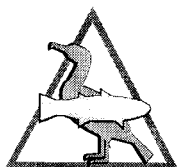


PROGETTO CORMORANI



ANALISI DELL'ALIMENTAZIONE DEL CORMORANO
Phalacrocorax carbo sinensis
NELLA RISERVA NATURALE "LAGO DI POSTA FIBRENO"

RELAZIONE
DEL PERIODO OTTOBRE 2006/OTTOBRE 2009

Deborah Celauro

INDICE

INDICE	1
INDICE	2
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA RICERCA	3
CAPITOLO 1 - IL CORMORANO <i>Phalacrocorax carbo sinensis</i> (BLUMENBACH, 1758).....	5
1.1 SISTEMATICA	5
1.2 MORFOLOGIA ED ECOLOGIA.....	6
1.3 RIPRODUZIONE	9
1.4 ETOLOGIA	10
1.5 POPOLAZIONE	11
1.6 MIGRAZIONE E QUARTIERI DI SVERNAMENTO.....	12
1.7 CONSERVAZIONE.....	13
CAPITOLO 2 - MATERIALI E METODI.....	15
2.1 STUDIO DELL'ALIMENTAZIONE	15
2.2 GLI OTOLITI DEI TELEOSTEI	16
2.3 ALTRE OSSA UTILI PER L'IDENTIFICAZIONE	19
2.4 VANTAGGI E SVANTAGGI DELL'ANALISI DELLE BORRE	20
2.5 METODOLOGIA UTILIZZATA	21
2.6 L'ATLANTE OSTEOLOGICO	24
2.7 LE FORMULE DI REGRESSIONE	24
2.8 I CENSIMENTI.....	25
CAPITOLO 3 - RISULTATI.....	26
3.1 CARATTERISTICHE DELLE BORRE ANALIZZATE	26
ALTRI ELEMENTI REPERITI NELLE BORRE	29
3.1.1 <i>Nematodi</i>	29
RISULTATI DEI CENSIMENTI E STIMA DELL'IMPATTO	31
3.1.2 <i>Stima dell'impatto sulle specie maggiormente predate:</i>	33
CAPITOLO 4 - DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	35
4.1.1 <i>La scelta alimentare</i>	35
BIBLIOGRAFIA	37
RINGRAZIAMENTI.....	42

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA RICERCA

Negli ultimi 20 anni è comparsa presso il Lago di Posta Fibreno una popolazione di cormorani che si è nel tempo stabilizzata intorno ai 70 individui in media. Questi animali, dalle abitudini gregarie, utilizzano come posatoio un piccolo gruppo di salici posto sulla sponda sud-occidentale del Lago stesso. Poiché, come è noto, il Lago ospita l'endemita *Salmo fibreni* ed una popolazione relitta di *Salmo trutta macrostigma*, l'Area protetta ha ritenuto opportuno indagare l'entità dell'impatto predatorio prodotto dai cormorani su queste due specie ittiche di estremo interesse conservazionistico. Per fare questo, è stato necessario analizzare la dieta di questi uccelli.

L'analisi della dieta di una specie può essere svolta con svariati metodi (osservazione diretta, analisi dei contenuti gastrici, analisi dei rigurgiti alimentari, ecc.). ciascuno dei quali ha ovviamente vantaggi e svantaggi, che lo rendono più o meno adatto ad una particolare situazione.

Nel caso in questione, trattandosi di un'Area protetta, è stato necessario adottare il metodo che consentisse la raccolta del maggior numero di informazioni possibile, apportando il minimo disturbo possibile alla fauna presente (non solo i cormorani, ma anche tutte le altre specie che condividono con essi posatoio ed aree di foraggiamento).

Il metodo dell'analisi dei rigurgiti alimentari (borre) ha questa caratteristica, ed è quindi il più adatto per essere utilizzato in contesti come questo, dove è preferibile l'impiego di campionamenti non invasivi. Tuttavia è un metodo che comporta alcune incertezze, che devono quindi essere prese in considerazione al momento delle stime finali.

Le borre sono rigurgiti alimentari che molti uccelli producono giornalmente e che contengono i resti non digeribili dell'intero pasto della giornata.

Le borre vengono emesse normalmente quando l'animale è si trova sul posatoio che utilizza come dormitorio (*roost*); essendo il cormorano una specie gregaria, al tramonto un gran numero d'individui si riunisce sugli stessi alberi. I campioni vanno quindi cercati sotto questi posatoi.

L'analisi di questi campioni, tramite il reperimento e l'identificazione delle ossa in essi contenute, rivela le specie ittiche predate e, con adeguata elaborazione dei dati, anche la loro taglia e quindi, in sostanza, l'entità del prelievo predatorio in termini di biomassa.

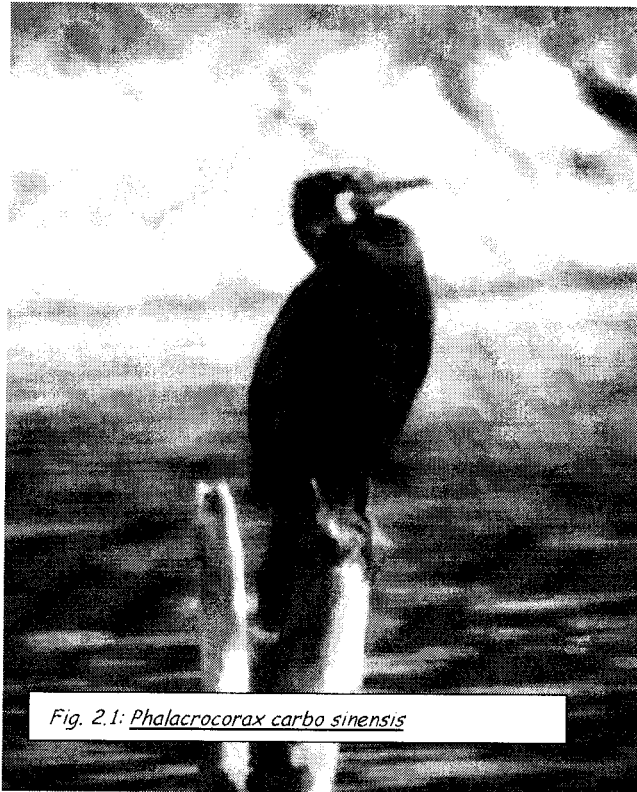
Gli elementi più utili per l'identificazione sono gli otoliti, cioè quelle concrezioni di carbonato di calcio che si trovano in numero di sei (due terne speculari, una per lato) nei labirinti dell'orecchio interno degli Osteitti. L'otolite più grande di ciascuna terna è l'*asteriscus* nei Ciprinidi e la *sagitta* nei non-Ciprinidi, e la sua forma è specie-specifica.

Il reperimento degli otoliti nelle borre permette di identificare la specie di appartenenza di ciascun individuo predato; inoltre il conteggio delle coppie di otoliti speculari (cioè destro + sinistro) permette di risalire al numero di prede appartenenti a ciascuna specie.

Nell'inverno 2006/2007 è stato raccolto un primo campione di 90 borre presso il principale *roost* localizzato sulla sponda sud-occidentale del lago. Data l'esiguità del numero di campioni, si è stabilito di ripetere il campionamento anche nell'inverno 2007/08, operazione che non è però stata possibile perché il livello delle acque del Lago si è abbassato eccessivamente e non ha permesso di raggiungere in barca il sito di raccolta. Di conseguenza è stato necessario attendere l'inverno successivo (2008/09) per ripetere il campionamento, e nel corso di questa seconda sessione sono stati raccolti ulteriori 72 campioni.

L'identificazione delle ossa dalla forma specie-specifica (*key-bones*), non solo otoliti ma anche ossa mascellari, premaxillari, dentali, scaglie, vertebre, opercolari, e, nel caso dei Ciprinidi, ossa faringee e placche masticatorie (*chewing pads*), è stata resa possibile dall'allestimento di un apposito atlante dei pezzi ossei, cioè una collezione osteologica di riferimento, preparata raccogliendo lo scheletro delle specie ittiche la cui presenza nel Lago era già nota (Zerunian, 1988).

CAPITOLO 1 - IL CORMORANO *Phalacrocorax carbo sinensis* (BLUMENBACH, 1758)



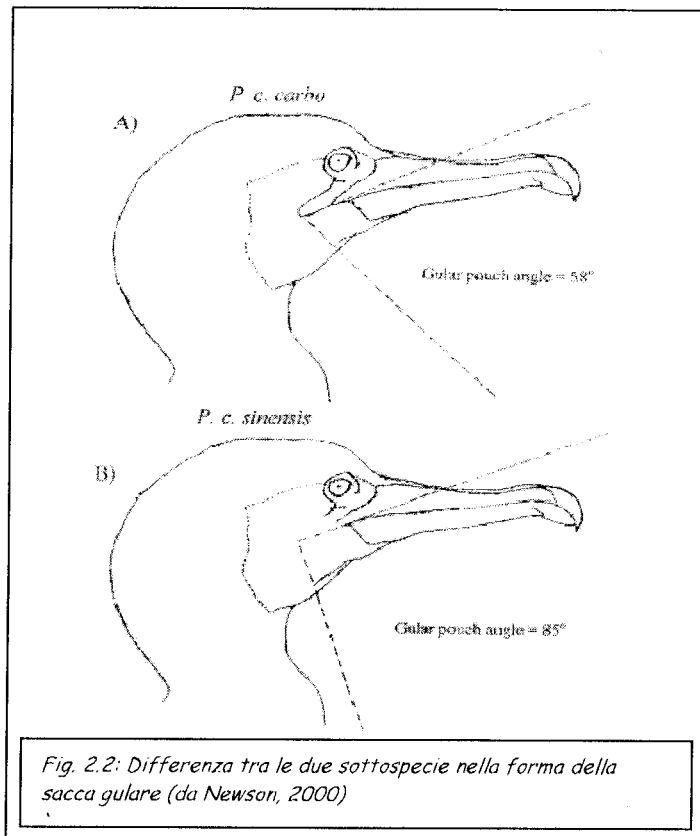
1.1 Sistematica

Phalacrocorax carbo (Linnaeus, 1758) appartiene alla Famiglia Phalacrocoracidae, Ordine Pelecaniformes. I Falacrocoracidi sono suddivisi in circa trenta specie, tutte da ascrivere al genere *Phalacrocorax* eccettuato il cormorano delle Galapagos *Nannopterum harrisi*; talvolta le specie più piccole vengono separate nel terzo genere *Haliastur*.

Phalacrocorax carbo è una specie politipica, a corologia subcosmopolita, che comprende sei sottospecie:

- *carbo* (Linnaeus 1758) nelle coste del Nord Atlantico;
- *sinensis* (Blumenbach 1798) in Europa centrale e meridionale, in Asia orientale fino al Giappone e a Sud fino a Ceylon;
- *maroccanus* (Hartert 1906) nelle coste nord-occidentali dell'Africa;
- *lucidus* (Lichtenstein 1823), coste occidentali e meridionali ed entroterra orientale dell'Africa;
- *novaehollandiae* (Stephens 1826), Nuova Guinea meridionale, Australia, Nuova Zelanda e Isole Chatam;
- *hanedae* (Kuroda, 1925), Giappone.

Le due sottospecie europee, *P. c. carbo* e *sinensis*, hanno abitudini differenti: la prima si



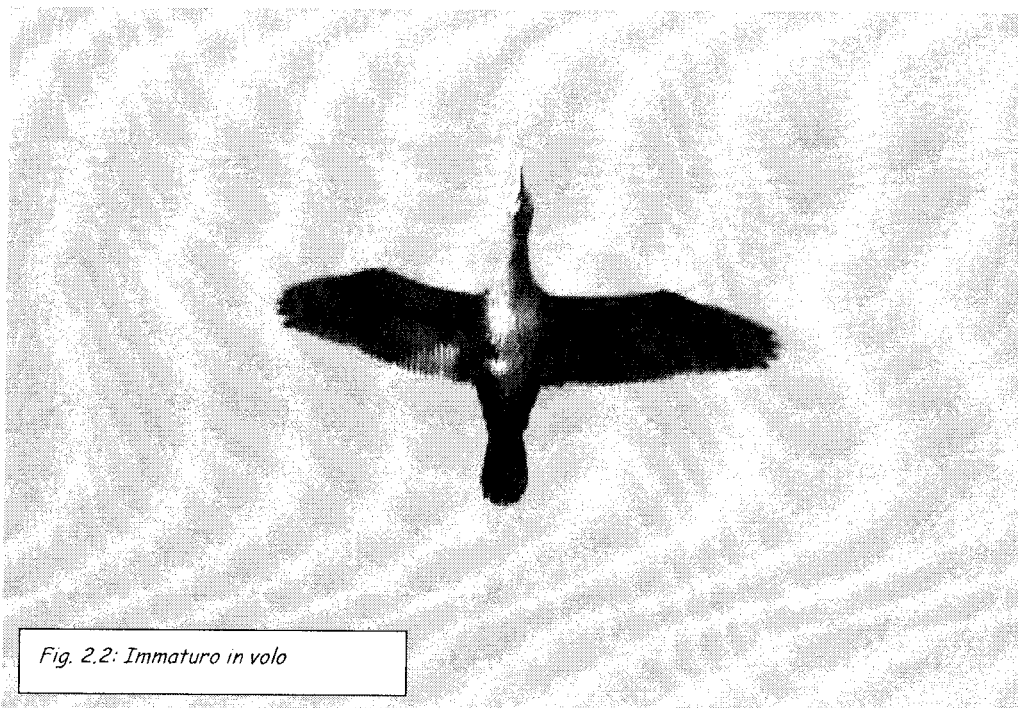
alimenta prevalentemente in mare aperto e nidifica su falesie, mentre la seconda sfrutta le zone umide interne e costiere scegliendo come aree di nidificazione alberi, paletti o altri tipi di posatoi ad esse limitrofi. Le due sottospecie sono distinguibili solo per la differente intensità del cappuccio bianco che compare durante il periodo riproduttivo, tuttavia nel *carbo* il cappuccio bianco diviene via via più evidente con l'età rendendo poco affidabile questo carattere distintivo. Recentemente (Newson, 2000) si è ipotizzato un metodo di "distinzione sul campo" tra le due sottospecie, basato sull'ampiezza dell'angolo della sacca gulare (fig. 1.2): secondo questa ipotesi, gli individui con angolo inferiore o uguale a 65° sarebbero *carbo*, mentre quelli con angolo maggiore o uguale a 76° sarebbero *sinensis* (ma gli individui con angolo intermedio rimangono indeterminati).

Poiché la ssp. *carbo* si riproduce esclusivamente su pareti rocciose costiere, la differente scelta dei siti di nidificazione potrebbe essere determinante nel mantenimento dell'isolamento genetico (se ne esiste uno) tra le due sottospecie, ora che *P. c. sinensis*, in fase di espansione dell'areale, si trova localmente in condizioni di simpatria (Francia; Scandinavia) Marion (1995) osserva che, dove l'aumento demografico di *sinensis* e la sua naturale tendenza alla colonizzazione di nuovi areali lo hanno portato a contatto con le popolazioni *carbo*, sussiste ancora una segregazione nella scelta dei roosts di svernamento. La situazione tassonomica delle due sottospecie europee richiede evidentemente un'approfondimento, basato su indagini di carattere biochimico ed ecologico (Cramp, Simmons 1977).

