

Stefano Mazzotti, Annalisa Cavalieri d'Oro

I materiali e i metodi di studio

Studio delle comunità degli Anfibi

Le ricerche sulla batracofauna del Parco del Delta del Po sono state precedute da indagini preliminari che hanno delineato il quadro complessivo della presenza degli anfibi negli habitat elettivi di riproduzione. Ogni sito è stato georeferenziato (reticolo UTM, Longitudine e Latitudine) mediante l'utilizzo di GPS Garmin 12 (Tab.

2.1). Lo studio si è svolto nel periodo di 8 anni dal 2000 al 2007, i sopralluoghi si sono effettuati nell'arco di 10 mesi, da febbraio a novembre. Le prime fasi di studio sono consistite in osservazioni prettamente qualitative che hanno portato alla definizione di una prima check-list degli anfibi del Parco; nelle fasi successive lo studio si è sviluppato con campionamenti sistematici effettuati con diverse metodologie (Tab. 3.1). Queste

Sito	Anni	Metodo	N. gg.	Min./idrofono	N. retinate	N. trappole	Trap-night
1	2001-06	I,R	64	1500	975		
2	2001-04	I,T	250	1500		26	6448
3	2006	I,R	6	1500	90		
4	2006-07	T	100			19	2167
5	2006	I,R	6	1500	90		
6	2006	I,R	6	1500	90		
7	2006	I,R	6	1500	90		
8	2000-06	R	75	1500	1125		
9	2005-06	I,V	8	500			
10	2002-06	I,R,T	122	5000	1800	23	736
11	2002-06	I,R,V	90	5000	1800		
12	2002-06	I, R,V	65	2500	1300		
13	2002-06	I,R,T	100	2500	1300	31	1085
14	2006	R	11		220		
15	2006	R	11		220		
16	2006	I,R	11	1500	220		
17	2006	R	11		220		
18	2002-06	I,T	115	1500		30	2290
medie			57, 9	2071,4	681,4	25,8	2545,2

Tab. 3.1 – Sintesi dei campionamenti effettuati dal 2000 al 2007 nell'arco di 10 mesi da febbraio a novembre nei 18 siti di studio delle comunità di Anfibi del Parco Regionale del Delta del Po.
R = retino; T = trappole a caduta con barriere; V = catture manuali a vista; I = idrofono.

hanno compreso metodi di semplice avvistamento diretto e cattura manuale degli animali lungo un transetto, l'utilizzo di retini per la cattura degli esemplari in acqua, l'uso di idrofoni per l'ascolto dei canti riproduttivi di anuri, l'installazione di dispositivi costituiti da trappole a caduta (*pittfall traps*) e barriere (*drift fencing*).

Nei siti caratterizzati da laghetti, pozze e fossati si sono utilizzati prevalentemente i retini operando con un numero di retinate standard per i diversi siti indagati. Ad ogni campionamento si sono effettuate dalle 15 alle 30 retinate per sito con una media complessiva di circa 680 campionamenti con retino per sito di studio (Tab. 3.1).

L'ascolto dei canti riproduttivi subacquei è stato effettuato mediante idrofoni Aquarian Audio (AQ-15 e H12-15) dotati di sensori collegati a cavi di 15 m di lunghezza e cuffie per l'ascolto; i canti sono stati registrati mediante registratore Micro Track 24/96 M-Audio. I sopralluoghi con idrofono sono avvenuti prevalentemente nelle ore notturne. Sono state utilizzate apposite schede ove sono stati annotati i tempi di ascolto, le specie rilevate, il numero di maschi per ciascun sito studiato. Mediamente sono stati effettuati più di 33 ore (2000 minuti) per sito indagato per un totale di 159 ore d'ascolto (Tab. 3.1).

A Casalborsetti (sito 9) i rilevamenti sono stati effettuati lungo un percorso a transetto seguito in alcuni casi come andata (da sud a nord) e ritorno (da nord a sud) lungo la strada (Via della Cooperazione) nei pressi del poligono militare di Foce Reno (Fig. 3.1). Gli esemplari contattati (vivi o morti) sono stati catturati e misurati, quindi allontanati dalla carreggiata e collocati lungo i fossi, i campi o i boschetti limitrofi.

