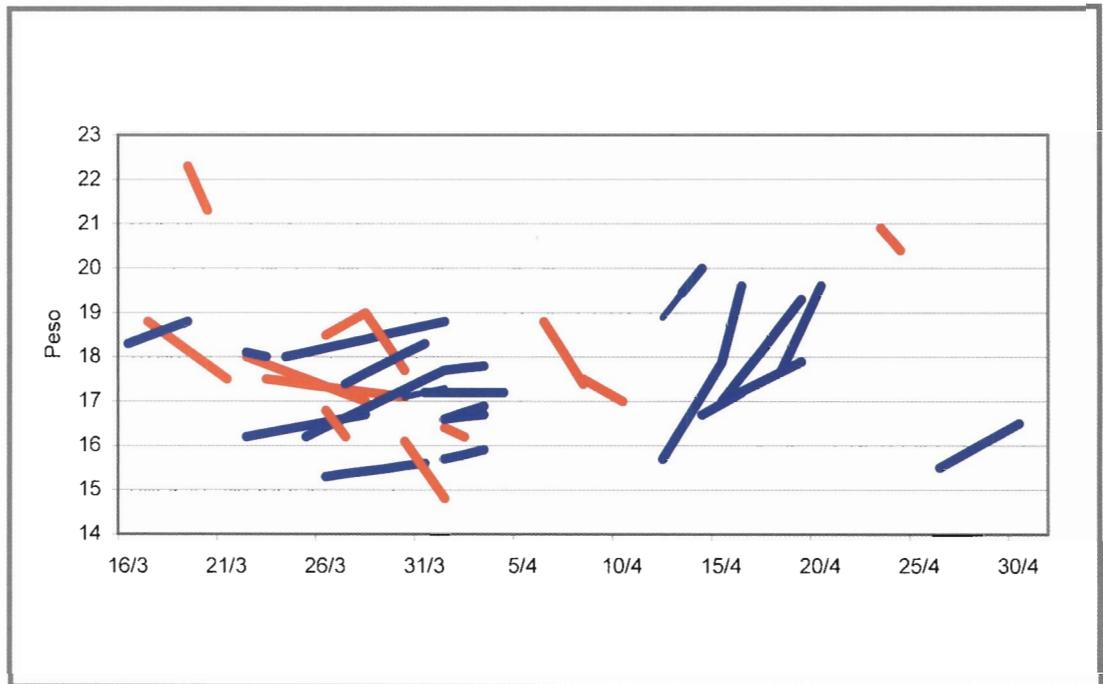


Figura 5.9 - Andamento del peso in ricature di Capinera a La Fagiana, nelle stagioni primaverili 2001/2002

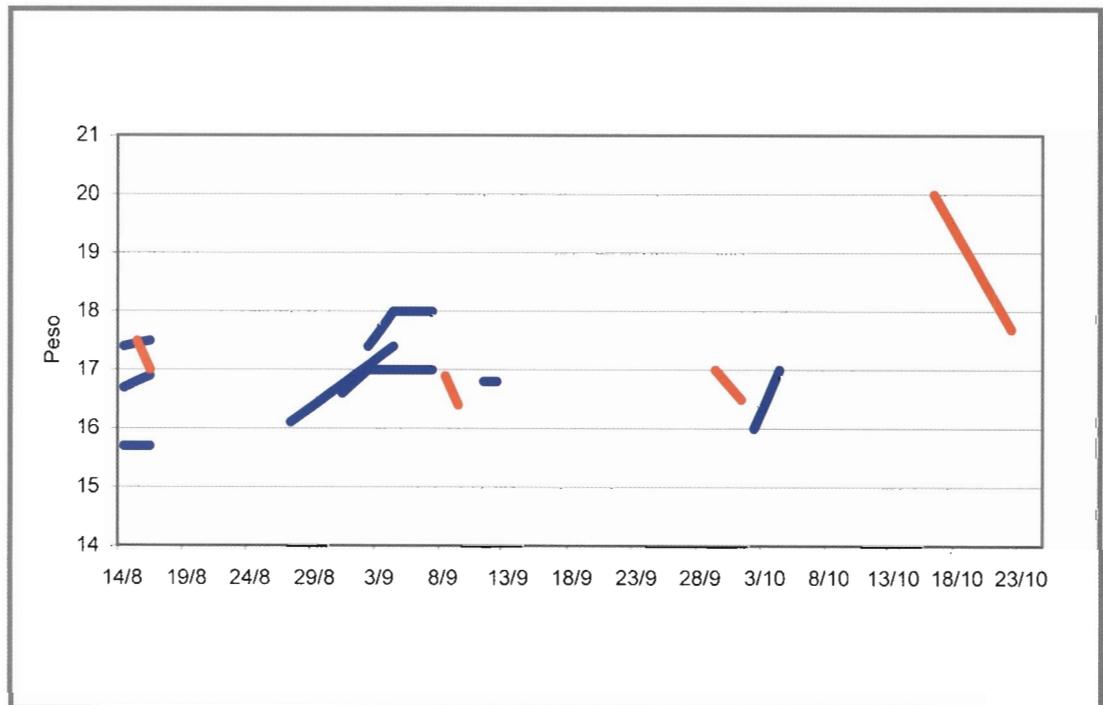


Figura 5.10 - Andamento del peso in ricature di Capinera a La Fagiana, nelle stagioni autunnali 2001/2002

Nel Lui piccolo la variazione di peso sembra analoga tra le due stazioni in primavera (Figura 5.11), in media 0,35 e 0,31 g ( $t = 0,122$ ; n.s.), con un massimo di incremento di un grammo in entrambe le località (in 4 e 6 gg). In autunno (Figura 5.12) manca evidentemente il dato per Brughiera Dosso, mentre a La Fagiana l'incremento di peso medio è di 0,14 g, con picchi di 1,2 g accumulati in sei giorni (Figura 5.3).

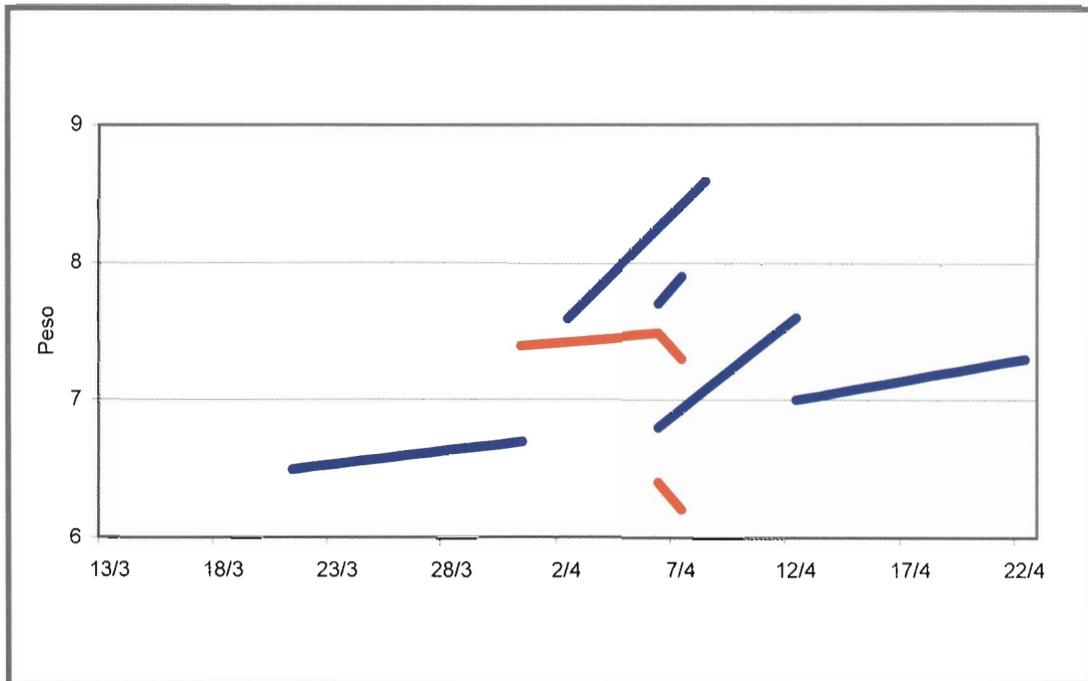


Figura 5.11 - Andamento del peso in ricatture di Lui piccolo a La Fagiana, nelle stagioni primaverili 2001/2002

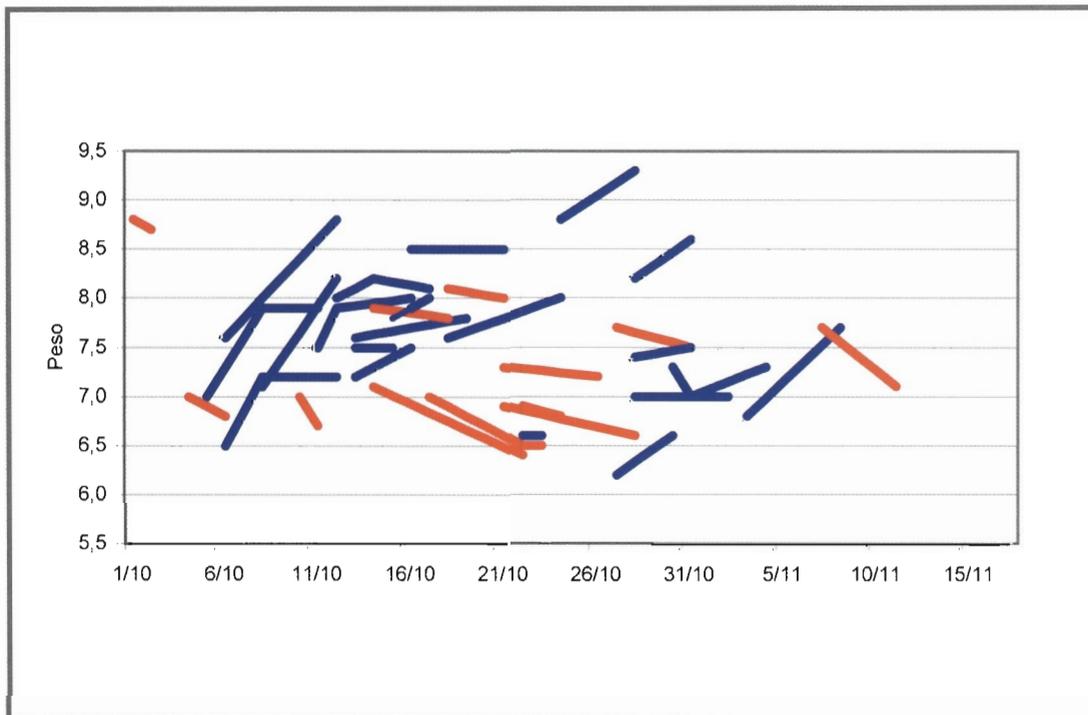
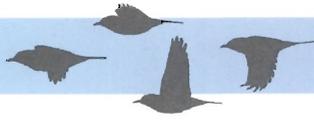


Figura 5.12 - Andamento del peso in ricatture di Lui piccolo a La Fagiana, nelle stagioni autunnali 2001/2002



## 6. Conclusioni

A partire dal primo incidente aereo provocato, nel 1912, dalla collisione con un uccello (Blockpoel, 1976), l'avifauna ha iniziato ad essere considerata una fonte di pericolo per gli aeromobili. Il continuo aumento del traffico aereo nei decenni successivi ha portato ad un numero elevato di incidenti, in qualche caso con dozzine di vittime umane. Per questa ragione, la prevenzione delle collisioni tra uccelli e aerei è divenuto un oggetto di studio per gli ornitologi e un problema tecnico nella gestione degli aeroporti (Blockpoel, 1976; Leshem et al., 1999), al punto che cosiddetti *Bird Strike Committees* sono stati creati sia a livello nazionale che internazionale (Montemaggiori, 2001).

Al contrario, il problema inverso di un possibile effetto negativo del sistema del trasporto aereo sugli uccelli migratori è stato finora trascurato, in maniera in un certo senso sorprendente, se si tiene conto del fatto che la conservazione degli uccelli è considerata prioritaria sia dagli zoologi che dalla gente comune (Gregory et al., 2002). La possibilità che esista un pericolo reale per le popolazioni di uccelli migratori appare concreta, se si tiene conto di quanto sia complesso il fenomeno della migrazione. I movimenti degli uccelli dipendono dalla morfologia del terreno, dal tempo meteorologico, dalle condizioni del vento, dagli habitat incontrati e dalla disponibilità di cibo nelle aree di sosta (Kerlinger & Moore, 1989; Lövei, 1989; Alerstam & Lindström, 1990). In particolare, in corrispondenza di barriere geografiche come ad esempio le catene montuose i migratori tendono a concentrarsi in cosiddetti "colli di bottiglia", dove il verificarsi di eventi negativi localizzati può evidentemente avere conseguenze negative su vasta scala (Biber & Salathé, 1991; Yosef et al., 2000).

Nella parte settentrionale del Parco, dove è ubicato l'aeroporto di Malpensa, si incrociano due dei principali tragitti migratori che attraversano la regione: la via parallela alle Prealpi, che in autunno conduce grandi quantitativi di uccelli da E-NE a O-SO, e quella parallela al corso del fiume, diretta da nord a sud al cosiddetto ponte sardo-corso oppure alle regioni peninsulari (Bruderer & Jenni, 1990; Fornasari et al., 2000; Vigorita & Reguzzoni, 2000). I Passeriformi che attraversano la regione ogni autunno durante la migrazione sono stati stimati da Fornasari et al. (2000) in almeno 300.000.000 di individui.

L'informazione che la presenza di Malpensa a causa dell'inquinamento luminoso costituisce un blocco che ostruisce le vie di migrazione per i migratori notturni (Fornasari & Ioele, in questo volume) ha rappresentato un efficace campanello d'allarme: diversi tipi di dati concordano infatti nel definire inadeguata l'area circostante l'aeroporto dal punto di vista del recupero delle riserve per i migratori. Questo rende la "sosta forzata" un rischio per il successo della migrazione e per la sopravvivenza. Considerato che la probabilità per un migratore di terminare il viaggio dipende dal suo status energetico e dalla qualità e quantità degli habitat incontrati (Simons et al., 2000), è possibile che una sosta biologicamente imprevista in un'area inadatta dal punto di vista trofico abbia ripercussioni negative sulle popolazioni migranti (Biber & Salathé, 1991; Yosef et al., 2000).

Per gli individui coinvolti, la conseguenza estrema di un atterraggio forzato in un'area povera di risorse può essere l'inedia e la morte. Per inciso, è anche possibile che gli aerei in transito e il relativo inquinamento acustico siano una delle cause della scarsa efficacia della sosta da parte dei migratori in vicinanza dell'aeroporto. Un effetto di questo tipo è probabilmente causato dagli aerei che decollano e atterrano all'Aeroporto di Locarno, rispetto agli uccelli che sostano nella zona umida delle Bolle di Magadino, nel Canton Ticino (Fornasari 2002, rapporto non pubblicato).

La maggior parte dei migratori a media e lunga distanza ha una massa compresa tra 5 e 30 g ed effettua spostamenti di migliaia di chilometri tra le aree riproduttive e quelle di svernamento; il grasso è il principale carburante utilizzato a questo scopo (Blem, 1990). L'iperfagia adattativa che si verifica nelle aree di sosta distribuite lungo i percorsi seguiti (Berthold, 2001) gioca quindi un ruolo fondamentale per la sopravvivenza dei



migratori e il successo della migrazione (Lindström & Alerstam, 1992; Simons et al., 2000). Se si verifica un evento negativo in punti critici del percorso, in linea teorica è possibile che la persistenza di intere popolazioni sia a rischio. Se i risultati ottenuti possono essere considerati indicativi anche per le specie meno comuni, si deve arguire che è sottoposto a una perturbazione significativa tutto il sistema delle migrazioni nel Parco, che a sua volta rappresenta una parte importante del sistema regionale e, salendo di scala, di quello continentale.

Le linee di intervento per risolvere questo “conflitto” tra uccelli e aerei, o meglio tra uccelli e aeroporto, sembrano peraltro chiare. Da un lato l'effetto attrattivo delle luci può venire diminuito abbassando l'intensità luminosa o ridirigendo le luci delle infrastrutture al suolo. Dall'altro, l'efficacia della sosta, per quanto forzata, può venire aumentata con l'adozione di opportune misure di gestione ambientale. In questo caso particolare, risulta prioritario migliorare la disponibilità di risorse trofiche, utilizzando le informazioni disponibili sulla dieta dei migratori notturni durante la migrazione (Berthold, 2001).



#### ■ Ringraziamenti

Ringraziamo inoltre per le fruttuose, stimolanti discussioni Roberto Lardelli e Diego Rubolini. Nell'analisi dei dati è stato prezioso l'apporto di Elisabetta de Carli. Lia Buvoli ha collaborato alla revisione del manoscritto.

#### ■ Bibliografia

- Alerstam T. Lindström A. 1990 - Optimal Bird Migration. In: Gwinner E. (ed.): Bird Migration. Springer, Heidelberg.
- Bairlein F. 1987 - The migratory strategy of the Garden Warbler: a survey of field and laboratory data. Ringing & Migration, 8: 59-72.
- Bairlein F. 1988 - How do migratory songbirds cross the Sahara? TREE 3:191-4.
- Bairlein F. 1995 - European-African Songbird Migration Network. Manual of Field Methods. Wilhelmshavenn, Germany.
- Berthold P. 1975 - Migration: control and metabolic physiology. Avian Biol. 5: 77-128. Academic Press, New York.
- Berthold P. 1996 - Control of bird migration. Chapman & Hall, London.
- Berthold P. 2001 - Bird Migration: A General Survey. Oxford University Press.
- Bibby C.J. & Green R.E. 1981 - Autumn migration strategies of Reed and Sedge Warblers. Ornis Scandinavica, 12: 1-12.
- Biber J. & Salaté T. 1991 - Threats to migratory birds. ICBP Tch. Publ, 12:17-35.
- Blem C.R. 1990 - Avian energy storage. Current Ornithology, 7: 59-113.
- Blokpoel H. 1976 - Bird hazard to aircraft. Problems and prevention of Bird/Aircraft collisions. Clarke, Irwing & Company Limited, in association with the Canadian Wildlife Service.
- Bruderer B. & Jenni L. 1990 - Migration across the Alps. In: Gwinner, E. (ed.): Bird migration - Springer, Berli, pp. 60-77.
- Csorgo T. & Lövei G. 1988 - Premigratory fattening of the Thrush Nightingale *Luscinia luscinia*, at a stopover site in central Hungary. Proceeding of the 2nd Conference of Hungarian Ornithologic Society (in Hungarian) (in press).
- Ellegren H. & Fransson T. 1992 - Fat loads and estimated flight-ranges in four *Sylvia* species analysed during autumn migration at Gotland, South-East Sweden. Ringing & Migration, 13: 1-12.
- Fornasari L., Bani L., Bottoni L., de Carli E. & Massa R. 2000 - Empirical procedures to identify migratory bird bottlenecks in the Alpine area. The ring, 22: 67-77.
- Fornasari L., Bottoni L., Massa R. 1992 - Atlante degli uccelli svernanti in Lombardia. Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano, pp.378.
- Fransson T. 1998 - A feeding experiment on migratory fuelling in Whitethroats *Sylvia communis*. Animal Behaviour, 55: 153-162.
- Fransson T. & Weber T.P. 1997 - Migratory fuelling in Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) under perceived risk predation. Behavioural Ecology and Sociobiology, 41: 75-80.
- Gregory R.D., Noble D.G., Robinson J.A., Stroud D.A., Campbell L.H., Rehfish M.M., Cranswick P.A., Wilkinson N.I., Crick H.Q.P. & Green R.E. 2002 - The state of UK's birds 2001. The RSPB, BTO, WWT and JNCC, Sandy, UK.
- Guglielmo G.C. Piersma T. & Williams T.D. 2001 - A sport physiological perspective on bird migration: evidence for flight-induced muscle damage. Journal of Experimental Biology, 204:2683-2690.
- Gwinner E. (ed.) 1990 - Bird migration: the physiology and ecophysiology, Springer-Verlag, Berlin.
- Hume I.D. & Biebach H. 1996 - Digestive tract function in the long distance migratory Garden warbler, *Sylvia borin*. J. Comp. Physiol. B. 166: 388-95.
- Jenni L. 1996 - Ecophysiology of energy storage and energy utilization in birds during migration. Habil. Schr., University of Zurich.
- Jenni L. & Jenni-Eiermann S. 1998 - Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. J. Avian Biol. 29: 521-528.
- Kaiser A. 1993 - A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of Songbirds. J. Field Ornithol., 64: 246-255.
- Kaiser A. 1996 - Zugdisposition mitteleuropäischer Kleinvogel: Mauser, Körpermasse, Fettdeposition und Verweildauer. Journal für Ornithologie, 137: 141-179.
- Karasov W.H. & Pinshow B. 1998 - Changes in lean mass and organs of nutrient assimilation in a long-distance Passerine migrant at a springtime stopover site. Physiological Zoology, 71:435-448.
- Kerlinger P. & Moore F.R. 1989 - Atmospheric structure and avian migration. Current Ornithology, 6: 109-142.
- Klaassen M. & Biebach H. 1994 - Energetics of fattening and starvation in the long-distance migratory Garden Warbler, *Sylvia borin*, during the migratory phase. J. Comp. Physiol. B 164: 362-371.
- Klaassen M., Lindstrom A. & Zijlstra R. 1997 - Composition of fuel stores and digestive limitations to fuel deposition rate in the long distance migratory Thrush Nightingale, *Luscinia luscinia*. Physiol. Zool. 70: 125-133.
- Lavée D., Safriel U. N. & Meilijson I. 1991 - For how long do trans-Saharan migrants stop over at an oasis? Ornis Scand. 22: 33-34.
- Leisler B. 1990 - Selection and use of habitat of wintering migrants. In Gwinner E. Bird Migration. Heidelberg, Springer Verlag, Berlin. pp 156-174.
- Leshem Y., Mandelik Y. & Shamoun-Baranes J. (ed) 1999 - Migrating Birds Know No Boundaries. Proceedings of the



- International Seminar on Birds and Flight Safety in the Middle East, Israel, April 25-29.
- Lindström A. 1995 - Stopover ecology of migrant birds: some unsolved questions. *Israel Journal of Zoology*, 41: 407-416.
- Lindström A., Daan S. & Visser G.H. 1994 - The conflict between moult and migratory fat deposition: a photoperiodic experiment with Bluethroats. *Animal Behaviour*, 48: 1173-1181.
- Lindström A. & Kvist A. 1995 - Maximum energy intake rate is proportional to basal metabolic rate in passerine birds. *Proc. R. Soc. London. B* 261: 337-43.
- Lövei G.L. 1989 - Passerine migration between the Palaearctic and Africa. *Current Ornithology*, 6: 1143-174.
- Macchio S., Messineo A., Licheri D. & Spina F. 1999 - Atlante della distribuzione geografica e stagionale degli uccelli inanellati in Italia negli 1980-1994. *Biologia e Conservazione della Fauna*, 103, pp.274.
- Montemaggioli A. 2001 - Airport 2001: uccelli in pista! *Avocetta*, 25: 125.
- Myers J.P., Morrison R.I.G., Antas P.Z., Harrington B.A., Lovejoy T.E., Sallaberry M., Senner S.E. & Tarak A. 1987 - Conservation strategy for migratory species. *Am. Sci.*, 75: 19-26.
- Perrins C.M. & Birkhead T.R. 1983 - *Avian Ecology*. Blackie, Glasgow and London, pp.221.
- Piersma T. 1990 - Pre-migratory "fattening" usually involve more than the deposition of fat alone. *Ring. & Migr.* 11: 113-115.
- Piersma T. 1998 - Phenotypic flexibility during migration: optimization of organ size contingent on the risk and rewards of fueling and flight? *J. Avian Biol.* 29: 511-520.
- Pilastro A. & Spina F. 1997 - Ecological and morphological correlates of residual fat reserves in passerine migrants at their spring arrival in Southern Europe. *J. Avian Biol.* 28: 309-318.
- Richardson W.J. 1990 - Timing of bird migration in relation to weather: updated review. In: Gwinner E. (ed.), *Bird migration: the physiology and ecophysiology*, Springer-Verlag, Berlin, pp 78-101.
- Scebba S., Lövei G. & Caracciolo A. 1985 - Changes in weights and fat reserves of the Garden Warbler *Sylvia borin* and Icterin Warbler *Hippolais icterina* during migration on a Mediterranean island. *Proceeding of the 3rd Conference of Italian Ornithologist (in Italian)* pp. 107-110.
- Schaub M. & Jenni L. 2000a - Body mass of six long-distance migrants passerine species along the autumn migration route. *Journal für Ornithologie*, 141: 441-460.
- Schaub M. & Jenni L. 2000b - Fuel deposition of three passerine bird species along the migration route. *Oecologia*, 122: 306-317.
- Schaub M., Pradel R., Jenni L. & Lebreton D. 2001 - Migrating birds stop over longer than usually thought: an improved capture-recapture analysis. *Ecology*, 83: 852-859.
- Simons T.R., Pearson S.M. & Moore F.R. 2000 - Application of spatial models to the stopover ecology of trans-gulf migrants. *Studies in Avian Ecology*, 20: 4-14.
- Spina F., Massi A., Montemaggioli A. & Baccetti N. 1993 - Spring migration across central mediterranean: general results from the 'Progetto Piccole Isole'. *Die vogelwarte* 37.
- Vigorita V. & Reguzzoni P. 2000 - Relazione annuale sull'inanellamento per lo studio delle migrazioni degli uccelli nella Regione Lombardia. Vol. 24. Regione Lombardia.
- Walsberg G.E. 1990 - Problems inhibiting energetic analyses of migration. In: Gwinner E. (ed.). *Bird migration: The physiology and ecophysiology*. Springer-Verlag, Berlin, pp.413-421.
- Walter H. 1979 - *Eleonora's Falcon. Adaptations to prey and habitat in a social raptor*. University of Chicago Press, Chicago.
- Weber T.P. & Houston A.I. 1997 - Flight costs, flight range and the stopover ecology of migrating birds. *Journal of Animal Ecology*, 66: 297-306.
- Weber T.P. Ens B.J. & Houston A.I. 1998 - Optimal avian migration: a dynamic model of fuel storage and site use. *Evolutionary Ecology*, 12: 377-401.
- Ydenberg R.C., Butler R.W., Lank D.B., Guglielmo C.G., Lemon M. & Wolf N. 2002 - Trade-offs, condition dependence and stopover site selection by migrating sandpipers. *J. Avian Biol.* 33, in press.
- Yosef R., Fornasari L. & Giordano A. 2000 - Soaring migrants and the 1% principle. *The ring*, 22: 79-84.



