Capitolo V

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La letteratura ecologica ha ripetutamente ribadito la centralità del concetto di scala a qualsiasi studio ecologico, sia esso di natura teorica o applicativa.
A dire il vero, questo concetto è intrinseco a qualsiasi discorso che includa la dimensione storica e quella spaziale. Pertanto, campi disciplinari che hanno per oggetto lo studio del territorio, quali ad esempio le scienze della terra, hanno sempre adottato, implicitamente o esplicitamente, una scala di lettura dell'oggetto di studio, sia in senso spaziale che in senso temporale. Anche le scienze umanistiche sono fermamente inserite all'interno di variabili e esplicite scale temporali.

Per quanto riguarda le scienze della vita, il concetto di scala è stato spesso trascurato, o considerato di contorno, nell'approccio riduzionistico applicato a livelli organizzativi bassi (biologia subcellulare o cellulare), mentre per i sistemi più complessi, quali quelli ecologici, il problema è sempre stato avvertito, anche se non sempre incluso nel protocollo di ricerca. Il problema resta molto sentito, particolarmente in ecologia acquatica, e quindi è presente negli studi sull'ambiente marino e le acque di transizione. A questa situazione hanno senza dubbio dato un contributo limitante difficoltà pratico-logistiche più che omissioni teoriche. Attualmente, i pressanti problemi posti dall'impatto antropico sui sistemi naturali ripropone il problema dell'identificazione di appropriate scale di lettura e di identificazione che possano guidare adeguati interventi di protezione, gestione e recupero.

5.1 L'INTERA LAGUNA

I dati raccolti nella laguna di Sabaudia hanno imposto, in termini espliciti, la necessità di guardare la laguna in un intervallo di scale spaziali che considerino sia il corpo lagunare nel suo complesso, sia quello delle sue articolazioni.

I risultati ottenuti mostrano come il bacino lagunare sia suddiviso in tre sottosistemi, uno settentrionale, uno meridionale ed un altro dei bracci, in particolare rappresentato dal braccio della Molella. Una prima caratterizzazione dei tre sottosistemi può essere fatta in termini fisico-chimici, che costituiscono la lettura più diretta del

grado di interfacciamento della laguna col mare, da un lato, e il bacino versante, dall'altro. Le due foci a mare hanno infatti un livello di officiosità notevolmente diverso e permettono un altrettanto diverso tasso di vivificazione marina: la foce del Caterattino, all'estremità settentrionale, assicura un ridottissimo scambio, mentre la foce di Torre Paola costituisce il principale tramite di scambio col mare.

Nell'ultimo decennio, l'abbandono delle pratiche di pesca, che imponevano un'attenta gestione degli scambi idrografici, ha portato ad un notevole incremento della salinità, cosicché il corpo lagunare, soprattutto nel suo settore meridionale, può essere considerato un ambiente submarino. I due sottosettori del corpo principale lagunare si differenziano all'altezza della stazione C, in corrispondenza con lo sbocco in laguna del canale della Molella (Fig. 5.1).

Si osservi come anche nel braccio della Molella, che rappresenta il recettore di un apporto terrestre permanente, i volumi di acqua dolce devono essere estremamente ridotti e variabili.

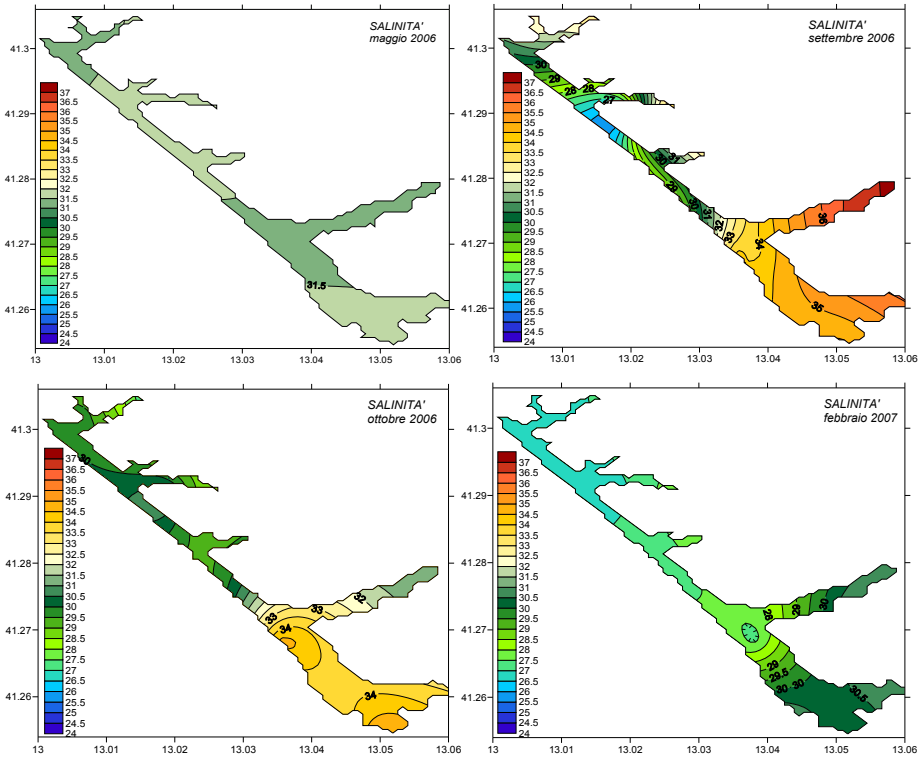

Fig. 5.1 – Distribuzione spaziale della salinità in primavera 2006 (maggio), estate 2006 (settembre), autunno 2006 (ottobre) e inverno 2007 (febbraio).

I nutrienti

Per quanto riguarda i nutrienti ed il loro ruolo nel sostenere la produzione delle diverse frazioni dimensionali, la letteratura sottolinea l'importanza del nitrato nel sostenere una produzione nuova a carico del microplancton, mentre l'ammonio sosterrebbe la produzione delle frazioni più piccole e costituirebbe la forma più abbondante di azoto in ambiente marino (Chisolm, 1992; Li, 1998; Magazzù e Decembrini, 1995). Tuttavia frazioni più piccole del fitoplancton non sarebbero importanti solo in ambienti oligotrofici ma anche in quelli eutrofici. Questo problema necessita ancora di essere approfondito (Agawin et al., 2000). Un'ulteriore difficoltà nel dare una lettura univoca circa l'effetto dei diversi nutrienti e delle loro quantità relative è data dalla influenza positiva della temperatura sulla crescita della frazione picoplanctonica (Li, 1998). Per Sabaudia, le Tab. I, II, III (in Appendice) mostrano i valori delle diverse forme di azoto nei vari sottosettori e le Fig. 5.2 e 5.3 la loro distribuzione spaziale.

In primavera l'ammonio (Fig. 5.2) mostra i valori più bassi osservati durante il ciclo annuale uniformemente distribuiti su tutto il corpo lagunare.