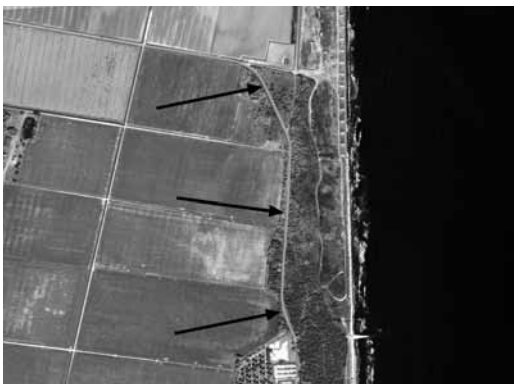


Fig. 3.1 - Fotografia aerea di Casalborsetti (Ravenna), Sito 9, con indicazione del transetto di studio della batracofauna.

Al Bosco della Mesola (siti 2 e 4), al Bardello (10), a Punta Alberete (13) e nella Pineta di Classe (18), i campionamenti si sono svolti mediante i dispositivi con barriere e trappole a caduta con i quali è possibile ricavare informazioni riguardanti l'abbondanza relativa, la ricchezza specifica, la struttura, la fenologia ed evidenziare l'uso dell'habitat delle comunità batracologiche. Grazie a questo metodo è possibile rivelare la presenza di specie rare e molto elusive (Corn, 1994; Heyer *et al.*, 1994). Nel caso dei laghetti si è operato con una recinzione completa con barriere di Nylon (Fig. 3.2) o pannelli in PVC e polipropilene (Fig. 3.3), dell'altezza di circa 60 cm, sorretti da paletti di legno e interrati al suolo, posti a circa 1,5 m di distanza dall'acqua. A contatto della barriera sono state collocate trappole a caduta, di cui circa la metà poste all'esterno le altre all'interno del recinto, a circa 5 m di distanza le



Fig. 3.2 - Recinzione completa con barriere di Nylon (*drift fencing*) al Bosco della Mesola (Ferrara) del laghetto Sito 2, con trappole a caduta (*pittfall traps*).



Fig. 3.3 - Recinzione completa con pannelli in polipropilene (*drift fencing*) al Bosco della Mesola (Ferrara) del laghetto Sito 4, con trappole a caduta (*pittfall traps*).

une dalle altre. Queste sono costituite da coni in PVC (Pankakoski, 1979) di 36 cm di altezza e di 12 cm di diametro massimo, inserite nel terreno sino all'orlo. Nel sito 18 sono state utilizzate anche trappole a caduta consistenti in secchi in PVC di circa 30 cm di altezza e di 18-20 cm di diametro, con bordo interno rientrante per impedire l'uscita degli animali catturati (Morill, 1976); questa trappola ha permesso la cattura anche di *Hyla intermedia* che grazie a ventose digitali fuoriesce facilmente dalle trappole costituite da semplici coni. Nel caso dei siti costituiti da fossati e prati allagati la disposizione delle trappole è stata effettuata con una barriera semplice con uno sviluppo lineare di lunghezza variabile (Morton et al., 1988; Hobbs et al., 1994). Al termine di ogni ciclo di campionamento i coni venivano chiusi mediante interramento e venivano tolti alcuni pannelli della barriera per consentire la ripresa del flusso degli animali in entrata ed in uscita dai siti riproduttivi. Nel complesso sono state collocate 129 trappole a caduta per un totale di 12.726 *trap-nights* (Tab. 3.1)

Ad ogni campionamento sono state associate misurazioni di alcuni parametri ambientali tra cui la temperatura dell'acqua e del suolo, rilevate con un termometro a sonda Crison 507; temperatura e umidità relativa dell'aria rilevate con un termo-igrometro a sonda Delta OHM HD 9216. Nel 2006 a Bosco Mesola è stato installato nel sito 4 nei pressi del laghetto un data-logger HI141EH (IP 67, da -40°C a 80°C) che, a intervalli di un'ora, ha rilevato la temperatura dell'acqua e dell'aria. I parametri chimico-fisici delle acque superficiali dei siti riproduttivi degli anfibio sono stati rilevati con strumentazione portatile WTW Multi 340i dotata di tre sonde con compensazione automatica della temperatura, predisposte per la misura di temperatura, pH (precisione +/- 0,01 pH), potenziale redox (precisione +/- 1 mV), mg O₂/l (precisione +/- 0,5 %), % di saturazione, conducibilità elettrica specifica (+/- 1%), TDS e salinità.