1.2 Morfologia ed ecologia

Phalacrocorax carbo sinensis (fig. 1.1) è un uccello acquatico ittiofago di taglia grande (80-100 cm di lunghezza, 130-160 cm di apertura alare e circa 1,9-2,3 kg di peso; Cramp & Simmons, 1977), con corpo affusolato e collo allungato. Il piumaggio è nero con riflessi metallici, ad eccezione di una zona bianca che copre guance e base del becco; la pelle gulare, nuda, muta dal grigio al giallo con l'approssimarsi della stagione riproduttiva. Non esiste un vero dimorfismo sessuale, ma il maschio è leggermente più grande della femmina.

La porzione interna delle ali (omero + radio e ulna) è allungata, mentre l'estremità (carpometacarpo + dita) è corta (fig.1.3); il volo, simile a quello delle oche, è dato da battiti d'ala regolari, a bassa quota sull'acqua, a quota elevata su terra; è un volatore resistente



potendo percorrere giornalmente, dai dormitori alle zone di foraggiamento, anche distanze notevoli (ved. par.1.4). La coda è lunga e cuneiforme; il becco, grigio superiormente, giallo alla base della mandibola, è robusto, compresso lateralmente e uncinato all'estremità. Tarsi e piedi, totipalmati per la propulsione subacquea, sono neri e inseriti all'estremità posteriore del corpo.

Il piumaggio riproduttivo si differenzia da quello non riproduttivo per un aumento di filopiume bianche sul capo (un netto cappuccio bianco nel *sinensis*, appena una "brizzolatura" nel *carbo*) e sul femore (*calzone*); durante la cova compare sotto l'occhio una macchia rossa triangolare. I pulli nascono nudi e inetti; i giovani hanno piumaggio brunastro, con chiazze biancastre pettorali di intensità variabile (fig. 1.3); il piumaggio adulto viene raggiunto al terzo anno di vita.

Poco mobile su terra, è capace di nuotare a lungo e di immergersi profondamente. Nel genere *Phalacrocorax*, solo la razza continentale (*sinensis*) di *Phalacrocorax carbo* e la popolazione caspica di *Phalacrocorax pygmeus* sono da ritenersi davvero migratrici, con migrazione prevalentemente diurna; le altre specie sono capaci di una certa dispersione, cioè piccoli gruppi possono compiere lunghi spostamenti alla ricerca di nuove aree di foraggiamento.

I cormorani tendono a pescare singolarmente, ma si riuniscono in presenza di grandi concentrazioni di prede. Il legame riproduttivo è monogamo e stagionale: sono nidificanti

coloniali e spesso si uniscono ad altri nidificanti gregari (ad es. Ardeidi), ma ciascun nido viene vigorosamente difeso. Le dimensioni e densità della colonia sono correlate con la distanza da percorrere per raggiungere le aree di foraggiamento. Il verso è gracchiante e gutturale; i richiami vengono emessi perlopiù in periodo riproduttivo (Cramp & Simmons 1977). I siti di nidificazione (*nesting sites*) sono spesso alberi (in Italia Settentrionale *Salix alba* e *Populus x canadensis*; Baccetti & Bricchetti, 1992) in aree asciutte o, più frequentemente, allagate. Ultimamente si sono osservati anche casi di nidificazione sul terreno (ma su isolotti), e rari casi su canneto; inoltre, sorprendentemente, in Sardegna esiste da sempre una popolazione molto localizzata, attribuita a *sinensis*, nidificante su falesia (Arrigoni degli Oddi, 1929). Anche la scelta dei siti di nidificazione predilige luoghi inaccessibili ai predatori terrestri e relativamente poco interessati dal disturbo antropico (seppure con differenti margini di tolleranza).

Tutto il corpo è strutturato in funzione del nuoto subacqueo, con una struttura ossea relativamente più compatta rispetto alle altre specie, un corpo di forma idrodinamica, ed una ridotta *ghiardola dell'uropigio*, che nelle altre specie acquatiche ha la funzione di produrre un secreto impermeabilizzante. Le penne hanno barbe meno distanziate tra loro, caratteristica che impedisce al piumaggio di rimanere idrorepellente a lungo, come avviene negli Anatidi (Rijke, 1968). Per questo, dopo ciascuna immersione, le ali vengono mantenute spiegate a lungo in una caratteristica postura (*wingspread*), la cui funzione principale è presumibilmente quella di asciugare le penne, ma esistono altre interpretazioni. Austin ad esempio (1963), analizzando la struttura scheletrica del cormorano, sostiene che la posizione ad ali spiegate equilibri il baricentro quando il corpo è appesantito dall'acqua e dal pasto appena ingerito; Jones (1978) la interpreta come messaggio intraspecifico di successo nella pesca, che serve a identificare le aree di foraggiamento più vantaggiose; Hennemann (1984) esclude la funzione di termoregolazione, riscontrata invece in altre specie a distribuzione tropicale e subtropicale (Siegfried *et al.*, 1975; Berry, 1976), mentre Smout & Smout (1991) ritengono che tale postura favorisca l'ingestione del pesce; infine, Sellers (1995) riconosce a questo comportamento la funzione primaria di velocizzare l'asciugatura di tutto piumaggio, evitando che l'evaporazione sprechi calore corporeo.

Il piumaggio è costantemente riordinato e riassetato una volta raggiunto il posatoio di riposo; l'accuratezza e la frequenza di queste operazioni denotano l'importanza che la particolare struttura delle penne gioca nel nuoto subacqueo.

Poiché la specie è migratrice, le penne non vengono sostituite tutte contemporaneamente, ma a turno, in modo che l'animale sia in grado di volare durante tutto l'anno. La muta è quindi asincrona ed avviene due volte l'anno: una, completa, nella fase post-riproduttiva, con sostituzione delle primarie in senso discendente, ed un'altra, parziale, nella fase pre-riproduttiva (praticamente limitata alle zone che costituiscono la livrea nuziale: testa, collo ed alcune parti del corpo).

Con l'avvicinarsi del tramonto, individui provenienti anche da differenti zone di foraggiamento si raccolgono in gran numero nei dormitori (*roosts*), costituiti, per la ssp. *sinensis*, da posatoi (alberi, paletti, isolotti, ecc.) situati in vicinanza di zone umide e lontani dal disturbo antropico. I più grandi dormitori che si conoscano sono localizzati su strutture artificiali galleggianti o emergenti (ad es. impianti per la mitilicoltura), su boschi circondati da aree allagate o su sponde di laghi.

1.3 Riproduzione

La specie si insedia nei siti di nidificazione normalmente intorno al mese di febbraio per quanto riguarda le principali colonie nordeuropee; in Italia tale fase sembra avvenire anticipatamente (Schenk 1976; Baccetti, ined. in Baccetti & Brichetti, 1992), essendo state osservate già in gennaio deposizioni in Sardegna e occupazione dei nidi in Val Campotto. Il nido è una piattaforma costruita con rametti di dimensione variabile, spezzati dagli alberi e trasportati in volo. Al contrario di Ardeidi e Corvidi, per questa operazione il cormorano utilizza anche ramoscelli vivi, e per questo velocizza l'indebolimento degli alberi delle colonie, che vengono ulteriormente compromessi dal rilevante apporto di guano emesso da adulti e nidiacei; questo insieme di fattori sarebbe in grado di causare la morte dell'albero utilizzato entro cinque anni (van Dobben, 1952). La colonia italiana di Val Campotto, seppur di recente formazione (1986; Spina *et al.*, stesso anno) sembra aver mostrato, a partire dal 1995, un improvviso declino proprio a causa del crollo degli alberi utilizzati (Grieco, 1997).

Il corteggiamento è caratterizzato da una serie di comportamenti ritualizzati. Il maschio, dopo aver scelto una giusta collocazione per il nido (i resti di un vecchio nido o un ramo biforcuto), inarca la testa all'indietro e scuote le ali ritmicamente (*wing-waving*), coprendo e scoprendo ripetutamente le macchie femorali, che in questo modo agiscono come un "flash" di avvertimento per le femmine nelle vicinanze. Quanto più il *wing-waving* è attivo, tanto più attrae l'attenzione delle femmine, che infatti scelgono il maschio più energico: dopo una lotta feroce tra le contendenti, la vincitrice entra nel nido, mentre le rimanenti tornano a lottare per il secondo maschio più attivo, e così via. La scelta del maschio più energico nel *wing-waving* garantisce con maggior probabilità la sopravvivenza della prole. La femmina vincitrice, raggiunto il compagno, assume posture simili a quelle aggressive, accompagnandole con vocalizzazioni "amichevoli" che mitigano la reazione di difesa del maschio. Seguono altri comportamenti ritualizzati (*hopping*, *gargling* e *neck-swaying*), durante i quali entrambi i sessi assumono posture non-aggressive ed emettono tipiche vocalizzazioni. Soltanto dopo questo complesso rituale ha luogo l'accoppiamento, durante il quale il maschio afferra con il becco il collo della femmina (*neck-biting*). Questa fase aggressiva è seguita da una fase più pacifica, caratterizzata da comportamenti "affettivi" (*tender patterns*) in cui i partners avvolgono o strofinano il collo l'uno sull'altro; in questo modo è rafforzata l'equivalenza dei ruoli che prelude alla cova delle uova ed alle cure parentali, che infatti sono portate avanti indifferentemente da entrambi i genitori (Kortland, 1991).

Il nido ha dimensioni considerevoli: 75-100 cm di altezza, 1 m di diametro esterno, 30-40 cm di diametro interno (Cramp & Simmons 1977). Se si eccettuano i casi di nidificazione sul terreno, la quota a cui è collocato il nido varia dai 2.49 m di media della colonia olandese di Oostvaardersplassen (van Eerden & Zijlstra, 1985) ai 14 m segnalati in Italia da Carpegna *et al.* (1990). Ovviamente la graduale perdita di vitalità delle piante che ospitano i nidi diminuisce via via il numero delle collocazioni utilizzabili, modificando negli anni l'altezza media dei nidi di una colonia e la sua distribuzione (van Eerden e Zijlstra, 1985). Normalmente partecipano alla costruzione del nido entrambi i sessi: il maschio raccoglie e trasporta il materiale e la femmina lo colloca; le uova, in numero di 3-4 (osservate anche 6) per covata, hanno dimensioni medie di 63 x 40 mm, un peso medio di 53 g e sono bianco-azzurre con incrostazioni bianche; sono incubate da entrambi i genitori per 28-31 giorni (Cramp & Simmons, 1977). I pulli sono accuditi da entrambi i genitori per 50 giorni nel nido e vi tornano per essere nutriti da questi fino all'età di 12-13 settimane (Kortland, 1942); essi provocano l'imbeccata da parte dei genitori stimolandone col becco la zona chiara del mento: questa operazione induce nel genitore l'apertura del

becco, consentendo al giovane l'inserimento di tutta la testa nella gola del genitore (Baccetti & Bricchetti, 1992).

I giovani raggiungono la maturità sessuale al terzo anno d'età, ma le prime nidificazioni avvengono solo nei due anni successivi. Normalmente ogni anno la coppia produce un'unica covata; casi di seconda covata sono stati osservati in caso di perdita della prima (Cramp & Simmons, 1977).

1.4 Etologia

Il comportamento della specie *Phalacrocorax carbo sinensis* è fondamentalmente caratterizzato, come tutti i Falacrocoracidi, da tutti gli aspetti che concernono la predazione subacquea nel singolo individuo, e dalla gregarietà per quanto riguarda le relazioni intraspecifiche.

Per quanto riguarda il comportamento trofico, la specie associa l'opportunismo alimentare ad una elevata capacità d'apprendimento. Le sessioni di pesca giornaliere possono essere da una a numerose, a seconda del quantitativo di pesce ingerito. Al mattino, lasciato il posatoio notturno, i cormorani raggiungono l'area di foraggiamento, che può distare anche 46 km (Baccetti & Bricchetti, 1992; van Eerden & Munsterman, 1986). Boldreghini *et al.* (1993) hanno osservato una grande variabilità nelle direzioni del volo, dato che suggerisce un cambiamento frequente nell'uso delle aree di foraggiamento durante la stagione. La pesca avviene alternando fasi subacquee di inseguimento e cattura della preda a fasi emerse di recupero, direttamente in acqua o su posatoi secondari "di riposo" (paletti, rami, isolotti o altri sostegni in prossimità della zona trofica). Studi effettuati su *Phalacrocorax aristotelis* hanno evidenziato una proporzionalità diretta tra profondità dell'acqua e tempo impiegato per la pesca; inoltre, un'immersione lunga in acque profonde è seguita da un tempo di recupero maggiore rispetto ad un'immersione di uguale durata in acque poco profonde (Wanless *et al.*, 1993). Si presume quindi che il Lago di Posta Fibreno, soprattutto nei punti di massima profondità (ad es. alle Codigliane, dove peraltro i cormorani sono stati spesso avvistati) costituisca per il cormorano un'area di foraggiamento piuttosto dispendiosa dal punto di vista energetico, considerata anche la bassa temperatura dell'acqua, che comporta un maggior dispendio calorico per mantenere costante la temperatura corporea.

I cormorani sono uccelli gregari e come tale si riuniscono in gran numero su posatoi comuni (fig. 1.4); questo vale sia nella stagione riproduttiva per la scelta del sito di nidificazione (con formazione di una colonia formata da numerose coppie), sia durante tutto l'anno per la scelta del roost notturno. Il possesso di determinati posatoi sembra essere destinato, soprattutto nel periodo di svernamento, a specifici individui: l'osservazione di individui marcati ha dimostrato una spiccata fedeltà individuale al proprio posatoio (Baccetti & Bricchetti, 1992); inoltre è frequente osservare manifestazioni di aggressività intraspecifica al momento dell'occupazione del roost. Ciò ha fatto supporre l'esistenza di un qualche tipo di gerarchia del gruppo svernante, ipotesi questa smentita da Cramp & Simmons (1977) e sostenuta invece da Munstermann & van Eerden (1991), che ritengono che i maschi adulti siano al vertice della gerarchia, comportandosi, anche in periodo non riproduttivo, in modo particolarmente aggressivo nella difesa del posatoio, ma occasionalmente consentendo l'avvicinamento di femmine mature.