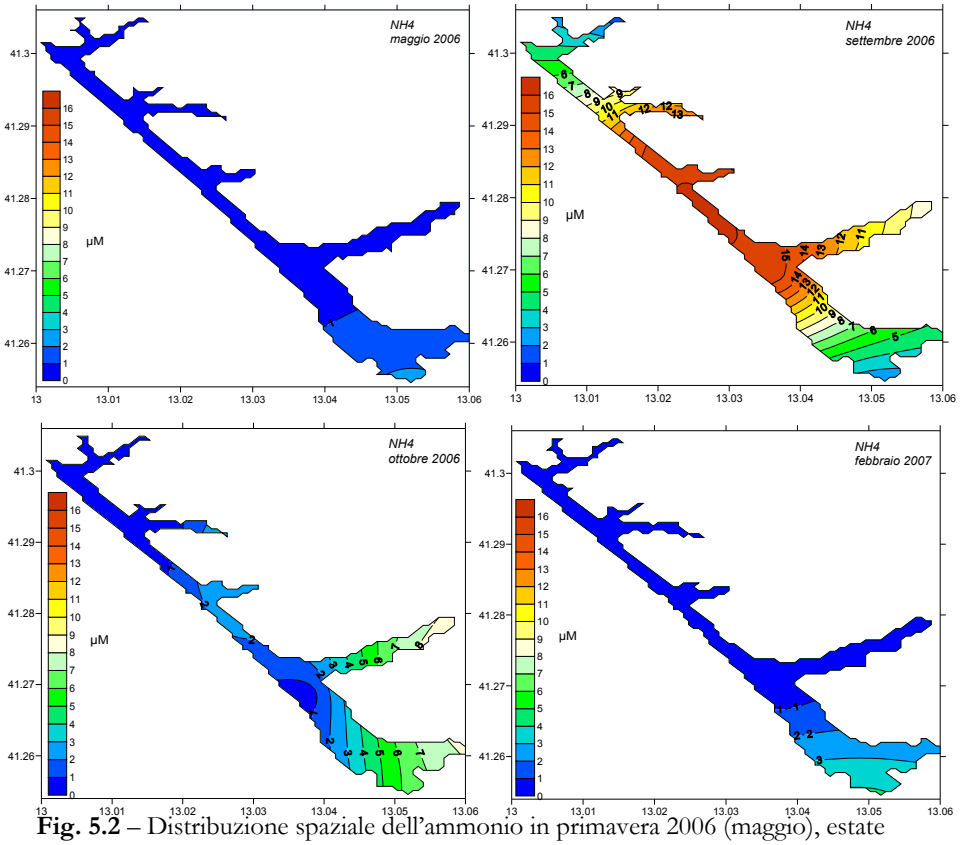

Fig. 5.2 – Distribuzione spaziale dell'ammonio in primavera 2006 (maggio), estate 2006 (settembre), autunno 2006 (ottobre) e inverno 2007 (febbraio).

La situazione estiva è opposta, si rinvengono i più alti valori misurati, fino a 15μM, e che interessano tutti e tre i settori lagunari. La situazione autunnale vede un abbassamento dei valori su gran parte della laguna eccetto che nel braccio della Molella e nella parte più vicina alla foce del settore meridionale; in entrambe i siti i valori appaiono dimezzati rispetto a quelli estivi. La situazione invernale ripropone quella primaverile, con valori appena più elevati (fino a 3μM) nel settore meridionale.

I nitrati (Fig. 5.3) hanno andamento quasi opposto a quello dell'ammonio. In primavera si osservano valori elevati (da un minimo di 0,21 a un massimo si 28,04μM) (Tab. I), con massimi nel settore meridionale. In estate i valori diminuiscono su tutto il bacino lagunare, la concentrazione massima osservata nella parte meridionale è di 5μM; in autunno si ripropone lo stesso pattern primaverile con valori solo leggermente inferiori. In inverno si osservano i valori massimi osservati durante il ciclo, sia nel settore nord che in quello meridionale e nel braccio della Molella. I valori più alti (61,39μM) sono presenti nel settore Nord. È appena il caso di sottolineare che anche l'andamento dell'azoto individua chiaramente la presenza di tre settori funzionali in laguna. I fosfati hanno un andamento stagionale molto più omogeneo dei composti dell'azoto ed oscillano fra massimi di 1,60 e minimi di 0,06μM (Tab. I). I silicati mostrano una forte variabilità stagionale con valori che oscillano fra 146,60μM (in settembre) e 1,31μM (in maggio) (Tab. I).

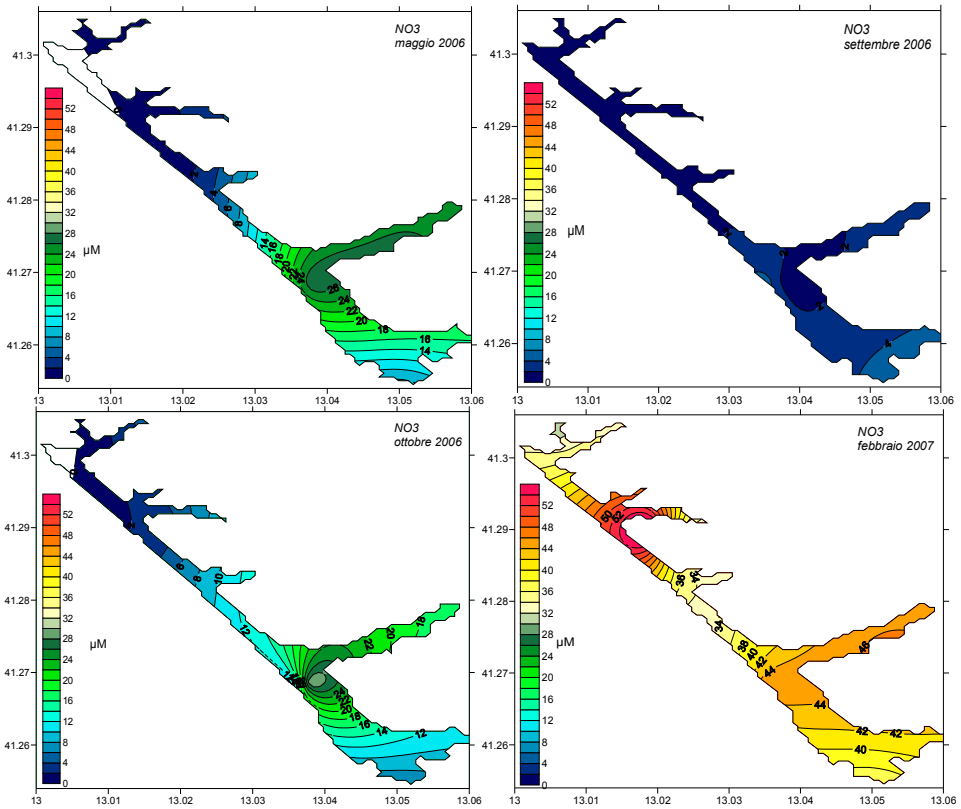

Fig. 5.3 - Distribuzione spaziale del nitrato in primavera 2006 (maggio), estate 2006 (settembre), autunno 2006 (ottobre) e inverno 2007 (febbraio).

In laguna, la disponibilità e distribuzione delle diverse forme dell'azoto sono legate a fattori diversi, quale a) lo stretto interfacciamento colonna d'acqua-fondo, dovuto ad una colonna d'acqua ridotta a pochissimi metri, ciò che favorisce l'azione del vento nel determinare eventi di rimescolamento totale della massa d'acqua; b) le ingenti biomasse di molluschi filtratori (ostriche e mitili), che con il loro metabolismo (ingestione ed escrezione) influenzano i rapporti relativi fra le varie forme di azoto. Studi condotti nella laguna di Thau, nel Golfo del Leone, (Gilbert *et al.*, 1997; Chapelle *et al.*, 2000) hanno messo in evidenza il ruolo importante che le ingenti biomasse di molluschi in allevamento hanno nella dinamica dei nutrienti. È il caso di richiamare il fatto, estremamente importante e notevolmente trascurato in ecologia lagunare, che gran parte di questi ecosistemi sono adibiti a sito di allevamento e ingrasso di molluschi bivalvi, le ciu ingenti biomasse influiscono, non solo sulla disponibilità dei nutrienti, ma anche nel selezionare i rapporti quantitativi fra le diverse frazioni di taglia .

L'importanza di questi molluschi per l'ecologia e il trofismo della laguna è stato anche sottolineato da Caroppo (2000) per la laguna di Varano. Questo A. ha calcolato come gli allevamenti di mitili riescano a filtrare, una volta al giorno, un volume di acqua equivalente a quello della laguna. Il prevalere dell'ammonio quale forma di azoto in

laguna disponibile nel periodo estate-primo autunno (Fig. 5.2) tendono ad accreditarlo come la forma di azoto che sostiene le forme più piccole (procarioti ed eucarioti) nell'ambito di quella fase del ciclo produttivo basata sulla produzione rigenerta (Kuosa, 1991; Jochem, 1988; Agawin *et al.*, 2000).

Le biomasse fitoplanctoniche

Sabaudia mostra, nel ciclo annuale, grosse variazioni di biomassa sempre attestate su valori elevati, che variano mediamente da 15µg/l, in primavera, a 66µg/l, in estate. In questa stagione, si sono raggiunte concentrazioni di 413,06µg/l nella parte settentrionale della laguna (Tab. II). Questi valori riflettono, da un lato, l'elevato carico trofico del territorio circostante, e, dall'altro, lo scarso ricambio delle acque lagunari col mare antistante, in particolare per quanto riguarda, appunto, la parte settentrionale.

Le biomasse si mantengono comunque sempre alte durante l'intero ciclo e la loro distribuzione spaziale (Fig. 5.4) rimarca anch'essa la presenza di tre sottosistemi.