Nei cinque siti con i dispositivi a trappole a caduta con barriere, ogni mattina, e per tutta la durata del ciclo di campionamento, si è verificata la presenza di animali all'interno delle trappole. Gli esemplari catturati sono stati misurati (lunghezza apice muso-cloaca e, per i soli Anuri, lunghezza tibio-tarsica) con calibro a lettura digitale (ABSolute Digimatic Caliper, Mitutoyo), pesati con bilancia analitica a lettura digitale Soehnle Ultra 200 e marcati.

La marcatura degli Anuri è stata effettuata tramite *toe clipping* con il taglio del IV dito dell'arto anteriore sinistro (Sutherland, 1996). Il me-



Fig. 3.4 – Riconoscimento individuale grazie alla fotografia del pattern ventrale del tritone crestato (*Triturus carnifex*).

todo del taglio della falange permette di riconoscere gli animali anche dopo lunghi periodi perché, la ricrescita delle falangi asportate avviene in tempi lunghi e ciò garantisce il riconoscimento degli esemplari marcati anche a distanza di anni (Halliday, 1996). Nel caso di *Rana dalmatina* le dita prelevate con la marcatura sono state conservate in etanolo assoluto per future analisi scheletocronologiche e genetiche. Per le rane verdi, in alternativa al *toe clipping* si è utilizzato un marchiapesce Panjet a colorante biocompatibile Alcian Blu con il quale si è operato un segno in posizione addominale. Gli esemplari di *Pelobates fuscus* sono stati fotografati per il riconoscimento del pattern dorsale. Negli Urodela la rigenerazione delle estremità è molto più veloce rispetto agli Anuri (circa un anno), ciò rende poco efficace una marcatura mediante taglio delle falangi (Faber, 2001), per cui per *Triturus carnifex* si è effettuato il riconoscimento individuale grazie alla fotografia del pattern ventrale (Fig. 3.4).

Alla fine delle operazioni descritte gli animali venivano rilasciati nel sito; nei laghetti recintati con barriere continue gli animali catturati nelle trappole esterne venivano rilasciati all'interno della pozza mentre gli animali trovati nelle trappole interne venivano rilasciati all'esterno del dispositivo.

Studio della popolazione di testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*)

Le ricerche sulla testuggine terrestre al Bosco della Mesola hanno avuto luogo dal 1992 al 2006 durante il periodo di attività delle testuggini (febbraio-settembre) in cui sono state effettuate battute a cadenza mensile per la cattura degli animali. Mediante il metodo di cattura

marcatura e ricattura (CMR) si è stimata la densità, si è analizzata la biometria, l'eco-etologia, la demografia e la dinamica di popolazione. Dal 1998 al 2001, oltre alle battute, si sono utilizzate tecniche di radiotelemetria per la definizione degli *home-range* e l'utilizzo dell'habitat delle testuggini radiomarcate (Tab. 3.2).

Gli animali contattati sono stati misurati con calibro di precisione e pesati con bilancia a lettura digitale (Sartorius 2100 g; Uwe Sc Series 1500, errore di 0,5 g). Per tutti gli animali catturati si sono rilevate le misure relative alla lunghezza e larghezza lineare del carapace e del piastrone e l'altezza dello scudo; per un campione di essi si sono effettuate anche misure biometriche relati-

N.es.	Età (anni)	sexo	Periodo	N.fix
17	16	M	31/05/00-23/02/01	46
27	15	M	26/04/98-11/07/98	33
28	15	M	26/04/98-02/10/98	52
29	>20	M	26/07/00-23/02/01	31
69	> 20	F	21/05/99-28/04/00	44
72	>20	F	25/07/00-23/02/01	33
73	> 20	F	17/05/00-23/02/01	48
75	15	F	27/04/98-03/10/98	46
79	>20	M	21/05/99-29/05/00	64
81	11	M	22/07/00-23/02/01	32
96	>20	F	19/08/98-03/10/98	20
98	> 20	F	22/05/99-28/04/00	45
108	>20	F	05/05/00-23/02/01	49
116	> 20	F	21/05/99-15/10/99	37
118	>20	F	17/03/98-04/07/98	37
158	17	F	31/05/00-23/02/01	46
210	6	M	06/06/98-03/10/98	40
220	>20	F	19/03/98-03/10/98	62
222	>20	M	22/25/99-04/04/00	40
224	9	F	31/03/98-02/10/98	55
266	>20	M	06/04/00-23/02/01	60
268	12	F	27/04/98-03/10/98	49
269	>20	M	16/06/00-23/02/01	46
421	>20	M	22/05/99-30/03/00	34
510	>20	M	19/03/98-03/10/98	61
739	>20	M	17/03/98-03/10/98	63
784	11	F	23/02/00- 23/02/01	31
785	12	M	26/04/98-02/10/98	50

Tab. 3.2 – Elenco delle testuggini di Hermann radiomarcate al Bosco della Mesola con indicazione del periodo di studio e numero di osservazioni (fix) effettuate per ciascun animale.