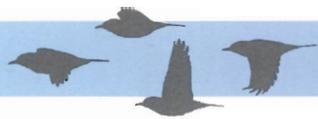
# Ecologia della sosta nel Parco del Ticino. I. Livello di adiposità e portata della migrazione

Elisabetta de Carli<sup>1</sup>,  
Valeria Cambiagli<sup>1</sup>,  
Lorenzo Fornasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faunaviva,  
Via Biringhello, 114  
20017 Rho (MI)

<sup>2</sup> DISAT, Università  
di Milano Bicocca,  
Piazza della Scienza, 1  
20126 Milano





## 1. Premessa

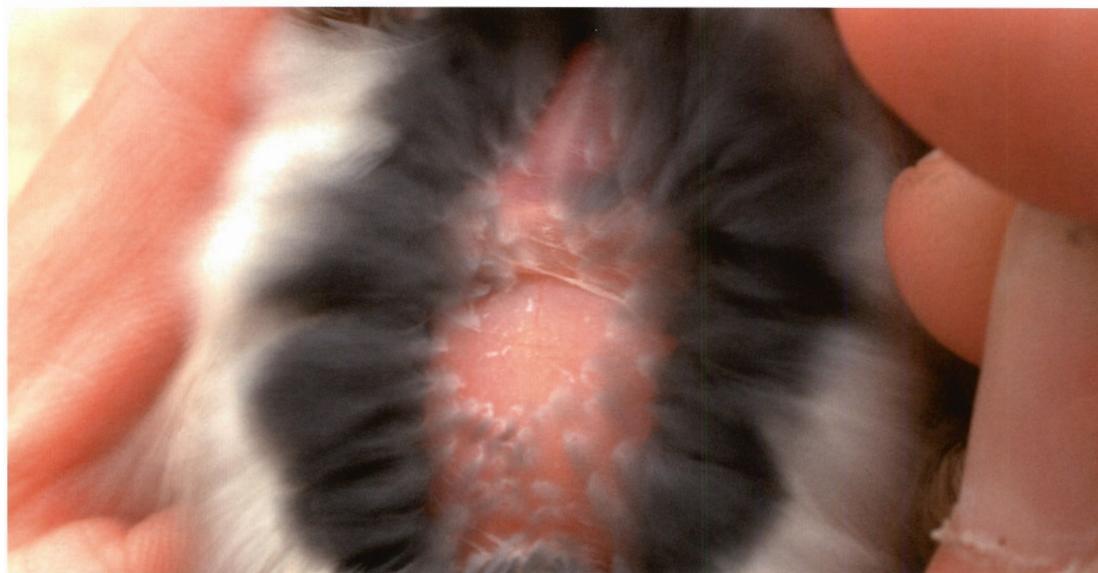
Nella comprensione del ruolo svolto dal Parco del Ticino per i migratori in transito e di un eventuale effetto dovuto alla presenza dell'aerostazione di Malpensa, svolgono un ruolo essenziale alcune misure dello stato fisiologico dei migratori. Alcune di queste sono parte della normale routine delle stazioni di inanellamento, come il peso o la valutazione degli accumuli adiposi (v. Fornasari, 1987). Altre, come la misura della conducibilità elettrica corporea, sono effettuate appositamente per ottenere una maggiore quantità di informazioni.

Che cosa significa, e perché è importante? Il viaggio compiuto con la migrazione è uno sforzo metabolico importantissimo per gli animali che lo compiono. I piccoli Passeriformi che si spostano dall'Europa settentrionale all'Africa compiono un viaggio di diverse migliaia di chilometri, sorprendente per uccelli del peso tra i 7 e i 20 grammi. Il carburante per questo viaggio è il grasso, che viene accumulato dai migratori nei quartieri riproduttivi e in soste, importantissime, compiute in aree strategiche che offrano le risorse alimentari necessarie.

Il concetto di "stato fisiologico" descrive il grado in cui le condizioni fisiologiche di un organismo influenzano la sua *performance* intesa, ad esempio, come produttività, attività, o risposta alle condizioni ambientali. Per definire la "qualità" dello stato fisiologico ci si basa solitamente su alcuni aspetti della composizione corporea, quali i livelli delle scorte di nutrienti (è frequente l'utilizzo di indicatori indiretti di tali livelli). Sono numerosi gli studi pubblicati (riportati in Brown, 1996) che hanno documentato gli effetti dello stato nutrizionale degli uccelli sulla loro *fitness*.

Attività quali la migrazione o la riproduzione possono essere molto costose dal punto di vista nutrizionale. In particolare i migratori devono intraprendere viaggi che spesso si estendono su lunghe distanze attraverso territori nei quali le possibilità di alimentarsi possono essere limitate, mentre le richieste energetiche per il volo sono alte. Dallo stato fisiologico di un individuo può dipendere il momento di partenza della migrazione (Baggot, 1975; Ward & Jones, 1977; Sandberg, 1994) o la probabilità di completare con successo il percorso migratorio (Dick & Pienkowsky, 1979; Smith et al., 1986; Johnson et al., 1989). Nei paragrafi che seguono verranno utilizzati dati raccolti durante l'attività di inanellamento eseguita nel Parco del Ticino tra il 2000 e il 2002 (descritta in Bonazzi et al., in questo volume) per verificare se gli uccelli catturati nel Parco sono potenzialmente in grado di completare i tragitti migratori.

Rilevamento  
dei depositi di grasso  
su una Capinera  
con classe  
di adiosità 6  
(foto di J. Tonetti)



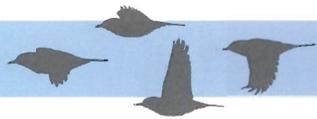


## 2. Metodi di studio dello stato fisiologico

Esistono essenzialmente sette categorie generiche di metodi di studio utilizzati per determinare le condizioni fisiologiche (Tabella 2.1). Tali metodi forniscono differenti misurazioni dello stato nutrizionale e variano nei requisiti e nel grado di accuratezza. Inoltre mostrano livelli variabili di invasività da parte del ricercatore sugli animali studiati. Più della metà degli studi esaminati da Brown (1996) e riportati in tabella impiega l'analisi delle carcasse come metodo primario di indagine. Alcuni metodi richiedono invece solamente una semplice osservazione visiva.

Metodo	Descrizione	Indice	Ripetibile	Richiede ricattura	Richiede calibrazione
Analisi delle carcasse	Determina la composizione corporea attraverso l'omogeneizzazione delle carcasse, essiccazione, estrazione dei lipidi e combustione	Lipidi, proteine, acqua, cenere	No	No	-
Indicatori morfologici	Utilizzano caratteristiche misurate esternamente, come ad esempio il peso corporeo, il peso rapportato alla taglia strutturale, o altri indici dipendenti dalle condizioni	Peso, colore, danneggiamenti, performance	Si	No	No
Determinazione del grasso	Misura il livello di grasso determinando l'abbondanza dei depositi sottocutanei primari nelle regioni addominali e della furcula	Grasso	Si	No	No
Indicatori ematici	Misura delle caratteristiche del sangue dipendenti dalle condizioni, come ad esempio l'ematocrito, conta dei globuli bianchi, glucosio circolante ed altri metaboliti	Diversi indicatori del plasma e cellulari	Si	No	No
Conduttanza	Utilizza la conduttanza di onde sonore o corrente elettromagnetica attraverso il corpo per determinarne la composizione	TOBEC - massa magra e grasso; US - spessore del muscolo pettorale	Si	No	Si
Ptilocronologia	Induce la crescita delle penne e compara le barre di crescita nelle penne indotte ed in quelle originali	Crescita delle penne	Si	Si	No
Profiling	Stima il muscolo pettorale o il livello di grasso attraverso misurazioni strutturali ed il profilo della superficie di petto e addome	Muscolo pettorale o grasso addominale	Si	No	In certi casi

Tabella 2.1 - Caratteristiche dei metodi per determinare le condizioni fisiologiche secondo Brown (1996).



Le metodologie sono spesso considerate meno importanti di quanto non siano i dati; tuttavia la rigerosità dei metodi utilizzati determina la qualità dei dati ottenuti. Le tecniche che richiedono la cattura ed i campionamenti invasivi possono alterare il normale comportamento dell'animale; il sacrificio degli animali da studiare (necessario per l'analisi delle carcasse) preclude qualsiasi ulteriore osservazione dello stesso individuo. Se le popolazioni oggetto di studio sono minacciate o in pericolo d'estinzione, inoltre, i ricercatori sono limitati nella scelta dei metodi che possono venire utilizzati. La maggior parte dei metodi indiretti richiedono assunzioni che, se violate, possono influenzare le conclusioni che vengono prese da un particolare *set* di dati.

Terza remigante  
di un Lucherino  
(foto di P. Bonazzi)



## 2.1 Analisi delle carcasse

L'analisi delle carcasse fornisce solitamente una misurazione delle riserve di nutrienti, tra cui il grasso, le proteine e i depositi di sali minerali nel corpo. Benché i risultati ottenuti con l'analisi delle carcasse possano avere complessità differente, tutte le metodologie applicative di tale metodo richiedono l'uccisione dell'animale ed un complesso trattamento di ogni individuo. Mentre i valori di proteine, grasso, lipidi, acqua, sali minerali di un individuo possono tutti essere ottenuti mediante l'analisi delle carcasse, l'ammontare delle informazioni dipende dal grado di investimento nei procedimenti. Alcune procedure forniscono solo semplici indici dei livelli di nutrienti, altre forniscono invece valori più precisi di grasso, proteine e minerali.

I valori ottenuti nell'esame delle proteine, del grasso e dei minerali possono venire corretti per la taglia dell'individuo, dividendo il peso per una variabile morfometrica, come ad esempio la lunghezza dell'ala o del tarso, o per una combinazione di indicatori delle dimensioni (Bailey, 1985; Gauthier & Bedard, 1985).

Processi più complessi permettono anche di misurare i livelli dei nutrienti nell'intero corpo dell'animale. In alcune circostanze le carcasse sono invece ripartite a livello dei tessuti (per esempio, i principali gruppi muscolari, poi cuore, stomaco, fegato, ecc.) e questi analizzati separatamente (Piersma et al., 1996). Metodi che richiedono procedimenti più complessi possono richiedere anche procedure statistiche più complicate, per includere le variabili morfometriche e correggere le variazioni nelle dimensioni delle riserve dovute alle variazioni di taglia degli individui (Afton & Ankney, 1991; Esler & Grand, 1994).



Poiché l'analisi delle carcasse fornisce le informazioni più complete circa la composizione corporea, questo metodo è spesso visto come lo standard al quale devono essere comparati tutti gli altri metodi impiegati per determinare le condizioni fisiologiche. Nessun'altra singola tecnica può stimare il ruolo di numerose riserve di nutrienti, incluse le riserve minerali, che sono le più difficili da stimare (Ankney & Alisauskas, 1991). Dati così precisi sulla composizione corporea sono ottenuti a costo di rinunciare a successive analisi dello stesso individuo. Ne consegue che questo metodo non è appropriato per studi nei quali lo stesso individuo debba essere esaminato più di una volta, ad esempio per determinare le conseguenze di un particolare stato nutrizionale sulla riproducibilità o sulle capacità di sopravvivenza. Inoltre è improbabile che possa rivelarsi utile in studi su specie rare o minacciate (Walsberg, 1988).

## 2.2 Gli indicatori morfologici

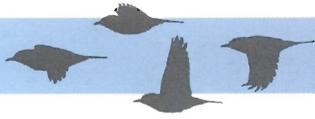
Nella categoria degli indicatori morfologici si includono tutti i metodi impiegati per determinare le condizioni fisiologiche attraverso il quadro composito dell'aspetto esteriore di un animale.

### 2.2.1 Peso e peso corretto per la taglia strutturale

Il peso corporeo è spesso utilizzato come indice delle condizioni, in quanto fornisce un valore di tutti i nutrienti corporei univoco e facilmente ottenibile senza dover ricorrere a campionamenti invasivi. Il peso corporeo varia durante l'anno come risultato delle differenti richieste fisiologiche rivolte all'organismo, ad esempio attraverso l'aumento o la diminuzione delle riserve di grasso durante la migrazione o nel periodo riproduttivo. Si assume solitamente che la maggior parte dei cambiamenti del peso corporeo riflettano dei cambiamenti nel livello di grasso, ipotesi supportata da numerosi studi (Slagsvold, 1982; McEwan & Whitehead, 1984; Blem, 1990). Se si utilizza un campionamento puntiforme, il peso corporeo fornisce un indice generico della condizione attuale dell'individuo; se uno stesso individuo viene pesato più volte nel tempo, il peso corporeo può essere un adeguato strumento per indicare come la passata *performance* di quel soggetto sia correlata alle sue condizioni fisiologiche attuali.

Per avere un miglior indice della condizione, il peso corporeo andrebbe correlato alla taglia dell'individuo (questa è indipendente dalle variazioni delle riserve dei nutrienti). Comunemente vengono calcolati dei rapporti in cui il peso corporeo dell'animale è diviso per la lunghezza dell'ala (Owen & Cook, 1977; Dofour & Weatherhead, 1991), per la lunghezza della coda (Slagsvold, 1982; Conway et al., 1994), per la lunghezza del tarso (Matthysen, 1989; Moreno, 1989) o per la lunghezza del becco (Slagsvold, 1982; Gatti, 1983). In questo particolare contesto, variabili meno plastiche (come ad esempio le caratteristiche dello scheletro) sono da preferirsi rispetto alla lunghezza dell'ala perché quest'ultima può cambiare con la muta e l'usura. In generale, ci si aspetta che i risultati ottenuti mediante tali correzioni siano in grado di mostrare le differenze nella porzione della massa costituita dai lipidi tra differenti individui.

Per fornire una maggiore precisione nelle stime della condizione basate sul peso corporeo sono stati impiegati modelli più complessi a regressione multipla (Castro & Myers, 1990; Conway et al., 1994; van der Meer & Piersma, 1994). Le stime delle condizioni fatte basandosi sulle dimensioni corporee possono talvolta essere imprecise perché vengono violate le assunzioni richieste dai vari metodi. Quando si rapporta la taglia corporea a misure strutturali, si assume che la variazione dovuta alla taglia corporea venga eliminata da questa trasformazione. Tuttavia, le analisi di questi rapporti possono spesso condurre a risultati ingannevoli se l'indicatore strutturale considerato non varia isometricamente con la taglia corporea stessa (Blem, 1984; Packard & Boardman, 1987). Piersma (1984) suggerisce che gli indicatori di taglia strutturale debbano essere tridimensionali (ad esempio, devono essere rappresentati in scala volumetrica) e ben correlati con la massa di individui privi di riserve di nutrienti.



### 2.2.2 Caratteri dipendenti dalla condizione fisiologica

I tratti morfologici e comportamentali che variano con lo stato di salute generale possono essere utilizzati come indicatori di “buoni geni” in quanto forniscono un collegamento diretto tra il grado di espressione del tratto stesso e la condizione fisiologica (Hamilton & Zuk, 1982; Kodric-Brown & Brown, 1984). Si può ritenere che individui che mostrano una grande espressione di tratti costosi dal punto di vista energetico, come ad esempio la pigmentazione o il *display* visuale, siano quelli nelle migliori condizioni. Questi caratteri possono essere valutati da osservatori, talvolta senza nemmeno dover ricorrere alla cattura o a qualsiasi forma di disturbo dell'animale, e comparati tra individui diversi o tra momenti diversi per lo stesso individuo, per stimarne le condizioni relative.

Diversi studi si sono occupati dei tratti dipendenti dalle condizioni fisiologiche correlate a loro volta con la disponibilità di risorse, come ad esempio la pigmentazione dei carotenoidi nelle penne di Ciuffolotto scarlatto messicano *Carpodachus mexicanus* (Hill, 1990). Si producono modelli di colorazione più intensi solamente quando gli individui raggiungono delle quantità “critiche” di nutrienti chiave che possono essere ottenuti solo da fonti esogene. Si ritiene anche che i *display* visuali, come ad esempio il voli ad U del maschio di Albanella reale *Circus cyaneus* (Simmons, 1988), siano indicatori realistici della condizione del maschio, in quanto sono strettamente legati all'abbondanza di cibo nel territorio, e quindi alla porzione di cibo che si può prevedere che il maschio sia in grado di fornire alla partner. Sebbene si sia fin qui assunto che i tratti che sono un'espressione attendibile ed accurata delle condizioni siano utili indicatori morfologici che non richiedono misurazioni invasive, il loro impiego si basa comunque su delle importanti assunzioni. In particolare, può essere importante calibrare i livelli di colore o i *display* con altre stime di condizione, per verificare se siano o meno degli indicatori realistici. Deve anche essere considerato il contesto temporale dei caratteri dipendenti dalla condizione; in questo modo, indici basati sulla pigmentazione dei carotenoidi sono probabilmente buoni indicatori della condizione passata o di eventi passati, mentre si può ritenere che le informazioni ottenute dal *display* siano utili indicatori della condizione “attuale” dell'animale.

### 2.2.3 Asimmetria fluttuante

L'asimmetria si verifica quando si manifestano piccole deviazioni dalla perfetta simmetria morfologica dovute ad un differente sviluppo di una struttura che, se si formasse perfettamente, mostrerebbe simmetria bilaterale (Van Valen, 1962; Swaddle & Witter, 1994). Anche l'asimmetria è un carattere variabile ed è per questo che si parla di asimmetria fluttuante. Gli studi di questo tipo solitamente misurano le variazioni nell'asimmetria di un certo tratto, che potrebbe essere ad esempio la lunghezza delle timoniere, misurato come la differenza delle dimensioni del carattere oggetto di studio sul lato sinistro rispetto alle sue dimensioni sul lato destro. L'asimmetria misurata fornisce una misura delle condizioni passate dell'individuo, relativamente al periodo della sua vita durante il quale si è sviluppato o è stato acquisito il tratto che viene misurato. L'aumento dei livelli di asimmetria fluttuante in una popolazione è stato associato in numerose specie sia a fattori di stress di carattere genetico sia a cause di stress ambientale, come ad esempio riduzioni nella disponibilità di risorse alimentari durante la fase di accrescimento (Parsons, 1990; Swaddle & Witter, 1994). Nillson (1994) ha ad esempio osservato, in un esperimento sul Picchio muratore *Sitta europaea* circa gli effetti dello stress nutrizionale, che le penne indotte (sviluppatte d'inverno) mostravano un'asimmetria maggiore di quelle cresciute durante la normale muta estiva. La disponibilità di cibo è maggiore in estate che in inverno, quindi Nillson è giunto alla conclusione che l'asimmetria del piumaggio sia correlata allo status nutrizionale.

L'applicazione dell'asimmetria fluttuante come indice delle condizioni trae origine principalmente da studi sulla selezione sessuale (Watson & Thornhill, 1994). Si è visto che i livelli di asimmetria sono negativamente correlati alle più comuni misure delle condizioni, quale potrebbe essere ad esempio la determinazione del grasso (Swaddle & Witter,



1994). Vi sono potenziali vantaggi derivanti dall'impiego dell'asimmetria fluttuante come misura delle condizioni: si tratta di un indicatore a basso costo non invasivo, ed inoltre è l'unico tra i metodi utilizzabili per il quale lo stato di condizioni ottimali di un individuo (una perfetta simmetria bilaterale) sia noto (Møller & Pomiankowski, 1993). Tuttavia l'asimmetria fluttuante può al tempo stesso essere difficile da misurare, e l'accuratezza può dipendere da fattori quali le dimensioni assolute del tratto (Møller, 1990). Analisi statistiche di asimmetria fluttuante sono fortemente dipendenti dal grado di errore di misurazione del tratto, e l'analisi può richiedere che vengano applicate procedure non parametriche (Palmer & Strobeck, 1986; Swaddle et al., 1994).



Misurazione delle penne remiganti di un Fringuello (foto di P. Bonazzi)

Poiché i percorsi evolutivi su entrambi i lati di un carattere bilaterale sono identici, l'asimmetria risultante è la conseguenza di disturbi locali e casuali della morfogenesi, che derivano da cambiamenti a livello dello sviluppo cellulare interno o da differenze nell'ambiente esterno. L'espressione di asimmetria individuale in una popolazione che mostra asimmetria fluttuante fornisce una misura di quanto bene esso sappia portare avanti il proprio sviluppo tamponando le cause di stress genetiche ed ambientali che si verificano durante la morfogenesi. L'asimmetria fluttuante è sensibile ai fattori dell'ambiente esterno, quindi le sue variazioni sono con alta probabilità da correlare a differenze nelle condizioni ambientali. Le popolazioni che si sviluppano sotto le condizioni più avverse esibiranno i più alti livelli di asimmetria fluttuante. Quindi l'asimmetria fluttuante può essere usata come tecnica di biomonitoraggio della qualità degli habitat (Valentine et al., 1973; Leary & Allnedorf, 1989; Clarke, 1993; Freeman et al., 1995).

### 2.3 Determinazione del grasso

La determinazione del grasso è la stima del livello di grasso ottenuta osservando il colore e l'abbondanza dei principali depositi di grasso subcutaneo nella depressione interclavicolare (furcula) e/o nell'addome. Questa tecnica è stata descritta nel dettaglio per la prima volta da McCabe (1943). Comunque, già nelle sue iniziali applicazioni, McCabe ha subito puntualizzato che "non ha una precisa misura del grado di adiposità, e non si può immaginare alcuna applicazione nel lavoro di campo." Questo semplice avvertimento è riecheggiato in successive valutazioni dell'accuratezza della determinazione del grasso (Krementz & Pendleton, 1990; Rogers, 1991).

La maggior parte delle scale di determinazione del grasso sono state sviluppate per essere impiegate sui Passeriformi. Due vantaggi di questa tecnica sono che non richiede che venga ucciso l'individuo in esame ed è relativamente facile da applicare sul campo per un osservatore allenato senza dover ricorrere ad equipaggiamenti particolari. Sebbene la determinazione del grasso sia utile per avere un'indicazione qualitativa circa il grasso visibile, è necessario dimostrare che tale grasso visibile fornisca una indicazione accurata del grasso corporeo totale (Figura 2.1). Alcuni studi si sono occupati di calibrare la correlazione tra determinazione del grasso e massa lipidica totale (Rogers, 1987; Krementz & Pendleton, 1990; Rogers, 1991; Kaiser, 1993; Conway et al., 1994). L'analisi delle carcasse ha dimostrato che la proporzione della variabilità della massa lipidica ottenuta con la determinazione visiva del grasso variava da un valore minimo di 0,19 (Krementz & Pendleton, 1990) ad un massimo di 0,66 (Kaiser, 1993). L'adeguatezza di questo metodo per ottenere valide stime del grasso totale varia da specie a specie: per esempio, Krementz &



Pendleton (1990) hanno trovato che il coefficiente di determinazione per una regressione con specie miste era inferiore al coefficiente ottenuto da una regressione per una specie singola. Kaiser (1993), utilizzando metodi differenti, ha dimostrato anche che una specie con un basso range di valori di grasso (Migliarino di palude *Emberiza schoeniculus*) hanno un coefficiente di determinazione più basso di una specie con un range più ampio (Beccafico *Sylvia borin*). La determinazione del grasso può inoltre essere combinata in modelli di regressione con la massa corporea o con altri indicatori morfologici di modo da ottenere dei migliori indicatori delle condizioni fisiologiche (van der Meer & Piersma, 1994). Il trattamento quantitativo dei dati ottenuti dalla determinazione visiva del grasso sottocutaneo è stato descritto per primo da Hailman (1965; 1969). La determinazione del grasso può rappresentare delle valutazioni categoriche che non possono essere riportate negli intervalli di una scala, cioè la transizione uniforme da un livello a quello successivo, ad esempio da 1 a 2, potrebbe non essere identica a quella tra altri due livelli successivi, ad esempio tra 4 e 5. Inoltre, la distribuzione dei dati ottenuti dalla determinazione del grasso di solito non è nota, cosa che preclude l'analisi dell'assunzione di normalità richiesta da un test parametrico e richiede quindi l'utilizzo di test non parametrici. Diversi autori hanno sottolineato la fondamentale importanza di avere rilevatori molto ben allenati per poter fare controlli della variabilità inter-osservatori (Krementz & Pendleton, 1990; Rogers, 1991; Kaiser, 1993). Kaiser (1993) ha asserito che anche delle scale dei livelli di grasso complicate possono essere imparate con relativa facilità in appena uno o due giorni di lavoro con l'esame approssimativamente di 100 individui. Tuttavia è dimostrato che può sussistere una certa variabilità anche tra le osservazioni di rilevatori esperti (Krementz & Pendleton, 1990; Rogers, 1991).

## 2.4 Indicatori ematici

L'impiego di indicatori ematici per misurare le condizioni fisiologiche è una tecnica indiretta, principalmente in quanto il sangue non è un tessuto che immagazzina i nutrienti, ma agisce come mezzo di mobilitazione e trasporto. Tuttavia, numerosi autori asseriscono che l'analisi ematica fornisca un'indicazione della risposta fisiologica di un organismo al suo ambiente (Atwal et al., 1964; Bradley & Threlfall, 1974) e che la composizione del sangue è fortemente correlata alle condizioni di salute (Kronfeld & Medway, 1969; Gavett & Wakeley, 1986). Il sangue viene prelevato dalla vena brachiale, spesso per controllare l'eventuale presenza di parassiti (Vehrencamp et al., 1989) o per analisi del DNA (Rabenhold et al., 1991). Il campionamento del sangue è quindi una procedura per valutare le condizioni fisiologiche sufficientemente testata, e relativamente non invasiva.