Nonostante gli ecosistemi lagunari siano caratterizzati sempre da elevati valori di trofismo, la laguna di Sabaudia deve essere inclusa verso la parte più elevata del range di trofia; si noti, infatti, che, per esempio, la laguna di Thau raggiunge massimi attorno ai 5µg/l di chl*a* (Bec *et al.*, 2005), la laguna di Biserta, valori variabili fra 1,43 e 5,48µg/l (Hlaili *et al.*, 2008). Ciò che occorre rimarcare per Sabaudia è che l'importante "parco cozze" non riesce ad abbattere le biomasse fitoplanctoniche, pur rappresentando un grosso fattore di attenuazione dei risultati dell'ipertrofismo.

Quanto alla composizione per frazioni dimensionali, la micro- mantiene valori medi percentuali sempre piuttosto bassi (Tab. I), escluso il periodo invernale quando raggiunge i valori medi di 55%. L'andamento quantitativo di questa frazione è, molto probabilmente condizionato dagli organismi filtratori, sia facenti parte dell'ecosistema naturale che immessivi dall'uomo. Inoltre il ruolo dei molluschi in allevamento nel rimuovere le biomasse e selezionarle per taglie è stato già menzionato: Vaquer *et al.* (1996) stimano che le biomasse di ostriche si alimentino preferenzialmente delle cellule più grandi. Hlaili *et al.* (2007) calcolano che nella laguna di Biserta dal 73 all'80% della produzione giornaliera di diatomee sia rimossa da *micrograzers*.

È noto, inoltre, che il *sinking* lungo la colonna d'acqua sottrae quantità importanti di questa frazione algale (Froneman *et al.*, 1996; Murrell and Hollibaugh, 1998).

Nettamente diversa è la dinamica delle due frazioni più piccole; la nano- varia da un valore medio di 32,2% ad uno di 71,8%; la sua presenza percentualmente maggiore è stata riscontrata in maggio ed ottobre (Tab. I). Essa costituisce la frazione trainante e la sua distribuzione ripropone, quindi, quella della biomassa totale (Fig. 5.4). Il ruolo importante di questa frazione nel determinare le caratteristiche delle reti trofiche lagunari è stato messo in evidenza da Quintana *et al.* (2002).

La frazione picoplanctonica è quella sulla quale si è posta l'attenzione dell'ecologia acquatica degli ultimi decenni, non solo in termini ecofisiologici, cioè del comportamento delle diverse specie rispetto alle forzanti ambientali, ma anche in termini più direttamente ecologici. Una rassegna delle caratteristiche biologiche ed ecologiche di questa frazione sono state illustrate da Raven (1998). Nonostante non vi sia spesso accordo fra i risultati della ricerca, c'è un generale consenso nel riconoscere nel picofitoplancton il gruppo algale di maggior successo in ambiente marino, sia nella sua componente procariotica che in quella eucariotica (Veldhuis *et al.*, 2005). Ciò è dovuto essenzialmente al loro alto rapporto superficie volume che permette loro di mantenere un significativo livello di crescita e di produzione primaria anche in presenza di concentrazioni di nutrienti al limite della rivelabilità strumentale. Nella laguna di Sabaudia, questa frazione varia da valori medi di 10,5% a 35,22% quest'ultimo, osservato in estate quando il massimo assoluto di 56% si riscontra nel settore meridionale. Valori analoghi, da 7,4 al 50,8% della chla totale, vengono riportati da Bec *et al.* (2005) per la laguna di Thau; Magazzù e Decembrini (1995) per i laghi siciliani di Faro e Ganzirri danno valori che per il lago di Faro oscillano entro valori percentuali che vanno da 11 a 26; per il lago di Ganzirri 8%. Miracle *et al.* (1984) riportano che il plancton della Albufera di Valencia, una laguna ipertrofica per apporti antropogenici situata sulla costa orientale spagnola, è dominato da cianobatteri, che spesso costituiscono fino all'80% del fitoplancton.

A Sabaudia emerge, da queste nostre prime osservazioni, che le frazioni quantitativamente dominanti in laguna sono le frazioni più piccole: nano- e pico- (Fig. 5.4).

Più in particolare, i nostri dati mostrano che mentre la frazione nanoplanctonica è sempre presente durante il ciclo annuale con percentuali sempre elevate (mediamente, da 32 a 71%) (Tab. I), il picoplancton mostra invece una distribuzione molto diversa: i massimi si hanno in estate ed autunno in concomitanza con le massime concentrazioni di ammonio (Fig. 5.2).

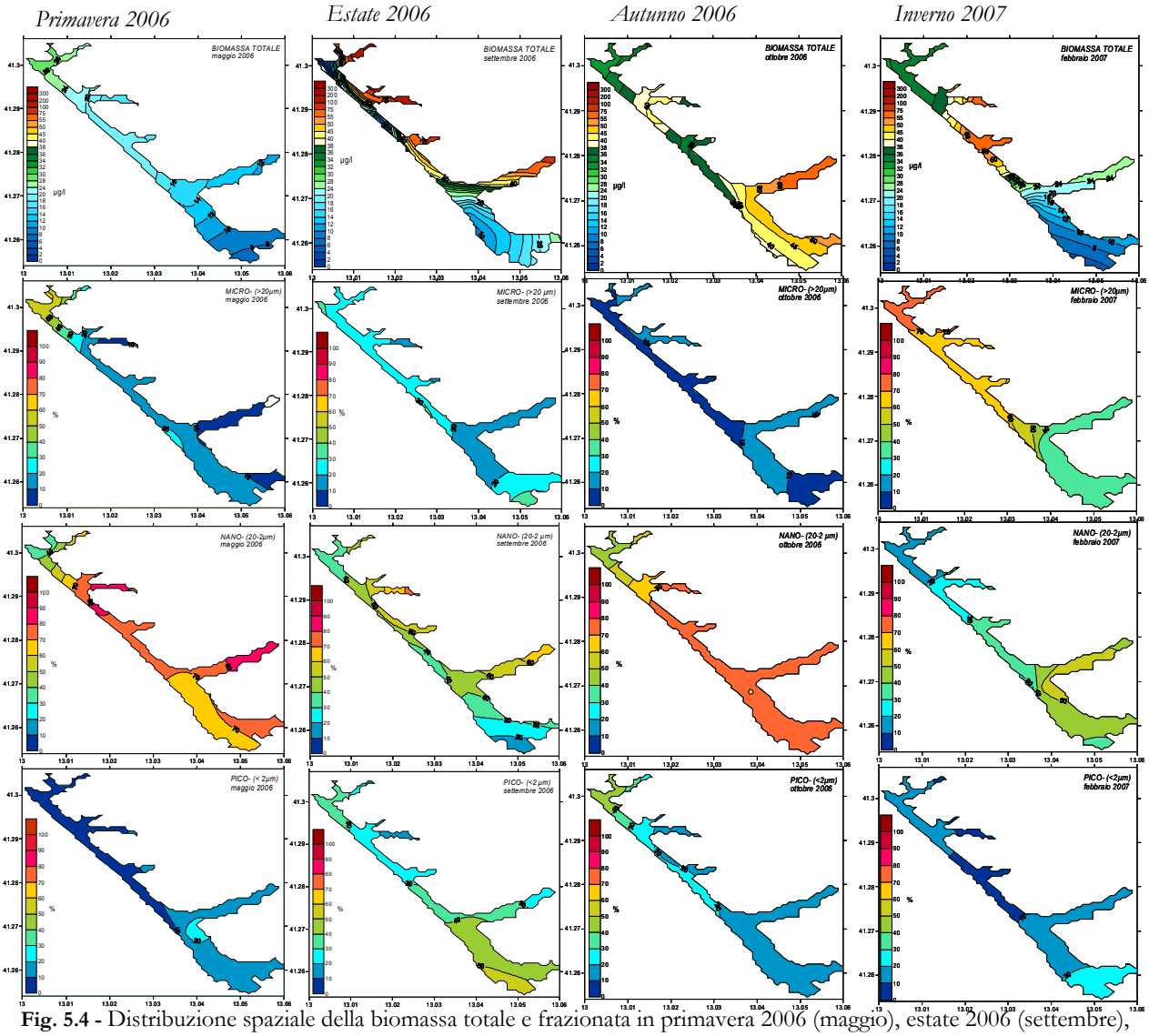

Fig. 5.4 - Distribuzione spaziale della biomassa totale e frazionata in primavera 2006 (maggio), estate 2006 (settembre), autunno 2006 (ottobre) e inverno 2007 (febbraio).