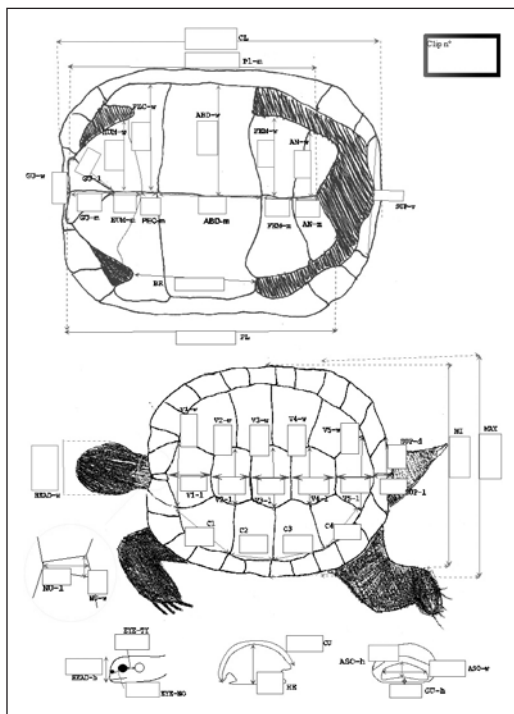


Fig. 3.5 – Scheda di registrazione delle misure morfometriche delle testuggini di Hermann proposta da SOPTOM (Francia), adottata per lo studio al Bosco della Mesola (Ferrara).

ve a larghezze delle placche del carapace e del piastrone, della testa e della coda seguendo il protocollo proposto da SOPTOM (Fig. 3.5). Ad ogni animale è stata rilevata la temperatura cloacale e quella del suolo nel sito di contatto mediante termometro a sonda a lettura digitale. Ad ogni campionamento si è rilevata anche la temperatura e l'umidità relativa dell'aria ad intervalli di circa un'ora, utilizzando un termometro e un igrometro posizionati all'ombra e sempre nella stessa posizione. Ogni punto di cattura della testuggine è stato georeferenziato (reticolo UTM, Longitudine e Latitudine) mediante l'utilizzo di GPS Garmin 12.

Al momento del contatto visivo si è rilevato il tipo di attività dell'animale. Sono stati osservati diversi comportamenti riuniti in categorie in base ad una classificazione già adottata in altri studi analoghi (Hout-Daubremont, 1996): Inattivo in tana (IT), quando l'animale è rintanato in un ricovero, sia esso un cespuglio, un rovo, un tronco o sotto terra e foglie; Inattivo allo scoperto (IS) o *shade*, quando non mostra alcuna attività apparente, in termoregolazione sotto cespugli o tronchi all'ombra; Termoregolazione al sole (TR)

o *basking*, l'animale generalmente si distende con gli arti per aumentare la superficie esposta al sole; Spostamento (SP), l'individuo è in deambulazione; Alimentazione (AL), quando l'animale è trovato all'atto di cibarsi; Comportamento riproduttivo (CR), il maschio insegue la femmina e la stimola mordicchiandole gli arti, poi la monta ed emette forti suoni; Ovodeposizione (OD), la femmina scava una buca con le zampe posteriori, depone le uova e poi ricopre il nido.

Il sistema di marcatura utilizzato è quello proposto da Stubbs et al. (1984) che prevede l'incisione delle placche marginali del carapace (Fig. 3.6). Ciascuna placca corrisponde ad un numero e dalla combinazione di più placche si ottengono fino a 1499 codici possibili.

Il dimorfismo sessuale è evidente solo al raggiungimento della maturità sessuale (intorno ai 12-13 anni), quando si manifestano i caratteri sessuali secondari. Il maschio, rispetto alla femmina, presenta una coda più lunga e spessa con un astuccio caudale più grande, concavità del piastrone e placca caudale del carapace ricurva verso l'interno. I maschi hanno generalmente dimensioni minori delle femmine.