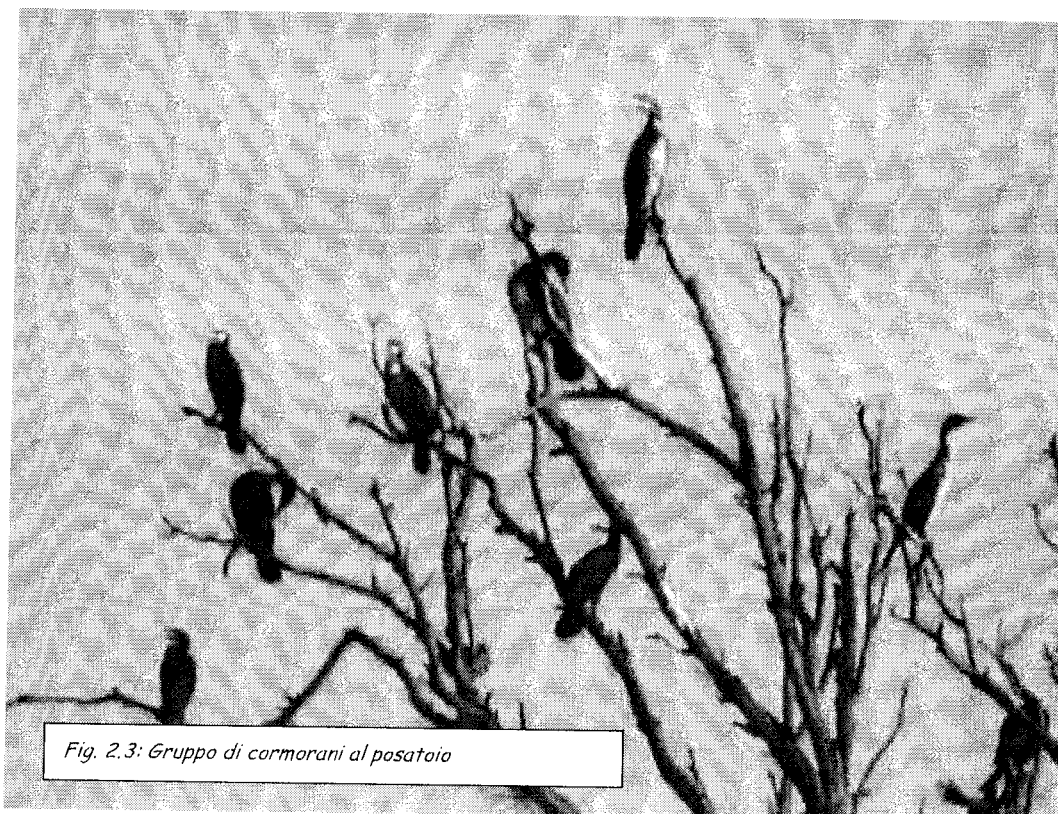


Fig. 2.3: Gruppo di cormorani al posatoio

I roosts utilizzati nel periodo non riproduttivo sono spesso condivisi con altre specie. Nel Lago di Posta Fibreno sono stati osservati *Ardea cinerea*, *Corvus corone cornix*, e, alla base dei posatoi (o occasionalmente insieme ai cormorani stessi, quando questi ultimi, in caso di vento, preferiscono sostare sulle isolette anziché sugli alberi), *Fulica atra*, *Anas crecca* ed altri Anatidi: alcuni Autori hanno osservato nei dormitori anche *Bubulcus ibis*, *Larus cachinnans*, *Nycticorax nycticorax*, *Cosmerodius albus* e *Larus ridibundus* (Corbi, 1988). Fondamentalmente, durante tutto l'arco dell'anno l'attività giornaliera consiste in pendolarismi regolari tra le zone di foraggiamento e i roosts notturni.

L'attività di pesca si giova di una notevole elasticità nel colonizzare nuove aree di foraggiamento appena queste divengano disponibili; può svolgersi singolarmente, in gruppi non organizzati, oppure in stormi numerosi (*social fishing*): quest'ultima strategia è tornata ad essere frequentemente osservabile con la ripresa demografica della specie. In questo caso lo stormo si riunisce in una fila compatta e, alternando immersioni a brevi voli, percorre "a rullo" la superficie del corpo idrico, fino a raccogliere grandi quantità di pesci in uno spazio ridotto (ad es. contro la sponda); in questo modo è facilitata la cattura anche di specie ittiche di taglia ridotta e che si spostano in banchi numerosi, che sarebbero di norma difficilmente catturabili da un predatore singolo. Questa tecnica di pesca sembra essere diventata più frequente anche in concomitanza con la crescente eutrofizzazione delle acque interne, fenomeno che ha favorito l'incremento demografico delle specie ittiche che si spostano in banchi (Suter, 1989). Negli eventi di *social fishing* è frequente osservare episodi di commensalismo da parte di Ardeidi.

1.5 Popolazione

L'areale riproduttivo del *P. c. sinensis* comprende gran parte delle zone umide dell'Europa

continentale: le maggiori colonie sono localizzate presso le coste del Mar Baltico e del Mare del Nord, mentre nuclei in espansione sono presenti in Europa centrale, penisola balcanica ed Italia, raggiungendo anche il Mar Caspio e l'Ucraina. L'espansione, con tassi di incremento talvolta superiori al 20%, ha avuto origine dalle colonie danesi ed olandesi, ed è iniziata verso la fine degli anni '70; in precedenza, a partire dal secolo scorso, la specie aveva subito un calo che aveva portato a decrementi o estinzioni locali (Cramp & Simmons 1977). Il costante incremento demografico delle colonie danesi e olandesi ha portato alla colonizzazione di aree in cui la specie non era presente precedentemente, come in Italia settentrionale (Volponi et al., 1997).

Oggi di fatto nidifica in Sardegna, Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte (Baccetti & Bricchetti, 1992): in particolare, in Sardegna i siti segnalati sono localizzati su falesie (Schenk, 1976). In Emilia Romagna si hanno prove di nidificazione fin dal ritrovamento, nel 1981, di due nidi vuoti nelle Valli di Comacchio; inoltre, dalla primavera del 1986 a Val Campotto (FE) si è costituita una colonia stabile (Spina et al., 1986) in un'area allagata ampia circa 130 ha. In Piemonte, il dato più importante è la nidificazione, nel 1989, di alcune coppie all'interno di una garzaia nella Riserva Naturale Isolone di Oldenico (Carpegna et al., 1990).

L'aumento dei contingenti svernanti e nidificanti è sicuramente dovuto al trend positivo registrato nelle colonie nordeuropee; prova ne è la ripetuta individuazione, ad es. tra i nidificanti a Val Campotto e ad Oldenico, di differenti soggetti precedentemente inanellati in Danimarca e Svezia (N. Baccetti, ined., e M. Della Toffola, ined.; entrambi citati in Baccetti & Bricchetti, 1992). In sostanza quindi l'andamento della popolazione italiana di cormorano ha due aspetti contrastanti: il trend fluttuante della popolazione sarda "di falesia", e quello invece di crescita esponenziale della popolazione di Val Campotto, che è passata in soli tre anni dalle 12 alle 144 coppie. Tuttavia in colonie molto affollate l'eccesso di nitrati emessi con le feci può causare la morte degli alberi utilizzati, diminuendone i siti disponibili per la nidificazione e quindi anche la densità della colonia stessa.

1.6 Migrazione e quartieri di svernamento

A differenza della sottospecie *carbo*, che non compie vere e proprie migrazioni ma è sedentario o erratico lungo le coste atlantiche (van Eerden & Munsterman, 1986), ciascuna popolazione di *sinensis* ha una certa tendenza migratoria, la cui entità dipende, localmente, dal suo habitat geografico. Per quanto riguarda le popolazioni europee, a luglio-agosto, i nidificanti nell'Europa centro-settentrionale iniziano a spostarsi verso i siti di svernamento mediterranei, che vengono occupati in settembre-ottobre; durante questa migrazione post-riproduttiva, l'osservazione di individui inanellati ha dimostrato che questi svernanti possono fare delle soste intermedie, di durata variabile, nei Paesi dell'Europa centrale. Avvistamenti ripetuti anno dopo anno in date molto simili rivelano l'esistenza di itinerari ripetuti annualmente tra differenti aree di alimentazione (Baccetti & Bricchetti, 1992).

Il sito di svernamento ideale sembra avere le seguenti caratteristiche: acque con profondità minore di 50 m; temperatura dell'isoterma di gennaio maggiore di 5°C, posatoi sicuri e prede abbondanti (Cherubini et al., 1993). In generale, il limite altitudinale della specie è definito dal rigore dell'inverno e dal ghiacciarsi dei corpi idrici; in Italia la specie è distribuita da 0 a 1300 m s.l.m. (Laurenti & Di Carlo, 1988; AA. VV. in Baccetti red., 1988), ma la maggior parte della popolazione svernante italiana non supera gli 800 m di altitudine (Baccetti & Bricchetti, 1992), occupando siti a livello del mare, perlopiù laghi.

lagune costiere, bacini d'acqua dolce e fiumi; anche nei tratti urbani, come accade a Roma (Martucci *et al.*, 1991). Meno frequente l'habitat marino, data la profondità dei tratti marini italiani, privi di secche e bassifondi situati in mare aperto.

I quartieri di svernamento, che saranno abbandonati in febbraio-marzo (più tardi dagli immaturi; van Eerden & Munsterman, 1986), includono per le popolazioni continentali le coste dell'Africa settentrionale (in particolare la Tunisia) e le coste mediterranee dell'Europa. Negli ultimi tempi, l'Italia ha assunto come sito di svernamento importanza costantemente crescente, in conseguenza dell'aumento generale dei contingenti svernanti e dell'espansione dell'areale di nidificazione, che è giunto ad includere alcune zone umide dell'Appennino, della Sicilia e dell'Adriatico (Baccetti & Brichetti, 1992). Il censimento della popolazione svernante, effettuato in tre inverni successivi (1985-86, 1986-87, 1987-88) a livello nazionale, ha fornito un totale di circa 13000 individui, distribuiti principalmente nelle regioni dotate di consistenti sistemi di zone umide costiere come Veneto, Friuli Venezia-Giulia, Emilia Romagna, Toscana, Lazio, Sardegna, Puglia (AA. VV. in Baccetti red., 1989).

Gli svernanti italiani appartengono a colonie differenti. Sulla base di ricatture di soggetti marcati (van Eerden & Munstermann, 1986) i nostri svernanti sembrano appartenere alle colonie nidificanti in Svezia, Olanda e Danimarca.

1.7 Conservazione

Gli aspetti legati alla conservazione di questa specie sono abbastanza controversi. In prossimità di impianti di acquacoltura intensiva ad elevata densità di pesci, il cormorano può causare consistenti perdite, perché alla quantità di pesci predati si aggiungono gli individui feriti e quelli il cui accrescimento è ridotto dallo stress della predazione continua (Draulans, 1988). In ambienti naturali invece, sarebbe opportuno sempre valutare la capacità portante della risorsa ittica, in particolare nelle aree di riproduzione di specie ittiche a rischio.

Dal punto di vista ecologico, in questo momento lo status europeo della specie sembra piuttosto buono e recentemente alcuni Paesi hanno richiesto l'eliminazione del cormorano dall'Appendice I della Direttiva Uccelli (Ruskule, 2000); in altri Paesi europei (ad es. Germania; Keller *et al.*, 1998) sono periodicamente autorizzati abbattimenti nelle aree maggiormente considerate soggette ad impatto predatorio. Anche in Italia localmente sono consentiti gli abbattimenti: Baccetti (1996) riporta il caso della laguna di Oristano, sede di una fiorente attività di pesca (primaria risorsa economica della zona), dove abbattimenti autorizzati hanno ridotto ad un terzo la locale popolazione di cormorani (uccidendo anche esemplari appartenenti a specie non ittiofaghe come *Grus grus*, *Bubulcus ibis*; Grussu, 1997). L'applicazione di questo metodo dissuasivo dovrebbe essere regolamentata con criteri scientifici affinché risulti efficace e non dannoso; ad esempio sparando agli uccelli non quando si trovano ai posatoi, bensì durante le sessioni di pesca (in modo che sia accentuato l'effetto deterrente con un minor numero d'individui abbattuti), limitando il disturbo alle altre specie ed evitando di intaccare eventuali colonie nidificanti locali.

Esistono comunque numerosi metodi di dissuasione incruenta, di vario tipo e di efficacia e applicabilità variabili (cannoncini a salve, altoparlanti con segnali d'allarme, aeroplani, ecc.). Schmidt (1998) ha testato un metodo di dissuasione incruenta basato sulla collocazione, sopra la superficie dell'acqua, di griglie costituite di filo metallico, con maglia di ampiezza studiata per impedire l'involò e l'atterraggio degli uccelli e che quindi funziona anche come deterrente visivo, oltre che fisico. A Schwandorf (Germania), presso

alcune vasche di allevamento intensivo, la sperimentazione di griglie di copertura aventi maglie differenti (da 5 m x 5 m a 10 m x 10 m) ha dimostrato l'efficacia dell'effetto deterrente, riducendo la perdita di materiale ittico dall'80% al 10%. Metodi come questo sono adatti all'impiego in acquacoltura intensiva, settore che spesso risente maggiormente dell'impatto dei predatori data l'alta densità di pesci; non sono però applicabili in aree naturali. Alcuni Autori (Moerbeek *et al.*) ritengono che il più efficace effetto deterrente sia la presenza umana, e propongono come misura preventiva di situare i bacini d'itticoltura in prossimità di aree frequentate, strade, o bacini per la pesca sportiva.

In conclusione, se si considera la popolazione europea solo dal punto di vista quantitativo, la specie sembra godere di ottima salute; tuttavia è necessario tenere presente che essa ha subito una forte contrazione prima che entrasse in vigore la Direttiva Uccelli, e quindi potrebbe non godere più dell'originaria variabilità genetica; inoltre l'habitat a cui è legata è ovunque in riduzione. Bisogna anche considerare che, poiché il cormorano si trova al vertice della piramide trofica legata alle zone umide, uno dei principali problemi nella conservazione di questa specie è l'accumulo di inquinanti. Come è noto, la presenza di contaminanti (selenio, mercurio, composti organoclorurati come PCB e DDT, ecc.) nelle acque e quindi nell'ittiofauna provoca nei predatori ittiofagi fenomeni di bioaccumulazione. I Falacrocoracidi sembrano essere particolarmente sensibili all'accumulo di inquinanti, che spesso si manifesta con anomalie dello sviluppo; il fenomeno è confermato sia da analisi dei tessuti (Cottiglia *et al.*, 1984 e 1986), sia da osservazioni sul campo (Volponi, 1996; 2000) di individui affetti da deformazioni.

Qualsiasi intervento deve essere quindi considerato con la dovuta cautela, in particolare nei confronti di sottopopolazioni ancora poco studiate, come la colonia sarda eccezionalmente nidificante su falesia, oltretutto piuttosto esigua (da 70-75 coppie nel 1993 a circa 25 nel 1996; Grussu, 1997).

CAPITOLO 2 - MATERIALI E METODI

2.1 Studio dell'alimentazione

Molti uccelli espellono il materiale indigerito emettendolo giornalmente sotto forma di piccoli agglomerati rotondeggianti, nei quali aspetto e contenuto, ovviamente, variano a seconda del tipo di alimentazione della specie.



Fig. 2.1: Aspetto di una borra

Questi rigetti vengono chiamati *boli alimentari*, *pellets* o più comunemente *borre* (fig.3.1); sono prodotti da movimenti elicoidali del ventriglio e poi espulsi all'esterno attraverso contrazioni muscolari e rilascio dello sfintere. Questo processo avviene quando l'animale è in riposo nel suo roost, cosa che favorisce il reperimento di un buon numero di campioni. Nel caso del cormorano, la borra si presenta come un insieme di ossa e altro materiale solido avvolti da uno strato di muco di colore variabile, dal bianco trasparente, al giallastro, all'arancione intenso, al nerastro. Lo strato esterno di muco può essere compatto e presentare numerose grinze, ma può anche essere quasi liquido. Questo strato esterno è prodotto dall'epitelio dello stomaco e ne ricopre le pareti, proteggendole dall'escoriazione; i movimenti peristaltici del rigurgito avvolgono i resti duri non digeribili in questo strato, facilitandone l'emissione (Echeverria, 1929). Variando di preda in preda la percentuale costituita di materiale non digeribile, ed essendo la borra, nel complesso, un oggetto non solido al momento dell'emissione, forma e dimensioni sono piuttosto variabili da campione a campione.

Se l'animale viene disturbato, l'emissione può avvenire prima del tempo, con il rigurgito di resti parzialmente digeriti (fig. 2.2); il cormorano infatti se spaventato tende a liberarsi della "zavorra" del contenuto stomacale per fuggire più rapidamente (van Dobben, 1952). Questi resti sono sempre costituiti dalla parte caudale della preda; infatti solo il fondo dello stomaco è deputato alla digestione e poiché il pesce viene ingerito dalla testa, questa è la prima a dissolversi.