Dalle caratteristiche del sangue è possibile ottenere, in maniera relativamente rapida, una vasta gamma di misurazioni dello stato nutrizionale, di modo da risalire, in maniera indiretta, alle condizioni dell'animale. È evidente che il sangue può essere un buon indicatore dello stato fisiologico a breve termine, piuttosto che a lungo termine. Il plasma trasporta i nutrienti appena assimilati e quelli che vengono portati ai tessuti, e fornisce un indice dello stato nutrizionale acuto (Mertz, 1975). Ne consegue che l'analisi ematica può dare dei buoni risultati con individui nei quali la performance sia influenzata da rapidi cambiamenti delle condizioni (Jenni-Eiermann & Jenni, 1994). In alcune circostanze, gli indicatori ematici possono essere influenzati dal tempo o da una recente ingestione di cibo. Una complicazione è data dal fatto che gli individui possono avere una concentrazione quasi normale dei nutrienti nel plasma, anche in condizioni di estremo impoverimento delle riserve, in quanto le concentrazioni di alcuni nutrienti nel plasma sono strettamente controllate dall'organismo.

I componenti cellulari del sangue frequentemente analizzati includono gli eritrociti, che sono in primo luogo responsabili del trasporto dei gas presenti nel sangue da e verso i tessuti, e i leucociti, che rispondono agli effetti di malattie e stress. I livelli di queste componenti cellulari sono di solito misurati mediante la centrifugazione di



campioni di sangue per ottenere un volume compatto di cellule (ematocrito) oppure tramite diluizione del sangue e conta cellulare (Sturkie & Griminger, 1986). L'ematocrito riflette il volume e la produzione degli eritrociti, ed è un importante indicatore dell'anabolismo (Nelsen & Brandl, 1988).

I livelli dei leucociti sono misurabili più facilmente attraverso la diluizione e la conta cellulare in quanto nel sangue sono meno abbondanti degli eritrociti. Si ritiene che un'elevata conta di leucociti sia un indice di condizioni peggiori, fondamentalmente per l'associazione tra queste cellule e le condizioni di malattia o stress (Sturkie & Griminger, 1986).

Il plasma contiene nutrienti prodotti mediante sintesi, ottenuti dalle sostanze ingerite, o mobilizzati dai tessuti corporei (Sturkie & Griminger, 1986). La maggior parte degli studi volti a valutare le condizioni a partire dai metaboliti presenti nel plasma misurano diversi componenti, di modo da ottenere un profilo più completo della composizione del sangue di ogni individuo (Gavett & Wakeley, 1986; Rattner et al., 1987; Jenni-Eiermann & Jenni, 1994). Dal plasma si possono misurare diversi nutrienti, ad esempio lipidi, proteine e carboidrati. Il livello di glucosio nel sangue è il più comune indicatore dello stato dei carboidrati (Rattner et al., 1987; Nelsen & Brandl, 1988), ma il tasso glicemico può variare durante il giorno e dopo l'ingestione di cibo (Hazelwood, 1986).

I lipidi nel plasma comprendono sia i trigliceridi e gli acidi grassi (Jenni-Eiermann & Jenni, 1994), sia molecole più complesse, come il colesterolo (Gavett & Wakeley, 1986). Si è visto che variazioni nei livelli di questi indicatori corrispondono a variazioni della massa corporea (Jenni-Eiermann & Jenni, 1994) e della qualità del cibo (Gavett & Wakeley, 1986).

## 2.5 Conduttanza

I due principali metodi per ottenere delle stime delle condizioni utilizzando la conduttanza hanno diverse caratteristiche in comune. Innanzitutto utilizzano entrambe il principio della trasmissione (in un caso di una corrente elettromagnetica, nell'altro di onde sonore) attraverso i tessuti dell'animale per ottenere un valore che è correlato alla massa magra, alla massa lipidica e/o allo spessore dello strato muscolare. Entrambe le misurazioni richiedono l'utilizzo di complessi strumenti specializzati che sono stati adattati all'uso sia negli ospedali che nell'industria della carne (Sears, 1988; Walsberg, 1988). Queste tecniche sono ambedue non invasive, sebbene possano richiedere una calibrazione mediante analisi delle carcasce.

### 2.5.1 Conducibilità elettrica corporea totale (*Total Body Electrical Conductivity - TOBEC*)

L'uso della conduttività elettrica corporea totale come indicatore della composizione corporea si basa sul comportamento di un campo magnetico quando si registra la presenza di ioni in un tessuto idratato (Presta et al., 1983). La tecnica richiede che l'animale venga sistemato in una camera circondata da un solenoide, connesso ad un sistema computerizzato che misura la relazione di fase del voltaggio e della corrente dovuta alla presenza del corpo dell'animale. Questo metodo è utile soprattutto per misurare la conduttanza dei tessuti magri, i quali hanno una conducibilità più alta di quelli grassi (Walsberg, 1988). Il rapporto è di circa 20:1, quindi il valore ottenuto è connesso principalmente proprio alla massa magra, oltre che al contenuto corporeo di acqua. La grandezza che si misura è il cambiamento indotto nel campo magnetico, vale a dire l'assorbimento di energia da parte del corpo contenuto nella camera di misurazione; l'indice numerico visualizzato (dipendente anche da costanti proprie del circuito elettrico) è proporzionale a questo cambiamento. Le misurazioni di conduttanza su un organismo vivente richiedono che si facciano diverse ripetizioni delle misure per calcolare la conduttanza media. Esistono limitazioni ovvie al-



l'utilizzo del TOBEC in un lavoro di campo: il *range* delle taglie corporee degli animali ai quali si può applicare questa tecnica è limitato, con un limite massimo determinato dalle dimensioni della camera dello strumento. E' controversa la valutazione della presenza dell'anello sull'individuo misurato: due studi sono giunti alla conclusione che la presenza di anelli metallici non causa alcuna interferenza con le letture (Castro et al., 1990; Roby, 1991), altri hanno invece mostrato che sottoponendo a TOBEC un animale già inanellato si ha un aumento dell'errore di circa il 10% (Skagen et al., 1993), e l'effetto può aumentare o diminuire a seconda delle dimensioni dell'anello e ovviamente dell'animale (Scott et al., 1991).

Altri tre fattori (il livello di idratazione, la temperatura corporea, e la posizione dell'animale nella camera) possono causare delle variazioni nelle letture del TOBEC. La massa magra stimata dipende dallo stato di idratazione dell'animale, animali più disidratati danno dei valori più alti della norma (Walsberg, 1988; Roby, 1991). È quindi consigliabile trattare con cautela i valori di animali che potrebbero aver compiuto lunghi voli o aver subito recentemente uno stress (Roby, 1991). Come già detto sopra, la conducibilità risente anche della temperatura corporea (Walsberg, 1988; Castro et al., 1990; Roby, 1991; Scott et al., 1991). In uno studio effettuato su alcune specie di uccelli marini, l'indice del TOBEC cambiava approssimativamente di circa l'1.5% per ogni cambiamento di 1°C della temperatura corporea (Scott et al., 1991). La posizione dell'individuo nella camera è un altro fattore che causa delle deviazioni nella lettura dei valori di conducibilità (Walsberg, 1988; Castro et al., 1990; Roby, 1991); questo effetto può essere ridotto maneggiando in maniera appropriata il soggetto e standardizzando la sua posizione nella camera prima di effettuare la misurazione.

Anche l'analisi statistica dei dati ottenuti con il TOBEC è una questione molto dibattuta. Il procedimento standard per la stima delle condizioni consiste nello sviluppare delle equazioni per valutare la massa magra e la massa grassa a partire dalle letture del TOBEC. Numerosi sono i modelli sviluppati per interpretare le misure ottenute per mezzo del TOBEC e verificarne la reale attendibilità (Skagen et al., 1993; Conway et al., 1994; Spengler et al., 1995). L'inserimento delle misure del TOBEC per la valutazione dei livelli di massa magra e massa grassa in modelli di regressione multipla che includano anche stimatori della massa corporea totale sembra, nella maggior parte dei casi, incrementare l'accuratezza della stima dei due parametri (Skagen et al., 1993).

### 2.5.2 Conduttanza ultrasonica

A differenza del TOBEC, che misura la conduttanza dell'intero animale, la tecnica degli ultrasuoni si avvale delle onde sonore attraverso specifici tessuti, principalmente grandi masse muscolari, come ad esempio i muscoli pettorali.

La massa muscolare pettorale è comunemente usata come indicatore delle riserve proteiche (Evans & Smith, 1975). Il metodo "*pulse-echo*" stima lo spessore della fascia muscolare pettorale facendo passare un impulso sonoro attraverso il tessuto muscolare e registrando il tempo necessario affinché l'impulso sia riflesso dalla placca ossea dello sterno (Sears, 1988).

I dati sono ottenuti con un ultrasonometro (*ultrasonic meter*) portatile e possono venire calibrati con l'analisi delle carcasse, inserendo uno spillo nel muscolo per verificarne lo spessore reale (Newton, 1993; Sears, 1988).

La correlazione tra le misure effettuate e lo spessore del muscolo si è rivelata molto elevata (Newton, 1993); inoltre esiste elevata relazione curvilinea tra lo spessore del muscolo e la massa magra secca dell'intero muscolo pettorale (Sears, 1988). La conducibilità ultrasonica è stata usata principalmente per ovviare alle difficoltà riscontrate nel determinare le condizioni fisiologiche con altri mezzi. Tuttavia la quantità di informazioni che si possono ottenere con questa tecnica è limitata alla condizione delle riserve proteiche, mentre al contrario col TOBEC o con l'analisi delle carcasse si può ottenere una più ampia gamma di informazioni.



Strumento di rilevamento della conduttività elettrica corporea-tobec (foto di P. Bonazzi)

## 2.6 Ptilocronologia

La ptilocronologia, che misura la crescita giornaliera delle penne, è stata proposta ed applicata per la prima volta da Grubb (1989). È una tecnica che ha un ampio range applicativo e diversi studi hanno focalizzato la loro attenzione sull'interazione tra dieta e condizioni nutrizionali (Grubb, 1989; Grubb et al., 1991).

Obiettivo della ptilocronologia è la valutazione del metabolismo indotto, misurando le caratteristiche delle penne che l'uccello produce per rimpiazzarne altre rimosse intenzionalmente dal ricercatore. Fin dalla sua introduzione, questo metodo è stato applicato frequentemente, in virtù della sua facilità, basso costo e relativa non-invasività. Tecnicamente, la ptilocronologia misura la larghezza delle caratteristiche bande di crescita delle penne come indice della condizione. Le barre di crescita sono presenti sulla penna perpendicolarmente alla lunghezza e sono facilmente riconoscibili in quanto è presente un'alternanza, secondo un modello predefinito, di bande chiare ad altre scure (Wood, 1950); si ritiene che ogni coppia di bande indichi una crescita della penna di 24 ore (Michener & Michener, 1938). Questo metodo si basa sull'assunzione che una riduzione nella larghezza delle barre di crescita rifletta un periodo di malnutrizione (Grubb et al., 1991; Hogstad, 1992) e che ogni cambiamento nello stato nutrizionale di un individuo registri anche dei cambiamenti concomitanti nell'indice delle barre di crescita. Nella prima applicazione della ptilocronologia (Grubb, 1989) questa tecnica veniva paragonata all'uso degli anelli di crescita degli alberi. Le barre di crescita sono più facilmente osservabili nelle timoniere e, in modo meno evidente, nelle altre penne collegate al volo (remiganti). Gli indici delle barre di crescita possono essere usati come una sorta di registro del passato stato nutrizionale di un animale durante il periodo nel quale è cresciuta la penna indotta, piuttosto che fare da indice per la presente o futura condizione dell'individuo. Sebbene questo metodo non richieda calibrazione, è invece necessario che gli individui siano catturati almeno due volte per poter comparare la penna originale e quella indotta. Assunzione basilare è che esista una correlazione tra i cambiamenti nello stato nutrizionale e la variazione della larghezza delle barre di crescita (Murphy & King, 1991).



## 2.7 Profiling

Si tratta di una determinazione visiva delle condizioni effettuata con una stima o una misurazione del profilo corporeo, basata sul fatto che molti nutrienti (grasso, proteine) sono immagazzinati in specifici punti del corpo. I profili usati sono l'addominale e il pettorale. Il profilo addominale stima le riserve energetiche (grasso) valutando la rotondità della regione del corpo che va dalle zampe alla coda. Benché sviluppata all'inizio come una scala a quattro categorie, corrispondenti ad un *range* che va da un profilo diritto ad uno altamente arrotondato è stata poi proposta una scala più dettagliata di modo da poter individuare livelli intermedi tra i due estremi (Van Eerden et al., 1991; Wiersma & Piersma, 1995). Il profilo addominale può essere misurato senza maneggiare o disturbare l'uccello, purché l'osservatore stia attento alla postura dell'animale, cosa che influenza anche di molto il suo profilo (Owen, 1981). I profili sono ben correlati con alcuni indici morfologici di condizione, come ad esempio la massa rapportata alla taglia strutturale (Bowler, 1994), e hanno un certo grado di fluttuazione in virtù del cambiamento delle condizioni ambientali (Owen, 1981). Queste relazioni sono state prese come prove a supporto dell'uso del profilo addominale in studi empirici. Il profilo pettorale è usato per determinare le riserve proteiche basandosi sulla taglia e pienezza del muscolo pettorale (Geller & Temple, 1983; Bolton et al., 1991). Sebbene più di uno studio abbia dimostrato che i profili vengono alterati solo in piccola parte dai depositi lipidici nei muscoli (Bolton et al., 1991), le stime possono in parte venire falsate nei migratori o negli uccelli acquatici, che possono avere delle riserve di grassi sottocutanee relativamente spesse (deVries & van Eerden, 1995). Il profilo pettorale fornisce anche stime della massa muscolare che per accuratezza sono simili ai valori ottenuti mediante la tecnica degli ultrasuoni (Sears, 1988; Newton, 1993), dimostrandosi quindi una valida alternativa a più basso costo. L'accuratezza del *profiling* è comunque maggiore quando si comparano gruppi di animali (10-15 individui), piuttosto che in valutazioni sui singoli individui, e questo limita le tipologie di studi nei quali può essere impiegata questa tecnica. Il profilo del muscolo pettorale può anche essere misurato con semplici scale a punteggio come quella proposta da Bairlein (1995). Tanto il *profiling* addominale quanto quello pettorale forniscono dei valori qualitativi, il cui *range* di variazione è suddiviso in intervalli che non necessariamente corrispondono a variazioni lineari nella variabile (grasso, proteine) di cui sono indice. Ne risulta che le analisi del profilo richiedono procedure statistiche non parametriche per valutare le differenze tra gli individui. Andrebbe considerata anche la correlazione inter-osservatore dei dati di profilo, che per i dati di grasso è una comune causa di variabilità (Krementz & Pendleton, 1990).



### 3. Valutazione dello stato fisiologico dei migratori nel Parco del Ticino

La valutazione dello stato fisiologico e delle distanze potenzialmente percorribili dai migratori che attraversano l'area del Parco del Ticino è stata condotta su cinque specie di migratori notturni. Tra queste, due (Lui grosso *Phylloscopus trochilus* e Balia nera *Ficedula hypoleuca*) sono migratori su lunga distanza che svernano nelle aree a sud del Sahara e tre (Pettiroso *Erithacus rubecula*, Capinera *Sylvia atricapilla* e Lui piccolo *Phylloscopus collybita*) sono migratori su media distanza.

Poiché la capacità di affrontare lunghi tragitti migratori è in relazione al generale stato fisiologico degli individui e in particolare alla quantità di grasso accumulato, si è reso necessario stimare nel modo più corretto possibile la quantità di lipidi presenti negli individui catturati durante la sosta nell'area del Parco. Per potere individuare il rapporto tra massa magra e grasso all'interno degli individui senza doverli sacrificare è stato utilizzato direttamente sul campo un TOBEC. Questi dati sono poi stati correlati con il peso e il punteggio di adiposità ottenuti sui singoli individui nel corso della procedura di inanellamento (Bonazzi et al., in questo volume). Per evitare la possibile influenza dell'anello sulle misurazioni effettuate dallo strumento, gli uccelli sono stati inanellati solo dopo il rilievo della conduttanza.

La scelta delle specie da sottoporre ad analisi è stata effettuata prendendo in considerazione le specie maggiormente catturate e le dimensioni corporee degli individui. Infatti la dimensione della camera in cui gli uccelli vengono introdotti per la misurazione (con diametro di 35 mm) costituisce un ovvio limite superiore, che ha impedito di ampliare il campione a specie di taglia maggiore.

Le analisi sono state condotte sia durante la stagione primaverile (negli anni 2001 e 2002) sia durante quella autunnale (negli anni 2000 e 2001). Il numero degli individui sottoposti ad analisi è illustrato in Tabella 3.1.

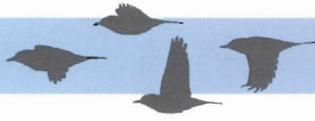
Specie	Primavera	Autunno
Pettiroso <i>Erithacus rubecula</i>	43	19
Capinera <i>Sylvia atricapilla</i>	359	77
Lui grosso <i>Phylloscopus trochilus</i>	8	22
Lui piccolo <i>Phylloscopus collybita</i>	24	101
Balia nera <i>Ficedula hypoleuca</i>	-	26

Tabella 3.1 - Numero di individui sottoposti ad analisi dello stato fisiologico.

La routine ha previsto per i diversi soggetti sottoposti a misurazione l'esecuzione di misure multiple (cinque). Per ciascun individuo si sono quindi individuate due stime della conduttanza: 1) la media dei tre valori centrali escludendo il valore più alto e il più basso dell'indice (T-MED); 2) il valore massimo misurato (T-MAX). Entrambe le stime sono state poi utilizzate nelle procedure statistiche di elaborazione dei dati.

Il TOBEC non dà una stima diretta della massa magra, ma fornisce un numero ad essa proporzionale, che deve venire inserito all'interno di equazioni di regressione. La migliore stima di grasso e massa magra si ottiene utilizzando modelli di regressione multipla che comprendano la massa corporea totale (Skagen et al., 1993), espressa colloquialmente come grammi di peso.

Il modello scelto per l'analisi dei dati è la regressione multipla *stepwise*, in cui ven-



gono inserite più variabili indipendenti contro una unica variabile dipendente, in questo caso il peso. L'applicazione della procedura vede via via l'inclusione nel modello delle variabili che influenzano il peso in maniera statisticamente significativa, e l'eventuale esclusione di variabili meno "esplicative" incluse in precedenza.

Il peso è spesso considerato una valida misura delle condizioni fisiologiche degli individui. Tuttavia la sua utilità nella stima dei livelli di grasso può variare molto sia tra le specie sia tra i singoli individui (Johnson et al. 1985; Blem, 1990). Spesso si associa all'uso del peso l'uso di parametri morfologici, quali la corda massima, per tenere in considerazione le differenze anatomiche tra le specie o tra gli individui che potrebbero influenzare la relazione tra il peso totale del corpo e il peso dato dai grassi. Nel modello sono stati pertanto inseriti oltre alle stime della conduttanza T-MED, T-MAX, la stima dell'adiosità (FAT) e la lunghezza della terza remigante (TER) e della corda massima (CM) quali stimatori delle dimensioni corporee. La scala di grasso utilizzata è quella di Kaiser (1993), riportata in figura 3.1.

### 3.1 I modelli di regressione

L'analisi di regressione è stata condotta su ciascuna specie per primavera ed autunno separatamente; l'unica eccezione è costituita dal Lui grosso per il quale l'analisi è stata condotta utilizzando i dati in modo congiunto, poiché separatamente nessuno dei due set risultava sufficiente.

Per i migratori su media distanza i risultati sono i seguenti:

#### Pettirosso

Nei dati primaverili sono presenti individui inclusi nelle categorie di adiosità da 0 a 4. Le variabili accettate dal modello sono T-MED e FAT ( $r$  multiplo = 0,64;  $P < 0,05$ ).

L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 11,920 + 0,031 \text{ T-MED} + 0,200 \text{ FAT}$$

Nei dati autunnali sono presenti individui inclusi nuovamente nelle categorie di adiosità da 0 a 4. Le variabili incluse nel modello sono T-MED, FAT e TER ( $r$  multiplo = 0,86;  $P < 0,05$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = - 5,149 + 0,055 \text{ T-MED} + 0,266 \text{ TER} + 0,486 \text{ FAT}$$

#### Capinera

Nei dati primaverili sono presenti individui inclusi nelle categorie di adiosità da 0 a 6. Le variabili accettate dal modello sono FAT, T-MED e CM ( $r$  multiplo = 0,78;  $P < 0,01$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 2,866 + 0,028 \text{ T-MED} + 0,697 \text{ CM} + 0,644 \text{ FAT}$$

Nei dati autunnali sono presenti individui inclusi nelle categorie di adiosità da 0 a 5. Le variabili incluse nel modello sono CM, T-MED e FAT ( $r$  multiplo = 0,78;  $P < 0,01$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = - 4,077 + 0,032 \text{ T-MED} + 0,229 \text{ CM} + 0,514 \text{ FAT}$$

#### Lui piccolo

Nei dati primaverili sono presenti individui inclusi nelle categorie di adiosità da 0 a 5. Le variabili accettate dal modello sono FAT e T-MED ( $r$  multiplo = 0,75;  $P < 0,01$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 4,243 + 0,079 \text{ T-MED} + 0,351 \text{ FAT}$$

Nei dati autunnali sono presenti individui inclusi nelle categorie di adiosità da 0 a 6. Le variabili incluse nel modello sono FAT e CM ( $r = 0,70$ ;  $P < 0,01$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 0,629 + 0,107 \text{ CM} + 0,223 \text{ FAT}$$



Per i transhariani i risultati sono invece i seguenti:

#### Luì grosso

I dati analizzati congiuntamente per le due stagioni comprendono individui appartenenti alle classi di adiposità da 0 a 6. L'unica variabile inserita nel modello è FAT ( $r = 0,54$ ;  $P < 0,01$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 7,133 + 0,910 \text{ FAT}$$

#### Balia nera

I dati riguardano unicamente la stagione autunnale e comprendono individui appartenenti alle classi di adiposità da 1 a 4. L'unica variabile inserita nel modello è FAT ( $r = 0,47$ ;  $P < 0,05$ ). L'equazione di regressione è:

$$\text{Peso} = 11,763 + 0,491 \text{ FAT}$$

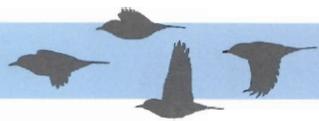
Il parametro T-MED risulta lo stimatore dimensionale più frequentemente correlato con il peso. E' da notare come la correlazione tra il peso e T-MED sia comunque sempre positiva e significativa per tutte le specie ad eccezione della Balia nera (Tabella 3.2). Inoltre per i migratori su media distanza T-MED in quattro casi su sei sembra aggiungere ai modelli di regressione una quota di varianza significativa e indipendente rispetto agli stimatori dimensionali legati alla lunghezza dell'ala (TER e CM).

Stagione	Pettiroso	Capinera	Luì piccolo	Luì grosso	Balia nera
Primavera	Corr. = 0,548 P = 0,000	Corr. = 0,387 P = 0,000	Corr. = 0,346 P = 0,049	Corr. = 0,402 P = 0,012	-
Autunno	Corr. = 0,557 P = 0,007	Corr. = 0,396 P = 0,000	Corr. = 0,273 P = 0,003		Corr. = -0,093 P = 0,329

Tabella 3.2 - Valori di correlazione (coefficiente di correlazione di Pearson) tra il Peso e la media dei tre valori centrali misurati dal TOBEC (T-MED).

### 3.2 Stima della massa magra e del grasso

La stima del peso esercitato dal grasso è stata effettuata tramite le equazioni di regressione calcolate per ciascuna specie. Il peso è dato dalla somma algebrica di una costante e di altri parametri (moltiplicati ciascuno per un proprio coefficiente specifico) che possono comparire contemporaneamente o alternativamente (T-MED quale stimatore della massa magra; CM e TER quali stimatori delle differenze strutturali; FAT quale stimatore della massa grassa). La porzione di peso esercitata dalla massa grassa è pertanto data dal valore del coefficiente specifico per il valore di classe di adiposità. Per ciascuna specie è stato pertanto possibile calcolare il contenuto medio di grasso corrispondente a ciascuna classe di adiposità. Tale calcolo è stato effettuato per entrambe le stagioni di rilevamento per le specie di migratori su media distanza, per le due stagioni nel loro complesso nel caso del Luì grosso e per la sola stagione autunnale nel caso della Balia nera (Tabelle da 3.3 a 3.10). Per gli individui appartenenti alle classi di adiposità zero, la massa grassa è stata considerata nulla, analogamente a quanto riportato da Biebach (1990), Phillips (1994) e Spengler et al. (1995), che hanno precedentemente utilizzato un approccio di questo genere per la valutazione del contenuto di grasso. In realtà una minima quantità di grasso è sempre presente, ma difficilmente valutabile a meno di sacrificare l'individuo in esame: Izhaki & Maitav (1998) utilizzando la tecnica dell'analisi delle carcasse hanno evidenziato come, anche nelle classi di adiposità inferiore, siano presenti nel corpo della Capinera quantità di grasso pari al 3-5% del peso totale.



Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	15,50	0,00	0,00
1	15,54	0,20	1,29
2	15,98	0,40	2,50
3	15,73	0,60	3,81
4	16,55	0,80	4,83

Tabella 3.3 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Pettiroso in primavera.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	15,80	0,00	0,00
1	15,91	0,49	3,06
2	16,23	0,97	5,99
3	16,50	1,46	8,84
4	17,43	1,94	11,15

Tabella 3.4 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Pettiroso in autunno.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	16,57	0,00	0,00
1	16,82	0,64	3,83
2	17,07	1,29	7,55
3	17,98	1,93	10,75
4	19,15	2,58	13,45
5	20,56	3,22	15,66
6	20,00	3,86	19,32

Tabella 3.5 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Capinera in primavera.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	17,24	0,00	0,00
1	17,33	0,51	2,97
2	18,44	1,03	5,58
3	18,03	1,54	8,55
4	20,10	2,06	10,23
5	20,20	2,57	12,72

Tabella 3.6 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Capinera in autunno.



Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	7,22	0,00	0,00
1	7,23	0,35	4,88
2	6,40	0,70	10,97
3	7,40	1,05	14,23
4	8,06	1,40	17,42
5	9,70	1,76	18,09

Tabella 3.7 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Lui piccolo in primavera.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	7,32	0,00	0,00
1	7,23	0,22	3,09
2	7,38	0,45	6,05
3	7,83	0,67	8,55
4	7,74	0,89	11,53
5	8,78	1,12	12,70
6	8,80	1,34	15,21

Tabella 3.8 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Lui piccolo in autunno.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
0	8,00	0,00	0,00
1	8,60	0,91	10,58
2	8,96	1,82	20,31
3	9,66	2,73	28,27
4	10,52	3,64	34,62
5	9,71	4,55	46,86

Tabella 3.9 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Lui grosso.

Classe di adiposità	Peso medio (g)	Grasso (g)	Percentuale di grasso
1	12,50	0,49	3,93
2	12,64	0,98	7,77
3	13,19	1,47	11,17
4	13,93	1,96	14,10

Tabella 3.10 - Determinazione del peso del grasso e della sua percentuale rispetto al peso totale nelle diverse classi di adiposità di Balia nera in autunno.

Nelle classi di adiposità superiori o uguali a 1 la percentuale di grasso rispetto alla massa corporea è molto variabile: nel Pettiroso varia tra l'1 e il 5% in primavera e tra il 3 e l'11% in autunno; nella Capinera tra il 4 e il 19% in primavera e tra il 3 e il 13% in autunno; nel Lui piccolo tra il 5 e il 18% in primavera e tra il 3 e il 15% in autunno; nel Lui grosso tra il 10 e il 42%, nella Balia nera tra il 4 e il 14% (Figura 3.1).

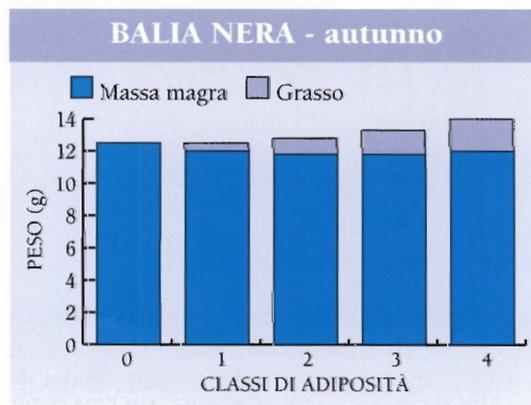
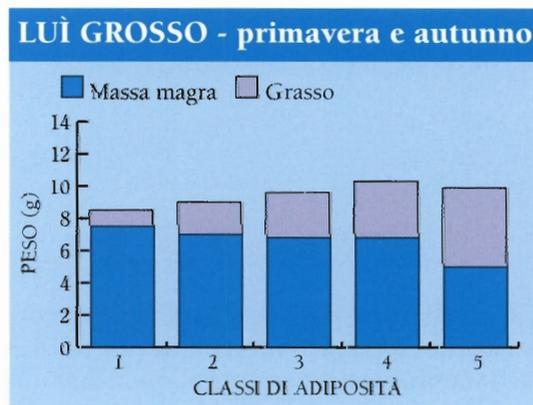
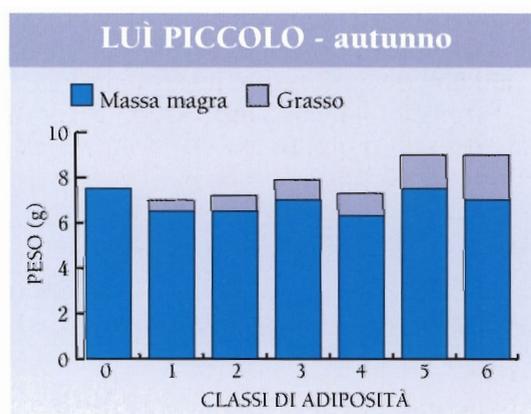
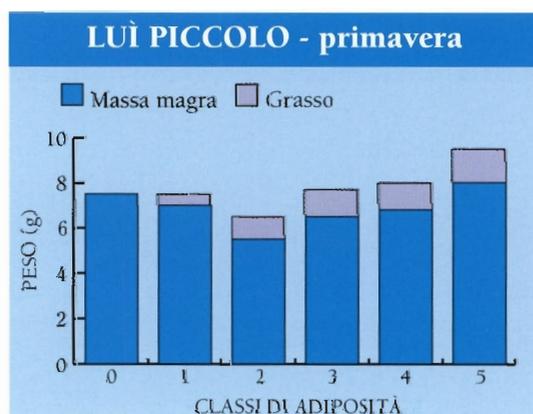
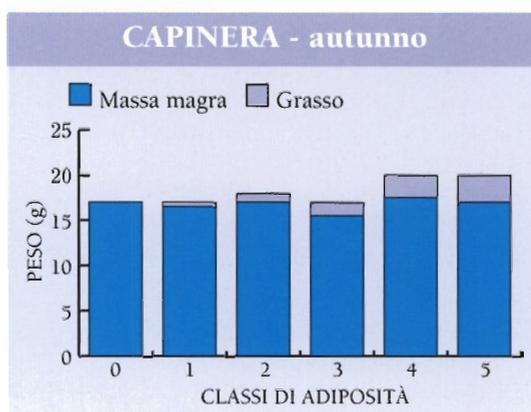
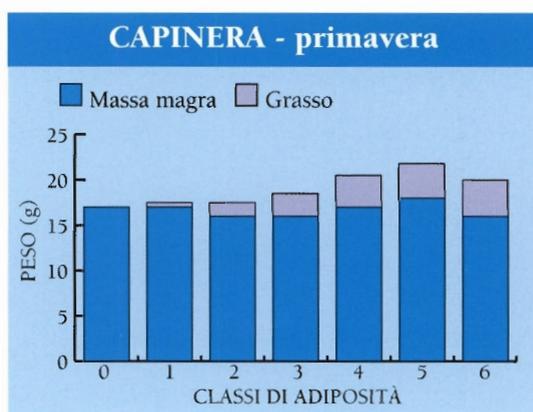
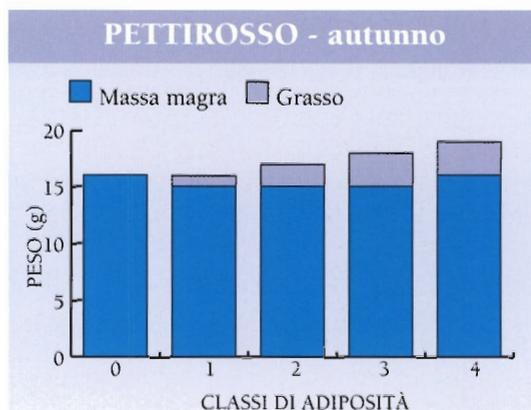
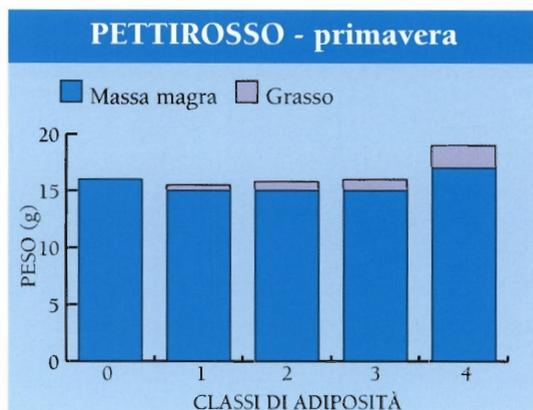
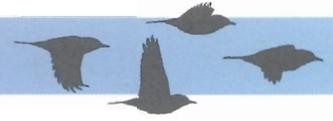


Figura 3.1 - Composizione corporea delle specie in esame nelle diverse classi di adiosità



### 3.3 Capacità di volo dei migratori

La valutazione delle capacità di volo dei migratori, intesa come potenziale distanza ancora percorribile in base ai depositi di grasso valutati nei siti di cattura, è oggetto di numerosi lavori. Alcuni esempi sono forniti da Pilastro & Spina (1997) che si sono interessati dei migratori transahariani durante la migrazione primaverile nell'area del Tirreno; da Biebach (1991) che ha analizzato le distanze percorse dai transahariani catturati in alcune zone a nord e all'interno dello stesso Sahara durante la migrazione autunnale; da Phillips (1994) che si è interessato della migrazione della Capinera e del Beccafico (*Sylvia borin*) durante la migrazione autunnale in Inghilterra; da Izhaki & Maitav (1998) che hanno analizzato le *performance* della Capinera sia durante la migrazione primaverile sia durante quella autunnale in Israele.

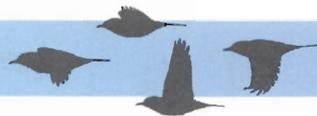
Tutte le analisi hanno utilizzato il programma sviluppato da Pennycuick (1975) o programmi da esso derivati, per la stima delle distanze percorribili da un uccello a partire dalle sue caratteristiche di peso totale, grasso e apertura alare. Barlein (1987) ritiene che il metodo di Pennycuick stimi in eccesso tali distanze, mentre Baggot (1986) ipotizza che il metodo fornisca delle stime conservative. Il metodo di calcolo di Pennycuick è stato comunque ulteriormente sviluppato per includere parametri riguardanti ad esempio la forma dell'ala della specie considerata o la fisiologia del volo in base a recenti esperimenti compiuti su animali vivi nella galleria del vento (Pennycuick, 1989 e 1998). Le analisi condotte sui dati raccolti nel Parco del Ticino sono state effettuate utilizzando la versione aggiornata del programma sviluppato da Pennycuick "Flight 1.11" divenuto disponibile in marzo 2002 (Flight for Windows - <http://detritus.inhs.uiuc.edu/pennycuick.html>).

La stima della distanza potenzialmente percorsa è stata ottenuta eseguendo il programma di Pennycuick per ciascuna classe di adiosità di ogni specie. Il programma durante la sua esecuzione simula i cambiamenti fisiologici progressivi a cui va incontro l'individuo in volo e stabilisce la distanza massima percorribile senza che vengano effettuati "rifornimenti".

I dati che devono essere inseriti affinché la simulazione possa avvenire sono i seguenti: 1) massa totale dell'individuo, 2) apertura alare, 3) area delle ali o, in alternativa, 4) rapporto tra il quadrato dell'apertura alare e l'area delle ali, 5) densità dell'aria o, in alternativa, 6) l'altezza di volo, 7) il rapporto tra il grasso e la massa totale dell'individuo. I dati da utilizzare nelle simulazioni sono stati desunti, ove possibile, da quelli raccolti durante le stagioni di inanellamento, negli altri casi dalla letteratura o dai dati forniti dal database incluso nello stesso programma. Si è pertanto utilizzato:

- quale misura della massa totale il peso medio calcolato per ciascuna classe di adiosità;
- quale misura dell'apertura alare il valore medio riportato per ciascuna specie da Cramp & Simmons (1988), Cramp & Brooks (1992) e Cramp & Perrins, (1993);
- per il calcolo dell'area delle ali il rapporto tra il quadrato dell'apertura alare e l'area delle ali fornito dal programma stesso (tale rapporto è, per ciascuna specie, approssimativamente costante);
- per la densità dell'aria il valore calcolato dal programma stesso in base all'altezza di volo indicata (la simulazione è stata effettuata considerando un'altezza di volo pari a 1000 m; Klassen & Biebach, 2000; Zehnder et al., 2001);
- per il rapporto tra il grasso e la massa totale dell'individuo sono stati utilizzati i valori calcolati per ciascuna classe di adiosità mediante l'utilizzo del TOBEC o le stime semplificate.

Altri parametri considerati nella simulazione sono: il rapporto tra la massa muscolare e la massa totale (in assenza di tale dato, la cui stima prevederebbe la soppressione dell'animale, viene utilizzato il valore di *default* pari a 0,17); lo stile di volo impostato come "battito continuo delle ali"; il criterio di utilizzo delle proteine impostato in modo



da non permettere l'utilizzo delle proteine dei muscoli del volo (nella simulazione viene pertanto utilizzato unicamente il grasso). Quest'ultima scelta è quella che fornisce la stima delle distanze più brevi ed è pertanto quella più conservativa.

A partire dai parametri inseriti è stato possibile stimare le distanze percorribili dagli individui appartenenti alle diverse classi di adiposità per le seguenti specie: Pettiroso (migrazione primaverile e autunnale analizzate separatamente); Capinera (migrazione primaverile e autunnale analizzate separatamente); Lui grosso (migrazione primaverile ed autunnale analizzate congiuntamente); Lui piccolo (migrazione primaverile e autunnale analizzate separatamente); Balia nera (migrazione autunnale). Le distanze espresse in chilometri sono elencate nella Tabella 3.11.

Classe di adiposità	Pettiroso primavera	Pettiroso autunno	Capinera primavera	Capinera autunno	Lui grosso	Lui piccolo primavera	Lui piccolo autunno	Balia nera
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	74	236	231	181	636	264	164	236
2	147	494	476	345	1365	625	328	494
3	225	733	700	551	2125	845	476	733
4	288	956	910	660	2866	1081	665	956
5	-	-	1080	845	4830	1141	751	-
6	-	-	1392	-	-	-	923	-

Tabella 3.11 - Distanze stimate dal programma di Pennycuik per le diverse classi di adiposità

Nelle pagine seguenti viene data una breve descrizione delle capacità di migrazione di ciascuna delle specie analizzate. Si è stabilito che gli individui appartenenti alla classe di adiposità 0 non siano in grado di effettuare spostamenti se non localmente e non sono pertanto trattati nelle descrizioni che seguono.

### Pettiroso

Le popolazioni di Pettiroso hanno strategie di migrazione differenti: le popolazioni nord-orientali sono totalmente migratrici, quelle meridionali sono largamente sedentarie; la maggior parte delle popolazioni è però parzialmente migratrice. La principale area di svernamento è situata dall'Irlanda e dal sud della Gran Bretagna fino al Marocco e all'Europa sud-orientale. Notevoli concentrazioni di individui si trovano nel bacino del Mediterraneo. Nel Nord Africa le segnalazioni provengono principalmente dalle zone costiere.

Le popolazioni che nidificano in Scandinavia e in Russia si spostano in direzione sud-ovest attraverso le coste del Baltico, la Francia occidentale, la Penisola Iberica e il Marocco. Da lì gli individui che proseguono si spostano verso est portandosi a svernare lungo le coste del Mediterraneo settentrionale e meridionale. Dai dati di ricattura sembra improbabile che il Mediterraneo orientale venga raggiunto con una rotta S-SE. Gli individui provenienti dall'Europa centrale svernano nelle medesime aree delle popolazioni scandinave. Le popolazioni delle aree mediterranee (soprattutto Balcani e Turchia) effettuano per lo più movimenti verticali dalle regioni montuose a quelle pianiziali; alcune popolazioni si spostano in Nord Africa (Cramp & Simmons, 1988).

Gli esperimenti di orientamento condotti durante il primo anno del progetto hanno evidenziato come gli individui catturati nel Parco del Ticino abbiano una componente direzionale prevalentemente rivolta verso nord in primavera e verso sud in autunno (vedi Fornasari et al., in questo volume). Pertanto è possibile che gli individui di passo in primavera si dirigano a nord delle Alpi e quelli di passo in autunno si dirigano sulle coste del Nord Africa. Dalle stime effettuate, nell'ipotesi che gli individui utilizzino unicamente il grasso quale fonte di energia per il volo, appare evidente come in primavera gli individui siano in grado di portarsi al di là della catena alpina già dalla classe di adiposità 2 (Figura 3.2). La percentuale di individui catturati nel Parco in grado di oltrepassare le Alpi è pari al 44,2%.



Dalle stime calcolate per l'autunno appare invece evidente come gli individui che lasciano il Parco del Ticino non siano in grado di raggiungere i quartieri di svernamento situati sulle coste del Nord Africa (Figura 3.2) e necessitano sicuramente quindi di soste ulteriori. Una delle possibili strategie di migrazione in assenza di estese aree inospitali (in cui sia impossibile il foraggiamento) può in effetti prevedere il volo con un basso contenuto di grasso (più conveniente dal punto di vista energetico per il minor peso trasportato) e un numero di soste più elevato (Pennycuick, 1975; Alerstam & Lindström, 1990).

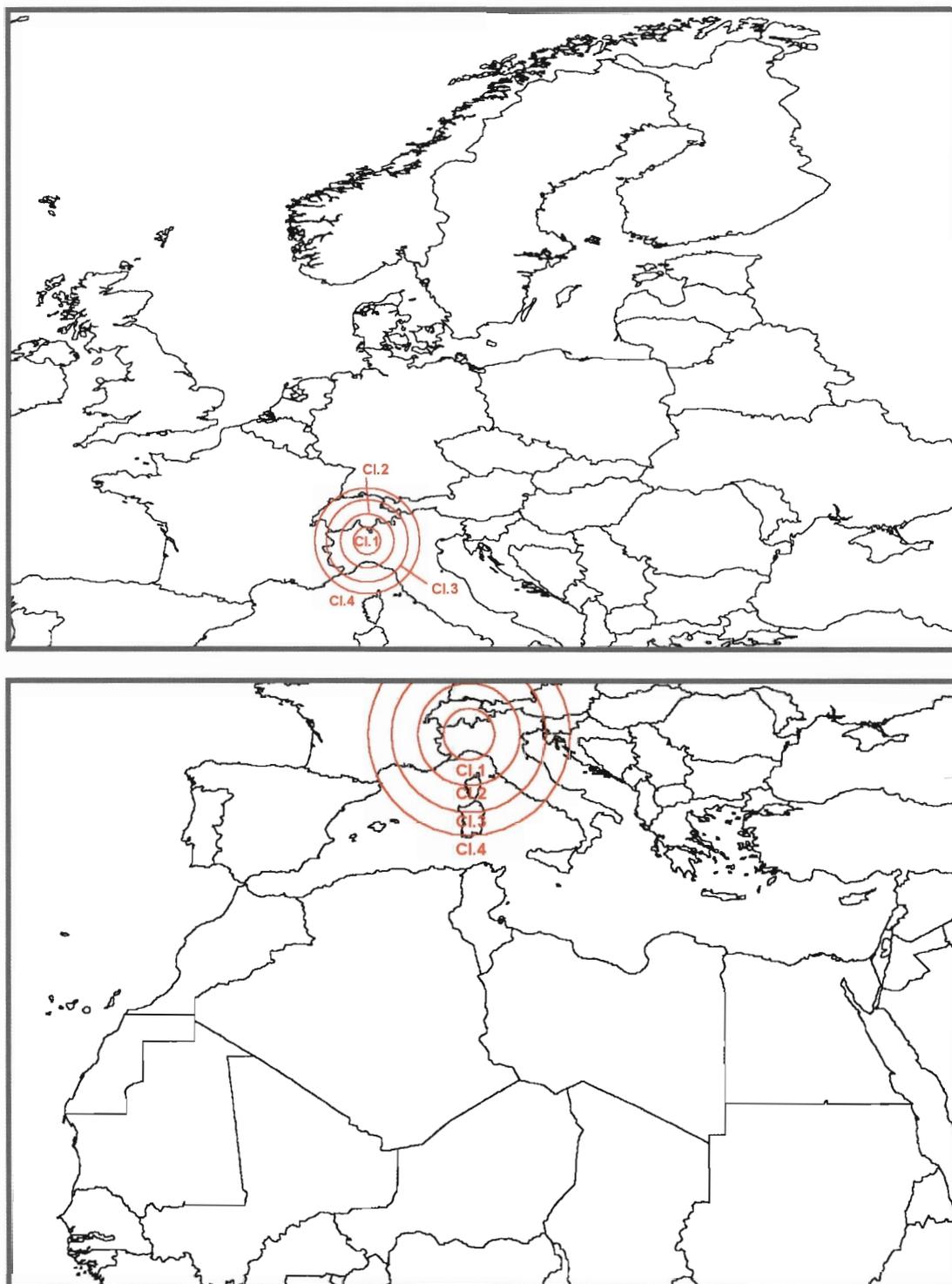


Figura 3.2 - Stima delle distanze di migrazione del Pettirosso in primavera ed autunno in base alla classe di adipeosità.



## Capinera

Le popolazioni di Capinera che nidificano nelle porzioni più settentrionali dell'areale sono migratrici su lunga distanza, quelle che nidificano nelle regioni Mediterranee settentrionali e in quelle dell'Africa nord-occidentale sono migratrici parziali; le popolazioni atlantiche sono in larga parte sedentarie.

Le popolazioni più settentrionali sono quelle che svernano nelle aree più meridionali dei quartieri di svernamento.

In autunno dal centro Europa si originano due fronti migratori: gli individui che provengono dalle regioni occidentali migrano in direzione sud-ovest per portarsi a svernare nelle aree mediterranee occidentali; gli individui che provengono dalle regioni orientali si spostano verso sud-est verso il Medio Oriente e poi verso sud per andare a svernare nei quartieri dell'Africa orientale. Non è ancora evidente da dove provengano le popolazioni che svernano nelle zone tropicali dell'Africa occidentale (Shirihai et al., 2001).

Gli esperimenti di orientamento condotti durante il primo anno del progetto hanno evidenziato una componente bi-direzionale prevalentemente rivolta verso N-NO e NE in primavera e verso sud in autunno (vedi Fornasari et al., in questo volume). È probabile che gli individui di passo in primavera si dirigano verso diverse regioni dell'Europa centrale.

Dalle stime calcolate, sembra che gli individui di classe 1 riescano unicamente a scavalcare le Alpi, qualunque sia la direzione presa (Figura 3.3). Gli individui appartenenti alla classe 2 sono in grado di raggiungere le aree più meridionali dell'Europa centrale, quelli delle classi superiori (41,8% degli individui catturati nel Parco) possono invece raggiungere direttamente località in tutto il centro e nord Europa. Come già sottolineato ad es. da Kremetz & Pendleton (1990), anche gli individui che non presentano grasso visibile (classe 0) hanno una minima percentuale di grasso; Izhaki & Maitav (1998) hanno stimato tale valore per le Capinere intorno al 3-5% del peso totale. Sulla base di tale percentuale, gli individui catturati nel Parco del Ticino potrebbero essere in grado di spostarsi di circa 150 km alla ricerca di fonti alimentari.

I dati analizzati in Israele da Izhaki & Maitav (1998) per Capinere di peso analogo forniscono stime generalmente inferiori; tuttavia i due autori hanno utilizzato un programma per simulare la distanza di diverso tipo ed hanno inoltre ottenuto stime differenti per due zone localizzate ai due estremi del paese (circa 400 km di distanza l'uno dall'altro). Risulta evidente che questo genere di stime non solo sono specie-specifiche, ma dipendono largamente anche dalla localizzazione del sito in cui vengono raccolti i dati.

In autunno gli individui di passo nel Parco del Ticino dovrebbero portarsi al massimo fino ai quartieri di svernamento situati in Africa settentrionale. Dalle stime effettuate sembra che tale distanza non possa venire coperta da nessuno degli individui (Figura 3.3). Tuttavia se la stima viene effettuata ipotizzando anche l'utilizzo di energia derivante dalle proteine dei muscoli del volo (Klassen et al. 1990; Jenni-Eiermann & Jenni, 1991; Lindström & Piersma, 1993; Klaassen & Biebach, 1994; Klaassen et al., 1997), gli individui della classe di adiposità maggiore (classe 5) dovrebbero riuscire a raggiungere direttamente le coste dell'Algeria e della Tunisia.

Le stime effettuate da Izhaki & Maitav (1998) per Capinere di peso analogo forniscono questa volta stime generalmente superiori.

La distanza stimata invece da Phillips (1994) per individui di peso medio (19,3 g) è di 1000 km; tale stima si discosta in difetto dai risultati da noi ottenuti, tuttavia oltre alla differente localizzazione geografica del sito potrebbe giocare un ruolo fondamentale il diverso metodo utilizzato per calcolare la massa magra; l'autore ha infatti assunto una massa magra costante di 15 g indipendentemente dalla classe di adiposità.