La micro- ha il massimo di inverno in tutta la laguna, mentre in primavera solo nella parte estrema del sottosettore settentrionale. Le concentrazioni della frazione micro- hanno un riscontro nell'andamento stagionale del nitrato; in particolare, in primavera le alte concentrazioni di micro menzionate per il settore nord potrebbero spiegare i valori estremamente ridotti di nitrato nella stessa area (Fig. 5.3).

Le differenze osservate negli andamenti delle varie frazioni riportate in letteratura sono in gran parte dovute a fisionomie ecologiche anche profondamente diverse fra bacino e bacino. In particolare, come sottolinea Gilabert (2001a), gli ecosistemi lagunari sono caratterizzati da uno stretto accoppiamento fra le componenti biologiche e fisiche, ciò che comporta che le variazioni nelle variabili ambientali si

propaghino rapidamente alle strutture biologiche. Inoltre, come osservano Blomqvist *et al.* (1994), le dinamiche della comunità fitoplanctonica devono essere comunque affrontate tenendo presente un insieme di fattori ambientali.

La letteratura è invece d'accordo sul fatto che le frazioni più piccole siano una componente importante del *microbial loop*, che in laguna sarebbe responsabile di gran parte della produzione biologica. Selmer *et al.* (1993) hanno dimostrato come, in ambienti strettamente costieri, pico- e nanoplancton, soprattutto cianobatteri e nanofagellati autotrofi, siano responsabili della produzione di riciclo fino al 98 o 100%. I dati raccolti a Sabaudia fanno pensare che, per gran parte del ciclo annuale, i meccanismi di produzione siano gestiti dalle frazioni nano- e picoplanctoniche, che mantengono una presenza continua e rilevante. Queste nostre osservazioni confermano quelle di Vaquer *et al.* (1996) condotti nella laguna di Thau. I valori della biomassa picofitoplanctonica presentano una correlazione positiva con la temperatura (Fig. 4.85 dei risultati) dato, quest'ultimo, che conferma quelli ottenuti da Bec *et al.* (2005).

Alle considerazioni fin qui esposte bisogna però aggiungere una caratteristica degli ecosistemi lagunari cui si è già accennato in altra parte di questo lavoro. Ci si riferisce al fatto che una notevole percentuale delle lagune mediterranee è utilizzata per l'allevamento intensivo di molluschi lamellibranchi (mitili e ostriche). Questo è anche il caso della laguna di Sabaudia dove gran parte del bacino è occupato da un vasto impianto di allevamento. Le notevoli concentrazioni di questi filtratori, come hanno dimostrato Caroppo (2000) e Souchu *et al.* (2001), possono profondamente incidere nell'assetto biogeochimico di questi ecosistemi, stimolando la nitrificazione, agendo come sink di materia organica particellata e sorgente di nutrienti per la colonna d'acqua. In particolare, i filtratori esercitano una forte attività selettiva nei riguardi della frazione più grossa del fitoplancton e allo stesso tempo utilizzano protozoi che rappresentano il principale intermediario del trasferimento trofico fra picoplancton e metazoi (Le Gall *et al.*, 1997).

I dati sulla composizione chemotassonomica servono a meglio delineare il ruolo della comunità fitoplanctonica nel contesto trofico del sistema. La chemotassonomia dei popolamenti mostra, in primavera, una fortissima presenza di fucoxantina e valori trascurabili degli altri pigmenti. Questo pigmento è il più abbondante in tutte e tre le frazioni. Tale pattern è inoltre presente nei tre sottosistemi della laguna. Possiamo quindi affermare che il popolamento primaverile è un popolamento a diatomee (Bacillariophyta); solo la frazione pico- della parte meridionale ha una composizione più

variata nella quale compaiono piccole quantità di zeaxantina (Cyanophyta) e di esanoilfucoxantina (Prymnesiophyta).

La situazione estiva appare nettamente più diversificata rispetto a quella primaverile, soprattutto per la comparsa di notevoli quantità di zeaxantina, sebbene in quantità diverse fra il settore settentrionale e quello meridionale. Nelle frazioni micro- e nano- appare in quantità elevate la zeaxantina in tutti e tre i sottosistemi; la fucoxantina continua ad essere presente nella frazione pico- nel settore settentrionale, mentre in quello meridionale, nella parte più vicina alla foce, la pico- contiene essenzialmente zeaxantina.

In autunno, si torna ad una prevalenza della fucoxantina e alla presenza della zeaxantina anche nelle frazioni micro- e nano-, dovuta probabilmente a cellule cianobatteriche aggregate.

Il popolamento invernale è dominato dalla presenza di fucoxantina in tutte le frazioni e si potrebbe definire come un popolamento fortemente dominato da diatomee. Soprattutto nella parte più meridionale della laguna, lo spettro pigmentario si arricchisce di clorofilla *b* (Chlorophyta) e alloxantina (Cryptophyta).

In sintesi, la composizione chemotassonomica del popolamento mostra una maggiore diversità nei periodi estivo e autunnale (Fig. 5.5); più in particolare, durante l'estate si nota una differenza di composizione fra il settore settentrionale e quello meridionale. In Fig. 5.6 è riportato l'andamento dell'indice di Shannon-Wiener che mostra un popolamento notevolmente diversificato con differenze ben leggibili fra il settore nord e il settore sud. Ciò che è interessante rilevare è che, in tutto il ciclo annuale e per tutte le frazioni prese in considerazione, la diversità del settore settentrionale è più bassa di quella del settore meridionale. A questo andamento generale, fa eccezione la pico-, esclusivamente nel periodo estivo, quando la diversità del settore