Fig. 2.2: Borra con resti parzialmente digeriti

In condizioni naturali, ogni borra contiene il materiale non digerito relativo al pasto dell'intera giornata: questo comprende ossa e scaglie delle prede, più qualsiasi altro materiale indigeribile che sia stato prelevato con esse (accidentalmente, oppure già presente all'interno delle prede stesse).

Alcune strutture ossee hanno forma specie-specifica: l'identificazione di queste *ossa-chiave* può consentire di risalire alle specie predate. La principale di queste strutture-chiave è l'*otolite*.

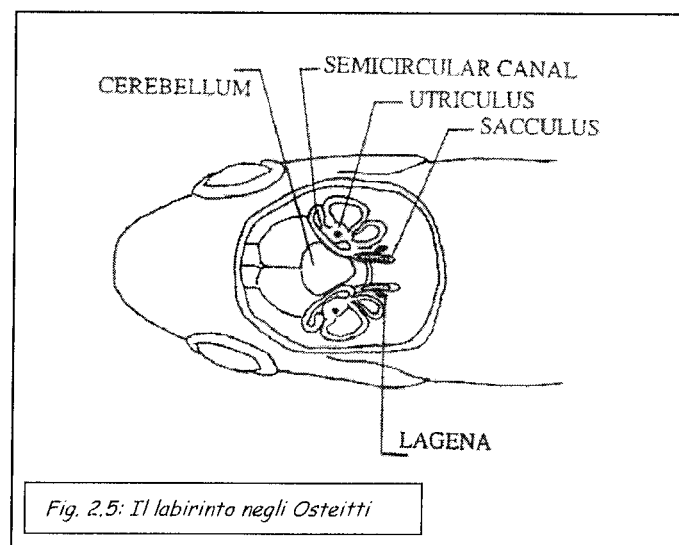
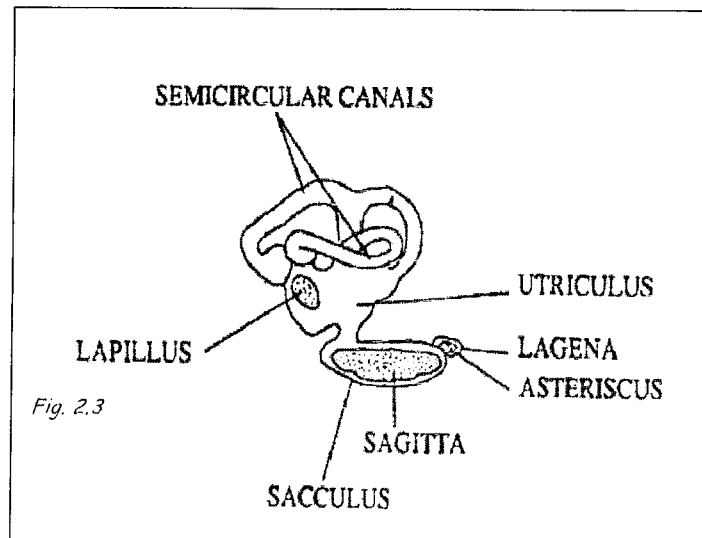
2.2 Gli otoliti dei Teleostei

Negli Osteitti, l'udito è strettamente collegato al mantenimento dell'equilibrio ed alla capacità di percepire gli spostamenti del corpo. L'orecchio interno, infatti, è costituito da una struttura membranosa pari, contenente endolinfa, posta nella parte posteriore della cavità cranica e chiamata *labirinto*.

Il labirinto (figg.3.3; 3.4) è costituito dorsalmente dai tre *canali semicircolari* e ventralmente da tre rigonfiamenti, detti *utricolo* (il maggiore), *sacculo* (posto ventralmente all'utricolo) e *lagena* (il più piccolo, connesso al sacculo). Ciascuno di questi rigonfiamenti contiene un otolite, cioè una concrezione di carbonato di calcio che ha funzione di statolite: l'utricolo contiene il *lapillo*, la lagena l'*asterisco* ed il sacculo la *sagitta*.

La sagitta è nella maggior parte delle specie il più grande dei tre otoliti, e la sua forma specie-specifica la rende la più importante struttura diagnostica, utilizzabile in studi di tassonomia, paleontologia e analisi di ecologia trofica di animali ittiofagi (non solo uccelli ma anche mammiferi, ad es. lontra, foca, odontoceti).

Nei pesci simmetrici, il labirinto di destra è speculare a quello di sinistra e così gli otoliti: diversamente da alcuni pesci asimmetrici come i Bothidae, nei quali la sagitta sinistra, corrispondente al lato pigmentato e quindi esposto verso l'esterno, è maggiore della destra (Harkonen, 1986). Ciascun otolite è a contatto con una zona del tessuto membranoso riccamente dotata di terminazioni nervose, chiamata *macula acustica*, che rileva gli spostamenti dell'otolite, provocati dall'accelerazione del corpo del pesce e dalle variazioni di direzione della forza di gravità. In questo modo il cervello riceve informazioni sulla posizione e sulla velocità di spostamento del pesce.

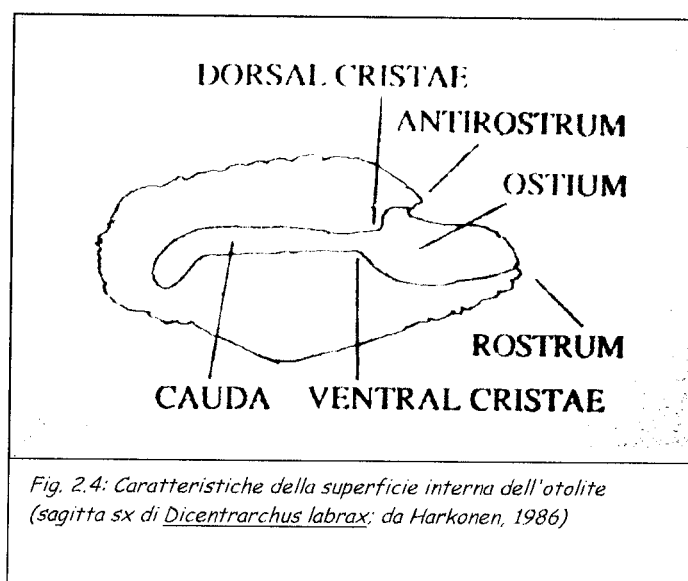


La forma dell'otolite è, come detto precedentemente, specie-specifica; tuttavia le sagittae presentano generalmente alcune caratteristiche comuni. Normalmente la sagitta è una struttura sottile e allungata in senso cranio-caudale, leggermente concava, munita spesso, nella parte anteriore, di un lobo inferiore prominente, più o meno appuntito, detto *rostrum*. Il lato convesso, che è quello diretto verso l'esterno, è privo di segni particolari; il lato concavo invece presenta spesso una striatura più o meno profonda detta *sulcus*, delineata da due creste (*cresta dorsale e ventrale*); il *sulcus* è la parte che *in vivo* è a contatto con le terminazioni nervose, ed ha forma e profondità diverse da specie a specie; esso parte

dall'orlo anteriore dell'otolite con un'apertura detta *ostium*, e si dirige verso la parte posteriore restringendosi e spesso curvandosi (questa parte del sulcus è detta *cauda* e generalmente non raggiunge l'orlo posteriore della sagitta), producendo un disegno caratteristico specie per specie (fig. 2.5).

La sagitta in alcune specie è troppo piccola per essere utile per l'identificazione: è il caso dei Ciprinidi, dove gli otoliti più grandi sono gli *asteriscii* ed i *lapilli*, e sono normalmente questi che si ritrovano nelle borre, essendo le sagittae troppo minute per resistere alla digestione. Gli asteriscii dei Ciprinidi sono anch'essi appiattiti, dal contorno grossolanamente rotondeggiante, con il lato concavo privo di caratteristiche salienti e il lato convesso provvisto di una cresta sporgente di forma circolare. I lapilli dei Ciprinidi invece non sono appiattiti come gli altri otoliti, ma più sviluppati nelle tre dimensioni; hanno una forma circa ovale, con un'estremità più spessa dell'altra, un contorno rotondeggiante ed una caratteristica superficie, particolarmente liscia e lucida rispetto agli altri otoliti.

La componente principale degli otoliti è il carbonato di calcio, in forma aragonitica, ma è presente anche una matrice organica (dallo 0,2 al 10%), rappresentata da una proteina con peso molecolare maggiore di 150000, ricca di aminoacidi acidi. L'ossigeno portato dai gruppi *carbossile* coordina gli ioni Ca^{2+} , formando poliedri di coordinazione. Scambi di atomi di ossigeno tra i gruppi carbonato e i poliedri di coordinazione stabilizzano la struttura portando alla formazione di poliedri $Ca^{++}O_9$. La conseguente nucleazione e



crescita dei cristalli forma la struttura aragonitica (Degens *et al.*, 1969). La deposizione di carbonato di calcio avviene sotto forma di incrementi periodici, visibili nella struttura microscopica dell'otolite come strati sovrapposti, e in sezione come anelli concentrici (*annuli*). Gli anelli più facilmente esaminabili sono quelli depositi annualmente, che consentono di determinare l'età del pesce. Ciascun anello, se ingrandito, appare formato di due parti distinte, una chiara ed una scura: la differenza di colorazione tra le due parti è dovuta alla loro diversa composizione, che a sua volta dipende dal ritmo di deposizione del materiale; infatti, quando la deposizione è rapida, la calcificazione è maggiore della produzione, pur elevata, di fibre organiche e lo strato appare chiaro; al contrario, quando la deposizione è lenta, la collocazione di materiale organico è molto ridotta ma comunque maggiore della calcificazione, che è quasi nulla. Questo significa che le diverse fasi della vita del pesce sono contrassegnate sull'otolite da differenti ritmi di deposizione di materiale; ad un esame più approfondito sono riconoscibili anelli stagionali, relativi alla

fase riproduttiva ed addirittura giornalieri, questi ultimi innescati dal fotoperiodo, ma probabilmente soggetti anche alle modificazioni di altre variabili ambientali cicliche, come le variazioni di temperatura (Campana & Neilson, 1985).

2.3 Altre ossa utili per l'identificazione

Come già accennato in precedenza, gli otoliti non sono le uniche strutture dalle quali è possibile identificare la specie predata. La morfologia scheletrica dei pesci rispecchia le caratteristiche ecologiche di ciascuna specie, manifestando le modifiche strutturali richieste dall'adattamento alla propria nicchia ecologica. Più l'elemento osseo fa parte di una struttura altamente specializzata, maggiore è la probabilità di identificare la specie a cui esso appartiene.

Le ossa maggiormente specializzate sono, ovviamente, quelle craniali, che hanno anche il pregio, essendo pezzi perlopiù impari o presenti in coppie speculari (quindi accoppiabili a due a due, come gli otoliti), di fornire anche il numero di individui predati.

Particolarmente utili per il riconoscimento sono le ossa munite di denti (dentali, premaxillari, mascellari, vomere, palatini, ecc. a seconda della specie), la cui struttura rispecchia il tipo di alimentazione; particolare è il caso dei Ciprinidi, privi di denti veri e propri ma muniti, dietro le branchie, di denti faringei (fig.3.6) atti alla masticazione del cibo ingerito.

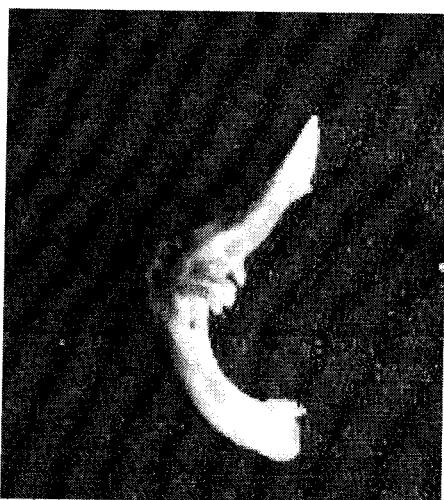


Fig. 2.6: Arcata faringea di Ciprinide (carassio)

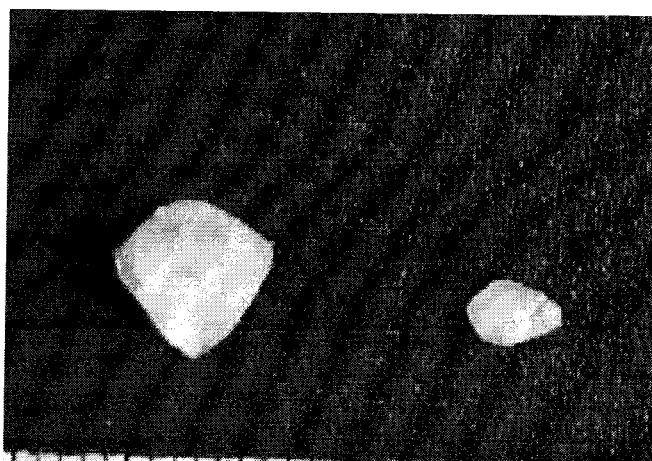


Fig. 2.7: Chewing pads: a sx di carpa, a dx di rovella

Queste strutture sono fondamentalmente due arcate ossee munite di denti, che premono il cibo contro una piastra impari di materiale proteico, detta piastra masticatoria o *chewing pad* (fig. 3.7). Quest'ultima nelle borre è sempre di colore arancione, e la sua consistenza è meno rigida e più elastica del materiale osseo. Forma, numero e disposizione dei denti ma anche la forma del *chewing pad* sono determinanti per l'identificazione.

Le ossa opercolari sono pure molto utili per l'identificazione qualitativa e talora sono state utilizzate anche per stime quantitative (Newsome, 1976).

Elementi presenti in serie come scaglie e vertebre sono di nessun aiuto nella

determinazione del numero di individui predati, ma possono essere utili come conferma di identificazione di una data specie se presentano caratteristiche che le rendono specie-specifiche.

2.4 Vantaggi e svantaggi dell'analisi delle borre

Per non incorrere in gravi inesattezze di valutazione, è necessario tenere presenti i limiti di questo metodo. Innanzitutto ciascuna preda, catturata in un diverso momento della giornata, sosta nello stomaco del cormorano un diverso numero di ore: prede catturate al crepuscolo e quindi poco prima di raggiungere il posatoio notturno, daranno resti relativamente poco digeriti e quindi ben conservati e affidabili, mentre le ossa delle prede catturate nelle prime ore della mattinata subiranno l'effetto dei succhi gastrici per parecchie ore, distruggendosi o divenendo irriconoscibili, quando non verranno espulse con le feci prima della formazione della borra. Inoltre, a parità di tempo trascorso dall'ingestione, gli effetti dei succhi gastrici sull'otolite variano con la forma dell'otolite stesso: gli otoliti più sottili, o comunque con un elevato rapporto superficie-volume, saranno distrutti o semplicemente più consumati degli altri, risultando sottostimati (Jobling & Breiby, 1986). Non conoscendo l'originaria dimensione dell'otolite, non possiamo ottenere con esattezza la taglia originaria della preda: per questo motivo, nell'ambito di questo studio, per le specie economicamente più importanti, mi sono limitata ad esprimere in termini di biomassa la taglia "minima" ottenibile dalle formule di regressione, in modo da avere comunque un'indicazione del prelievo predatorio, seppur incompleta.

Un'altra possibile fonte di errore, in questo caso causa di sovrastime, è la possibilità che parti indigerite già presenti nello stomaco di prede a loro volta ittiofaghe, possano essere erroneamente considerate preda del cormorano.