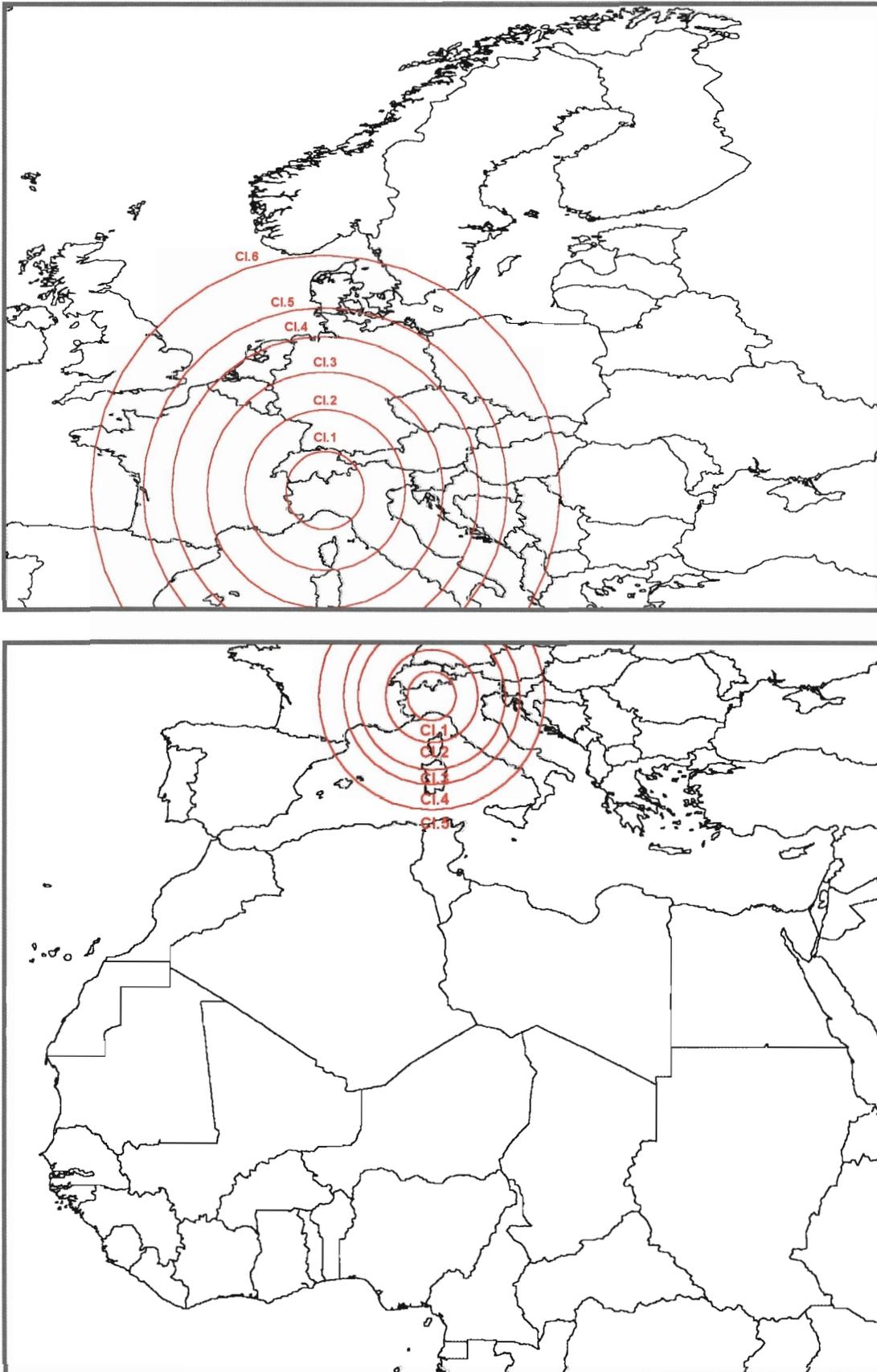
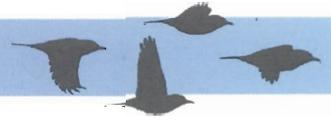


Figura 3.3 - Stima delle distanze di migrazione di Capinera in primavera ed autunno in base alla classe di adipeosità.



## Lui piccolo

Il Lui piccolo in generale è un migratore a corto e medio raggio; la maggior parte degli individui delle popolazioni occidentali sverna nella porzione più meridionale dello stesso areale riproduttivo, nelle regioni mediterranee, e nell'Africa sub-sahariana; le popolazioni settentrionali ed orientali, invece, sono completamente migratrici e svernano in aree comprese tra l'Africa orientale ed il nord dell'India. Le popolazioni che svernano in Africa si spingono a sud del Sahara fino oltre il Tropico del Cancro; sono comuni in Senegal, a sud della Mauritania e nel Niger sudorientale; diffuse nel Ciad, in Etiopia e apparentemente nel nord della Somalia; abituali nel Sudan del nord e, alle altitudini più elevate, anche del sud (Curry-Lindahl, 1981). *Phylloscopus collybita collybita* sverna principalmente all'interno dell'area mediterranea e dell'Europa occidentale; a est può spingersi fino all'Iraq e a sud fino l'Africa nordoccidentale e l'Egitto; ci sono segnalazioni, inoltre, che ne documentano la presenza in Etiopia e Sudan. Le ricatture avvenute nei periodi di migrazione autunnale o in pieno inverno all'interno dell'area mediterranea (inclusa l'Africa settentrionale) suggeriscono che la rotta principale di allontanamento dai territori riproduttivi segua una direzione che varia da sud-ovest a sud-est, secondo la provenienza (il contrario avviene in primavera), e non è sicuro se queste differenze siano determinate dall'esistenza di fronti differenziati di migrazione.

Gli esperimenti di orientamento condotti durante il primo anno del progetto hanno evidenziato come gli individui catturati nel Parco del Ticino abbiano una componente direzionale prevalentemente rivolta verso nord in primavera; in autunno è invece evidente la presenza di due componenti distinte, prevalentemente rivolte una verso ovest e una verso S-SE (vedi Fornasari et al., in questo volume).

Gli individui catturati nel Parco in primavera dovrebbero spostarsi verosimilmente in Europa centrale. Dalle stime effettuate sembra che gli individui appartenenti alla classe di adiposità 1 riescano già a raggiungere la parte meridionale della Germania (si tratta di circa il 75,0% degli individui catturati) (Figura 3.4).

Non è chiaro dove si portino gli individui che attraversano il territorio del Parco in autunno, tuttavia il grasso accumulato non sembra sufficiente a compiere lunghi spostamenti. Gli individui appartenenti alla classe di adiposità 1 (che rappresentano il 20,8% degli individui catturati) sembrano potersi spostare solo fino ai primi rilievi appenninici; gli individui appartenenti alla classe di adiposità 2 (14,8% degli individui) sembrano potersi spostare solo fino al centro Italia e la Corsica, mentre quelli delle classi superiori (3, 4 e 5) dovrebbero essere in grado di raggiungere il sud Italia e la Sardegna. Sono solo quelli appartenenti alla classe di adiposità 6 (meno dell'1% degli individui catturati) che sembrano poter raggiungere le coste dell'Africa settentrionale in Tunisia (Figura 3.4).

Si sottolinea come tali stime siano soltanto indicative e non tengano conto di eventuali influenze meteorologiche (presenza di venti che spirano in direzione sud), di eventuali possibilità di "rifornimento" lungo il tragitto o dell'utilizzo di fonti di energia supplementari date dalle proteine dei muscoli del volo (Klassen et al. 1990; Jenni-Eiermann & Jenni, 1991; Lindström & Piersma, 1993; Klaassen & Biebach, 1994; Klaassen et al., 1997).

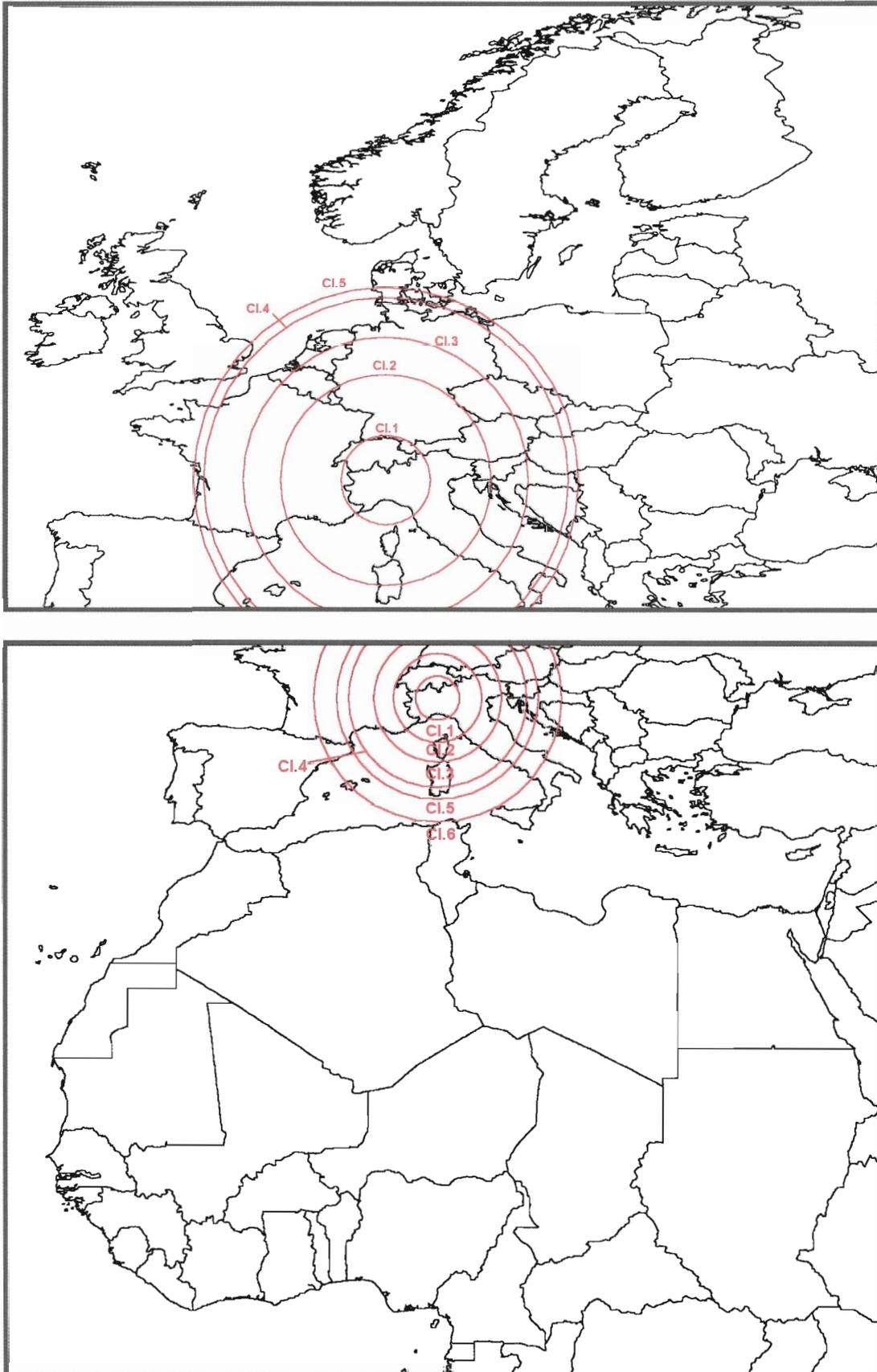
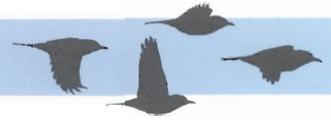


Figura 3.4 - Stima delle distanze di migrazione di Lullula arborea in primavera ed autunno in base alla classe di adiosità.



## Lui grosso

Tutte le popolazioni di Lui grosso sono migratrici su lunga distanza. I quartieri di svernamento sono situati oltre il deserto del Sahara, dal Senegal meridionale e l'Etiopia fino al Sud Africa.

Le popolazioni dell'Europa occidentale e centrale si dirigono verso S-SO attraversando la Francia sud-occidentale, la penisola Iberica settentrionale e centrale e il Marocco nord occidentale; le popolazioni della Scandinavia e della Finlandia si dirigono invece verso S-SE per portarsi a svernare nelle regioni dell'Africa centrale, orientale e meridionale (Cramp & Brooks, 1992).

Gli individui catturati in primavera nel Parco del Ticino dovrebbero verosimilmente dirigersi verso l'Europa centrale.

Dalle stime effettuate risulta che gli individui appartenenti alla classe di adiposità 1 siano già in grado di oltrepassare la catena alpina; ciò significa che la quasi totalità degli individui catturati nel Parco in primavera dovrebbero riuscire a portarsi nelle aree più meridionali dell'areale riproduttivo (Figura 3.5).

La distanza stimata da Pilastro & Spina (1997) per individui di adiposità pari a  $3,49 \pm 1,68$  è di 648 km; la distanza media da noi calcolata per le classi di adiposità tra 2 e 5 è circa 250 km più elevata. Se consideriamo invece il peso degli individui misurati nell'ambito del Progetto Piccole Isole ( $8,5 \pm 1,16$  g) dobbiamo utilizzare per il paragone tutti gli individui appartenenti alle classi di adiposità tra 0 e 3; in questo caso la distanza stimata è di circa 210 km in meno. Tali differenze possono essere sicuramente imputate ai differenti parametri utilizzati nella stima sia della massa magra sia delle distanze.

Gli individui catturati in autunno si dirigono molto probabilmente verso i paesi dell'Africa occidentale. Le distanze da coprire sono molto elevate, poiché le aree più settentrionali dei quartieri di svernamento sono situate nel Senegal meridionale. Dalle stime effettuate, solo gli individui di classe di adiposità 5 (12,9% degli individui catturati) sono in grado di oltrepassare le zone desertiche dell'Africa settentrionale e raggiungere quindi le aree più settentrionali dell'areale di svernamento. La riserva di energia non sembra tuttavia sufficiente per raggiungerne le zone più meridionali (Figura 3.5), appare quindi necessario che si verifichino delle soste intermedie.

Altri fattori sembrano però influenzare le distanze coperte dai migratori transahariani. Innanzitutto vi sono i venti che spirano sul Mediterraneo in direzione SE (Klaassen & Biebach, 2000) e quelli che spirano sul deserto del Sahara in autunno in direzione sud (Biebach, 1992).

Ciò significa che le distanze stimate dovrebbero essere più corte in primavera che in autunno. L'influenza dei venti determina chiaramente l'intensità del vento di coda che a sua volta influenza in modo anche notevole la stima della distanza (Klaassen & Biebach, 2000). Anche l'altezza di volo determina una differenza nelle distanze potenzialmente percorse, sia per il cambiamento del vento di coda, sia per il cambiamento nella densità dell'aria. Klaassen & Biebach (2000) hanno calcolato condizioni di volo ottimali per quote che arrivano fino a 1000 metri durante la notte e fino a 1500 metri durante il giorno. I dati sono supportati dalle stime dell'altezza di volo effettuati per mezzo di radar (Bruderer, 1994; Bruderer & Liechti, 1995).

Non si conosce invece l'entità e il ruolo delle aree di "rifornimento" in zone entro il Sahara. Bairlein (1987) afferma che gli stopover rappresentano una strategia generale anche nel deserto del Sahara e che molti migratori transahariani attraversano quest'area a tappe piuttosto che con un unico lungo volo. Tuttavia in tali aree le opportunità di foraggiamento sono scarse e, anche se nella parte occidentale sembrano maggiori, le conoscenze attuali non permettono valutazioni sul loro ruolo (Biebach, 1992).

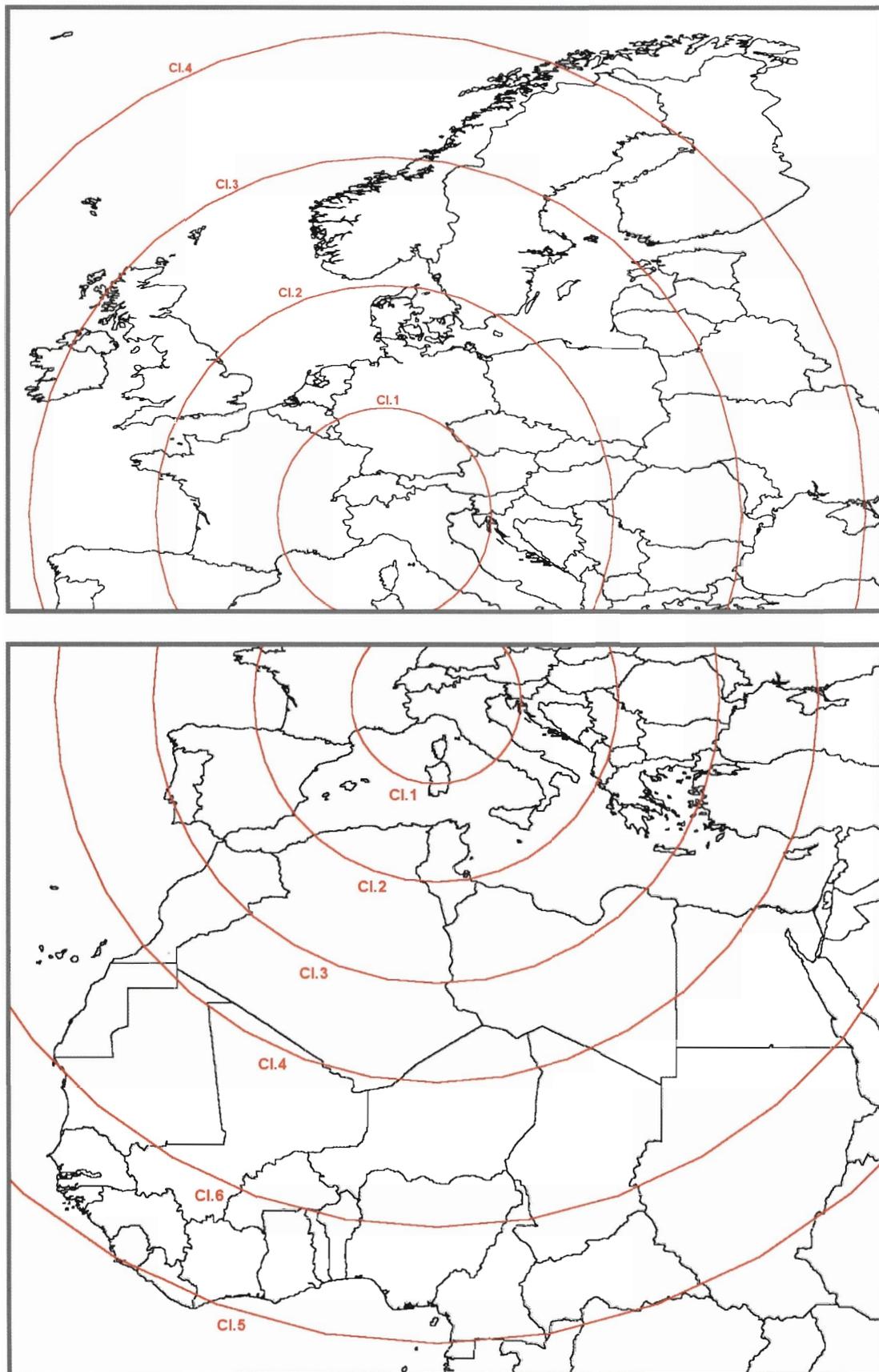


Figura 3.5 - Stima delle distanze di migrazione di Lui grosso in primavera ed autunno in base alla classe di adiosità.



### Balia nera

La Balia nera è un migratore su lunga distanza che nidifica principalmente in Europa centrale e settentrionale; sverna in Africa occidentale a sud del Sahara, essenzialmente a nord del Golfo di Guinea. Durante la migrazione autunnale le principali aree di sosta sono localizzate nell'Italia settentrionale e nella penisola Iberica. La maggior parte dei migratori si sposta il più possibile verso occidente e solo successivamente in direzione sud (Cramp & Perrins, 1993) discendendo lungo le coste dell'Africa occidentale. La migrazione primaverile interessa invece aree più orientali: gli individui si spostano verso le coste africane del Mediterraneo e da queste verso l'Italia meridionale o zone più orientali come Malta, Cipro e la Grecia.

Gli individui catturati nel Parco del Ticino, unicamente nella stagione autunnale, provengono probabilmente dalla Finlandia o dai paesi che si affacciano sul Baltico e dovrebbero proseguire verso la penisola Iberica (Cramp & Perrins, 1993). Tuttavia dalle stime effettuate sembra verosimile che solo gli individui della classe di adiosità maggiore (classe 4) siano in grado di raggiungere i limiti nord-orientali della Penisola Iberica (Figura 3.6), probabile successiva area di sosta di molti contingenti. Da quanto riportato da Bibby & Green (1980) e da Cramp & Perrins (1993) sembra che gli individui che sostano in tali aree durante la migrazione autunnale siano in grado di incrementare il proprio peso anche del 70% fino a raggiungere pesi di circa 18 grammi (gli individui più pesanti catturati nel Parco del Ticino raggiungono un peso di 14,8 grammi). Tale guadagno di peso sembra sufficiente per attraversare il Mediterraneo e successivamente il Sahara.

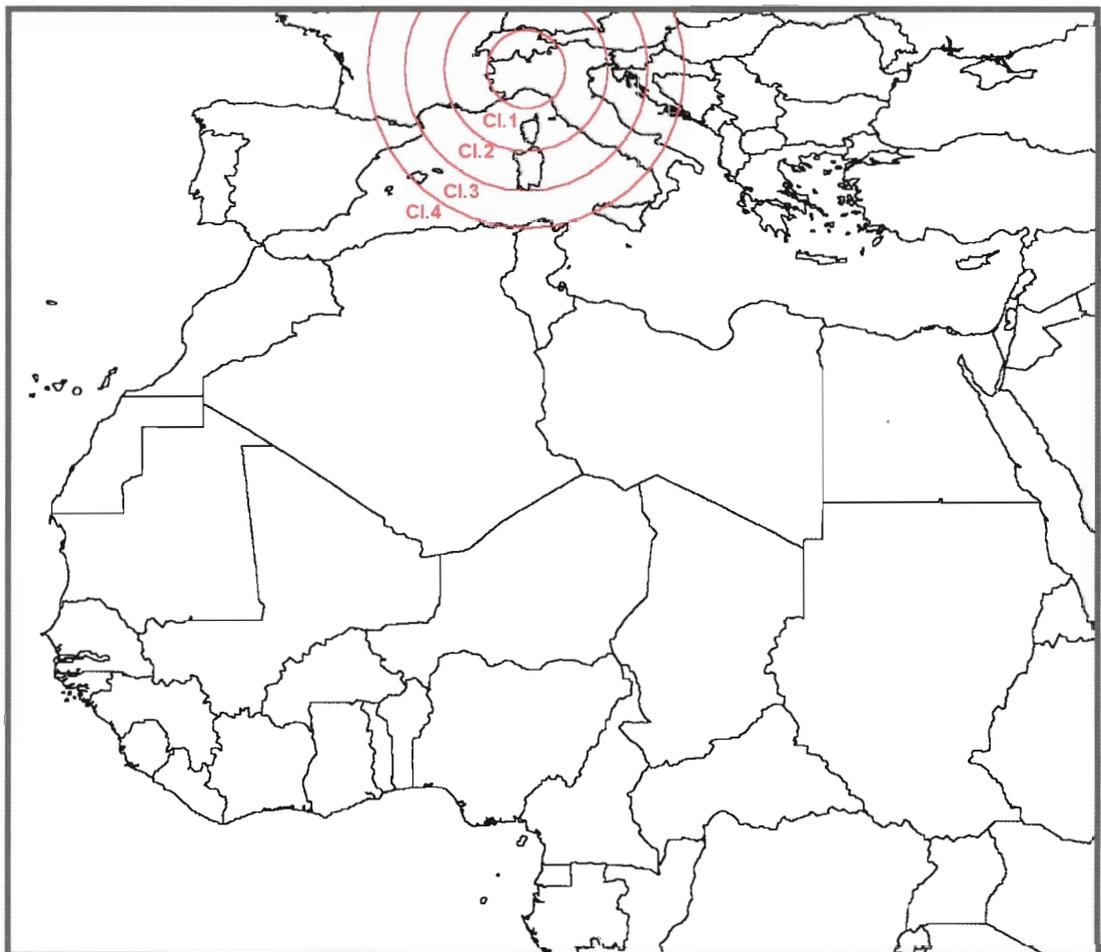


Figura 3.6 - Stima delle distanze di migrazione di Balia nera in autunno in base alla classe di adiosità.



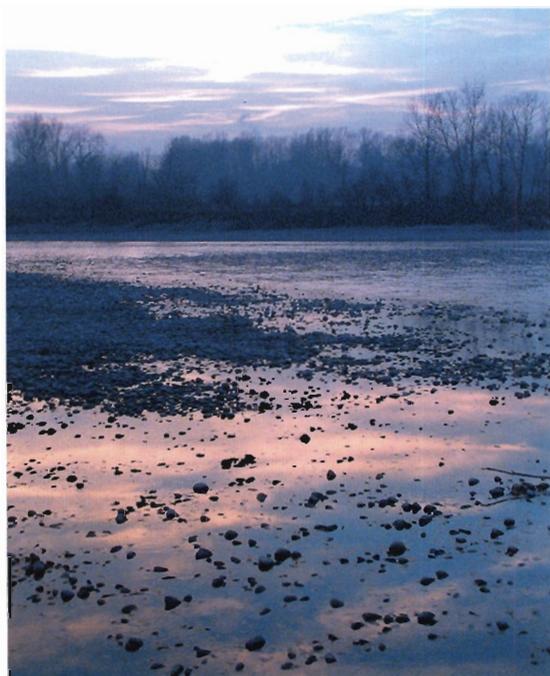
## 4. Il Parco del Ticino come area di sosta

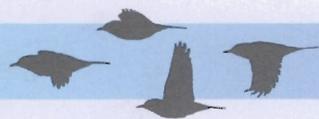
Sul successo della sosta e sul completamento della migrazione giocano evidentemente molti fattori biologici. Le strategie di migrazione delle diverse specie e di individui diversi all'interno della stessa specie sono determinate da cause molteplici, tra le quali ovviamente la distanza da coprire durante la migrazione, meno ovviamente le differenze dimensionali anche di modesta entità. Più autori concordano con il fatto che differenze nella composizione del peso corporeo all'interno della stessa specie siano in relazione con differenti strategie migratorie (Fry et al., 1970; Wood, 1982; Rodriguez, 1985). Questa variabilità nell'accumulo di grasso può dipendere da strategie differenti a livello di popolazione, in quanto alcune si spostano a distanze più brevi di altre (Pienkowski et al., 1979; Cherry, 1982), e può addirittura riflettere differenze a livello di corredo genetico (King et al., 1963; Berthold, 2001). I depositi adiposi accumulati riflettono probabilmente un equilibrio tra molteplici costi e benefici, relativi alla velocità di migrazione, le risorse alimentari e il rischio di predazione (Alerstam & Lindstrom, 1990; Ellegren & Fransson, 1992; Lindstrom, 1995). Da questo punto di vista, l'accumulo di grasso e quindi di peso non è semplicemente un beneficio, poiché significa un aumento del carico da trasportare in volo e quindi un aumento di fabbisogno energetico, oltre che un aumento del tempo speso ad alimentarsi, una maggiore durata della sosta e quindi una maggiore esposizione ai predatori (Lindstrom, 1995). Una possibilità di recupero veloce ed efficiente delle energie spese è comunque la miglior soluzione possibile e dipende dalla qualità delle aree di sosta.