Per la determinazione dell'età si è fatto riferimento agli anelli di accrescimento presenti sugli scudi cornei. Ogni anello dovrebbe corrispondere ad un anno di età risultante da una fase di accrescimento (stagione attiva) e da una fase di stasi (ibernazione). In realtà questo criterio risulta sufficientemente valido solo fino ai 12-13 anni, cioè quando la crescita più rapida consente di riconoscere facilmente gli anelli. Dai 20 anni in

poi l'accrescimento rallenta e gli anelli sono così vicini da non essere identificabili.

Il metodo della radiotelemetria si basa sulla propagazione di un segnale radio di breve durata (nell'ordine di pochi millisecondi), emesso ad intermittenza da un trasmettitore applicato ad un animale. Tale segnale viene captato a distanza da un'antenna direzionale collegata ad una radio ricevente, che assolve il compito di demodulare il segnale e renderlo udibile al rilevatore (emissione bip acustico) e registrabile in termini quantitativi (attivazione di una lancetta di un amperometro). Ogni radio è caratterizzata da un intervallo di frequenze che possono essere ricevute (range utile di ascolto), all'interno di questo intervallo la regolazione della sintonia avviene per misure pressoché discrete (generalmente di 1KHz) agendo su un comando di sintonia fine. Il nostro monitoraggio ha interessato complessivamente 28 testuggini che, nell'arco di quattro anni da febbraio a settembre, sono state osservate mediamente circa 45 volte ciascuna (Tab. 3.2).

Le trasmettenti sono state fissate con un mastice per esterni sulla parte postero-laterale del carapace posizionate in modo tale da non creare eccessivo attrito durante gli spostamenti e lo scavo nel suolo e ostacolo durante gli accoppiamenti. Per consentire un adeguato fissaggio, le testuggini sono state tenute in cattività per 1-2 giorni fino alla completa asciugatura della colla. Sono poi state rilasciate nello stesso punto di ritrovamento. Gli strumenti per la radiotelemetria sono costituiti da una ricevente Mariner 57 dotata di antenna Yagi che rileva il segnale emesso dalla trasmettente fino a una distanza massima di 400 m.

Per il calcolo degli *home range* è stato utilizzato sia il metodo del minimo poligono convesso i cui dati sono stati analizzati con il software RANGESV, sia il metodo di Kernel, proposto da Worton (1989). Quest'ultimo rientra nei modelli di probabilità di utilizzazione dello spazio (UD) non parametrici, nei quali non viene fatta alcuna assunzione per caratterizzare la forma dell'*home range*. Il metodo di Kernel integra altri metodi non parametrici, come le trasformate di Fourier e il metodo della media armonica, apportando le debite modifiche per limitare alcuni svantaggi. Lo stimatore di Kernel si scompone a sua volta di due metodi: *fixid-Kernel* e *adaptive-Kernel*. La differenza consiste nel valore dato ad un parametro di "*smoothing*" (*to smoth* = appianare le differenze), il quale controlla la quantità di variazione di ciascun elemento della stima; più il valore di *smoothing* è piccolo, più fine sarà il dettaglio dell'analisi. In questo studio è stato

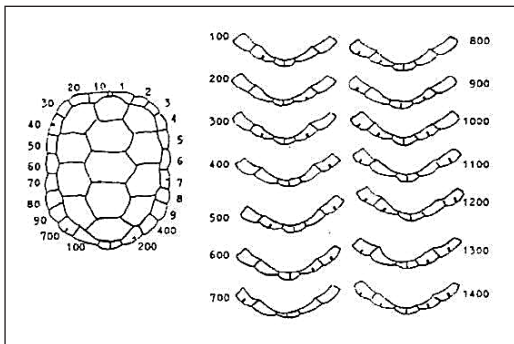


Fig. 3.6 – Sistema di marcatura utilizzato da Stubbs et al. (1984) che prevede l'incisione delle placche marginali del carapace adottato per lo studio delle popolazioni di testuggine di Hermann e testuggine acquatica al Bosco della Mesola (Ferrara). Ciascuna placca corrisponde ad un numero e dalla combinazione di più placche si ottengono fino a 1499 codici possibili.