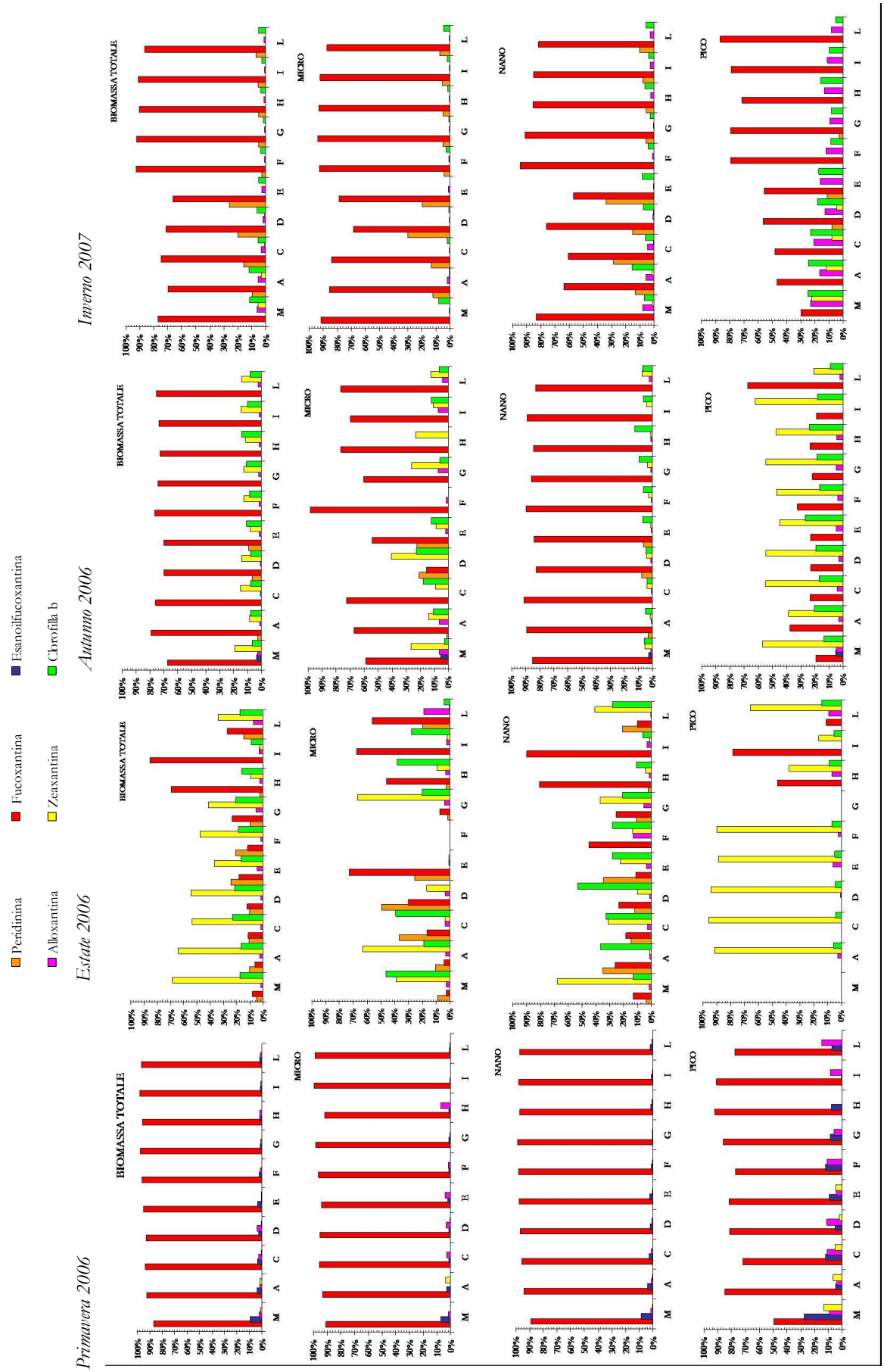

Fig. 5.5 – Andamento dello spettro pigmentario della biomassa totale e frazionata durante il ciclo annuale.

settentrionale è più elevata rispetto a quella del settore meridionale; ciò è dovuto alla notevole presenza della zeaxantina che incide negativamente sull' equitabilità.. Per tanto, la variabilità dell'indice è imputabile più all'aspetto dell'equitabilità che a quello della ricchezza.

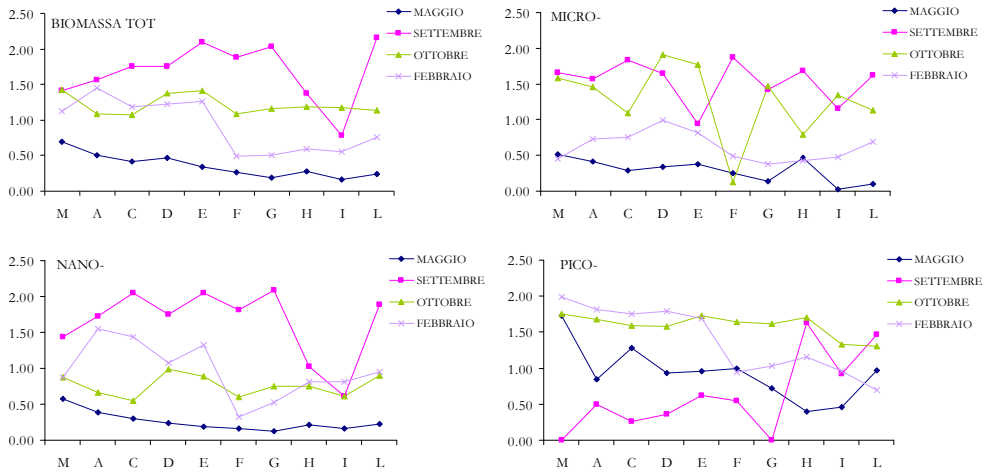

Fig. 5.6 – Andamento dell'Indice di Shannon relativo alla biomassa totale e frazionata durante il ciclo annuale.

5.2 CONFRONTI FRA I PATTERN STAGIONALI

Le concentrazioni dell'ammonio nei due periodi estivi (estate 2006 e estate 2007) sono sempre più alte di quelle dei nitrati; tuttavia un paragone fra le settembre 2006 le concentrazioni dell'ammonio mette in evidenza che esso ha le concentrazioni più alte nell'estate 2006, mentre nell'estate successiva *pattern* simili sono presenti nel settembre 2007 (Fig.5.7).

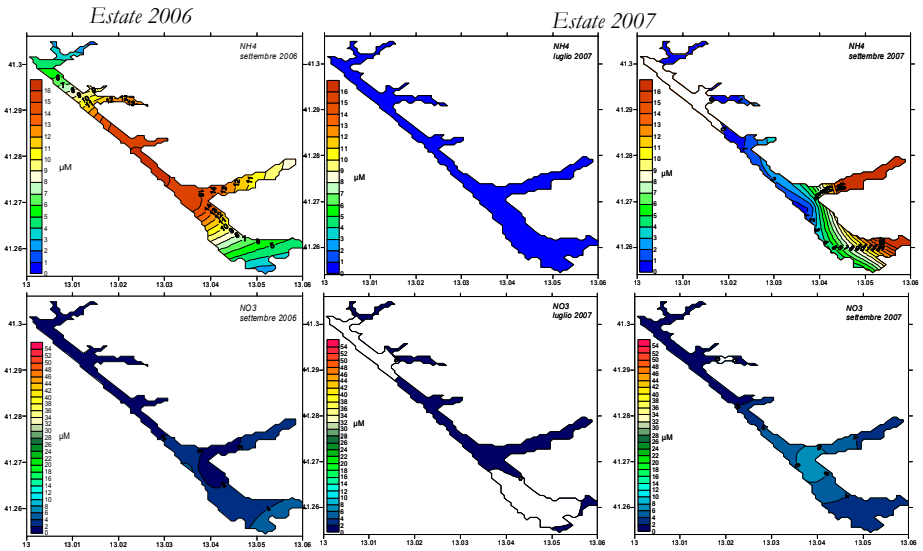

Fig. 5.7 – Distribuzione superficiale dell'ammonio e nitrato nell'estate 2006 e 2007

La frazione micro- presenta sempre le percentuali più basse, mentre la nano- e la pico- sono le frazioni più abbondanti con una distribuzione differente nei due settori (Fig. 5.8).

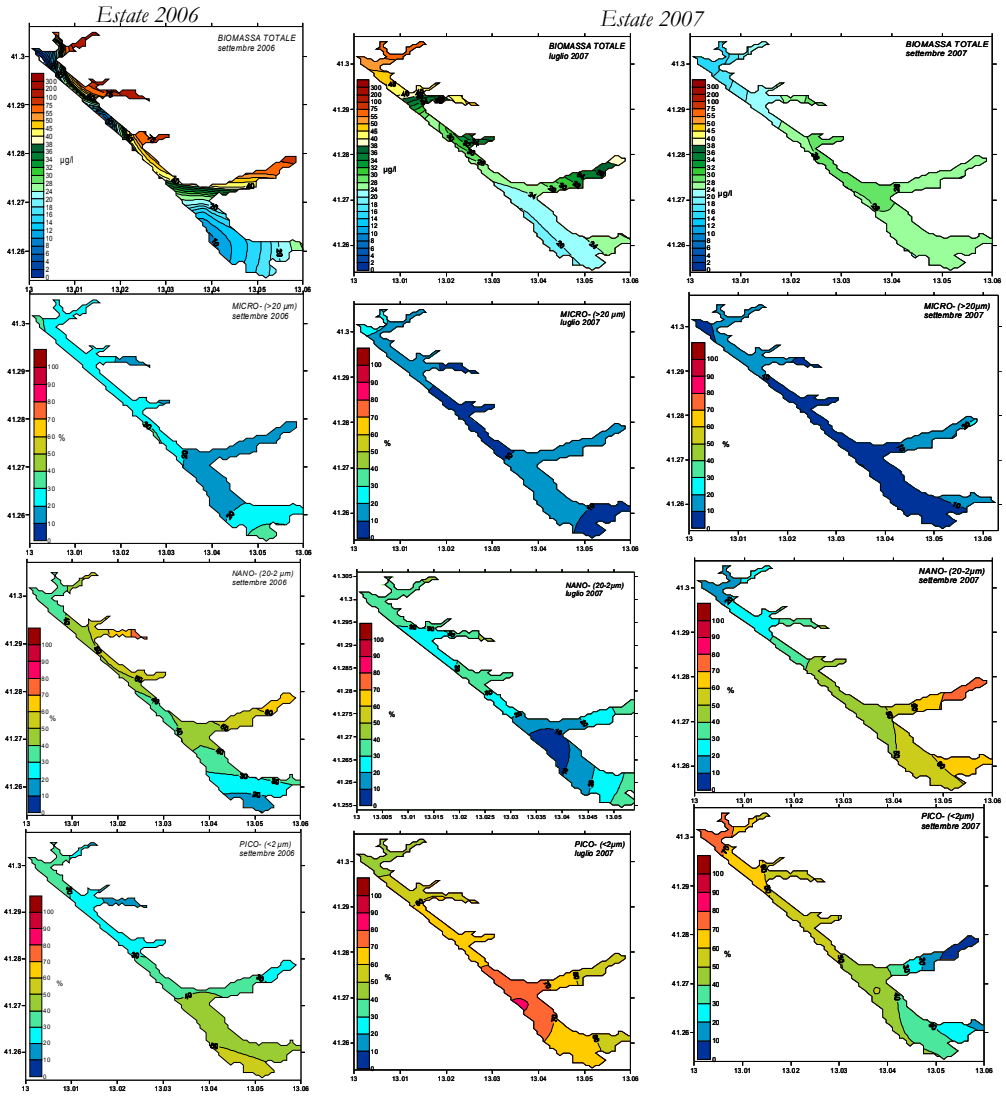

Fig. 5.8 – distribuzione superficiale della biomassa totale e frazionata nell'estate 2006 e 2007.