Nel territorio del Parco esistono differenze qualitative tra le zone dove si sono svolte le indagini di campo utilizzate per questo studio. Nelle zone naturali prossime all'Aeroporto di Malpensa i migratori in sosta mostrano una scarsa capacità di recupero delle risorse, se paragonati a quelli catturati a poco più di 25 km di distanza, nell'area de La Fagiania (Cambiaghi et al., in questo volume). Questa differenza incide senza dubbio sulle capacità di spostamento e in definitiva sul completamento della migrazione. L'insuccesso nel foraggiamento limita in maniera estrema la capacità di movimento degli

uccelli, che per le classi di adiosità inferiori sono nell'ipotesi più ottimistica di alcune decine di chilometri. I dati discussi da Cambiaghi e altri mostrano peraltro che percentuali rilevanti di migratori in sosta accumulano peso in quantità rilevante, effettuando quindi una sosta che potrebbe risultare efficace, oltre che essenziale. Le distanze da noi stimate, benché approssimative, indicano che almeno in alcune specie il grasso accumulato è sufficiente a superare barriere geografiche significative come le Alpi o il Mediterraneo, e in molti casi a raggiungere i quartieri riproduttivi o quelli di svernamento. Dal punto di vista gestionale, appare fondamentale la comprensione delle caratteristiche ambientali che influenzano localmente il successo della sosta, per estendere a quanto più territorio possibile le caratteristiche utili per gli uccelli impegnati in un viaggio già di per sé difficile.

Fiume Ticino  
(foto di P. Bonazzi)





#### ■ Ringraziamenti

Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza la collaborazione degli inanellatori e dei collaboratori coinvolti nelle campagne di inanellamento. Grazie in particolare a Alessandro Ioele, Laura Atzori e Jacopo Tonetti.

#### ■ Bibliografia

- Afton A.D. & Ankney C.D. 1991 - Nutrient reserve dynamics of breeding Lesser Scaup: a test of competing hypotheses. *The Condor*, 93: 89-97.
- Alerstam T. & Lindström Å 1990 - Optimal bird migration: the relative importance of time, energy and safety. In: Gwinner E. (ed.), *Physiological and Ecophysiological Aspects of Bird Migration*. Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 331-351.
- Ankney C.D. & Alisauskas R.T. 1991 - Nutrient-reserve dynamics of breeding and diet of breeding female Gadwall. *The Condor*, 93: 799-810.
- Atwal O.S., MacFarland L.A. & Wilson W.O. 1964 - Haematology of Coturnix from birth to maturity. *Poultry Science*, 43: 1392-1401.
- Baggot G.K. 1975 - Moulting, flight muscle "hypertrophy", and premigratory lipid deposition of the juvenile Willow warbler, *Phylloscopus trochilus*. *Journal of Zoology (Lond.)*, 175: 299-314.
- Baggot G.K. 1986 - The fat contents and flight ranges of four warbler species on migration in North Wales. *Ringed & Migration*, 7: 25-36.
- Bailey R.O. 1985 - Protein reserve dynamics in postbreeding adult male redheads. *The Condor*, 87: 23-32.
- Bairlein F. 1987 - The migratory strategy of the Garden Warbler: a survey of field and laboratory data. *Ringed & Migration*, 8: 59-72.
- Bibby C.J. & Green R.E. 1980 - Foraging behaviour of migrant Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*, on temporary territories. *Journal of Animal Ecology*, 49: 507-521.
- Biebach H., 1992 - Flight-range estimates for small trans-Saharan migrants. *Ibis*, 134, suppl. 1: 47-54.
- Berthold P. 2001 - Bird migration. A general survey. Oxford University Press, pp.253.
- Blem C.R. 1984 - Ratios in avian physiology. *Auk*, 101: 153-155.
- Blem C.R. 1990 - Avian energy storage. In: Power (ed.), *Current Ornithology*, Vol.7, Plenum Press, New York, pp. 59-113.
- Bolton M., Monaghan P. & Houston D.C. 1991 - An improved technique for estimating pectoral muscle protein condition from body measurements of live gulls. *Ibis*, 133: 264-270.
- Bowler J.M. 1994 - The condition of Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* in winter as assessed by their abdominal profiles. *Ardea*, 82: 241-248.
- Bradley L.W. & Trhelfall W. 1974 - Blood cell indices of live species of auk (Alcidae) from Newfoundland, Canada. *Journal of Zoology (Lond.)*, 174: 377-385.
- Brown M.E. 1996 - Assessing body condition in birds. *Current Ornithology*, 13: 67-135.
- Bruderer B. 1994 - Nocturnal bird migration in the Negev (Israel) - a tracking radar study. *Ostrich*, 65: 204-212.
- Bruderer B. & Liechti F. 1995 - Variation in density and height distribution of nocturnal migration in the south of Israel. *Israel Journal of Zoology*, 41: 477-487.
- Castro G., Wunder B.A. & Knopf F.L. 1990 - Total body electrical conductivity (TOBEC) to estimate total body fat of free living birds. *The Condor*, 92: 496-499.
- Castro G. & Myers J.P. 1990 - Validity of predictive equations for total body fat in Sanderlings in different nonbreeding areas. *The Condor*, 92: 205-209.
- Cherry J.D. 1982 - Fat deposition and length of stopover of migrant White-crowned Sparrows. *Auk*, 99: 725-732.
- Clarke G.M. 1993 - Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. *Environmental Pollution*, 82: 207-211.
- Conway C.J., Eddleman W.R. & Simpson K.L. 1994 - Evaluation of lipid indices of the Wood Thrush. *The Condor*, 96: 783-790.
- Cramp S. & Brooks D.J. 1992 - Birds of the Western Palearctic: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol VI (Warblers). Oxford University Press, pp. 736.
- Cramp S. & Perrins C.M. 1993 - Birds of the Western Palearctic: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol VII (Flycatchers to Shrikes). Oxford University Press, pp. 584.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. 1988 - Birds of the Western Palearctic: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol V (Tyrant Flycatchers to Thrushes). Oxford University Press, pp. 700.
- Curry-Lindahl, K. 1981 - Bird migration in Africa, Vol. I. Academic Press, London.
- DeVries J. & van Eerden M.R. 1995 - Thermal conductance in aquatic birds in relation to the degree of water contact, body mass and body fat: energetic implications of living in a strong cooling environment. *Physiological Zoology*, 68: 1143-1163.



- Dick W.J.A. & Pienkowsky M.W. 1979 - Autumn and early winter weights of waders in north-west Africa. *Ornis Scandinavica*, 10: 117-123.
- Dofour K.W. & Weatherhead P.J. 1991 - A test of the condition-bias hypothesis using Brown-headed Cowbirds trapped during the breeding season. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 2686-2692.
- Ellegren H. & Fransson T. 1992 - fat loads and estimated flight-ranges in four *Sylvia* species analysed during autumn migration at Gotland, South-East Sweden. *Ringing & Migration*, 13: 1-12.
- Esler D. & Grand J.B. 1994 - The role of nutrient reserves for clutch formation by Northern Pintails in Alaska. *The Condor*, 96: 422-432.
- Evans P.R. & Smith P.C. 1975 - Studies of shorebirds at Lindisfarne, Northumberland. 2. Fat and pectoral muscle as indicator of body condition in the Bar-tailed Godwit. *Wildfowl*, 26: 64-76.
- Fornasari L. 1987 - Le stazioni di inanellamento della Lombardia. *Sitta* 1 (2): 143-163.
- Freeman D.C., Graham J.H., Byrd D.W., McArthur E.D. & Turner W.A. 1995 - Narrow hybrid zone between two subspecies of big sagebrush, *Artemisia tridentata* (Asteraceae). III. Developmental instability. *American Journal of Botany*, 82: 1144-1152.
- Fry C.H., Ash J.S. & Ferguson-Lees I.J. 1970 - Spring weights of some Palearctic migrants at Lake Chad. *Ibis*, 112: 58-82.
- Gatti R.C. 1983 - Incubation weight loss in the Mallard. *Canadian Journal of Zoology*, 61: 565-569.
- Gauthier G. & Bedard J. 1985 - Fat reserves and condition indices in Greater Snow Geese. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 331-333.
- Gavett A.P. & Wakeley J.S. 1986 - Blood constituents and their relation to diet in urban and rural House Sparrows. *The Condor*, 88: 279-284.
- Geller G.A. & Temple S.A. 1983 - Seasonal trends in body condition of juvenile Red-tailed Hawks during autumn migration. *Wilson Bulletin*, 95: 492-495.
- Grubb T.C. Jr. 1989 - Ptilochronology: feather growth bars as indicators of nutritional status. *Auk*, 106: 314-320.
- Grubb T.C. Jr., Waite T.A. & Wiesman A.J. 1991 - Ptilochronology: induced feather growth in Northern Cardinals varies with age, sex, ambient temperature and day length. *Wilson Bulletin*, 103: 435-445.
- Hailman J.P. 1965 - Notes on quantitative treatments of subcutaneous lipid data. *Bird-Banding*, 36: 14-20.
- Hailman J.P. 1969 - The continuing problem of fat classes as a "Rule of thumb" for identifying interval and ratio data. *Bird-Banding*, 40: 321-322.
- Hamilton W.D. & Zuk M. 1982 - Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218: 384-387.
- Hazelwood R.L. 1986 - Carbohydrated metabolism. In: Whittow G.C. (ed.), *Sturkie's Avian Physiology*, Springer-Verlag, New York, pp. 303-325.
- Hill G.E. 1990 - Female House Finches prefer colourful males: sexual selection for a condition-dependent trait. *Animal Behaviour*, 40: 563-572.
- Hogstad O. 1992 - Mate protection in alpha pairs of wintering Willows Tits, *Parus montanus*. *Animal Behaviour*, 43: 323-328.
- Izhaki I. & Maitav A. 1998 - Blackcaps *Sylvia atricapilla* stopping over at the desert edge; physiological state and flight-estimates. *Ibis*, 140: 223-233.
- Jenni-Eiermann S. & Jenni L. 1991 - Metabolic responses to flight and fasting in night-migrating passerines. *Journal of Comparative Physiology B*, 161: 465-474.
- Jenni-Eiermann S. & Jenni L. 1994 - Plasma metabolite levels predict individual body-mass changes in a small long distance migrant. The Garden Warbler. *Auk*, 111: 88-899.
- Johnson D.H., Krapu G.L., Reinecke D.J. & Jorde D.G. 1985 - An evaluation of condition indices for birds. *Journal of Wildlife Management*, 49: 569-575.
- Johnson O.W., Morton M.L., Bruner P.L. & Johnson P.M. 1989 - Fat cyclicality, predicted migratory flight ranges, and features of wintering behaviour in Pacific Golden Plovers. *The Condor*, 91: 156-177.
- Kaiser A. 1993 - A new multi-category classification of subcutaneous fat deposit of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64: 246-255.
- King J.R., Barker S. & Farner D.S. 1963. A comparison of energy reserves during autumnal and vernal migratory periods in the White-crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys gambelii*. *Ecology*, 44 (3): 513-521.
- Klassen M., Kersten M. & Ens B.J. 1990 - Energetic requirements for maintenance and premigratory body mass gain of waders wintering in Africa. *Ardea*, 78: 209-220.
- Klassen M. & Biebach H. 1994 - Energetics of fattening and starvation in the long-distance migratory garden warbler *Sylvia borin* during the migratory phase. *Journal of Comparative Physiology B*, 164: 362-371.
- Klaassen M., Lindström Å, Zijlstra R. 1997 - Composition of fuel stores and digestive limitations to fuel deposition rate in the long-distance migratory Thrush Nightingale, *Luscinia luscinia*. *Physiological Zoology*, 70: 125-133.
- Klassen M. & Biebach H. 2000 - Flight altitude of trans-Saharan migrants in autumn: a comparison of radar obser-



- variations with prediction from meteorological conditions and water and energy balance models. *Journal of Avian Biology* 31: 47-55.
- Kodric-Brown A. & Brown J.H. 1984 - Truth in advertising: the kind of traits favored by sexual selection. *American Naturalist*, 124: 309-323.
- Kremetz D.G. & Pendleton G.W. 1990 - Fat scoring: sources of variability. *The Condor*, 92: 500-507.
- Kronfeld D.S. & Medway W. 1969 - Blood chemistry. In: Medway W., Prier J.E. & Wilkinson J.S. (eds.), *A Textbook of Veterinary Clinical Pathology*, William & Wilkins, Baltimore.
- Leary R.F. & Allendorf F.W. 1989 - Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 214-217.
- Lindström Å 1995 - Stopover ecology of migrating birds: some unsolved questions. *Israel Journal of Zoology*, 41: 407-416.
- Lindström Å & Piersma T, 1993 - Mass changes in migrating birds: the evidence for fat and protein storage re-examined. *Ibis*, 135: 70-78.
- Matthysen E. 1989 - Territorial and nonterritorial settling in juvenile Eurasian Nuthatches (*Sitta europea* L.) in summer. *Auk*, 106: 560-568.
- McCabe T.T. 1943 - An aspect of collectors' technique. *Auk*, 60: 550-568.
- McEwan E.J. & Whitehead P.M. 1984 - Seasonal changes in body weight and composition of Dunlin (*Calidris alpina*). *Canadian Journal of Zoology*, 62: 154-156.
- Mertz W. 1975 - Trace-element nutrition in health and disease: contribution and problems of analysis. *Clinical Chemistry*, 21: 468-475.
- Michener H. & Michener J.R. 1938 - Bars in flight feathers. *The Condor*, 40: 149-170.
- Møller A.P. & Pomianowski A. 1993 - Fluctuating asymmetry and sexual selection. *Genetica*, 89: 267-279.
- Møller A.P. 1990 - Fluctuating asymmetry in male sexual ornaments may reliably reveal male quality. *Animal Behaviour*, 40: 1185-1187.
- Moreno J. 1989 - Body-mass variation in breeding Northern Weathers: a field experiment with supplementary food. *The Condor*, 91: 178-186.
- Murphy M.E. & King J.R. 1991 - Ptilochronology: a critical evaluation of assumptions and utility. *Auk*, 108: 695-704.
- Nelsen L. & Brandl R. 1988 - Plasma glucose and haematocrit of young Black-headed Gulls *Larus ridibundus*. *Journal of Zoology (Lond.)*, 215: 183-187.
- Newton S.F. 1993 - Body condition of a small passerine bird: ultrasonic assessment and significance in overwinter survival. *Journal of Zoology (Lond.)*, 229: 561-580.
- Nilsson J.Å. 1994 - Energetic stress and the degree of fluctuating asymmetry: implications for a long-lasting honest signal. *Evolutionary Ecology*, 8: 248-255.
- Owen W. 1981 - Abdominal profile - a condition index for wild geese in the field. *Journal of Wildlife Management*, 45: 227-230.
- Owen M. & Cook W.A. 1977 - Variations in body weight, wing length and condition of Mallard *Anas platyrhynchos* and their relationship to environmental changes. *Journal of Zoology (Lond.)*, 183: 377-395.
- Packard G. & Boardman T.J. 1987 - The misuse of ratios to scale physiological data that vary allometrically with body size. In: Feder M.E., Bennett A.F., Berggren W.W. & Huey R.B. (eds.), *New Directions in Ecological Physiology*, Cambridge University Press, Cambridge pp. 216-239.
- Palmer A.R. & Strobeck C. 1986 - Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, pattern. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 391-421.
- Parsons P.A. 1990 - Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress. *Biological Reviews*, 65: 131-145.
- Pennyquick C.J., 1975 - Mechanical of flight. In: Farner D.S. & King J.R. (eds.), *Avian Biology*, Vol. V. Academic Press, London & New York, pp. 1-75.
- Pennyquick C.J. 1998 - Computer simulation of fat and muscle burn in long-distance bird migration. *Journal of Theoretical Biology*, 191: 47-61.
- Pennyquick C.J. 1989 - *Bird Flight Performance: A Practical Calculation Manual*. Oxford University Press.
- Phillips N.J. 1994 - Autumn migration and weights of Blackcaps *Sylvia atricapilla* and Garden Warbler *S. borin* at an inland site in southern England. *Ring and Migration* 15, 17-26.
- Pienkowski M.W., Lloyd C.S. & Minton C.D.T. 1979 - Seasonal and migrational weight changes in Dunlins. *Bird Study*, 26: 134-148.
- Piersma T. 1984 - Estimating energy reserves of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* on the basis of body dimensions. *Ardea*, 72: 119-126.
- Piersma T., Gudmundsson G.A., Davidson N.C. & Morrison R.I.G. 1996 - Do arctic-breeding Red knots (*Calidris canutus*) accumulate skeletal calcium before egg laying? *Canadian Journal of Zoology*, 74: 2257-61.
- Pilastro A. & Spina F. 1997 - Ecological and morphological correlates of residual fat reserves in passerine migrants at their spring arrival in southern Europe. *Journal of Avian Biology*, 28: 309-318.



- Presta E., Wang J., Harrison G.G., Bjorntop P., Harker W.H. & Van Itallie T.B. 1983 - Measurement of total body electrical conductivity: a new method for estimation of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 37: 735-739.
- Rabenhold P.P., Rabenhold K.N., Piper W.H., Decker M.D. & Haydock J. 1991 - Using DNA fingerprinting to assess kinship and genetic structure in avian populations. In: Dudley E.C. (ed.), *The Unity of Evolutionary Biology*, Dioscoroides Press, Portland, pp. 611-620.
- Rattner B.A., Haramis G.M., Chu D.S., Bunck C.M. & Scanes C.G. 1987 - Growth and physiological condition of Black Ducks reared on acidified wetlands. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 2953-2958.
- Roby D.D. 1991 - A comparison of two noninvasive techniques to measure total body lipid in live birds. *Auk*, 108: 509-518.
- Rogers C.M. 1987 - Predation risk and fasting capacity: Do wintering birds maintain optima body mass?. *Ecology*, 68: 1051-1061.
- Rogers C.M. 1991 - An evaluation of the method of estimating body fat in birds by quantifying visible subcutaneous fat. *Journal of Field Ornithology*, 62: 349-356.
- Rodriguez M. 1985 - Weights and fat accumulation of Blackcaps *Sylvia atricapilla* during migration through Southern Spain. *Ringling & Migration*, 6: 33-38.
- Sandberg R. 1994 - Interaction of body condition and magnetic orientation in autumn migrating robins *Erithacus rubecula*. *Animal Behaviour*, 47: 679-686.
- Scott I., Grant M. & Evans 1991 - Estimation of fat-free mass of live birds: Use of total body electrical conductivity (TOBEC) measurements in studies of single species in the field. *Functional Ecology*, 5 (2): 314-320.
- Sears J. 1988 - Assessment of body condition in live birds: measurements of protein and fat reserves in the Mute Swan, *Cygnus olor*. *Journal of Zoology (Lond.)*, 216: 295-308.
- Shirihai H., Gargallo G. & Helbig A.J. 2001 - *Sylvia Warblers*. Helm, A & C Black Publishers Ltd, London.
- Simmons R. 1988 - Honest advertising, sexual selection courtship displays and body condition of polygynous male harriers. *Auk*, 105: 303-307.
- Skagen S.K., Knopf F.L. & Cade B.S. 1993 - Estimation of lipids and lean mass of migrating sandpipers. *The Condor*, 95: 944-956.
- Slagsvold T. 1982 - Criteria for estimating the condition of birds - relationship between fat content and body size dimensions in the Hooded Crow *Corvus corone cornix*. *Ornis Scandinavica*, 13: 141-144.
- Smith N.G., Goldstein D.L. & Bartolomew G.A. 1986 - Is long-distance migration possible for soaring hawks using only stored fat?. *Auk*, 103: 607-611.
- Spengler T.J., Leberg P.L. & Barrow W.C. Jr 1995 - Comparison of condition indices in migratory passerines at a stopover site in coastal Louisiana. *The Condor*, 97 (2): 438-444.
- Sturkie P.D. & Griminger P. 1986 - Body fluids: blood. In: Whittow G.C. (ed.), *Sturkie's Avian Physiology*, Springer-Verlag, New York.
- Swaddle J.P. & Witter M. 1994 - Food, feathers and fluctuating asymmetries. *Proceedings of the Royal Society, Lond. B.*, 255: 147-152.
- Swaddle J.P., Witter M. & Cuthill I.C. 1994 - The analysis of fluctuating asymmetry. *Animal Behaviour*, 48: 986-989.
- Valentine D.W., Soulé M.E. & Samollow P. 1973 - Asymmetry analysis in fishes: a possible indicator of environmental stress. *Fishery Bulletin*, 71: 357-370.
- Van der Meer J. & Piersma T. 1994 - Physiologically inspired regression models for estimating and predicting nutrient stores and their composition in birds. *Physiological Zoology*, 67: 305-329.
- Van Eerden M.R., Zijlstra M. & Loonen M.J.J.E. 1991 - Individual patterns of staging during autumn migration in relation to body condition in Greylag Geese *Anser anser* in the Netherlands. *Ardea*, 79: 261-264.
- Van Valen L. 1962 - A study of fluctuating asymmetry. *Evolution*, 16: 125-142.
- Vehrencamp S.L., Bradbury J.W. & Gibson R.M. 1989 - The energetic cost of display in male Sage Grouse. *Animal Behaviour*, 38: 885-896.
- Walsberg G.E. 1988 - Evaluation of a nondestructive method for determining fat stores in small bird and mammals. *Physiological Zoology*, 61: 153-159.
- Ward P. & Jones P.J. 1977 - Pre-migratory fattening in three races of the Red-billed Quelea *Quelea quelea*. (Aves: Ploceidae), an intra-tropical migrant. *Journal of Zoology (Lond.)*, 181: 43-56.
- Watson P.J. & Thornhill R. 1994 - Fluctuating asymmetry and sexual selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 21-25.
- Wiersma P. & Piersma T. 1995 - Scoring abdominal profiles to characterize migratory cohorts of shorebirds: an example with Red Knots. *Journal of Field Ornithology*, 66: 88-98.
- Wood B. 1982 - Weights and migratory strategy of Blackcaps *Sylvia atricapilla* wintering in Tunisia. *Ibis*, 124: 66-72.
- Wood H.B. 1950 - Growth bars in feathers. *Auk*, 67: 486-491.
- Zehnder S., Åkesson S., Liechti F., Bruderer B. 2001 - Nocturnal autumn migration at Falsterbo, South Sweden. *Journal of Avian Biology* 32: 239-248.



# Ecologia della sosta nel Parco del Ticino.

## II. Dieta nelle aree di sosta

Jacopo Tonetti<sup>1</sup>,  
Stefania Fontana<sup>2</sup>,  
Elena Comi<sup>1</sup>,  
Sara Marogna<sup>2</sup>,  
Giuseppe Patrignani<sup>2</sup>,  
Lorenzo Fornasari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faunaviva,  
Via Biringhello, 114  
20017 Rho (MI)

<sup>2</sup> Dipartimento  
di Botanica, Università  
di Milano,  
Via Celoria, 26  
20132 Milano

<sup>3</sup> DISAT, Università  
di Milano Bicocca,  
Piazza della Scienza, 1  
20126 Milano





## 1. Introduzione

E' noto da tempo che negli uccelli in migrazione avvengono processi metabolici specifici ed esistono speciali adattamenti sia fisiologici che comportamentali. Adattamenti molto simili compaiono in gruppi sistematici diversi: si manifestano fenomeni come gregarità, cambiamenti nei ritmi circadiani, iperfagia e periodi di inattività pre-migratoria (Berthold, 2001).

Osservazioni e analisi approfondite, unite alla spinta data dalla scoperta degli adattamenti fisiologici manifestati dai migratori (demolizione e catabolizzazione di parti di intestino, fegato e stomaco), hanno messo in evidenza diversi aspetti della dieta dei migratori nelle aree di sosta: gli uccelli attuano alcune variazioni del regime alimentare, che portano a cambiamenti notevoli sia della qualità sia della quantità di cibo (Schwilch et al., 2001). Durante la migrazione specie di uccelli che normalmente si nutrono di alimenti di origine animale mostrano un radicale cambiamento nelle abitudini alimentari. Queste modificazioni sono supportate da cambiamenti nel tipo e numero di enzimi che agiscono nell'apparato digerente dei migratori, oltre che da variazioni comportamentali (Karasov, 1998).

I Silvidi sono un efficace esempio di come siano frequenti i cambiamenti nell'alimentazione. Essi sono primariamente insettivori, e come tali si comportano durante le fasi stanziali, cercando gli invertebrati di cui si nutrono tra i rami di alberi e cespugli. Specie come la Capinera *Sylvia atricapilla*, il Beccafico *Sylvia borin* e la Sterpazzola *Sylvia communis* durante le soste dei voli migratori integrano però la dieta nutrendosi di elementi vegetali e, in alcuni casi, preferendo gli alimenti di origine vegetale a quelli di origine animale (Herrera, 1998; Berthold, 2001).

Per i migratori a dieta insettivora, la letteratura ornitologica recente evidenzia un possibile ruolo di polline e nettare nell'ingrassamento durante le soste primaverili (Cortes, 1982; Ford, 1985; Schwilch et al., 2001). Durante le soste autunnali è invece noto da tempo l'importante ruolo svolto dalle bacche (Snow & Snow, 1988; Berthold, 1996).