L'applicazione del metodo dell'analisi delle borre assume *a priori* che ciascun cormorano emetta una borra al giorno. Studi eseguiti su *Phalacrocorax aristotelis* in cattività (Johnstone *et al.*, 1990), volti a testare l'affidabilità di questo metodo per stimare il prelievo predatorio, hanno dato risultati non sempre costanti: gli Autori giungono ad ipotizzare che la produzione di borre non sia quotidiana né costante durante l'arco dell'anno, e che l'entità del pasto giornaliero ed il tipo di prede influiscano sulla produzione della borra, influenzandone anche la quantità di otoliti reperibili; tuttavia non si può valutare quanto i risultati ottenuti in cattività siano applicabili agli animali liberi, poiché è ipotizzabile che le inusuali condizioni di vita modifichino le normali funzioni fisiologiche (ad es. l'esiguità del numero di esemplari, che impedisce il normale comportamento gregario; Duffy & Laurenson, 1983; il differente dispendio energetico dovuto alla mancata cattura del cibo; lo stress dovuto alla cattura ed alla cattività; ecc.). Mantovani e Cherubini (1997), con uno studio simile eseguito con *Phalacrocorax carbo sinensis*, hanno ottenuto solo 57 delle 100 borre previste nell'intero periodo di cattività, ma ciascuna borra conteneva sempre solo otoliti appartenenti alle specie somministrate il giorno prima, confermando che in questa specie i resti indigeriti non permangono più di 24 ore.

Indagini sull'alimentazione dei Falacrocoracidi e, più in generale, di tutti gli uccelli ittiofagi, possono essere condotte anche con metodi differenti: il più adatto è quello che, rispondendo adeguatamente ai requisiti imposti dall'area di studio e dalla specie in esame, unisce la facilità di collezione dei campioni alla facilità di replicazione, arrecando il minore disturbo alla fauna.

Il metodo dell'osservazione diretta delle prede al momento della cattura, ad esempio, ha il vantaggio di registrare, potenzialmente, tutto lo spettro alimentare e viene frequentemente

usato per gli uccelli acquatici. Per quanto riguarda il cormorano, le prede più piccole possono essere ingerite sott'acqua e non sarebbero registrabili; inoltre, il metodo non è applicabile dove la struttura del corpo idrico non consenta un costante avvistamento degli uccelli in pesca. Inoltre, è stato dimostrato che, per le prede di piccole dimensioni, l'errore di identificazione è piuttosto frequente (Cezilly & Wallace, 1988).

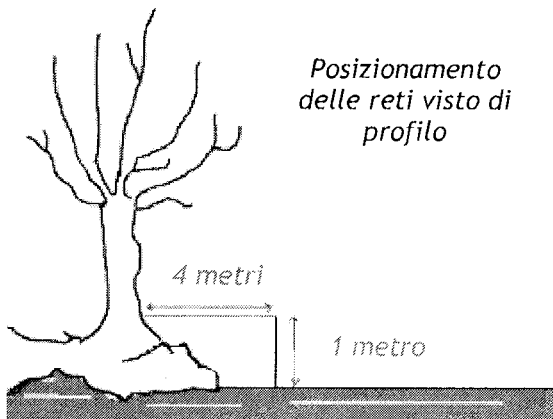
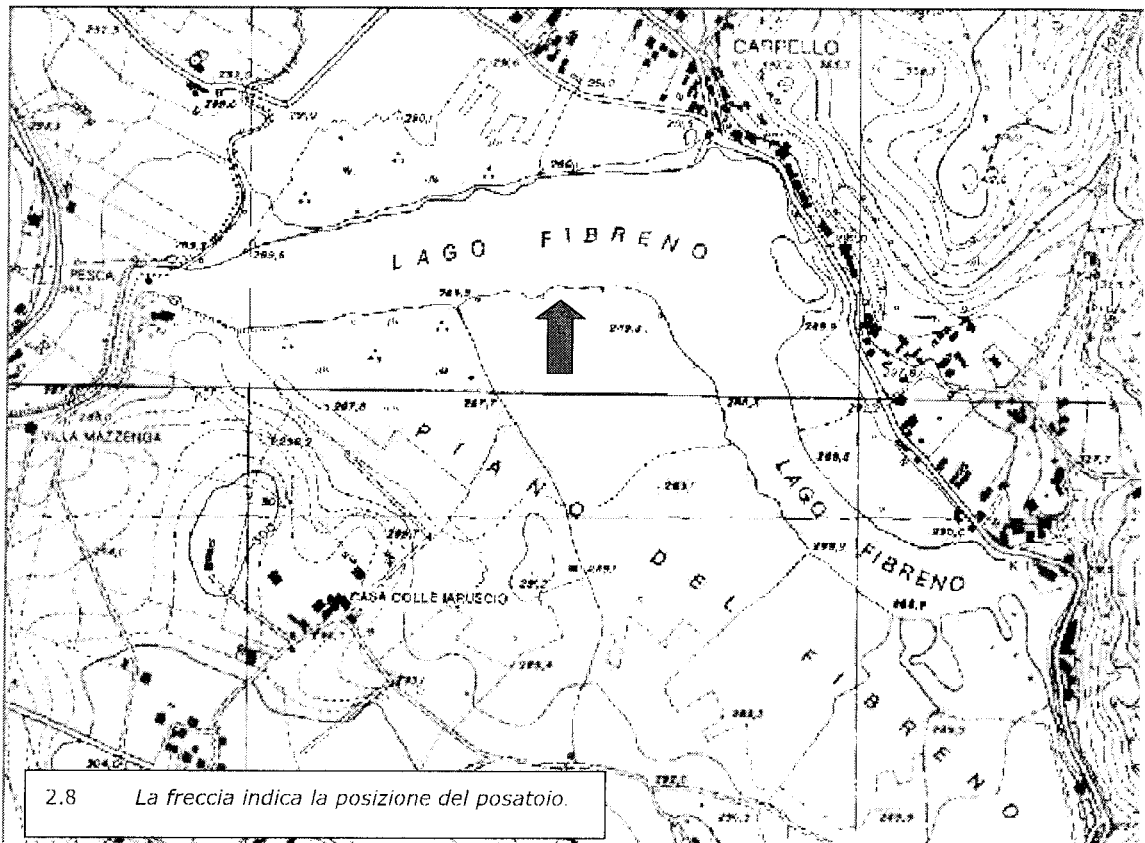
Il metodo della raccolta di pasti non digeriti (van Dobben, 1952) sfrutta la tendenza al rigurgito del contenuto stomacale tramite disturbo degli animali al posatoio, ma può essere troppo invasivo in aree dove esista il rischio di disturbare altre specie sensibili, ad esempio in nidificazione; inoltre i singoli reperti possono mescolarsi, non consentendo una distinzione tra i singoli campioni. Infine, il metodo dell'esame dei contenuti stomacali (tramite stomach-flushing *in vivo* o analizzando lo stomaco di uccelli appositamente abbattuti) è il più invasivo e costoso in termini economici e di risorse, di difficile attuazione in aree protette e, per forza di cose, ridotto ad un ristretto campione della popolazione; tra l'altro anche in questo caso l'animale, catturato o ucciso, prima di poter essere maneggiato tende comunque a rigurgitare parte del contenuto stomacale, che va quindi perso (van Dobben, 1952; Duffy & Jackson, 1986). Per queste ragioni il metodo di analisi delle borre rimane il più frequentemente utilizzato.

Il vantaggio delle borre è principalmente quello di fornire con facilità un ampio campione di dati, relativo all'intera popolazione del roost; inoltre il metodo di raccolta è assolutamente non invasivo; esso rappresenta quindi, tra i metodi citati, sicuramente quello più rapido ed economico da attuare e può costituire una base di dati sui quali programmare eventualmente l'applicazione di uno degli altri tre metodi, in modo da ottenere informazioni più precise e mirate sulla popolazione da esaminare. Il "Diet Assessment and Food Intake Working Group", gruppo di ricerca internazionale coordinato dall'ecologo scozzese David Carss, ha proposto (1997) alcune linee-guida per un metodo standard di raccolta ed analisi delle borre, in modo che i lavori di diversi Autori possano essere confrontabili. Secondo queste linee-guida, la raccolta deve essere eseguita sempre dalla stessa persona e non deve trascurare le borre più piccole; deve inoltre preferire quelle più fresche (che hanno maggior probabilità di essere ancora complete e integre); inoltre, non si conosce l'errore provocato dalla quantità di campioni raccolti, ma è presumibilmente meglio raccoglierne il più possibile. Questo lavoro è stato svolto cercando di rispettare il metodo proposto.

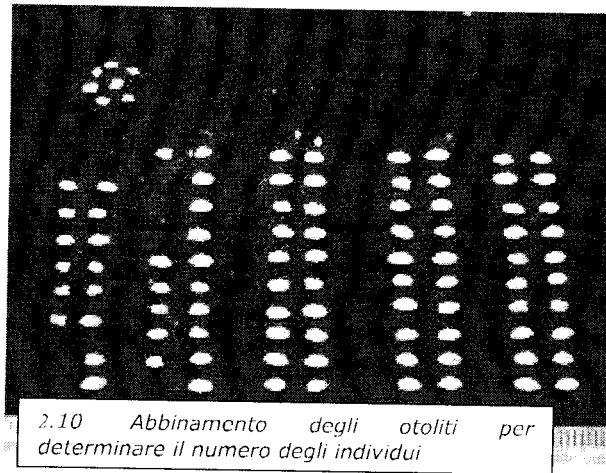
2.5 Metodologia utilizzata

Sulla sponda sud-occidentale del Lago di Posta Fibreno è localizzato un piccolo gruppo di salici che costituisce il più affollato posatoio notturno (*roost*) di cormorani della Riserva; la raccolta è stata effettuata collocando sotto gli alberi più popolati, con l'ausilio di pali, delle reti a maglia fine (le comuni reti ombreggianti), legate con fil di ferro e sospese a circa 1 m dal livello dell'acqua.

La raccolta è stata effettuata utilizzando materiali tute di protezione e guanti usa e getta come cautela per il rischio di aviaria. Per lo stesso motivo, le borre raccolte sono state sottoposte a trattamento termico a 70°C per 1h e successivamente conservate in alcool a 95° fino al momento dell'analisi.



L'analisi è stata effettuata tramite smistamento manuale con l'ausilio di binocolare e pinzette di precisione. Prima dello smistamento è stato necessario lasciar diluire i campioni in acqua per un paio di giorni, poiché l'alcool a elevata concentrazione tende a restringerli e solidificarli. Gli elementi ossei estratti sono stati puliti, lasciati asciugare a temperatura ambiente e posti in bustine di plastica a chiusura ermetica; nel caso di strutture molto piccole o particolarmente fragili, conservati in provetta in una soluzione di alcool a 70°.



Gli otoliti reperiti nelle borre sono stati identificati per confronto con l'atlante osteologico appositamente preparato, per individuarne la specie d'appartenenza. Ogni otolite è stato abbinato al suo speculare per ottenere il numero di individui predati (otolite destro + otolite sinistro = un individuo); ogni ulteriore otolite privo del suo speculare è stato considerato come un individuo in più. La presenza di più otoliti dello stesso "set" (ad es., lapilli più asterischi) è stata considerata come un solo individuo (ad es., lapillo dx + lapillo sx + asterisco dx = 1 solo individuo). In caso di campioni troppo digeriti o troppo piccoli e quindi ancora privi delle strutture caratteristiche della specie, gli otoliti sono stati abbinati solo per uguali forma e dimensione in modo da ottenere comunque con ragionevole approssimazione il numero di individui reali. Ove non fosse possibile risalire neanche alla Famiglia di appartenenza, l'otolite è stato classificato come non identificato.

Il numero di individui per ciascuna specie e per ciascuna borra è stato utilizzato per ottenere i valori di frequenza di comparsa e di percentuale sul numero di individui totali. Inoltre è stata calcolata la percentuale di borre completamente vuote, cioè prive al loro interno di qualsiasi tipo di materiale; questo valore è detto Indice di vacuità.

La frequenza di comparsa (altrimenti detta "ricorrenza") dei singoli materiali è il numero di borre in cui compare un determinato elemento, rapportato al numero di borre totali. Poiché, ovviamente, gli elementi non compaiono uno per volta, ma possono anche comparire associati nella stessa borra, la somma delle diverse frequenze di comparsa dà spesso un valore maggiore di 100%; è stata quindi calcolata sia la frequenza di comparsa effettiva, sia quella relativa rispetto al totale del materiale esaminato.

La misurazione degli otoliti si effettua considerando idealmente l'otolite come un rettangolo e rilevandone la lunghezza del lato maggiore con un calibro ventesimale. Bisogna tuttavia sottolineare che ciascun elemento estratto dalle borre ha subito l'attacco di succhi gastrici dal pH molto basso (van Dobben, 1952); i calcoli quantitativi basati sulle dimensioni degli otoliti delle borre sono quindi già *a priori* affetti da un errore di sottostima che non è possibile eliminare. L'applicazione di un fattore di correzione che elimini o perlomeno riduca questo errore non è possibile, dato il differente tasso di digestione subito da ciascun otolite. Alcuni Autori (ad es. Cherubini e Mantovani, 1997) hanno applicato un "indice di digestione" degli otoliti reperiti, trovando ovviamente elevata corrispondenza tra le taglie ottenute dagli otoliti poco digeriti e le dimensioni reali delle prede; ma questo metodo comporta quindi l'eliminazione di un'ingente parte del materiale osseo e a mio avviso può essere utilizzato solo avendo a disposizione un

campione di borre talmente grande da poter garantire il reperimento di un numero di otoliti poco digeriti bastate per ottenere una stima veritiera della taglia più predata.

L'analisi statistica deve prendere in considerazione ciascuna borra (e non ciascuna preda) come unità di campionamento indipendente (Marquiss *et al.*, 1997), e l'insieme dei campioni è rappresentato dal totale delle borre e non dal totale delle prede; questo lavoro è stato svolto seguendo questo criterio.

2.6 L'atlante osteologico

Per consentire l'identificazione dei pezzi ossei in modo da risalire alle specie ittiche predate, è stato necessario allestire un "atlante osseo", cioè una collezione osteologica di confronto. A questo scopo sono stati raccolti, con la collaborazione dei guardiaparco e di Arsiar, esemplari appartenenti alle specie ittiche presenti nel Lago. Poiché l'intento iniziale di questo lavoro era ampliare il numero di ossa identificabili per specie, in modo che fosse possibile rafforzare o anche correggere le stime qualitative ottenute con la semplice identificazione degli otoliti, tale atlante di confronto è stato allestito estraendo, da ciascuna specie, tutte le ossa di forma specie-specifica.

Le specie che non è stato possibile ottenere in questo modo, sono state acquistate altrove. Per l'identificazione di alcuni resti di cui non è stata trovata corrispondenza nella collezione osteologica, sono stati utilizzati i disegni di alcuni Autori (Libois & Hallet-Libois, 1988).

Ciascun esemplare prelevato per l'atlante osteologico è stato pesato e ne è stata misurata la lunghezza standard (LS); poi ne sono state estratte alcune scaglie (conservate in alcool a 70°); il pesce è stato poi bollito per circa dieci minuti in acqua e bicarbonato e lasciato raffreddare nella stessa acqua, per favorire il distacco della carne dallo scheletro senza rendere troppo fragili le singole ossa. Allo scopo di focalizzare la collezione sui pezzi maggiormente significativi, ho conservato per ciascuna specie tutte le ossa che avessero una forma identificabile: otoliti, dentali, premaxillari, in alcuni casi anche parti del neurocranio; scaglie, ceratoiali, opercolari, cleitri e vertebre. Le ossa sono state pulite, lavate in acqua, lasciate asciugare e conservate in bustine con cerniera dopo averle identificate. Alcuni di questi pezzi sono stati poi anche fotografati per creare una sorta di database fotografico delle ossa-chiave e velocizzare così il riconoscimento dei pezzi reperiti nelle borre.