Il confronto fra la composizione chemotassonomica dell'estate 2006 (inizio di settembre) e quella dell'estate successiva (luglio e settembre 2007) (Fig. 5.9) mette in evidenza uno stesso pattern spaziale fra l'estate 2006 e luglio 2007, mentre la distribuzione e l'abbondanza dei pigmenti osservati in settembre 2007 è differente, nonostante che la zeaxantina e la fucoxantina siano ancora molto abbondanti e caratterizzanti il popolamento così come nell'estate precedente.

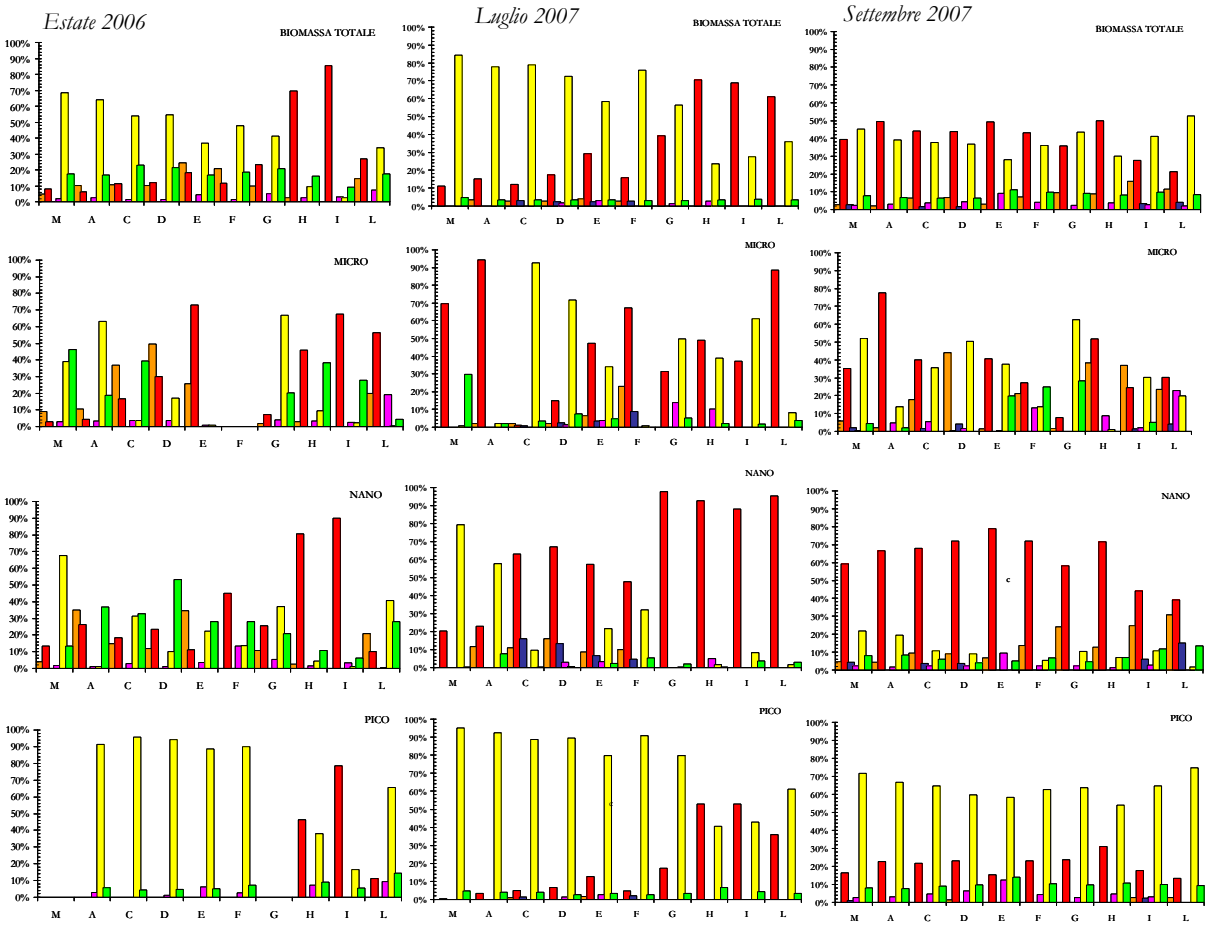

Fig. 5.9 – Spettro pigmentario della biomassa totale e frazionata nell'estate 2006 e 2007.

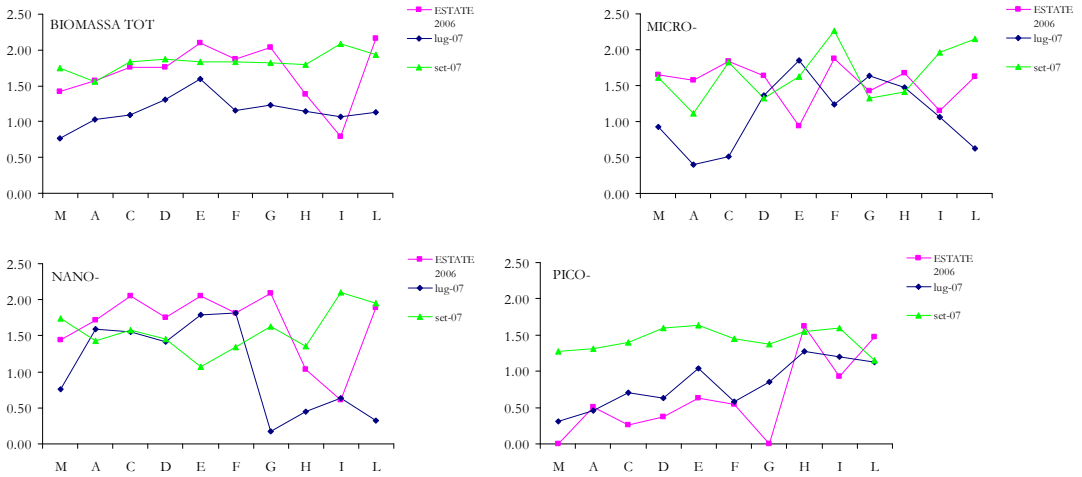

Fig. 5.10 – Confronto fra gli andamento dell'indice di Shannon dell'estate 2006 e

5.3 LA SCALA TEMPORALE NEL SETTORE MERIDIONALE

L'informazione fin qui raccolta ed analizzatala ha privilegiato la dimensione spaziale allo scopo di individuare le dinamiche della risposta del sistema *in toto* al grado di interfacciamento con i sistemi circostanti.

Tuttavia, come già ricordato, la componente biologica fitoplanctonica, cioè quella più strettamente accoppiata ai fattori forzanti, risponde con dinamiche temporali molto articolate nell'ambito del ciclo annuale e delle sue stagioni. Pertanto, si è proceduto ad una intensificazione della cadenza temporale di campionamento fin qui utilizzata, passando da una cadenza stagionale ad una cadenza mensile, che si avvicinasse maggiormente alla reale dinamica del sistema. È noto che le reali scale di variazione della componente fitoplanctonica dovrebbero essere analizzate con cadenza quindicinale o settimanale. L'obiettivo di questo lavoro, tuttavia non è, come già ricordato, quello di contribuire alla conoscenza delle dinamiche ecofisiologiche della comunità, ma piuttosto di contribuire a valutare un approccio operativamente produttivo per raggiungere gli obiettivi posti dalla EU - WFD.