### 1.1 Utilizzo di bacche nella migrazione autunnale

Le cause dell'utilizzo di bacche e frutti durante la migrazione autunnale hanno origine sia ecologica che fisiologica. I Mammiferi ad esempio, a causa delle sostanze tossiche contenute in molte bacche, non possono nutrirsi. Grazie ad un'alta tolleranza nei confronti degli alcaloidi, gli uccelli hanno invece ampio accesso a questa risorsa, che diventa di fondamentale importanza nell'ecologia della migrazione (Berthold, 2001). Inoltre, gli insetti di cui si nutrono abitualmente i migratori spesso diminuiscono notevolmente, soprattutto in autunno, a causa di repentini abbassamenti della temperatura. Molti migratori notturni allora si riposano durante il giorno piuttosto che spendere energie inutilmente alla ricerca di cibo. In una situazione simile i frutti e le bacche sono un'ottima fonte di nutrimento alternativa: sono presenti in notevole quantità e sono facilmente accessibili (Berthold, 2001).

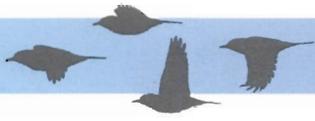
Durante la migrazione gli uccelli devono aumentare il consumo di cibo per accumulare depositi di grasso e ripristinare quelli consumati durante il volo. Questa necessità spiega il fenomeno dell'iperfagia, che compare nei periodi premigratori, durante i quali gli uccelli manifestano una voracità non comune. Il contributo energetico dato da frutti e bacche è mediamente elevato: essi contengono molti zuccheri, acidi grassi insaturi e carboidrati, ma soprattutto possiedono composti che favoriscono la lipogenesi. Esperimenti relativi alla dieta hanno rivelato che uccelli migratori nutriti sia con alimenti di origine animale che con frutti e bacche ingrassano molto di più e più rapidamente di altri, a cui era somministrato solo cibo di origine animale (Berthold, 1976; Bairlein & Hampe, 1998).



Non è sempre vero che i migratori preferiscano i frutti più ricchi di energia o di grassi come sarebbe logico aspettarsi (Whelan & Wilson, 1994). Essi prediligono le bacche di piante che in qualche modo favoriscono l'incremento dei depositi adiposi; non si sa ancora, però, in che modo questo avvenga. Sono stati condotti esperimenti di scelta di cibo e si è visto che specie dei generi *Phylloscopus* e *Acrocephalus* non si cibano praticamente mai di frutta persino durante la migrazione e preferiscono nutrirsi di afidi che, per il loro alto contenuto di zuccheri, favoriscono la lipogenesi e la deposizione di grasso (Bairlein, 1990). Durante la migrazione post-riproduttiva l'utilizzo di bacche nell'alimentazione è un fatto conosciuto da tempo, i migratori stessi agiscono come disseminatori delle specie baccifere di cui si nutrono (Herrera, 1998). Questo fenomeno non ha però un andamento uniforme dal punto di vista geografico. Seguendo un'ideale rotta migratoria con direzione S-SO, partendo dal Nord Europa, i migratori di passaggio sul centro-nord Europa incontrano prima frutti e bacche che non possiedono un elevato quantitativo di sostanze nutrienti (in particolare grassi e proteine) e non vengono utilizzati come fonte di alimentazione prioritaria (Berthold, 2001). Nelle aree mediterranee invece, grazie a condizioni climatiche favorevoli, crescono piante le cui bacche contengono un'elevata percentuale di grassi e proteine. Queste bacche, ampiamente consumate dai migratori, permettono una velocità di ingrassamento, intesa come accumulo di tessuti adiposi, doppia rispetto a una dieta puramente insettivora (Ferns, 1975); in tali situazioni si possono osservare casi di individui strettamente frugivori (Snow, 1971; Herrera & Jordano, 1981). Lentisco *Pistacia lentiscus*, Corbezzolo *Arbutus unedo*, Rovo *Rubus sp.*, Lentaggine *Viburnum tinus*, Fillirea *Phillyrea latifolia*, Salsapariglia *Smilax aspera* sono alcune delle specie baccifere mediterranee più utilizzate dai migratori in sosta nelle aree costiere. Alle nostre latitudini crescono molte specie baccifere importanti per i migratori. Essi si nutrono di frutti di Sambuco *Sambucus nigra*, di Fitolacca *Phytolacca americana*, di Ligustro *Ligustrum vulgare*, di Spino cervino *Rhamnus catharticus*, di Biancospino *Crataegus monoginae*, di Viburno *Viburnum opulus*, di rovo *Robus sp.*, di Sorbo degli uccellatori *Sorbus aucuparia*. Anche le piante coinvolte ricavano un vantaggio da questa relazione: la germinazione e la crescita di alcuni semi può venir innescata dal passaggio attraverso l'apparato digerente degli uccelli, come se essi disperdessero e 'coltivassero' lungo il loro cammino le specie vegetali i cui frutti rappresentano una risorsa fondamentale.



Frutti di Fitolacca  
(foto di P. Bonazzi)



## 2. Utilizzo di nettare e polline nella migrazione primaverile

Un altro peculiare adattamento di alcuni migratori, tra cui i Silvidi, consiste nello sfruttare come risorsa alimentare il nettare di alcuni fiori nelle aree di sosta. L'utilizzo del nettare può avere particolari funzionalità per i migratori, che rendono questo alimento fondamentale per superare fasi critiche della migrazione (Schwilch et al., 2001).

Il principale problema che un migratore deve affrontare una volta giunto in un sito di sosta è la possibilità di recuperare nel minor tempo possibile l'energia spesa durante il volo, e questo processo può venire condizionato dallo *status* fisiologico dell'uccello (Schaub & Jenni, 2000). In seguito al superamento di barriere ecologiche o a causa delle condizioni meteorologiche incontrate spesso le condizioni fisiche dei migratori non

Capinera  
con il becco  
sporco di polline  
(foto di E. de Carli)





sono ottimali. Questo porta a due conseguenze: 1) lo stato di generale debilitazione impone delle limitazioni nell'alimentazione e nel conseguente accumulo di riserva adipose e l'assunzione immediata di grandi quantità di cibo di origine animale non è redditizia se la sua metabolizzazione è impedita dalla scarsa funzionalità del sistema digerente; 2) si manifesta una ridotta efficienza nel foraggiamento, provocata dalle poche energie a disposizione, a cui si aggiunge il fatto che esso avviene in un territorio per lo più sconosciuto (Klaassen et al., 1997).

Date queste difficoltà, è ragionevole pensare che subentri nella dieta un elemento nuovo: come in autunno le bacche, in primavera il nettare dei fiori risponde alle caratteristiche di un alimento facilmente digeribile, diffuso ampiamente e, se concentrato, altamente energetico (Schwilch et al., 2001).

Il consumo di nettare da parte di alcuni Passeriformi europei è noto da tempo, seppure riportato in maniera occasionale. La prima segnalazione per gli uccelli europei risale al 1917, relativamente alla Cinciarella *Parus caeruleus* e ad alcuni Silvidi (Swynnerton, 1917). Questo comportamento, in particolari momenti del loro ciclo vitale, tra cui la sosta migratoria dopo trasvolate di mari o oceani, è stato più di recente evidenziato per Silvidi svernanti a Malta (Thake, 1980; 1994) e in migrazione in Israele (Comi et al., 2002), e studiato a fondo presso l'isola di Ventotene (Schwilch et al., 2001). Le specie coinvolte sono rispettivamente Capinera *Sylvia atricapilla*, Occhiocotto *Sylvia melanocephala*, Sterpazzolina *Sylvia cantillans* e Lui piccolo *Phylloscopus collybita* a Malta, Capinera e Bigiarella *Sylvia curruca* ad Eilat in Israele, Beccafico *Sylvia borin*, Sterpazzolina, Sterpazzola *Sylvia communis* e Capinera a Ventotene. In letteratura esistono dati sul consumo di polline anche da parte del Lui grosso *Phylloscopus trochilus* (v. Schwilch et al., 2001).

Situata a circa 50 km al largo del Golfo di Gaeta, Ventotene è un importante punto di sosta per i migratori che svernano in Africa e in primavera fanno ritorno in Europa sorvolando il Mediterraneo, nonché sede di regolari campagne di inanellamento promosse dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (Schwilch et al., 2001). In questa isola le osservazioni dirette di Silvidi, in particolare Capinera e Sterpazzola, che visitavano assiduamente piante fiorite di Finocchio *Ferula communis* e di *Brassica fruticulosa* autorizzavano l'ipotesi che i migratori appena giunti si nutrissero di nettare; l'ulteriore riscontro di animali che venivano catturati e presentavano capo e petto ricoperti di polline avvalorava la teoria. Per confermare l'ipotesi sono stati compiuti esperimenti di *food-choice*, o scelta del cibo, in cui veniva offerta ai migratori la possibilità di scegliere tra nutrimento di origine animale e nettare. Inoltre è stata compiuta un'ulteriore analisi di campioni fecali raccolti subito all'arrivo dei migratori. La possibilità alternativa era che le capinere e le sterpazzole stessero cercando insetti di cui nutrirsi presenti nei fiori visitati, ma il comportamento nutrizionale non ha lasciato dubbi, e nelle feci non sono stati trovati resti di insetti presenti sulle piante.

I risultati di Schwilch et al. (2001) indicano una preferenza da parte dei soggetti esaminati verso il nettare; inoltre le analisi dei campioni fecali dimostrano che i pollini ingeriti durante l'assunzione di nettare dalle specie di piante selezionate risultavano vuoti, segno che anch'essi erano stati digeriti e metabolizzati. I pollini, pur presentando una spessa parete permeata da sostanze (esina) molto resistenti, possiedono un contenuto proteico di circa il 10-30% della massa totale (Grant, 1996), candidandosi così a possibile fonte energetica.

L'analisi della composizione di nutrienti del nettare di *Brassica* e *Ferula* evidenzia una notevole quantità di glucosio, con una concentrazione del 40-70%. Questo e altri zuccheri giocano un ruolo importante nel passaggio da uno stato fisiologico catabolico ad uno anabolico: se il livello di glucosio nel sangue è basso si ha glicolisi, lipolisi e proteolisi (Schwilch et al., 2001). L'assunzione di nettare garantisce quindi una discreta e facilmente accessibile fonte di carboidrati e zuccheri, elementi tra l'altro essenziali per rimettere pienamente in funzione il sistema digerente. La percentuale di soggetti che mostrava tracce di polline sul petto o la faccia era del 10-20% in Sterpazzolina, Sterpazzola, Beccafico e Capinera.



### 3. Le indagini compiute nel Parco del Ticino

Allo scopo di valutare la componente vegetale nella dieta dei migratori notturni a La Fagiana, il maggior numero possibile di individui appartenenti alle più comuni specie catturate sono stati sottoposti ad esperimenti di scelta di cibo nell'autunno 2001, alla raccolta di campioni fecali nella primavera 2002 e nell'autunno del 2001 e 2002.

#### 3.1 Esperimenti di scelta di cibo

Gli esperimenti di scelta di cibo sono stati effettuati nell'arco della stagione autunnale 2001, nei periodi corrispondenti ai massimi picchi migratori. L'esecuzione degli esperimenti ha previsto la costruzione di apposite gabbie, con dimensioni di 45x45x18 cm, assemblate utilizzando assi di legno da imballaggio da 8 mm, preventivamente tagliato. Le gabbie presentavano un'apertura frontale attraverso la quale veniva introdotto l'uccello, dotata di chiusura a chiavistello, e una seconda finestra munita di rete di plastica sul lato opposto, che garantiva la sufficiente illuminazione dell'interno.

All'interno delle gabbie venivano disposte, su cinque differenti mangiatoie, bacche di Fitolacca, Ligustro, Spino cervino, Viburno, e una alternativa costituita da cibo animale, le camole del miele, larve del lepidottero *Galleria mellonella*. Sono state offerte le bacche delle specie baccifere più diffuse in quest'area del Parco, mentre le camole sono l'alternativa animale più adatta per questo tipo di esperimenti, in quanto semplici da gestire e gradite a tutte le specie di uccelli.

Le specie di migratori oggetto degli esperimenti sono state quelle più frequentemente catturate durante l'attività di inanellamento: Capinera, Lui piccolo e Pettiroso (v. Bonazzi et al., in questo volume).

Ad ogni uccello sottoposto all'esperimento sono state offerte 10 bacche per ogni specie e 2 camole. La durata degli esperimenti è stata standardizzata in 40 minuti, a cui seguiva la liberazione dell'uccello, e si procedeva quindi al conteggio delle bacche e/o delle camole eventualmente mangiate.

#### 3.2 Analisi dei campioni fecali

Per approfondire le conoscenze sulla dieta di origine vegetale dei migratori, è stata organizzata la raccolta di campioni fecali delle specie di migratori più comuni. I campioni raccolti durante la primavera 2002 sono stati destinati ad analisi volte alla ricerca, conteggio e determinazione dei pollini eventualmente presenti, mentre in quelli raccolti durante le stagioni autunnali si sono ricercate tracce di alimentazione vegetale, sotto forma di semi o parti riconoscibili di bacche. Allo scopo sono state costruite apposite gabbie, di dimensioni 40x30x25 cm, appositamente fabbricate con fondo estraibile, utile a rimuovere le feci, e schermate sui lati.

I singoli individui sono stati introdotti nelle gabbie, quindi rilasciati all'atto della deposizione delle feci o dopo un intervallo massimo di 10 minuti. Le feci sono state raccolte con una spatola da un foglio di acetato posizionato sul fondo della gabbia e quindi inserite in provette Heppendorf portando a volume di 1 ml con alcool etilico al 70% (Van Tets, 2000).

La presenza di polline nelle feci è stata verificata con esame al microscopio ottico Leitz Biomed con ingrandimento 100 X a immersione, secondo una routine che ha previsto: a) riconoscimento e determinazione dei pollini mediante confronto; b) conteggio totale dei pollini secondo sistema di mappatura a quadrati; c) conteggio dei pollini vuoti,



semi-vuoti e pieni.

Per la preparazione del vetrino è stato necessario prelevare dal materiale grezzo tutte le particelle di grosse dimensioni (semi, piume, ecc.), centrifugare a 3000 rpm per 15 minuti, eliminare il surnatante e diluire il sedimento con 200 ml. di acetone (solvente polare e quindi affine al materiale organico). E' consigliabile non superare questa velocità di sedimentazione per non danneggiare il preparato. In seguito, sono stati prelevati 100 ml della soluzione e li si è distribuiti in modo omogeneo su un vetrino portaoggetti. Dopo l'evaporazione dell'acetone, il preparato è stato incluso in *glycerol gelatin* (glycerol 59% w/v, gelatin 0,9% w/v, phenol 1% w/v), precedentemente sciolta a 40 °C a bagnomaria, e lo si è coperto con un vetrino coprioggetti (Loveaux et al., 1970). Quindi, per ciascun campione si è proceduto al conteggio completo dei pollini presenti su un vetrino. Considerato che il volume delle feci rappresenta una percentuale minima del campione diluito, attraverso questa procedura si ottiene per ciascun vetrino (campione) un conteggio di pollini proporzionale alla loro frequenza, e quindi al quantitativo ingerito. Durante l'esame si è inoltre distinto tra pollini "pieni" e "vuoti", vale a dire ancora contenenti il citoplasma o con il solo rivestimento esineo, considerando questi ultimi come digeriti (Van Tets, 2000; Schwilch et al., 2001). Il contenuto è stato classificato come trascurabile (inferiore a 10 granuli contati), intermedio (10-50 granuli contati), rilevante (oltre 50 granuli contati).

I campioni raccolti in autunno con la stessa procedura sono stati esaminati nelle ore successive la raccolta. La routine di analisi ha previsto l'inserimento del campione in provette Heppendorf portando a volume di 1 ml con alcool etilico al 70%, l'apertura del campione in capsula Petri di 10 cm di diametro e l'osservazione mediante microscopio ottico binoculare Leitz 10-20 X. Per il riconoscimento delle parti vegetali, rappresentate per la maggior parte da semi, ci si è avvalsi di materiale di confronto preparato in loco, che ha permesso la determinazione a livello di specie.



Balia nera  
nella gabbietta  
per la raccolta  
di campioni fecali  
(foto di J. Tonetti)



## 4. Componente vegetale nella dieta dei migratori in sosta

### 4.1 Stagione primaverile

La campionatura primaverile delle feci ha consentito di raccogliere informazioni sul contenuto in polline per 141 individui appartenenti a quattro specie di migratori notturni (Figura 4.1): Capinera (86), Pettirosso (32), Lui piccolo (18), Lui grosso (5).

I pollini rinvenuti appartengono a taxa presenti nell'area del Parco del Ticino, in particolare ai generi *Salix* (*Salix fragilis*), *Populus*, *Carpinus* (*Carpinus betulus*), *Corylus* (*Corylus avellana*), *Alnus* (*Alnus glutinosa*), *Prunus*, *Rhamnus* (*Rhamnus catharticus*), *Quercus* e, per alcuni pollini non identificati, a specie della famiglia delle Rosacee.

Polline in quantità rilevante è stato rinvenuto soltanto in cinque capinere (5,8%), tre pettirossi (9,4%) e due lui grossi (40,0%, ma il campione è molto scarso). Un utilizzo propriamente trofico è quindi limitato a percentuali ridotte delle popolazioni, peraltro non molto dissimili da quelle evidenziate per i Silvidi studiati a Ventotene da Schwilch et al. (2001). In tutti i pettirossi e lui grossi i campioni fecali contenevano pollini di *Salix fragilis* e *Rhamnus catharticus* ed una delle due specie era quella dominante nel campione. Ruolo predominante nei campioni fecali della Capinera è risultato invece svolto da altre specie e in particolare dalle querce (Tabella 4.1). In tutti i casi la maggior parte dei granuli risulta digerita o parzialmente digerita, ad indicare un apporto proteico alla dieta dei migratori. In questo senso, è indicativo il fatto che la maggior parte dei soggetti mostra un grado di adiposità medio (da 2 a 4).

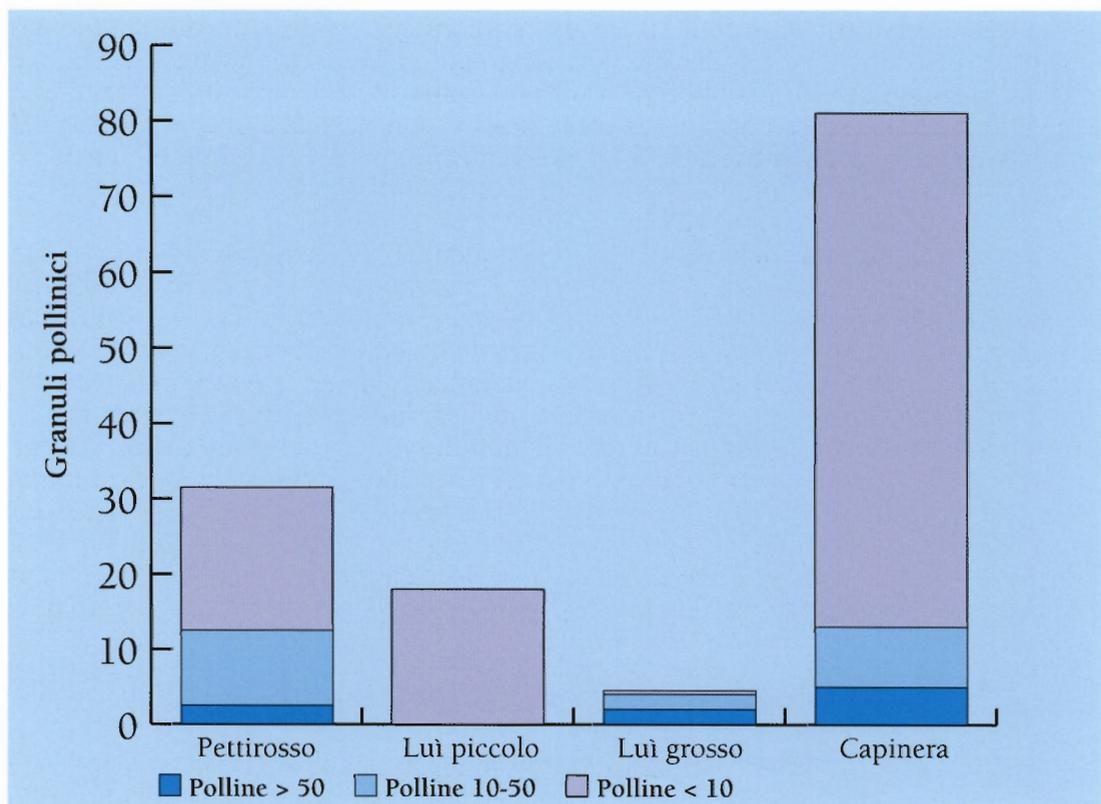


Figura 4.1 - Numero di campioni fecali a diverso contenuto di granuli pollinici nelle quattro specie esaminate. Il contenuto è stato classificato come trascurabile (inferiore a 10 granuli contati), intermedio (10-50 granuli contati), rilevante (oltre 50 granuli contati).



DATA	SPECIE	ANELLO	G	M	Taxon dominante	Pieni	Parz	Vuoti	Tot	Pieni	Parz	Vuoti	Tot
30/03/2002	ERI RUB	AH67464	2	2	<i>Salix</i>	2	15	50	67	13	16	60	89
08/04/2002	ERI RUB	AH16252	4	2	<i>Salix</i>	5	4	19	28	12	7	28	47
14/04/2002	ERI RUB	K872086	3	3	<i>Rhamnus</i>	16	10	11	37	19	13	41	73
12/04/2002	PHY TRO	X65790	4	2	<i>Rhamnus</i>	10	2	7	19	54	32	41	127
10/04/2002	PHY TRO	X65787	3	2	<i>Salix</i>	13	73	206	292	21	79	220	320
21/03/2002	SYL ATR	L681166	3	2	<i>Populus</i>	25	6	5	36	34	6	15	55
25/03/2002	SYL ATR	L681179	2	2	<i>Quercus</i>	27	29	51	107	30	32	56	118
07/04/2002	SYL ATR	L642340	1	2	<i>Quercus</i>	17	8	33	58	62	18	50	130
18/04/2002	SYL ATR	L580070	4	2	<i>Alnus</i>	1	1	8	10	13	7	26	46
02/05/2002	SYL ATR	L681525	3	3	<i>Quercus</i>	22	5	45	72	50	21	71	142

Tabella 4.1 Contenuto fecale individuale degli uccelli con granuli pollinici in quantità rilevante (ERI RUB: Pettirosso; PHY TRO: Lui grosso; SYL ATR: Capinera).

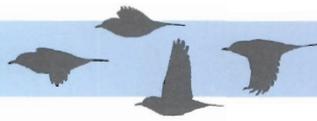
Hanno comunque evidenziato la presenza di polline almeno in quantità intermedia (10 o più granuli) rispettivamente il 16,3% di campioni fecali delle capinere, il 40,6% di quelli dei pettirossi, l'80,0% di quelli dei lui grossi; al contrario, nessuno dei lui piccoli aveva contenuto fecale di polline più che trascurabile. Il significato della presenza dei pollini in questo caso potrebbe essere indicativo non tanto di una alimentazione diretta sugli amenti ma di attività trofica sulle piante. Le specie vegetali più frequenti nei campioni possono ad esempio essere considerate come specie pabulari per gli insetti di cui si nutrono gli uccelli migratori.

In questo caso il polline di *Salix* sp. è il più frequente (12) nelle feci di Pettirosso (Tabella 4.2), seguito da *Corylus avellana* (11) e *Alnus glutinosa* (10); anche il polline di *Rhamnus catharticus* risulta presente nel 57,2% dei campioni positivi (8 su 14). Il polline in questi casi era sempre per la maggior parte digerito. Frequente anche *Carpinus betulus* (10 campioni su 14 positivi), ma in quantitativi limitati e quasi mai digeriti.

Il Lui grosso ha rivelato presenza consistente in 4 campioni su cinque, sempre di *Salix* sp. e di *Rhamnus* sp., con alte percentuali di granuli svuotati del materiale citoplasmatico (Tabella 4.2). Il Lui piccolo ha comunque presenza di polline in cinque campioni, in quantità peraltro irrilevante; in quattro casi si trattava di polline di *Carpinus betulus*. Nelle feci di Capinera risulta frequente il polline digerito di *Quercus* sp (6 casi), di *Salix* sp (5 casi), di *Rhamnus catharticus* (5 casi). La specie vegetale più frequente nei campioni è però *Carpinus betulus* (9 campioni su 14 positivi), ma in quantitativi limitati e scarsamente intaccati (Tabella 4.2).

Nel complesso, i dati non sembrano indicare una diretta relazione esistente tra livello di adiposità e quantità di polline (Tabella 4.3); peraltro, il numero dei campioni non è sufficiente ad applicare il test del  $\chi^2$ .

È altresì interessante notare come, nei campioni analizzati, non compaiano pollini di specie alloctone infestanti ormai comuni nel territorio del Parco, come la Robinia *Robinia pseudoacacia* o il Pruno americano *Prunus serotina*. Questo dato potrebbe indicare una preferenza da parte dell'avifauna migratoria per le aree ad alta valenza naturalistica e meno degradate dal punto di vista vegetazionale.



	Salix sp.	Carpinus betulus	Corylus avellana	Alnus glutinosa	Prunus sp.	Rhamnus catharticus	Populus sp.	Quercus sp.	Complessivo
Incontrato (a)									
Pettiroso	12	10	11	10	3	8	5	1	32
Lui piccolo	0	0	0	0	0	2	0	0	18
Lui grosso	4	4	3	2	0	4	1	1	5
Capinera	7	9	4	1	3	5	5	6	86
Ril/Int (b)									
Pettiroso	6	1	1	2	1	2	0	0	13
Lui piccolo	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Lui grosso	3	0	0	0	-	3	0	1	4
Capinera	5	0	0	1	0	5	1	6	14
Digerito (c)									
Pettiroso	6	0	1	2	1	2	-	-	13
Lui piccolo	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Lui grosso	3	-	-	-	-	3	-	1	4
Capinera	5	-	-	1	-	5	0	6	14
% media (d)									
Pettiroso	83,7	-	88,9	76,4	64,7	59,3	-	-	74,6
Lui piccolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lui grosso	60,1	-	-	-	-	70,1	-	68,4	66,2
Capinera	72,5	-	-	80,0	-	75,1	13,9	63,6	61,0

Tabella 4.2 - Numero di casi in cui il cui polline di ciascun taxon è stato rinvenuto nelle feci (a), quante volte in quantità rilevante o intermedia (b), quante volte digerito in almeno il 50% dei granuli presenti (c) e percentuale media di granuli digeriti per i taxa presenti.