utilizzato il metodo adaptive-Kernel, il quale, contrariamente al fixed-Kernel, ha un valore di *smoothing* variabile, che viene adattato di volta in volta in base alla più o meno elevata concentrazione di localizzazioni in una determinata area. Un'area a bassa concentrazione di localizzazioni, avrà un valore di *smoothing* più elevato rispetto ad un'area ad elevata concentrazione di localizzazioni. Il metodo adaptive-Kernel è il più sofisticato e produce elaborazioni più soddisfacenti, soprattutto quando il numero di localizzazioni non è molto elevato (Worton, 1989). Pur essendo uno dei migliori metodi di calcolo degli *home range*, il metodo di Kernel presenta l'unico svantaggio nell'ancora poco chiaro significato attribuibile, in termini biologici, al parametro di *smoothing*. Per l'elaborazione statistica e grafica è stato utilizzato il software THE HOME RANGER versione 1.1 realizzato da Fred Howey. I dati sono stati elaborati statisticamente per valori di probabilità di utilizzazione dello spazio (UD) del 95%.

Per correlare differenze nelle dimensioni degli *home range* tra maschi e femmine e nei diversi mesi, e per le variazioni dei pesi nelle diverse stagioni è stata utilizzata un'analisi della varianza (ANOVA) a una e due vie e il test t di Student per dati non appaiati. Per evidenziare le differenze delle medie temperature corporee di maschi e femmine è stato utilizzato il test t di Student per dati non appaiati. L'indice di correlazione *r*, è stato invece usato per valutare la correlazione tra le temperature corporee degli animali e quelle del suolo e dell'aria.

Per lo studio demografico e di dinamica di popolazione, si è utilizzato il metodo di cattura marcatura e ricattura proposto da Stubbs et al. (1984) in associazione al modello per popolazioni aperte (Comark-Jolly-Seber). La stima della densità della popolazione della Balanzetta è effettuata applicando l'indice di Jolly-Seber utilizzato per popolazioni aperte (Pollock et al., 1990). I dati raccolti dal 1992 al 2004 sono stati analizzati mediante l'utilizzo del software MARK (White & Burnham, 1999; White & Cooch 2003). I parametri stimati per il calcolo del tasso di sopravvivenza sono la probabilità di sopravvivenza (*i*) e la probabilità di cattura (*p*); il modello costruito analizza la loro variazione nel tempo e rispetto ad alcuni parametri come sesso ed età degli esemplari. I test per stimare i tassi di sopravvivenza sono forniti dal software U-CARE (Utilities-Capture-Recapture, Choquet et al., 2003).

A 47 esemplari del Bosco della Mesola sono stati effettuati prelievi ematologici per le analisi genetiche ed epidemiologiche e patogenetiche. Per i metodi di estrazione, amplificazione e ana-

lisi del DNA e per le tecniche epidemiologiche si rimanda al contributo rispettivamente di Bertorelle e di Origgi (in questo volume, Cap. 5).

Studio della popolazione di testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

Le ricerche sulla testuggine acquatica al Bosco della Mesola si sono attuate dal 2003 al 2004 e nel 2006 durante il periodo di attività delle testuggini (aprile-settembre). Lo studio si è articolato con tre diversi metodi di campionamento. 1) Osservazioni dirette delle testuggini durante la loro attività di *basking* o *floating* lungo i canali (*linear transect censuses*, LTC) e nel laghetto del Parco delle Duchesse per la stima della popolazione; 2) Cattura degli animali con trappole ad atollo; 3) Cattura degli animali mediante nasse. Quest'ultimi due metodi hanno permesso di stimare la densità di popolazione e di effettuare una prima analisi della biometria e della struttura della popolazione.

L'attività di censimento diretto ha interessato 82 giorni di osservazioni (Tab. 3.3), sono stati percorsi transetti costituiti da strade sterrate che costeggiano i canali conteggiando le testuggini osservate a occhio nudo o con binocolo. Ad ogni avvistamento si sono rilevate le coordinate con l'utilizzo di GPS per la georeferenziazione dei dati raccolti.

Nel 2003 sono state collocate 8 trappole galleggianti a caduta (atolli) per la cattura delle testuggini. Esse sono costituite da un quadrilatero

Metodo	Periodo	gg
O	08/05/03 – 14/10/03	28
O	14/04/04 – 29/09/04	34
O	19/05/06 – 04/08/206	20
		tot. 82
N	09/06/04 – 21/09/04	65
N	16/05/06 – 04/08/06	21
		tot. 86
A	08/05/03 – 29/09/04	479
A	12/05/06 – 04/08/06	82
		tot. 561

Tab. 3.3 – Quadro riassuntivo dei campionamenti delle testuggini acquatiche (*Emys orbicularis*) del Bosco della Mesola. O: osservazioni dirette; N: nasse; A: atolli.