I nutrienti considerati in quest'ambito, in particolare ammonio e nitrato, mostrano un ciclo che vede entrambi (Fig. 5.11) mutare nel corso della stagione cambiando notevolmente concentrazione con cadenza mensile; i primi mesi dell'estate mostrano valori bassi in tutta la parte meridionale, ma già a settembre si notano valori notevolmetnte più elevati, in particolare nel braccio della Molella. Il crescere delle concentrazioni si mantiene nei mesi autunnali e soprattutto invernali, quando si notano aumenti di nitrato di tale misura da far pensare ad apporti terrigeni estremamente elevati legati all'attività agricola.

In primavera si mantengono costanti i valori di ammonio mentre aumentano da marzo a maggio i nitrati. A partire dall'estate 2006, le biomasse mostrano apprezzabili variazioni da un mese all'altro, non solo in acque aperte ma anche all'interno del braccio. L'andamento infrastagionale è ancora più pronunciato: in autunno quando, nel passare da ottobre a novembre, si osservano diminuzioni di circa due terzi; in inverno, da valori bassi (circa 4μg/l per l'interno del braccio della Molella), di gennaio, si passa in febbraio, ad un aumento, particolarmente pronunciato all'interno del braccio, dove i valori passano nella stazione E da 4 a circa 20μg/l.

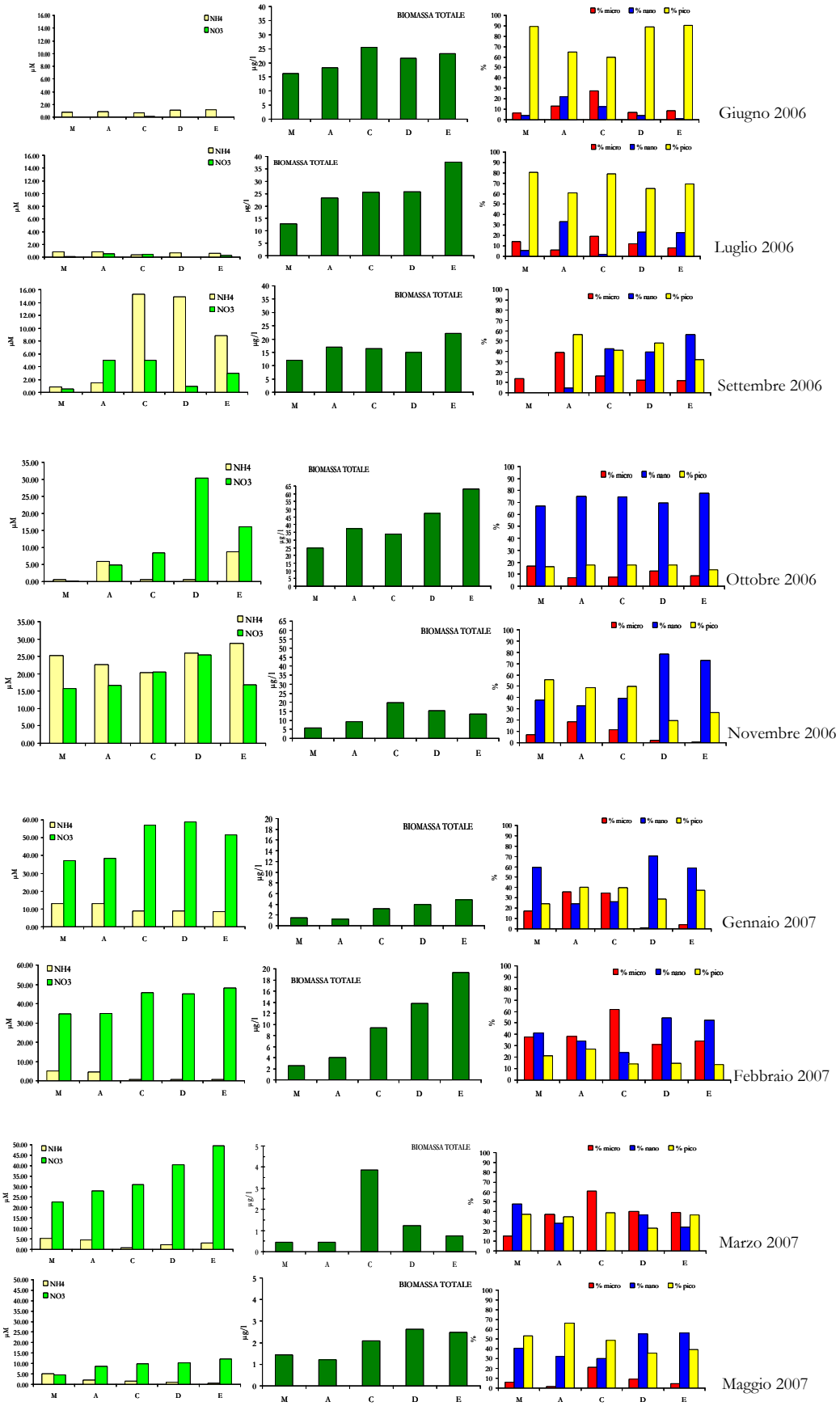

Fig. 5.11 – Confronto dei parametri chimici e biologici durante i periodi estate 2006 (giugno, luglio e settembre), autunno 2006 (ottobre e novembre), inverno 2007 (gennaio e febbraio), primavera 2007 (marzo e maggio).

I valori bassi primaverili, rapportati anche alla concentrazione dei nutrienti, inducono a pensare ad un aumento dell'*uptake*, da un lato, e ad un forte controllo *top-down*, dall'altro. L'analisi della situazione estiva 2007 ripropone valori elevati delle biomasse, sebbene leggermente inferiori a quelli dell'estate precedente e comunque in entrambi i casi con ridottissime variazioni infrastagionali.

Molto più chiare e interessanti sono le osservazioni sull'andamento delle frazioni dimensionali. Nell'estate 2006, la frazione meglio rappresentata è quella picoplanctonica con valori che raggiungono il 80-90% in giugno e luglio, ma che accusano un decremento pronunciato già a settembre. Un andamento quasi identico si osserva nell'estate 2007 con percentuali solo un po' inferiori, che non superano l'80% (Fig. 5.12).

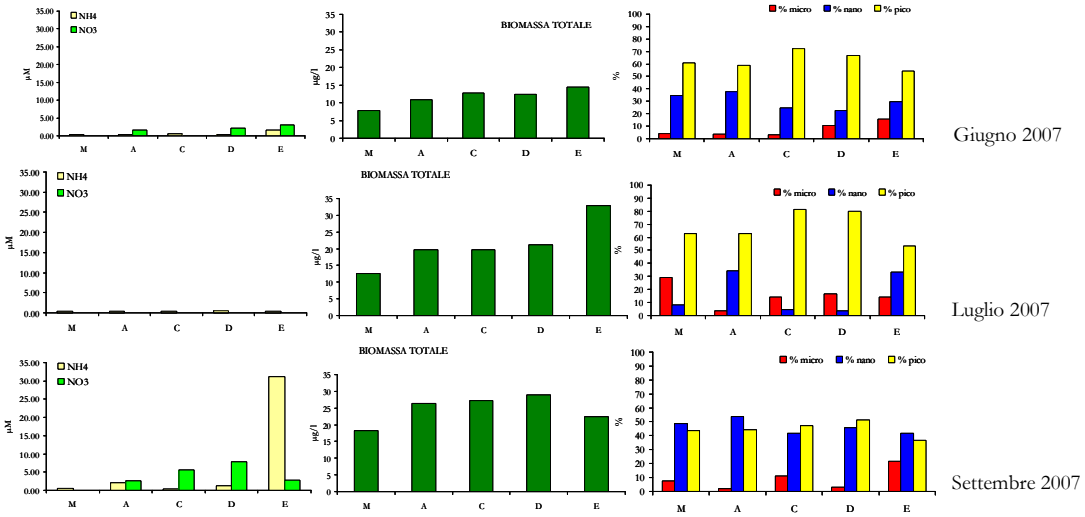

Fig. 5.12 – estate 2007, confronto infrastagionale dei parametri chimici e biologici.