Specie	Classi di Grasso	Positivi	Negativi	Frequenza	Taxa
Pettiroso	0	0	3	0	
	1	2	3	40,0%	Prunus (1), Salix (1), Quercus (1)
	2	5	2	71,4%	Salix (2), Rhamnus (2), Alnus (1)
	3	4	7	36,4%	Salix (2), Corylus (2), Alnus (1), Rhamnus (1)
	4	2	4	33,3%	Salix (1)
	TOTALE	13	19	40,6%	
Lui grosso	3	1	0	100%	Salix (1), Rhamnus (1)
	4	3	1	75,0%	Salix (3), Rhamnus (3), Quercus (1), Rosacee n.i. (1)
	TOTALE	4	1	80,0%	
Capinera	1	4	13	23,5%	Quercus (2), Salix (1)
	2	4	20	16,7%	Salix (2), Rhamnus (2), Quercus (1)
	3	4	20	16,7%	Rhamnus (2), Quercus (1), Salix (2), Populus (1)
	4	2	14	12,5%	Rhamnus (1), Alnus (1)
	5	0	5	0,0%	
	TOTALE	14	72	16,3%	

Tabella 4.3 - Frequenza di pollini rinvenuti per classi di adiposità e principali taxa presenti (tra parentesi il numero di campioni positivi).



## 4.2 Periodo autunnale

Gli esperimenti di *food-choice* effettuati nella stagione autunnale 2001 hanno riguardato 120 individui di quattro specie: 83 pettirossi, 25 capinere, 9 lui piccoli, 3 lui grossi (Tabella 4.4).

Il Pettirosso ha mostrato una preferenza per le larve di insetto: nei 40 casi in cui i soggetti trattenuti si sono alimentati, in 23 casi hanno mangiato 1-2 camole, in 11 casi hanno mangiato 1-5 bacche, in 6 casi hanno sfruttato entrambe le risorse.

Le specie vegetali scelte sono state in 8 casi lo Spino cervino, in 8 casi la Fitolacca, in 3 casi il Ligustro e in 2 il Viburno (Tabella 4.5).

Nella Capinera al contrario le maggiori preferenze sono state accordate al cibo vegetale. Infatti, 2 individui si sono alimentati sia su camole sia su bacche, mentre altri 8 soltanto su bacche (1-7). La specie più utilizzata è stata la Fitolacca, in tutti e 10 i casi; tre individui hanno utilizzato anche bacche di *Rhamnus catharticus*.

Specie	N	Camole	Entrambi	Frutta	Niente
Pettirosso	83	23	6	11	43
Passera scopaiola	3	1	1	-	1
Lui piccolo	9	-	-	-	9
Lui grosso	3	-	-	-	3
Capinera	25	-	2	8	15
Balia nera	2	2	-	-	-

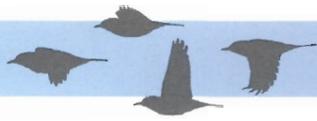
Tabella 4.4 - Esperimenti di *food-choice*: scelta tra alimenti vegetali e animali.

Specie	Ligustro	Viburno	Fitolacca	Spino cervino
Pettirosso	3	2	8	8
Passera scopaiola	-	1	-	-
Lui piccolo	-	-	-	-
Lui grosso	-	-	-	-
Capinera	-	-	10	3
Balia nera	-	-	-	-

Tabella 4.5. Esperimenti di *food-choice*: scelta tra tipi di bacche

Le due specie del genere *Phylloscopus* non hanno mai esercitato attività trofiche durante l'esperimento. Nella Capinera l'assunzione di bacche avviene indifferentemente dal livello di adiposità degli individui (Figura 4.2), mentre nel Pettirosso l'assunzione di bacche diventa prevalente sul cibo animale a livelli di adiposità media (Figura 4.3).

L'impiego comunque rilevante di bacche nell'alimentazione autunnale è confermato dall'esame dei campioni fecali. I campioni fecali relativi alle due stagioni autunnali sono complessivamente 195, ripartiti fra tre sole specie: Pettirosso (82), Capinera (50) e Lui piccolo (63). Sono stati trovati resti riconoscibili di bacche rispettivamente in feci di 12 pettirossi (14,6%), 32 capinere (64,0%) e un Lui piccolo (1,6%). Si è trattato nella quasi totalità dei casi di semi o bucce di *Phytolacca americana*, tranne due casi rispettivamente con semi di *Ligustrum vulgare* (una Capinera) e di *Sambucus nigra* (una Capinera, comunque associato a *Phytolacca*). L'utilizzo di alimenti di origine vegetale è potenzialmente diversa in soggetti a diverso livello di adiposità, poiché a questa variazione sono connessi anche cambiamenti fisiologici legati alla funzionalità dell'apparato dige-



rente. Le due serie di dati per la Capinera sono parzialmente discordanti: in base agli esperimenti di scelta di cibo l'utilizzo di bacche avviene indipendentemente dalla classe di grasso, mentre l'esame delle feci mostra un calo del consumo nei soggetti ad adiposità maggiore. Più semplice da spiegare la differenza riscontrata al livello di minimo adiposità: l'assenza di resti vegetali dalle feci potrebbe infatti interessare quei soggetti, appena arrivati, che non hanno ancora avuto il tempo di nutrirsi nell'area. La presenza di notevoli quantità di resti vegetali negli individui con adiposità intermedia rafforzerebbe l'ipotesi che le bacche contengono elementi che favoriscono la lipogenesi (Berthold, 2001). Sono coerenti con questa ipotesi i risultati dell'esame delle feci (Figura 4.4). L'analisi dei campioni fecali di Pettiroso conferma la generale preferenza di questa specie per il cibo animale: su 82 campioni analizzati, 12 riportano resti vegetali mentre i restanti 70 sono contengono solo resti di insetti (Figura 4.5). Gli esperimenti di *food-choice* condotti su Pettiroso indicano una preferenza per il cibo vegetale in individui con classe di adiposità elevate (Figura 4.3), in senso opposto alla tesi di Berthold (2001). Il numero dei campioni fecali analizzati relativi a individui di Pettiroso con elevata adiposità non è sufficientemente numeroso per avallare questa ipotesi.

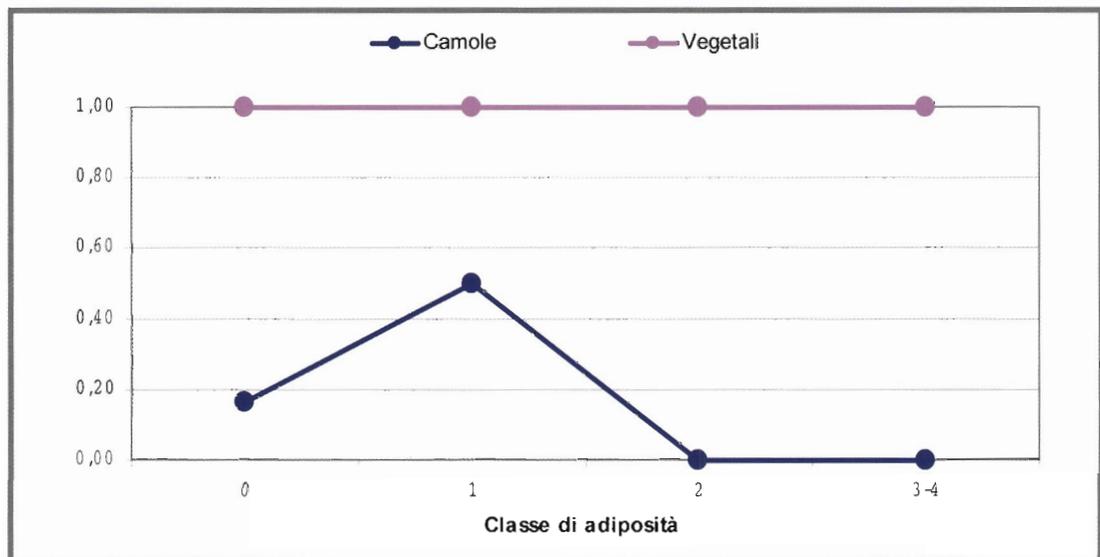


Figura 4.2 - Risultato degli esperimenti di food-choice per Capinera.

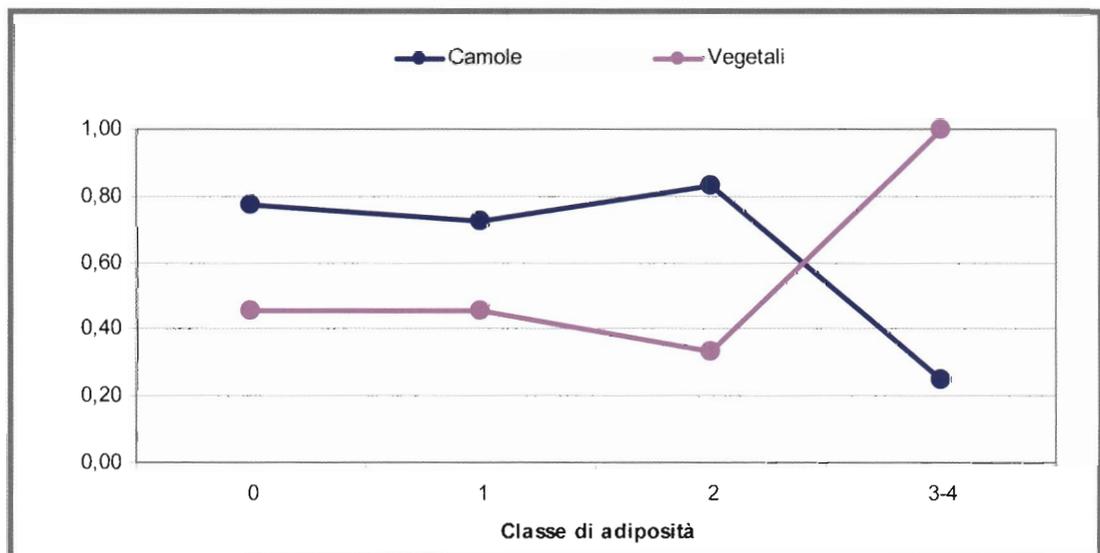


Figura 4.3 - Risultato degli esperimenti di food-choice per Pettiroso.

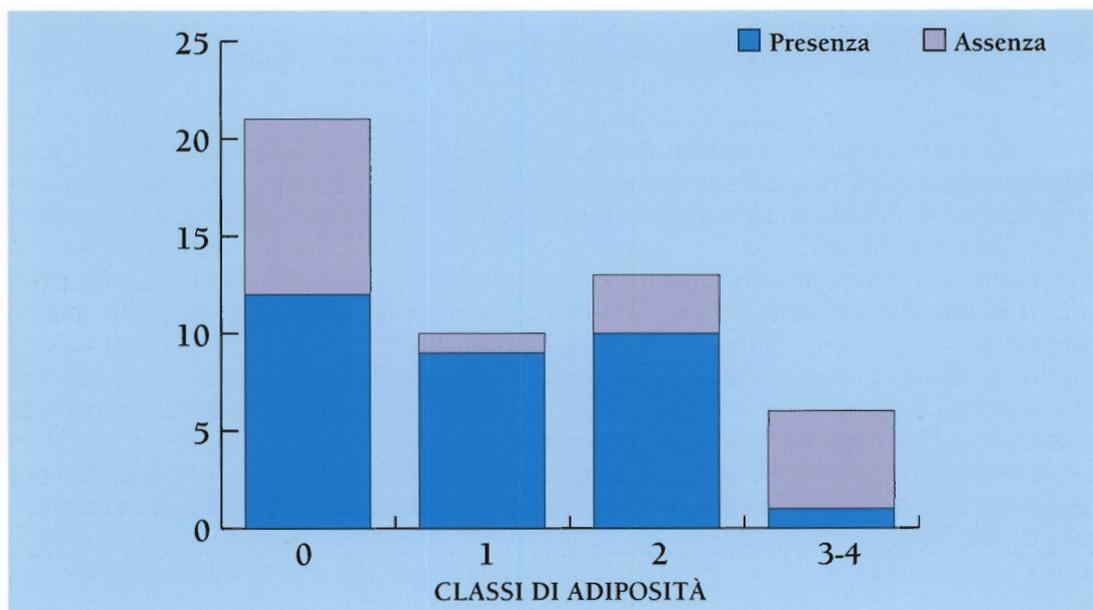


Figura 4.4 - Presenza di resti vegetali nelle feci di Capinera.

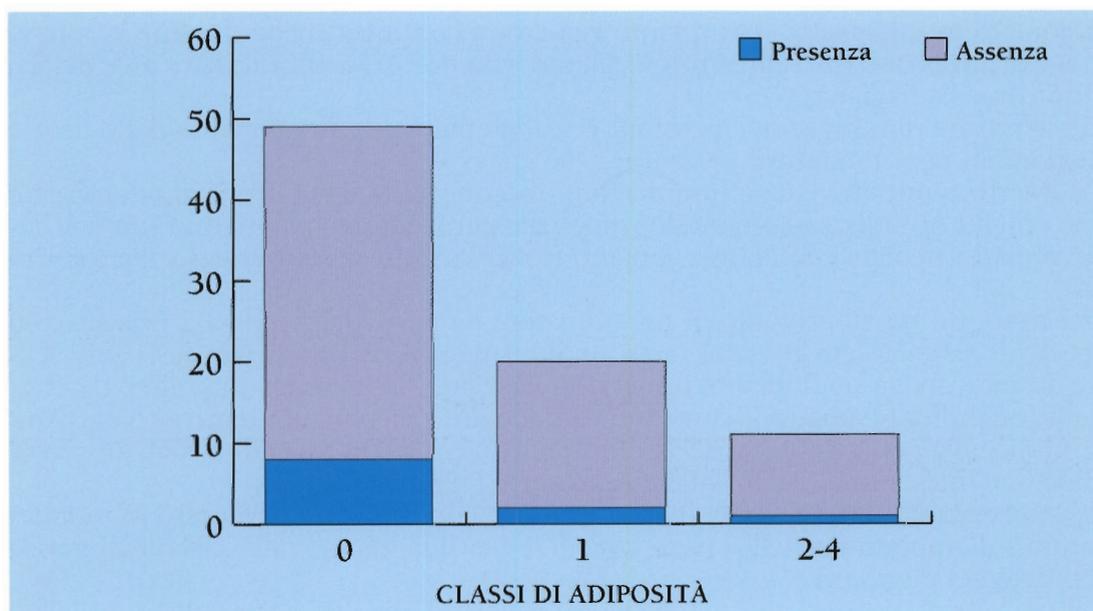
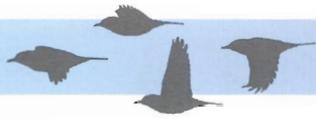


Figura 4.5 - Presenza di resti vegetali nelle feci di Pettiroso.



## 5. Discussione

Per riassumere i risultati contenuti in questo studio, si può affermare che il Parco del Ticino gioca un ruolo importante per il sistema di migrazioni che interessa tutta l'area geografica alpina e padana (Bonazzi et al., in questo volume; Fornasari et al., in questo volume).

Il territorio del Parco è utilizzato da alti numeri di specie e di individui migratori, in particolare Passeriformi (Bovio, 1994; Bogliani, 2002; Fornasari et al., in questo volume).

Questo sistema di migrazione è perturbato dall'inquinamento luminoso provocato da Malpensa, che agisce come una barriera che attira al suolo gli uccelli in migrazione attiva (Fornasari e Ioele, in questo volume).

Le soste forzate nell'area di Malpensa possono rappresentare un costo biologico per i migratori interessati: il confronto con l'altra area di studio de La Fagiana (esaminata da de Carli et al., in questo volume) rivela infatti che le zone intorno a Malpensa non posseggono le caratteristiche adeguate per un sito di sosta (*stopover site*), poiché qui gli uccelli hanno difficoltà a ripristinare le riserve di grasso (Cambiaghi et al., in questo volume).

A lungo termine, ciò potrebbe risultare in un impatto negativo sul livello di popolazione di queste specie, per quanto riguarda i contingenti che durante la migrazione attraversano quest'area regolarmente. Ciò non si verifica in altre aree del Ticino come La Fagiana.

Tra le misure di mitigazione possibili vi è evidentemente l'incremento delle risorse disponibili per i migratori.

Da questo punto di vista le informazioni raccolte sulla dieta primaverile indicano che i migratori utilizzano in modo principale per le attività pabulari lo strato arbustivo, in particolare con comportamenti trofici su *Salix* sp., *Rhamnus* sp. e *Quercus* sp.

Del resto, un possibile ruolo di impollinatore da parte di Capinera e Beccafico su specie di *Rhamnus* era già stato messo in luce in Italia da Calvario et al. (1989). Oltre ad indicare su quali piante i migratori cacciano, la presenza di polline digerito nelle feci indica un possibile contributo alimentare, raccolto direttamente dalle piante. Indicativa per la gestione è l'assenza praticamente completa di polline di specie alloctone infestanti come *Robinia pseudoacacia* e *Prunus serotina*.

Le informazioni raccolte sulla dieta autunnale confermano i dati presenti in letteratura sull'importanza delle specie baccifere per il ripristino delle riserve di grasso da parte dei migratori.

Per converso, l'utilizzo quasi esclusivo di bacche di un'altra specie alloctona (*Phytolacca americana*) pongono l'accento sui livelli di alterazione del territorio del Parco, e suggeriscono di procedere con attenzione nelle operazioni di riequilibrio delle cenosi vegetali.

I risultati dell'indagine sull'alimentazione aprono altre questioni importanti per la conservazione dei migratori, come l'identificazione delle relazioni quantitative tra frequenza delle piante utilizzate, produttività e capacità portante per i migratori. Un altro problema basilare riguarda l'estensione degli ambienti naturali del Parco con le caratteristiche adeguate per un buon sito di sosta.

Infine, sarebbe opportuno definire l'effettivo ruolo del polline nella dieta primaverile, anche attraverso osservazioni comportamentali, e stabilire con adeguate analisi quali tra le piante locali possano (se possono) recuperare il ruolo attualmente svolto dalla *Fitolacca*.

Le risposte a queste domande consentirebbero di raggiungere un'adeguata capacità di intervento per conservare il sistema di migrazioni del Parco e il suo contributo al sistema di migrazioni su scala europea.



### ■ Ringraziamenti

Dobbiamo un ringraziamento a Andrea Ferri, Elisabetta Onelli e Manuela Vailati per l'aiuto e la collaborazione ricevuta durante la fase di analisi dei campioni fecali e Marina Lanticina per l'aiuto in tutte le fasi della ricerca.

### ■ Bibliografia

Bairlein F. 1990 - Nutrition and food selection in migratory birds. In: Gwinner E. (ed.), Bird migration: the physiology and ecophysiology, Springer-Verlag, Berlin, pp 198-213.

Berthold P. 1976 - Animalische und vegetabilische ernahrung omnivorer Sing-vogelarten: Nahrungsbevorzugung, jahresperiodic der Nahrungswahl, physiologische und okologische bedeutung. Journal fur Ornithologie, 117:145-209.

Berthold P. 1996 - Control of bird migration. Chapman & Hall, London.

Berthold P. 2001 - Bird Migration: a General Survey. Oxford University Press.

Bogliani G. 2002 - Vertebrati. In: Furlanetto D. (ed.), Atlante della biodiversità nel Parco del Ticino. Consorzio Lombardo Parco della Valle del Ticino, Pontevecchio di Magenta (MI), pp. 385-406.

Bovio F. 1994 - Le migrazioni nella Valle del Ticino, pp.185.

Calvario E., Fraticelli F., Gustin M., Sarrocco S. & Sorace A. 1989 - The Blackcap *Sylvia atricapilla* and the Garden Warbler *Sylvia borin* as pollinators of *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae). Avocetta, 13: 53-55.

Comi E., Fornasari L., Marogna S., Patrignani G., Onelli E., de Carli E. & Reuven Y. 2002 - Componente vegetale dell'alimentazione di Silvidi in sosta migratoria ad Eilat, Israele. In stampa.

Cortes J.E. 1982 - Nectar feeding by European Passerines on introduced tropical flowers at Gibraltar. Alectoris, 4:26-29.

Ferns P.N. 1975 - Feeding behaviour of autumn passage migrants in north-east Portugal. Ringing & Migration, 1:3-11.

Ford H.A. 1985 - Nectarivory and pollination by birds in southern Australia and Europe. Oikos, 44:127-131.

Grant B.R. 1996 - Pollen digestion by Darwin's Finches and its importance for early breeding. Ecology, 77:489-499.

Herrera C.M. & Jordano P. 1981 - *Prunus mahaleb* and birds: the high efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting tree. Ecological Monographs, 51:201-218.

Herrera C.M. 1998 - Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and flashy fruits: a 12 years study. Ecological Monographs, 64(8):511-538.

Karasow W.H. & Pinshow B. 1998 - Changes in lean mass and in organs of nutrient assimilation in a long-distance Passerine migrant at a springtime stopover site. Physiological Zoology, 71:435-448.

Klaassen M., Lindstrom A. & Zijlstra R. 1997 - Composition of fuel stores and digestive limitations to fuel deposition rate in the long distance migratory Thrush Nightingale, *Luscinia luscinia*. Physiological Zoology, 70:125-133.

Loveaux J., Maurizio A. & Vorwohl G. 1970 - Commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. les methodes de la méliko-palynologie. Apidologie, 1(2): 211-227.

Schaub M. & Jenni L. 2000 - Fuel deposition of three Passerine species along the migration route. Oecologia, 122:306-317.

Schwilch R., Mantovani R., Spina F. & Jenni L. 2001 - Nectar consumption of warblers after long-distance flights during spring migration. Ibis, 43:24-32.

Snow B. & Snow D. 1988 - Bird and berries. Poyser, Calton.

Snow D.W. 1971 - Evolutionary aspect of fruit-eating by birds. Ibis, 113:194-202.

Swynnerton C.F.M. 1917 - Nectar-eating by Blue Tits and Warblers. British Birds, 10: 292.

Thake M.A. 1980 - Nectar: a supplementary food source for wintering Chiffchaff (*Phylloscopus collybita*). Rivista Italiana di Ornitologia, 50:167-168.

Van Tets I.G. 2000 - Pollen and nitrogen requirements of the Lesser double-collared sun birds (*Nectarinia challybea*). Auk, 117 (3) :826-830.

Whelan C.J. & Willson M.F. 1994 - Fruit choice in migrating North-American birds: field and aviary experiments. Oikos, 71:137-1192A





## **Publicazioni tecniche e scientifiche del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino:**

- Progetto "Carta pedologica": I suoli del Parco Ticino. L'Abbatense, 1991, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Progetto "Carta pedologica": I suoli del Parco Ticino. Settore Settentrionale, 1992, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Progetto "Parco Pulito", 1993, Consorzio Parco Ticino.
- Il Ticino: studi e proposte sull'assetto idrogeologico e sull'uso del territorio della valle fluviale, 1994, Consorzio Parco Ticino - Autorità Bacino del Po.
- La qualità dell'aria nel Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino. Monitoraggio dell'aria effettuato mediante analisi dei licheni, 1995, Consorzio Parco Ticino.
- Progetto "Carta pedologica": I suoli del Parco Ticino. Settore Meridionale, 1996, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Strumenti per lo sviluppo dell'agricoltura sostenibile. Esempio di applicazione del Regolamento CEE 2078/92, 1996, Consorzio Parco Ticino, Carrefour.
- Gli insediamenti rurali del Parco del Ticino, 1998, Consorzio Parco Ticino.
- Le marcite, 1998, Consorzio Parco Ticino.
- Il Ticino: studi e proposte sull'assetto idrogeologico e sull'uso del territorio della valle fluviale, 1998, Consorzio Parco Ticino - Autorità Bacino del Po.
- Aree demaniali dei fiumi e dei laghi: dall'abbandono alla gestione conservativa, 1999, Consorzio Parco Ticino, Carrefour Lombardia, Commissione Europea, Regione Lombardia.
- Atlante della biodiversità nel Parco del Ticino, 1999, Consorzio Parco Ticino.
- Ricerca sulla fauna ittica del fiume Ticino, 1999, G.R.A.I.A., Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni nella Valle del Ticino, 2000, Consorzio Parco Ticino.
- La qualità delle acque del fiume Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Censimento degli impianti di depurazione presenti nel territorio del Parco del Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio dello stato di salute della vegetazione boschiva mediante tecniche di telerilevamento all'Infrarosso Falso Colore nella Valle del Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Specie esotiche introdotte attraverso gli aeroporti. Analisi dei rischi e delle misure di controllo, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- La qualità delle acque del fiume Ticino, 2002, Consorzio Parco Ticino.
- Valutazione della qualità dell'aria attraverso l'uso di campionatori puntiformi passivi nei Parchi del Ticino, 2002, Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio della componente ecosistemi nell'area di Malpensa, 2002, Consorzio Parco Ticino.
- Atlante della biodiversità nel Parco del Ticino, 2002, Consorzio Parco Ticino.
- Analisi della salute degli animali domestici dei Comuni dell'intorno di Malpensa, 2003, Consorzio Parco Ticino.
- La qualità delle acque del fiume Ticino e dei suoi affluenti, 2003, Consorzio Parco Ticino.
- La reintroduzione del Capriolo nella valle del Ticino, 2003, Consorzio Parco Ticino.



*La redazione raccomanda per la citazione bibliografica  
di questo volume la seguente dizione:*

Fornasari L. (ed.), 2003  
La migrazione degli uccelli nella Valle del Ticino  
e l'impatto di Malpensa.  
Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione  
può essere riprodotto solo citando il nome degli Autori,  
il titolo del lavoro e il Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