Bilancia Ohaus (mod. CS2000 sensibilità 1 g). Le temperature cloacali sono state rilevate con termometro a sonda Hanna (mod. Bravo sensibilità 1/10 di grado), ad ogni campionamento si è rilevata anche la temperatura dell'aria, del suolo e dell'acqua, l'umidità relativa dell'aria, utilizzando un termometro e un igrometro posizionati all'ombra e sempre nella stessa posizione. Tutti gli esemplari adulti sono stati sessati, la marcatura ha seguito lo stesso metodo utilizzato per *Testudo hermanni* (Fig. 3.6).

Per la stima della popolazione ci si è avvalsi del metodo delle osservazioni rilevate in transetti con censimenti su percorso lineare (*linear transect censuses*, LTC) (Meriggi, 1989). Il metodo prevede di tracciare uno o più percorsi all'interno dell'area interessata dallo studio, di percorrere i transetti a velocità ridotta e costante in modo tale da poter osservare tutti gli animali presenti sul percorso, di calcolare le distanze (R) in linea d'aria tra l'osservatore e gli animali e gli angoli (α e α') formati dalle rette osservatore-testuggini rispetto alla direzione del percorso (Fig. 3.10). La distanza perpendicolare tra le singole osservazioni e la linea del percorso si calcola secondo l'espressione: $x = R \sin \alpha$. La densità della popolazione si effettua utilizzando l'equazione (Smith, 1981): $D = n/2 * L * X$, dove: D = densità stimata per unità di area; n = numero totale di osservazione; X = media delle distanze perpendicolari; L = lunghezza totale del percorso lineare. Nell'applicazione di questa metodica di studio abbiamo assunto che tutte le osservazioni degli animali sono state effettuate in posizione perpendicolare al tracciato ($\alpha=90^\circ$). I limiti fiduciali entro i quali varia D (P=95%) sono $D \pm 1,96 * S$, do-

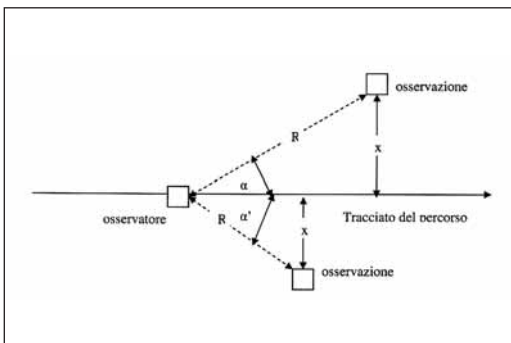


Fig. 3.10 – Metodo del censimento delle testuggini acquatiche al Bosco della Mesola (Ferrara) su percorso lineare con misurazione delle distanze osservatore-testuggine (osservazione). R = distanza osservatore-osservazione, α = angolo di osservazione, x = distanza perpendicolare.

ve S^2 (varianza teorica di D) = $D^2 / n * 2 * (n-1) / (n-2) - n / (D * A)$ e A è l'area totale occupata dalla popolazione.

Mediante l'utilizzo delle nasse è stato possibile applicare il metodo della cattura-marcatura-ricattura (CMR). Per la stima della densità della popolazione, oltre all'applicazione dell'indice di Jolly-Seber utilizzato per popolazioni aperte (Pollock et al., 1990) analogamente a quanto effettuato per *Testudo hermanni*, si è utilizzato anche il metodo Shnabel impiegato per popolazioni chiuse.