2.7 Le formule di regressione

In ciascuna specie ittica, esiste una correlazione tra la lunghezza dell'otolite e la taglia del pesce di appartenenza; questa correlazione è esprimibile tramite un'equazione lineare. Collezionando un numero statisticamente valido di dati, scelti non "a caso" ma possibilmente appartenenti alle più diverse classi di grandezza in modo da essere rappresentative dell'intera popolazione, è possibile calcolare per ciascuna specie la formula di regressione (lineare o non lineare) che correla le due grandezze.

La formula che esprime più fedelmente la correlazione tra le due variabili è quella che ha il *coefficiente di correlazione di Spearman* (r) più prossimo a 1.

Una volta identificate le specie maggiormente predate, il progetto prevedeva di applicare la formula di regressione che mette in relazione la lunghezza degli otoliti con la lunghezza standard del pesce, in modo che, reperito nella borra un dato otolite, fosse possibile stimare (seppur con una certa sottostima data la digestione subita dall'otolite) la taglia della preda e quantificare il relativo impatto predatorio. Purtroppo non è stato possibile effettuare questa operazione poiché in pochissimi casi le ossa reperite hanno consentito di identificare senza ombra di dubbio la preda fino al livello di specie, rendendo impossibile l'applicazione della relativa (specie-specifica) formula di regressione.

2.8 I censimenti

Come già accennato, i guardiaparco hanno effettuato censimenti nell'arco delle tre stagioni di svernamento analizzate, consentendo di osservare il trend della presenza dei cormorani nei 3 anni del progetto, e fornendo un importante tassello per il calcolo del prelievo predatorio.

I censimenti sono stati effettuati inizialmente solo al tramonto, con l'aiuto di un cannocchiale, dalla sponda sud-orientale, che fronteggia il posatoio dei cormorani; e sono stati annotati sia gli animali presenti nei posatoi sugli alberi, sia quelli a terra o sulle isolette e quelli presenti in acqua o in volo. Sono state inoltre annotate volta per volta le condizioni meteorologiche. A partire dal secondo inverno, si è deciso di effettuare, con lo stesso metodo, anche dei conteggi random nel corso della giornata, per verificare quanti cormorani utilizzassero il lago anche di giorno, come area di foraggiamento.

CAPITOLO 3 - RISULTATI

3.1 Caratteristiche delle borre analizzate

Nella tabella seguente sono riportati gli esiti dei campionamenti effettuati nel corso del progetto, con a fianco il numero medio di cormorani presenti in quel mese, ottenuto grazie ai censimenti:

Mese	N. borre reperite	N. medio cormorani
nov-06	23	85
dic-06	24	134
gen-07	22	110
feb-07	7	104
mar-07	14	54
ott-08	31	22
nov-08	12	62
gen-09	13 (-9)	73
feb-09	16	43

Il totale delle borre reperite ammonta quindi a 162 campioni.

A Gennaio 2009 sono stati trovati appena 4 campioni nelle reti, ma ne sono stati individuati 9 attorno ad esse, in acqua; poiché questi ultimi contenevano ancora delle ossa, si è stabilito di raccoglierci ugualmente onde ottenere almeno un'idea qualitativa, se non quantitativa, delle specie predate in quel mese.

Le ossa diagnostiche che sono risultate maggiormente utili ai fini dell'identificazione dei resti sono state (in ordine decrescente di utilità e livello tassonomico raggiungibile):

- *Sagittae* dei Perciformi;
- Placche masticatorie (*chewing pads*) dei Ciprinidi;
- Ossa dentate (premascellari, dentali, lingua) dei Salmonidi
- Denti faringei dei Ciprinidi (ma queste sono risultate quasi sempre incomplete)
- *Asterisci* dei Ciprinidi (ma quasi sempre troppo digeriti per consentire di risalire alla specie)
- *Lapilli* dei Ciprinidi (la forma è troppo generica per consentire di identificare la specie, ma la struttura è il più delle volte ascrivibile esclusivamente ai Ciprinidi)
- *Sagittae* dei Salmonidi (spesso assenti o troppo consumate)

Altre ossa comunemente usate a questo scopo, come scaglie e vertebre, hanno fornito in questo caso poche indicazioni, e comunque non bastanti da sole per la certezza dell'identificazione.

Nel caso di questo progetto, è risultato immediatamente evidente che la gran parte delle prede rilevate non apparteneva alla fauna ittica segnalata nel Lago di Posta Fibreno, il che è compatibile con l'ecologia trofica del cormorano, che comporta spesso lunghi

spostamenti dall'area utilizzata come dormitorio a quella effettivamente impiegata per il foraggiamento. Da questo punto di partenza si è cercato quindi di determinare la specie di appartenenza delle prede che, appartenendo a specie non contemplate nella collezione osteologica allestita con le specie esistenti nell'area protetta, erano rimaste non identificate, e queste specie sono risultate essere Perciformi (nella fattispecie, persico sole *Lepomis gibbosus* e persico reale *Perca fluviatilis*) la cui presenza è frequente in numerosi laghi del Lazio sud-orientale. Un altro gruppo tassonomico frequentemente presente nei campioni è quello dei Ciprinidi, ma anche qui spesso le ossa diagnostiche delle prede rilevate non corrispondevano a quelle presenti nella collezione osteologica. Il parere di alcuni esperti (si ringrazia il Dott. E. Marconato) e il confronto con descrizioni di altri Autori ha consentito di identificare il Cavedano nei casi meglio conservati, ma molte delle ossa rilevate, dato il pessimo stato di conservazione, sono rimaste non identificate. E' stato notato inoltre un gran numero di borre vuote (Indice di vacuità = 27.8%) o contenenti pochissimi resti ossei, caratteristica rilevata meno frequentemente quando il cormorano si alimenta in corpi idrici salmastri. Questo potrebbe essere dovuto o ad un diverso metabolismo dell'animale nei due ambienti, che fa sì che i resti alimentari siano digeriti diversamente, oppure ad una minor resistenza alla digestione da parte delle strutture ossee dei pesci d'acqua dolce; tuttavia riterei più probabile la prima ipotesi, poiché:

- 1) generalmente nelle reti è stato trovato un numero relativamente piccolo di campioni, se confrontato col numero di cormorani presenti e con i giorni intercorsi tra un campionamento e l'altro;
- 2) una consistente percentuale di borre non conteneva nulla (%), o conteneva frammenti di ossa in numero e dimensioni trascurabili;
- 3) è stato osservato un elevato tasso di digestione in ossa che *in vivo* sono abbastanza massicce, quali le ossa dentate dei Salmonidi e i denti faringei dei Ciprinidi.

La raccolta dei dati è durata per tre inverni consecutivi, ma è stata soggetta a numerose difficoltà, generalmente prodotte dalla variabile entità delle precipitazioni e conseguentemente, del livello raggiunto dalle acque del lago, che se non ottimale, rende impossibile il raggiungimento in barca del sito di raccolta dei campioni. Ulteriori problemi si sono presentati occasionalmente in condizioni di particolare maltempo, che ha danneggiato o svuotato le reti adibite alla raccolta dei campioni facendo saltare le sessioni di raccolta programmate.

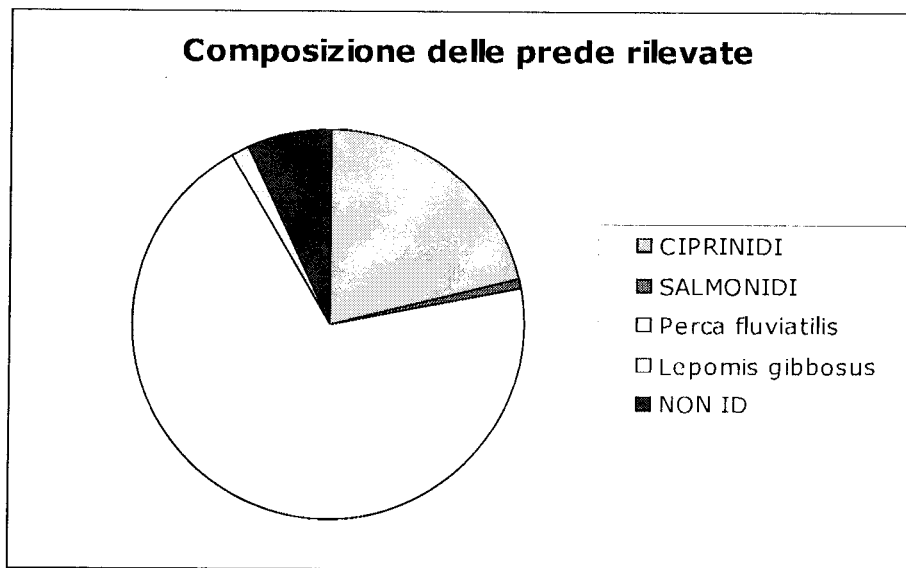


Queste difficoltà, unite al numero di campioni rilevati frequentemente esiguo, hanno consentito alla fine la raccolta di soli 162 campioni totali, che, se si pensa al numero di cormorani presenti, è piuttosto ridotto. Il tentativo di aumentare il numero di informazioni con osservazioni sul campo non ha fornito i risultati sperati: infatti, la distanza di sicurezza a cui gli animali si lasciano osservare mentre pescano, unita al comportamento alimentare prevalentemente subacqueo, non ha permesso né l'identificazione delle prede catturate né una anche grossolana stima del tasso di successo della predazione. Le poche osservazioni effettuate lasciano supporre un certo grado di cooperazione tra coppie o piccoli gruppi di individui in pesca nello stesso sito, ma non è stato possibile osservare il comportamento dei singoli individui, data l'assenza di caratteristiche fisiche che consentissero di distinguerli gli uni dagli altri.

Nel totale dei 162 campioni sono stati identificati, fino almeno al livello di Famiglia, 898 individui, ma poiché gli elementi rimasti non identificati rilevano comunque la predazione di almeno un individuo, seppure non identificabile, il totale delle prede reperite ammonta ad almeno 982.

Delle 898 prede identificate,

- 203 individui (il 20.7% delle prede) sono risultati appartenere alla Famiglia dei Ciprinidi;
- 9 (il 3.7% delle prede) a quella dei Salmonidi,
- 673 (il 12.9% delle prede) alla specie *Perca fluviatilis* (Persico reale),
- 13 (l'1.8% delle prede) alla specie *Lepomis gibbosus* (Persico sole).



Queste ultime due specie, presenti occasionalmente in grande quantità nelle singole borre, non sono presenti nel Lago di Posta Fibreno, e sono quindi predate altrove, presumibilmente in corpi idrici in cui queste due specie (in particolare il persico reale) sono presenti con elevate densità di popolazione.

Altri elementi reperiti nelle borre

3.1.1 Nematodi



Fig. 3.2: Esempio di *Contracaecum rudolphii* estratto da una borra

:Questi invertebrati non fanno parte propriamente delle prede (effettive od accidentali) del cormorano, ma sono parassiti che penetrano, sottoforma di larve, nel tratto digerente dell'ospite (il cormorano ma anche altri animali ittiofagi), dove svolgono alcune mute in seguito alle quali raggiungono la taglia adulta. Tali parassiti non danneggiano particolarmente le mucose dell'ospite, ma si comportano piuttosto come commensali. Nel caso in esame, lo studio morfologico degli elementi reperiti è stato condotto dalla Sezione di Parassitologia del Dipartimento di Scienze di Sanità Pubblica dell'Università "La Sapienza" di Roma, ove i vermi, conservati in alcool a 70°, sono stati osservati al microscopio stereoscopico, separando le femmine dai maschi. Il maschio si differenzia dalla femmina per la presenza di una sola apertura (cloaca) da cui emette sia i gameti sia i prodotti di escrezione; la cloaca è fornita di spicoli chitinosi solcati e di papille genitali (il cui numero è costante in tutti gli Anisakidi) che servono per agganciare la femmina; a livello della coda la cuticola si apre formando le cosiddette "ali caudali". Struttura e disposizione di papille genitali ed ali caudali e dimensioni degli spicoli sono specie-specifiche. La femmina presenta invece due distinte aperture, quella genitale (vulva) posta circa in corrispondenza del terzo più caudale, e quella anale in posizione più estrema. In base ai caratteri morfologici (lunghezza dell'animale, lunghezza degli spicoli e disposizione delle papille genitali del maschio) che vengono considerati diagnostici (Barus *et al.*, 1978), questi esemplari sono stati riferiti al genere *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912. Il nome *Contracaecum* deriva dal fatto che l'esofago di questi animali presenta due appendici, l'una rivolta in direzione caudale e l'altra in direzione cefalica. In particolare, gli elementi sono risultati appartenere alla specie *Contracaecum rudolphii* Hartwick, 1964 s.l.. La dicitura "*sensu lato*" si riferisce al fatto che, in base a ricerche effettuate su analogo materiale, il complesso *Contracaecum rudolphii* è costituito di almeno due specie gemelle. Si suppone (D'Amelio *et al.* 1992) che il ciclo di questo nematode (vedi fig. 4.28) abbia

come probabile ospite primario un crostaceo planctonico, forse un copepode. L'ospite secondario (detto *paratenico* perché in questa fase il parassita non effettua mute) è invece un pesce. Uccelli ittiofagi, come Ardeidi, Laridi ed in primo luogo il cormorano data la sua alimentazione più specifica, fungono per questa specie da ospiti definitivi; in questi animali il tratto digerente giunge a contenere anche numerosi individui di questa specie

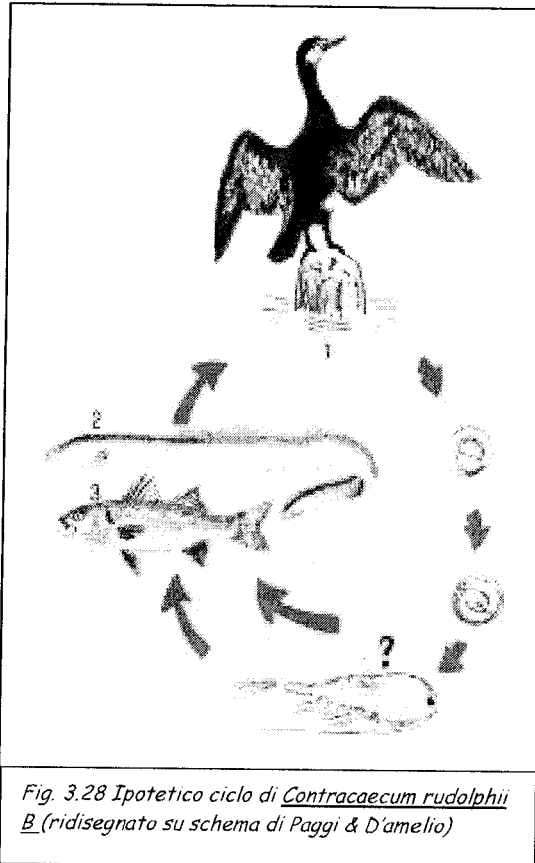
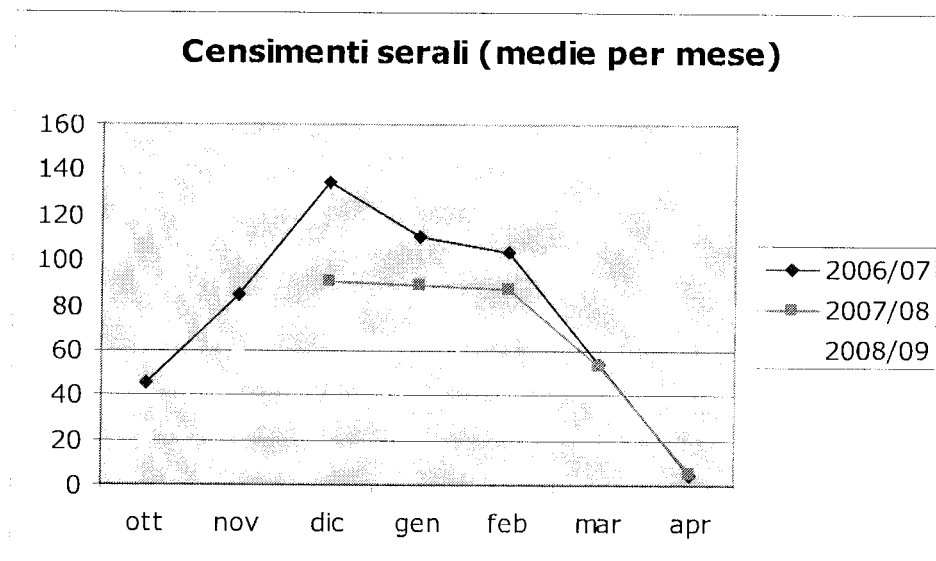