La frazione nanoplanctonica mantiene una presenza attorno al 30% in giugno e luglio, ma mostra, già a settembre, un aumento che la porta a 50%. Nelle due estati, la micro-, presente in valori molto bassi in giugno e luglio, sale leggermente ma chiaramente nel mese di settembre. In autunno, ad ottobre aumenta la percentuale di nanoplancton, che diventa la frazione dominante (70-80%); a novembre, si nota una sua diminuzione attorno al 40%, eccetto che nel braccio dove si mantiene elevata. Intanto, la micro- si mantiene su valori attorno al 10%, mentre scompare quasi completamente nel braccio sostituita da un aumento relativo del pico-. Nel gennaio 2007, è sempre la nano- la frazione dominante, diminuisce la pico- ed aumenta sensibilmente la micro-. In febbraio si assiste ad un aumento notevole della micro- e un decremento della pico-. In

primavera, da marzo a maggio, diminuisce notevolmente la micro- ed inizia ad aumentare la frazione pico- che raggiunge valori fra il 40-50%.

La Fig. 5.13 mostra come la frazione picoplanctonica sia caratterizzata dalla zeaxantina (cianobatteri). Ciò ripropone anche per Sabaudia, come già menzionato per altre lagune mediterranee un trofismo basato per circa metà del ciclo annuale sul *microbial loop* controllato in senso *bottom-up* dall'ammonio.

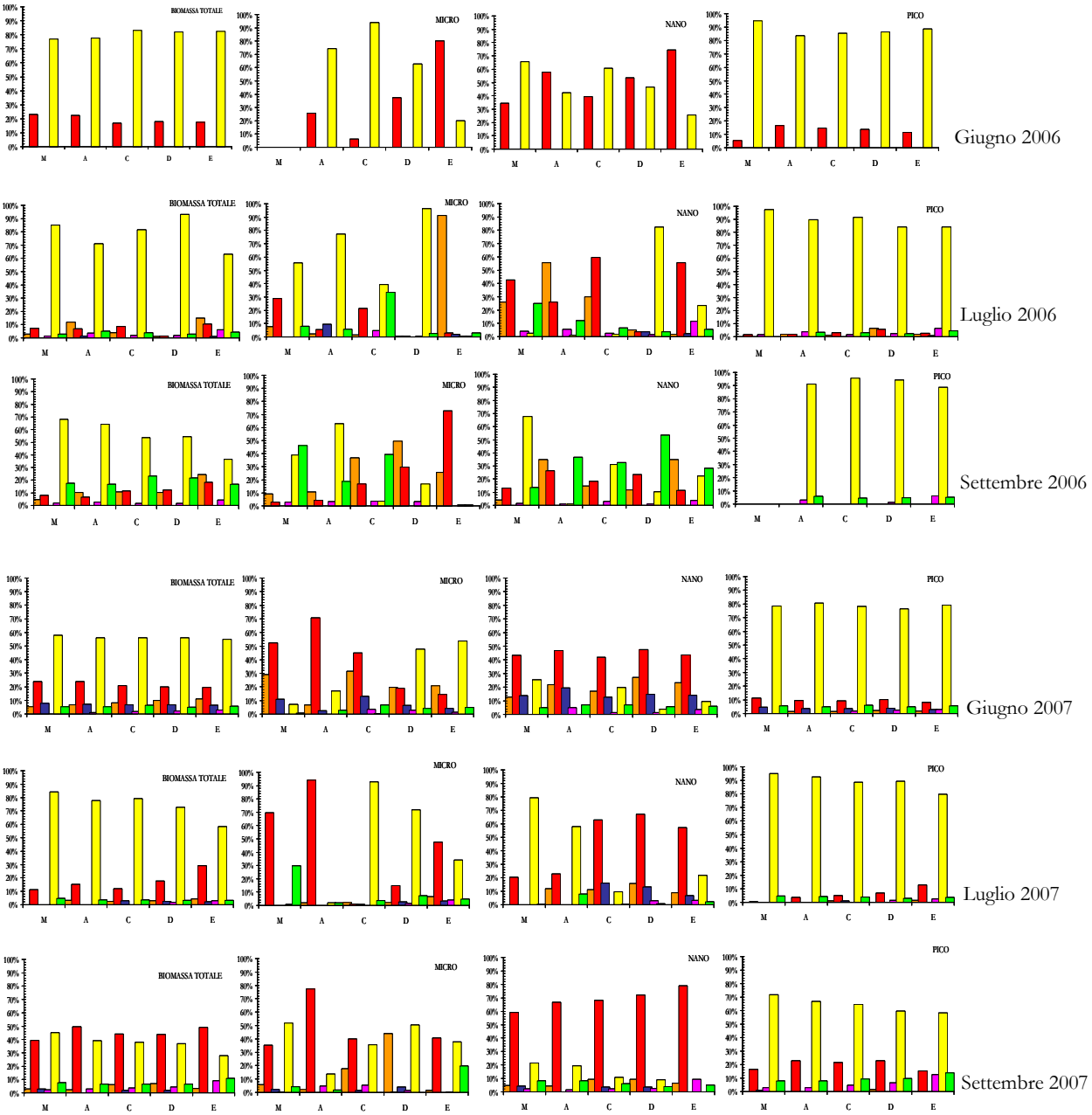

Fig. 5.13 – Confronto degli spettri pigmentari della biomassa totale e frazionata dell'estate 2006 e 2007

5.4 SINTESI CONCLUSIVA

Il bacino lagunare è suddiviso in tre sottosettori quale conseguenza della forte articolazione del perimetro lagunare e del diverso rapporto col mare, come confermato dall'analisi PCA (Fig. 4.86). Ciò induce un diverso comportamento spazio-temporale della componente fitoplanctonica che è la prima a risentire delle forzanti ambientali e trasmetterne l'effetto a tutto il comparto biologico.

Si è osservata una chiara differenza nella distribuzione stagionale di ammonio e nitrato; a questa differenza è correlata la distribuzione delle frazioni dimensionali e della composizione chemotassonomica delle comunità fitoplanctoniche (Fig. 4.85).
Il campionamento eseguito nella parte meridionale della laguna, con cadenza mensile, ha rivelato una variazione dei pattern chiara anche a livello infrastagionale.

L'analisi della composizione strutturale della comunità sottolinea l'importanza durante il corso dell'anno della frazione nanoplanctonica e durante i mesi più caldi di quella picoplanctonica. Quest'ultima è essenzialmente composta da cianobatteri rilevati dall'elevata presenza di zeaxantina.

La fisionomia trofica della laguna di Sabaudia si articola, come verificato in gran parte delle lagune mediterranee studiate da questo punto di vista, sull'alternarsi di due tipi di produzione: quella classica del *grazing* e quella basata sul *microbial loop*. Quest'ultima caratterizza il ciclo annuale per larga parte del periodo più caldo (estate e autunno) ed è quella che è attualmente all'attenzione della ricerca di ecologia acquatica degli ambienti di transizione perché può contribuire significativamente a capire il meccanismo generale che governa la rete trofica lagunare. I dati finora disponibili per le lagune dell'ecoregione mediterranea tendono ad attribuire un ruolo qualitativamente e quantitativamente molto forte ai processi legati al *microbial loop*.

La presente ricerca non ha indagato l'effetto delle grandi masse di bivalvi filtratori presenti a Sabaudia sulla composizione quali-quantitativa della comunià fitoplanctonica. Ma l'informazione sistematicamente raccolta su analoghi sistemi (ad esempio: laguna di Thau, laguna di Varano) è sufficiente per rendere cauti nell'interpretare l'andamento quali-quantitativo della comunità nell'arco stagionale.

Resta da valutare quanto gli impianti di molluschicoltura, sia sospesi che sul fondo, influenzino i processi trofici. È certo comunque il loro ruolo nel rimuovere ingenti quantità di biomassa sospesa e nel mantenimento del ciclo dei nutrienti.

Sulla base delle ricerche qui esposte, una risposta agli obiettivi della EU WFD, che include la componente fitoplanctonica fra gli elementi biologici di qualità, può essere per ora solo tentata in termini funzionali, utilizzando meccanismi che più direttamente riflettano le forzanti, non solo naturali ma anche e soprattutto, nell'ottica esplicita della direttiva, il livello dell'impatto antropico.

È tuttavia da tener presente che l'informazione e le evidenze raccolte, non rappresentano altro che l'indicazione di una possibile e promettente linea di ricerca da approfondire e testare; la generalizzabilità dei risultati deve essere volta per volta affrontata in maniera comparativa all'interno della "scoraggiante" diversità degli ecosistemi lagunari.