Bibliografia

- Corn P. S., 1994 - Straight-Line Drift Fences and Pitfall Traps, pp. 109-117. In Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L-A. C., Foster M. S. (ed.), 1994 - Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 364 pp.
- Heyer W. R., Donnelly M. A., McDiarmid R. W., Hayek L.-A. C. & Foster M. S. (Eds.), 1994 - Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 364 pp.
- Morill W.L., 1976 - Plastic pitfall trap. *Environmental Entomology*, 4: 596.
- Choquet R., Reboulet A.M., Pradel R., Gimenez O. e Lebreton J.D., 2003 - User's manual for U-Care. Mimeographed document, CEFE/CNRS, Montpellier (<http://ftp.cefe.cnrs-mop.fr/biom/Soft-CR/>).
- Diaz-Paniagua C., Keller C. e Andreu Ac., 2001 - Long-term demographic fluctuations of the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in SW Spain. *Ecography* 24: 707-721.
- Faber H., 2001 - Individual recognition of amphibians with special emphasis on PIT (passive integrated transponders). *Atti 3° Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica* (Pavia, 14-16 settembre 2001). *Pianura*, 13: 17-24.
- Hailey A. & Willemsen Re., 2000 - Population density and adult sex ratio of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: evidence for intrinsic population regulation. *Journal of Zoology* 251: 325-338 part 3.
- Hailey A. & Willemsen Re., 2003 - Changes in the status of tortoise populations in Greece 1984-2001. *Biodiversity and Conservation*, 12: 991-1011.
- Halliday T.R., 1996 - Amphibians pp.205-217. In: Sutherland W J. (Eds), *Ecological Census Techniques: a handbook*. Cambridge University Press, Cambridge, 336 pp.
- Hobbs T. J., Morton s. R., Masters P. & Jones K. R., 1994 - Influence of pit-trap design on sampling on reptiles in arid spinifex grasslands. *Wildl. Res.*, 21, 483-490.
- Huot-Daubremont C., 1996 - Contribution à l'étude écophysiologique de différents aspects du cycle annuel de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni*) dans le Massif des Maures (Var). Thèse de Doctorat,

- Université de Tours, 180 pp.
- Lebboroni M., 1989 – Eco-etologia della tartaruga palustre europea *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) in un'area del Parco Naturale della Maremma. Tesi di laurea in Scienze Biologiche. Università di Firenze. Facoltà di Scien. Mat. Fis. e Nat.
- Mazzotti S., 1995 - Population structure of *Emys orbicularis* in the Bardello (Po Delta, Northern Italy). *Amphibia-Reptilia*, 16: 77-85.
- Mazzotti S., 2004 – Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) current distribution in Italy and ecological data on a population from the north Adriatic coast (Reptilia, Testudinidae). *Italian journal of zoology*, 71, suppl. 1 : 97-102.
- Mazzotti S., Pisapia A. & Fasola M., 2002 – Activity and home range of *Testudo hermanni* in northern Italy. *Amphibia-Reptilia*, 23: 305-312.
- Mazzotti S. & Vallini C., 2000 - Seasonal activity and thermal relations of *Testudo hermanni* Gmelin in bare patches of the Bosco della Mesola (Po Delta, Northern Italy). *Atti del I Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica* (Torino, 1996), Museo regionale Scienze naturali Torino, 133-137
- Meriggi A., 1989 - Analisi critica di alcuni metodi di censimento della fauna selvatica (Aves, Mammalia). *Aspetti teorici ed applicativi. Ric. Biol. Selvaggina* 83: 1-59.
- Mirimin L., Vernesi C. Bertolucci C., Mazzotti S. e Bertorelle G., 2004 – Mitochondrial DNA variation and divergence in three Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) populations. *Italian Journal of Zoology* suppl. 2: 199-201.
- Morton S. R., Gillam M. W., Jones K. R. & Fleming M. R., 1988 - Relative efficiency of different pit-trap system for sampling reptiles in spinifex grasslands. *Australian Wildlife Research*, 15: 571-577.
- Pankakoski E., 1979 - The cone trap, a useful tool for index trapping of small mammals. *Ann. Zool. Fenn.*, 16: 144-150.
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. & Hines, J.E., 1990 - Statistical inference for capture-recapture experiment. *Widl. Monogr.* 107: 1-97.
- Smith T.D., 1981 – Line-transect techniques for estimating density of porpoise schools. *J. Wildl. Manage.*, 45(3): 650-657.
- Stubbs D., Hailey A., Pulford E. & Tyler W, 1984 - Population ecology of european tortoises: review of field techniques. *Amphibia-Reptilia*, 5: 57-68.
- Sutherland W J. (Eds), 1996 – *Ecologica Census Techniques: a handbook*. Cambridge University Press, Cambridge, 336 pp.
- White, G. C. & Burnham K.P., 1999 – Program Mark: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 (suppl.): 120-139.
- White G. & Cooch E., 2003- Analysis of data from marked individuals – A gentle introduction. <http://www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>.
- Worton B.J., 1989 – Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology*. 70: 164-168.
- Zuffi, M.A.L. & Gariboldi A., 1995 - Geographical patterns of italian *Emys orbicularis*: a biometrical analysis. In: Llorente et al. (Eds). *Scientia Herpetologica* 1995: 120-123.