Fig. 3.28 Ipotetico ciclo di *Contracaecum rudolphii* B (ridisegnato su schema di Paggi & D'amelio)

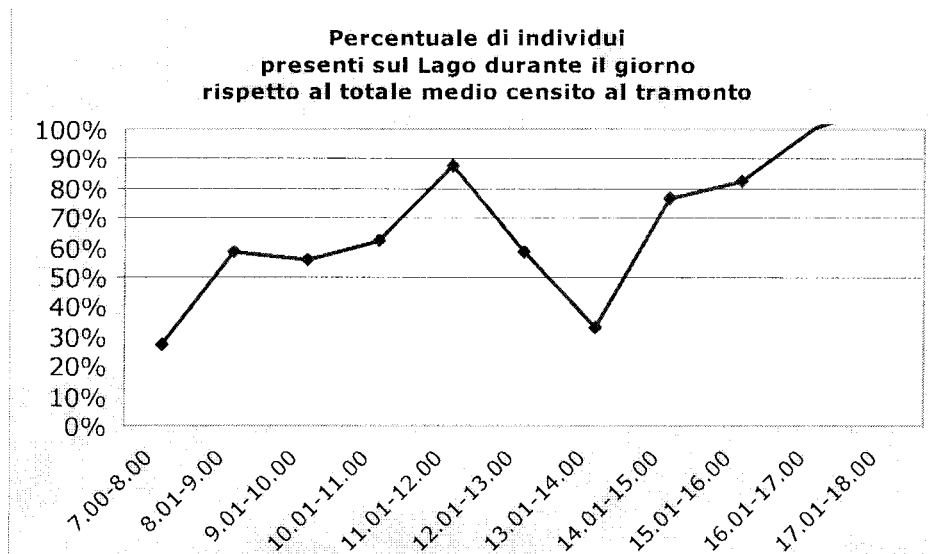
Risultati dei censimenti e stima dell'impatto

I censimenti effettuati al tramonto sono stati accorpati mese per mese: i valori mensili medi sono stati confrontati tra i tre anni, ottenendo un'immagine, seppur incompleta, del trend di utilizzo del posatoio di Posta Fibreno da parte dei cormorani, sia su scala stagionale (cioè nell'arco dello svernamento), sia anno per anno. Da questo confronto tra i tre inverni, come mostrato nel grafico seguente, l'entità della popolazione che sosta presso il posatoio appare in decremento.



I censimenti effettuati dai guardiaparco a differenti ore del giorno mostrano che sul Lago sostano durante il giorno solo una parte dei cormorani che vengono censiti al tramonto al posatoio; questa informazione, unita al frequente reperimento, tra le prede, di specie "estrane", rende probabile l'ipotesi della presenza di un altro sito di foraggiamento preferito, e dell'utilizzo del lago come solo dormitorio serale-notturno.

La presenza incostante degli individui a Posta Fibreno può essere maggiormente evidenziata accorpendo i risultati dei censimenti di 3 inverni consecutivi in fasce orarie e confrontando i numeri con il censimento serale medio relativo a quello stesso mese. Questo il grafico risultante:



Sull'asse X le fasce orarie, sull'asse Y invece la frazione (n° di cormorani censiti in una data fascia oraria)/(n° medio di cormorani censiti al tramonto in quel mese). Come si può osservare, in alcune ore del giorno sostano sul Lago meno del 40% degli individui presenti la sera. E' ipotizzabile che già alle prime luci gli animali si spostino verso altre aree di foraggiamento, tornando poi presso il lago più avanti nella giornata o direttamente al tramonto.

Alcuni censimenti effettuati dai guardiaparco in contemporanea nel Lago di S.Giovanni Incarico (si veda tabella seguente, dove SGINC= S.Giovanni Incarico; PFIBR= Posta Fibreno) però non hanno rilevato lo spostamento di cormorani tra le due aree protette, escludendo quindi questo lago dai possibili siti alternativi di foraggiamento. Infatti, anziché, come ipotizzato, osservare un decremento degli individui nell'area di foraggiamento ed un corrispondente aumento nell'area utilizzata come dormitorio, si è osservato che in entrambi i laghi il numero di cormorani aumenta con l'imbrunire, segno che nel lago di S. Giovanni Incarico i cormorani utilizzano un dormitorio locale.

E' però interessante notare che il numero di cormorani osservati in acqua (e quindi in pesca) nel Lago di S. Giovanni Incarico è risultato sempre più consistente rispetto a Posta Fibreno; ma due sole osservazioni non bastano per affermare con certezza scientifica il ridotto utilizzo del lago come area trofica.

DATA	ORA	LAGO	N.CORMORANI (A=in acqua; V=in volo)	N.TOT
21/02/2007	15.30	SGINC	101 + 25A + 3V	129
		PFIBR	103 + 1V	104
21/02/2007	17.15	SGINC	211 + 70A + 5V	286
		PFIBR	122 + 1A	123
24/02/2007	15.30	SGINC	36 + 89A + 2V	127
		PFIBR	83 + 3V	86
24/02/2007	17.15	SGINC	203 + 88A	291
		PFIBR	104 + 4V	108

Un altro lago dove è nota una consistente presenza di persico reale (tale da poter giustificare il rilevamento di anche 60 individui per borra) è il Lago di Barrea, distante in linea d'aria una cinquantina di chilometri e separato dal Lago di Posta Fibreno dal massiccio montuoso della Marsica; la distanza rientra nel range di spostamento descritto per il cormorano in letteratura (Baccetti & Brichetti, 1992 riportano 46 km) ed inoltre sono presenti vallette, oltre alla stessa linea autostradale, che attraversando il massiccio nei punti di minor quota, costituirebbero linee di spostamento preferenziali e faciliterebbero il raggiungimento del sito di foraggiamento. Tuttavia è piuttosto difficile dimostrare lo spostamento tra un'area e l'altra di un certo numero di individui, a meno di poterli marcare, operazione questa che, oltre agli ovvi problemi di realizzazione ed alle imprevedibili probabilità di successo, richiederebbe dei permessi speciali ed esulerebbe dallo scopo iniziale del progetto, che è quello di quantificare l'impatto predatorio di quelli che si nutrono effettivamente nell'Area.

3.1.2 Stima dell'impatto sulle specie maggiormente predate:

Conoscendo il numero di cormorani presenti mese per mese è possibile stimare, utilizzando il prelievo predatorio calcolato a partire dalle borre, il prelievo totale delle specie maggiormente predate. Considerati però i margini di errore legati al metodo in sé, e il grado generalmente elevato di digestione degli elementi ossei reperiti, tale stima va considerata con cautela.

Anche per questo motivo, anziché considerare nel dettaglio i valori ottenuti dai censimenti, è preferibile per maggior cautela utilizzare il numero massimo di cormorani rilevato nel corso dei tre anni di progetto, in modo da ottenere il massimo impatto predatorio potenzialmente osservabile con i dati a disposizione.

Il numero massimo di cormorani censito nel corso dei tre inverni 2006/07, 2007/08 e 2008/09 è stato di 134 individui.

Poiché la singola borra rappresenta, come già detto, il pasto di 24 ore, e considerando che i cormorani sostano a Posta Fibreno circa da ottobre a fine marzo quindi per 6 mesi = 180 giorni, bisogna considerare $180 \times 134 = 24.120$ pasti giornalieri. Se il numero di prede appartenenti a ciascun taxon, rilevato nelle borre, si tara in proporzione a 24120, si ottiene la seguente stima del prelievo annuale, relativo a 134 individui (quindi il picco di presenze rilevato nell'area) per 6 mesi:

CIPRINIDI	30224 individui
SALMONIDI	1340 individui
Perca fluviatilis	100202 individui
Lepomis gibbosus	1935 individui

Tarando la stima ad un numero di cormorani eccezionalmente alto rispetto alla media, si cerca di ottenere uno scenario pessimistico in base al quale valutare il grado di rischio a cui sono sottoposte le varie specie ittiche. Se invece si effettua il calcolo utilizzando come valore di popolazione la media di tutti i censimenti (anche quelli diurni) effettuati nei 3 inverni, (N=52), si ottengono i seguenti valori:

CIPRINIDI	11729 individui
SALMONIDI	520 individui
Perca fluviatilis	38884 individui
Lepomis gibbosus	751 individui

Questi due scenari rappresentano i due estremi entro i quali, assumendo che le stime estrapolate dalle borre siano precise, può potenzialmente variare il consumo annuale della locale popolazione di cormorani.

In entrambi i casi, malgrado il numero di Salmonidi predati sia piuttosto basso rispetto agli altri taxa, si deve ammettere che un tasso di predazione anche minimo, che normalmente apporterebbe miglioramenti selettivi alla popolazione ittica, sarebbe invece rischioso per la conservazione delle due specie, le cui popolazioni sono già molto ridotte.

Sarebbe auspicabile, come meglio espresso in seguito, prevenire la predazione il più possibile attraverso appositi mezzi deterrenti, ma sarebbe anche necessario quantificare l'impatto della pesca antropica sulla trota macrostigma, che tra le due specie è ancora pescabile, e dimostrarne l'effettiva sostenibilità, altrimenti la protezione dalla predazione potrebbe non risolvere appieno il problema della sua conservazione..

CAPITOLO 4 - DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

4.1.1 La scelta alimentare

Come ho già detto, la prevalenza numerica di alcuni taxa potrebbe essere dovuta ad una effettiva abbondanza di questi nella popolazione ittica, ad una preferenza verso una determinata area di foraggiamento con limitata scelta alimentare o semplicemente ad una maggior "predabilità" di alcune specie; non è stata provata infatti un'effettiva preferenza specie-specifica (Van Dobben 1952; Marquiss *et al.*, 1997). I risultati ottenuti concordano con quelli riportati da van Dobben (1952), in cui le taglie maggiormente predate rientrano in un range di peso che va da 10 a 100 g. Taglie più grandi si riscontrano solo occasionalmente, ed in genere in borre contenenti un'unica preda eccezionalmente grande, che rappresenta l'intero pasto della giornata. Il pasto medio giornaliero del cormorano si aggira infatti sui 450 g/giorno, con un massimo di 750 g in caso di alimentazione forzata (van Dobben, 1952; Johnstone *et al.*, 1990). Secondo Cramp & Simmons (1977) *P. carbo sinensis* si alimenta preferenzialmente in profondità, tuttavia, essendo un opportunista nella scelta alimentare, si adatta all'ecologia delle prede disponibili, utilizzando indifferentemente le diverse strategie di pesca (individuale o di gruppo) in funzione della risorsa trofica (van Eerden & Munsterman, 1986). Specie più piccole, soprattutto se gregarie, divengono predabili per mezzo della strategia di *social fishing*, che, comportando l'azione coordinata di più individui, può essere messa in atto solo nei periodi di maggior afflusso di cormorani (stabili o di passo); eventi di social fishing danno luogo a borre contenenti un gran numero di otoliti di questi pesci gregari e di piccole dimensioni. In conclusione quindi, le preferenze alimentari del cormorano sono in realtà il risultato di una specializzazione individuale basata su fattori demografici, risorsa trofica ed area di foraggiamento.

Nell'insieme, il progetto ha quindi fornito le seguenti informazioni:

- parte dei cormorani si alimenta sicuramente al di fuori dell'Area protetta, ma non sappiamo con certezza dove;
- parte dei cormorani si alimenta dentro l'Area protetta, essendo stati osservati in pesca, ed essendo state reperite nelle borre ossa appartenenti a specie presenti nel Lago (trota macrostigma, carpione, spinarello, carassio, tinca ecc.); ma non sappiamo quanti, possiamo solo ipotizzarlo dai censimenti;
- è risultato efficace l'utilizzo di un fantoccio allo scopo di spaventare i cormorani ed indurli a non utilizzare il lago come dormitorio; tuttavia questo non ne impedisce l'utilizzo come area di foraggiamento, essendo il fantoccio posto sugli alberi. Tuttavia è presumibile che il lago non costituisca sito di foraggiamento preferenziale, data la bassa densità di ittiofauna e la grande trasparenza delle acque (che aumenta la distanza di fuga delle prede), e che se perdesse anche le sue caratteristiche di dormitorio ottimale si ridurrebbe considerevolmente anche la sua importanza come sito di foraggiamento;
- i Salmonidi vengono sicuramente predati, anche se il rilevamento nelle borre in minima percentuale rispetto alle altre prede fa pensare ad un tasso di predazione

veramente irrisorio. Tuttavia, in un cormorano trovato morto è stato trovato un carpione del Fibreno predato da poco. C'è anche da dire che i Salmonidi si riproducono proprio nei mesi invernali, facendo sì che il successo riproduttivo delle due specie sia esposto ad un ulteriore fattore di incertezza, ovvero il rischio di predazione dei riproduttori o dei nuovi nati. Considerata l'importanza delle due specie di Salmonidi presenti, e il loro precario stato di conservazione, è sicuramente necessario limitare al massimo il tasso di predazione che il cormorano può apportare alle due specie, ad esempio adottando delle strategie di dissuasione. Direi che, se appunto il lago è solo ottimale come dormitorio, ci sono le premesse per allontanare la maggior parte dei cormorani permanentemente, semplicemente rendendolo non più ottimale.

- La predazione sui Ciprinidi, poiché avviene nei mesi invernali, non dovrebbe costituire grossi danni per le specie non andando ad inficiare la stagione riproduttiva, che inizia in primavera. Inoltre, molte delle specie (Carassio, Carpa, ecc.) sono alloctone e come tali non interessanti dal punto di vista conservazionistico.
- La predazione insistente sullo spinarello è soggetta ad alcuni bias. In primo luogo, trattandosi di una specie di ridotte dimensioni, il reperimento dei relativi resti nelle borre è sicuramente soggetto ad un certo tasso di sottostima, poiché le piccole dimensioni delle ossa le rendono maggiormente soggette alla digestione completa, o direttamente all'espulsione tramite le feci. D'altra parte, essendo una specie presumibilmente predata anche da altri pesci, il reperimento di ossa di spinarello provenienti dai contenuti stomacali di altri pesci predati potrebbe causare sovrastime nel numero di individui effettivamente predati dal cormorano. In entrambi i casi, in assenza di stime di popolazione di questa specie, non è possibile dire se la predazione che essa subisce sia sostenibile o meno; possiamo solo affermare che, come nei Ciprinidi, incide sulla specie al di fuori della sua stagione riproduttiva.

BIBLIOGRAFIA

- Arrigoni degli Oddi; Ornitologia italiana: 1929. Ornitologia italiana. Hoepli, Milano.
- Austin Jr. O. L.; Birds of the world; 1963. 2nd imp. London: Paul Hamlin Ltd.
- Baccetti N.; Mass kills of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Western Sardinia: WI-CRG Bull 2/1996 p. 36-38
- Baccetti N., Bricchetti P.; Cormorano *Phalacrocorax carbo* (Linneo, 1758); In: Fauna d'Italia, XXIX (1992). Aves I. Ed. Calderini: 99-112
- Barus V., Sergeeva T.P., Sonin M.D., Ryzhikov K.M.; Genus *Contracaecum* Raillet & Henry, 1912; Helminths of Fish-Eating Birds of the Palearctic Region. I. 1978, Prague, Academia
- Berry H. H.; Physiological and behavioural ecology of the Cape Cormorant *Phalacrocorax capensis*; Madoqua 9:5-55
- Blanco G., Gomez F., Morato J.; Scavenging feeding by wintering Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*; Avocetta 19: 224-225 (1995)
- Boldreghini P., Pandolfi M., Santolini R.; The winter diet of the Great Cormorant on the Po river Delta; Estatus y conservaciòn de aves marinas - Actas del II Simposio MEDMARAVIS- Calvià, 21-26 de marzo de 1989 - SEO. Madrid -pp. 357-359
- Boldreghini P., Santolini R., Tinarelli R., Kravos K., Perco F., Utmar P., Zanutto I.; Different cormorant diets in two coastal wetlands of the northern adriatic sea; Baccetti N., Cherubini G. (eds.), 1997 - IV European Conference on Cormorants. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVI: 371-376
- Boldreghini P., Santolini R., Volponi S., Casini L., Montanari F. L., Tinarelli R.; Variations of the use of foraging areas by a cormorant wintering population: a case study in the Po Delta (Northern Italy); Proceedings of the 3rd International Conference on Cormorants in Europe - Gdansk, Poland 13-17 April 1993 - Ekologia Polska vol. XLV, n°1 : 197-200 Polish Journal of Ecology
- Campana S. E., Neilson J.D.; Microstructure of fish otoliths; Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1014-1032 (1985)
- Carpegna F., Della Toffola M. & Alessandria G.; Nidificazione di *Phalacrocorax carbo sinensis* in Piemonte; Riv. It. Orn., 60: 205-207
- Cars D. & the Diet Assessment & Food Intake Working Group; Techniques for assessing cormorant diet & food intake: towards a consensus view; Baccetti N., Cherubini G. (eds.), 1997 - IV European Conference on Cormorants. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVI: 197-230
- Carss D. & the Diet Assessment & Food Intake Working Group; Techniques for assessing cormorant diet & food intake: a critical review;
- Casteel R. W.; A method for estimation of live weight of fish from the size of skeletal elements; American Antiquity Vol.39, No. I, 1974
- Cezilly F., Wallace J.; The determination of prey captured by birds through direct field observations: a test of the method; Colonial Waterbirds 11(1): 110-112, 1988
- Cherubini G., Mantovani R.; Variability in the results of Cormorant diet assessment by using indices for otolith digestion; Baccetti N., Cherubini G. (eds.), 1997 - IV European Conference on Cormorants. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVI: 239-246
- Cherubini G., Manzi R., Baccetti N.; La popolazione di cormorano, *Phalacrocorax carbo sinensis*, svernante in Laguna di Venezia; Riv. ital. Orn., Milano, 63 (1): 41-54, 15-VI-1993
- Costa F.; Atlante dei Pesci dei mari italiani; 1991 Gruppo Ugo Mursia Editore

- Cottiglia M., Focardi S., Fossi C., Leonzio C., Mascia C. & Renzoni A.; Contaminants in tissues of water-birds wintering in three Italian lagoons.; 1986. First Conf. Birds Wintering Medit. Region, Aulla (1984). Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 10 101-110
- Cottiglia M., Mascia C. & Mocci Demartis A.; Regimi alimentari, migrazioni e bioaccumulo di mercurio in due specie di uccelli tuffatori lagunari.; Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, Suppl. 54: 69-76
- Cramp, Simmons; Family Phalacrocoracidae; Cramp S. & K.E.L. Simmons (eds.) 1977 - The Birds of the Western Palearctic, Vol. I - Oxford University Press, Oxford
- D'Amelio S., Mattiucci S., Nascetti G., Orecchia P., Paggi L., Bullini L.; *Contraeaecum rudolphii* s.l. in pesci ed uccelli ittiofagi dei laghi del Parco Nazionale del Circeo; Oebalia 1992, suppl. XVII: 569-570
- Degens -E. T., Deuser W. G., Haedrich R. L.; Molecular structure and composition of fish otoliths; Marine Biol. 2, 105-113 (1969)
- Dezfuli B.S., Volponi S., Beltrami I. & Poulin R.; Intra- and interspecific density-dependent effects on growth in helminth parasites of the cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*; PARASITOLOGY 2002, 124
- Draulans D.; Effects of fish-eating birds on freshwater fish stocks: an evaluation; Biological Conservation (1988) 44:251-263
- Duffy D. C., Jackson S.; Diet studies of seabirds: a review of methods; Colonial Waterbirds 9: 1-17, 1986
- Duffy D. C., Laurenson L. J. B.; Pellets of cape cormorants as indicators of diet: The Condor, 85: 305-307, 1983.
- Echeverria J. S.; Investigaciones sobre otolitos de peces de Melilla; Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (1929) vol XXIX pag. 71-80
- Fortuna S.; Tesi di laurea- Studio dell'alimentazione e del comportamento del *Phalacrocorax olivaceus* nella riserva naturale de "Los Esteros del Iberà": Università degli studi "Roma Tre", 2001
- Fowler J., Cohen L.; Statistica per ornitologi e naturalisti; 1993 Franco Muzzio Editore
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P. e Marconato A.; I pesci delle acque interne italiane ; 1991 - Istituto Poligraf. e Zecca dello Stato, Roma.
- Grieco F.; Il declino della colonia nidificante di Cormorano *Phalacrocorax carbo* di Val Campotto: cause e prospettive; Avocetta 21: 122 (1997)
- Grussu M.; Principali priorità nelle specie nidificanti in Sardegna; Avocetta 21: 36 (1997)
- Harkonen T.; Guide to the otoliths of the bony fishes of the northeast Atlantic; Danbiu Aps Biological consultants
- Hennemann III, W. W.; Spread-winged behaviour of Double-crested and Flightless Cormorants *Phalacrocorax auritus* and *P. harrisi*: wing drying or thermoregulation?; Ibis 126: 230-239 1984
- Jobling M., Breiby A.; The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores; Sarsia 71:265-274 (1986). Bergen.
- Johnstone I. G., Harris M. P., Wanless S., Graves J. A.; The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *P. aristotelis*; Bird Study (1990) 37, 5-11
- Jones P.J.; A possible function of the "wing drying" posture in the Reed Cormorant *P. africanus*; Ibis 120 - 1978 The British Ornithologists' Union
- Keller T., von Lindeiner A. & Lanz U.; Cormorant shooting in Bavaria, southern Germany – shooting as a proper management tool?; WI- CRG Bull 3/1998 p. 11-15
- Kortland A.; Levensloop, samenstelling en structuur der Nederlandse aalscholverbevolking.; Ardea. 31: 175-280

- Kortland A., Grieco F.: Analysis of pair-forming processes in a zoo population of the European Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. I. Computer methodology; Avocetta 21: 125 (1997)
- Lariccia G.: Tesi di laurea - Contributi alla conoscenza dell'ecologia trofica dei cormorani svernanti sui laghi pontini; Università degli studi di Roma "La Sapienza", 1995
- Laurenti S. & Di Carlo E.A.: La presenza del cormorano *Phalacrocorax carbo sinensis* in alcuni laghi e bacini artificiali nell'interno dell'Italia centrale. Censimenti e dinamica delle popolazioni; U. D. I., 1988, XIII: 44-60
- Libois R.M., Hallet-Libois C.; Éléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulcaquicoles de Belgique et du Nord de la France - Cypriniformes; Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie-serie a: poissons; 1988
- Libois R.M., Hallet-Libois C., Rosoux R.; Éléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulcaquicoles de Belgique et du Nord de la France - Anguilliformes, Gasterosteiformes, Cyprinodontiformes et Perciformes; Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie-serie a: poissons; 1988
- Mariani A., Panella S., Monaco G., Cataudella S., 1987; Size analysis of inorganic particles in the alimentary tracts of Mediterranean mullet species suitable for aquaculture.; Aquaculture, 62: 123-129
- Marion L.; Where two subspecies meet: origin, habitat choice and niche segregation of cormorant *P. c. carbo* e *P. c. sinensis* in the common wintering area (France) in relation to breeding population in Europe; ARDEA 83(1), 1995 - van Eerden M. R., Koffijberg K., Platteeuw M. (editors) 103-114
- Marquiss M., Carss D. N.; Methods of estimating the diet of sawbill ducks *Mergus* spp. and Cormorants *Phalacrocorax carbo*; Baccetti N., G. Cherubini (eds.), 1997 - IV European Conference on Cormorants. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVI: 247-258
- Martucci O., Consiglio C.; Activity rhythm and food choice of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering near Rome, Italy; Le Gerfaut 81: 151-160 (1991)
- Martucci O., Montemaggiori A., Carere C., Consiglio C., Moghetti C.; Presenza invernale del cormorano *Phalacrocorax carbo sinensis* a Roma; In SROPU (red.) 1991 - Atti V Convegno Ital. ornit. Suppl. Ric. Biol. selvaggina 17: 223-228
- Milanese G., Pietromarchi A., Sarrocco S., Consiglio C.; La dieta invernale del Cormorano *Phalacrocorax carbo sinensis* nella Riserva Naturale Parziale dei Laghi Lungo e Ripasottile (Rieti); Avocetta 23: 18 (1999)
- Moerbeek D. J., van Dobben W.H., Osieck E.R., Boere G.F., Bungenberg de Jong; Cormorant damage prevention at a fish farm in the Netherlands; Biological Conservation 39(1987) 23-38
- Munsterman M. J., van Eerden M. R.; Wintering cormorants on the fringe of the Mediterranean: possible reasons for long distance travellers; In: M. R. van Eerden & Zijstra M. (Eds.), 1991: Proceedings workshop 1989 on cormorants *P.carbo*. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad: 124-131
- Nardi P.A., Bassilana F., Luppi I., Giglioli E. 1992; Parco Ticino- I Pesci; Gruppo Editoriale Fabbri
- Newsome (Buck) G. E.; Use of opercular bones to identify and estimate lengths of prey consumed by piscivores:
- Newson S. E.; Colonization and range expansion of inland breeding Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in England. ; PhD thesis, University of Bristol, 2000
- Nienhuis J.; The use of chewing pads and otoliths of Cyprinids for estimating food intake of Cormorants *Phalacrocorax carbo*; WI-CRG Bull 4/2001

- Rijke A. M.; The water repellency and feather structure of Cormorants, *Phalacrocoracidae*; F. Exp. Biol. (1968). 48, 185-189
- Ruskule A. (report); 1^o Baltic Meeting with National Members of Ornithology & Habitats Committees on Baltic Proposals for changes in the Annexes of the Birds and Habitat Directives; Baltic Environmental Forum, 6-7 June, 2000. Jūrmala, Latvia
- Schenk H.; Analisi della situazione faunistica in Sardegna. Uccelli e Mammiferi.; In: Pedrotti F. (red.), 1976; S.O.S. Fauna. Animali in pericolo in Italia. Savini-Mercuri, Camerino. 465-556.
- Schmidt J.P.; Deterring Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* with wide spaced overhead wire grids at Common Carp *Cyprinus carpio* wintering ponds in the Bavarian Oberpfalz, 1995-1996; WI- CRG Bull 3/1998 p. 16-21
- Sellers R. M.; Wing-spreading behaviour of the Cormorant *Phalacrocorax carbo*; *Ardea* (83) 1: 1995 van Eerden M., Koffijberg K., Platteeuw M. (editors) 27-36
- Siegfried W. R., Williams A. J., Frost P.G.H. & Kinahan J.B. ; Plumage and ecology of cormorants; *Zool. Afr.* 10: 183- 192
- Smout C. & Smouth A.M.; Spread-wing posture of Cormorants and Shags; 191. *Brit. Birds* 84-24
- Spina F., Bolognesi F., Frugis S. & Piacentini D.; Il cormorano, *Phalacrocorax carbo sinensis*, torna a riprodursi nell'Italia continentale: accertata nidificazione in Val Campotto (Ferrara); 1986. *Riv. It. Orn.*, 56: 127-129
- Suter W.; Food and feeding of cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in Switzerland; In: M. R. van Eerden & Zijstra M. (Eds.). Proceedings workshop 1989 on cormorants *P.carbo*. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad: 156-165
- van Dobben W. H.; The food of the cormorant in the Netherlands; *ARDEA* 40(1) 1952 1-63
- van Eerden M. R., Munsterman M. J.; Importance of the Mediterranean for wintering cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*; *Atti Conv. MEDMARAVIS*, Alghero, NATO, ASI series, G-12 *Medit. Marin. Avif.* (123-141), 1986
- van Eerden M., Zijlstra M.; Recent investigation on cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in the Netherlands with special regard to the IJsselmeer population; In Larsson (ed) *Cormorants in Northern Europe - Proc. Meeting at Falsterbo, Sweden, Sept. 26-27 1985*. NSEPB Report 3211, Solna. 69-76
- Veldkamp R.; The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by cormorants; *Ardea* 83(1) 1995 M. van Eerden, K. Koffijberg, M. Platteeuw (editors) 135-138
- Volponi S.; Bill deformity in a Pigmy Cormorant (*Phalacrocorax pygmeus*) chick; *Colonial Waterbirds* 19(1): 147-148, 1996
- Volponi S.; Congenital abnormalities in a Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* from Punte Alberete Natural Reserve (Po river Delta, NE Italy); *WI-CRG Bull.* 4/2000,
- Volponi S., Emiliani D.; Population, breeding success and diet of Great Cormorants nesting in the Po Delta area (northern Italy); In: Baccetti N., G. Cherubini (eds.), 1997 - IV European Conference on Cormorants, *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, XXVI: 569-574+C59
- Wanless S. et al.; Diving behaviour of the shag *Phalacrocorax aristotelis* (Aves: Pelecaniformes) in relation to water depth and prey size; *J. Zool., Lond.* (1993) 231, 11-25
- Yesou P.; Site fidelity in cormorants wintering and stopping over in western France; In: M. R. van Eerden & Zijstra M. (Eds.), 1991; Proceedings workshop 1989 on cormorants *P.carbo*. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad: 101-107

- Zerunian S.: 1988: I pesci del lago di Posta Fibreno: ecologia, faunistica, biologia e pesca. Comune di Posta Fibreno, 93 + IX pp.

RINGRAZIAMENTI

Questo progetto non sarebbe potuto essere realizzato senza la collaborazione della Riserva e soprattutto di tutti i guardiaparco, i quali hanno collaborato attivamente in tutte le fasi, offrendo con grande disponibilità la loro esperienza e il loro tempo nell'affrontare e risolvere i problemi che si sono presentati durante il lavoro.

Si ringrazia anche l'Agenzia Regionale Parchi, per l'ospitalità durante la fase di analisi e smistamento dei campioni, e la fornitura di strumenti e fonti che hanno consentito una migliore e più accurata analisi degli stessi.