

CONSORCI DE LA COSTA BRAVA

SEGUIMENT DE LA QUALITAT DE LES AIGÜES A LA ZONA DEL PARC NATURAL DELS AIGUAMOLLS DE L'ALT EMPORDÀ

Informe: **MONITORITZACIÓ DE LA QUALITAT ECOLÒGICA DE LES AIGÜES EN LA ZONA DEL PARC NATURAL DELS AIGUAMOLLS DE L'EMPORDÀ.**

Responsable del conveni: **Ramon Moreno Amich**, Professor Titular d'Ecologia,
Institut d'Ecologia Aquàtica i Dept. de Ciències Ambientals,
Universitat de Girona

Informe: **SEGUIMENT DE LA COMPOSICIÓ DE LA COMUNITAT D'INVERTEBRATS AQUÀTICS EN LA ZONA DEL PARC NATURAL DELS AIGUAMOLLS DE L'EMPORDÀ.**

Responsable del conveni: **Eduard Marquès Mora**, Director
Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i del Baix Ter

Realitzats per:

Investigadors principals: **Ramon Moreno Amich¹ i Xavier Quintana Pou^{1,2}**

Investigadors: **Lluís Suñer Capdevila¹
Rosa Trobajo Pujadas¹
Stephanie Gascón García¹
Ricard de la Barrera Hostench²
Jaume Gifre Viñas²
Mònica Martinoy Masjoan²**

Col.laboradors: **Alba Argerich Terradas³
Anna Badosa Salvador³
Mercè Crosas Farrés³
Rocío López Flores³
Montserrat Méndez Poch³
Josep M. Utgé Buil³**

¹ Institut d'Ecologia Aquàtica i Dept. de Ciències Ambientals, Universitat de Girona

² Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i del Baix Ter

³ Estudiants de la Facultat de Ciències, Universitat de Girona

Estudi emmarcat dins del Projecte de Restauració Ambiental al
Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i finançat en un 80%
pels Fons d'Infraestructures per a la Millora del Medi Ambient de
la Unió Europea

Girona, desembre de 1997

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i la problemàtica de gestió

Augment de l'àrea inundada mitjançant la regulació de fluxos

El control antilarvari de mosquits

El pla de reintroducció de la llúdriga als Aiguamolls de l'Empordà
i el projecte LIFE-Natura 96 per al bitó i el fartet

L'EDAR de la urbanització Empúriabrava

Funcionament de l'ecosistema dels aiguamolls

El règim hídric dels aiguamolls

La problemàtica ecològica de la regulació de fluxos

Els aiguamolls de l'Empordà com a sistema fluctuant

HIPÒTESIS INICIALS I OBJECTIUS

Hipòtesis inicials

Objectius

ÀREA D'ESTUDI I MÈTODES

Àrea d'estudi

Els Aiguamolls de l'Empordà

Característiques hidrològiques dels dos polígons

Reserva Salada

Reserva Dolça

Disseny del mostreig

Elecció dels punts de mostreig

Distribució dels punts de mostreig

Reserva Salada

Reserva Dolça

Cursos fluvials

Aigües de tractament

Mètodes

Presa de mostres i anàlisis

Mostreig d'invertebrats aquàtics

Mostreig de diatomees

Determinació i anàlisis de les mostres de diatomees

Anàlisi de dades

Anàlisi de correspondències

Anàlisi de cluster

RESULTATS

Característiques físiques i químiques de l'aigua

Hidrologia

Reserva Salada

Reserva Dolça

Composició de l'aigua a la Reserva Salada

Conductivitat

pH, alcalinitat i oxigen dissolt

Nutrients

Clorofil.la

Composició de l'aigua a la Reserva Dolça

Conductivitat

pH, alcalinitat i oxigen dissolt

Nutrients

Clorofil.la

Efecte dels efluent depurats

Comunitat d'invertebrats aquàtics

Composició específica

Estratègies alimentàries dels principals grups

Distribució i evolució temporal dels organismes aquàtics

Reserva Salada

Reserva Dolça

Riera de Pedret

Anàlisi de correspondències sobre les abundàncies d'invertebrats

Solució del CA entre mostres i grups d'organismes

Taxons associats a cada dimensió

Mostres més explicatives de cada dimensió

Correlacions entre les dimensions del CA i les característiques de l'aigua

Interpretació de les dimensions principals del CA

Comunitat de diatomees

Composició i abundància

Anàlisi de correspondències sobre les abundàncies de diatomees

Solució del CA entre mostres trimestrals i gèneres de diatomees

Taxons associats a cada dimensió

Correlacions entre les dim. del CA i les característiques de l'aigua i l'IDG

Interpretació de les dimensions principals del CA

DISCUSSIÓ

Problemàtica de l'avaluació de la qualitat de l'aigua als Aiguamolls de l'Empordà

Avaluació de la qualitat de l'aigua a partir de la comunitat d'organismes

Funcionament de la Reserva Salada

Funcionament de la Reserva Dolça

Anàlisi comparativa de la dinàmica temporal

Organismes indicadors i estat del sistema en els punts de mostreig

Comparació de la concentració de nutrients amb estudis anteriors

Aproximació al balanç de nutrients inorgànics dissolts

Viabilitat de la utilització de l'aigua dels SAC

BIBLIOGRAFIA

ANNEXOS

INTRODUCCIÓ

INTRODUCCIÓ

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i la problemàtica de gestió

Augment de l'àrea inundada mitjançant la regulació de fluxos

Durant els darrers anys la gestió del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (PNAE) ha estat encaminada a retornar a aquests aiguamolls costaners les característiques que havien perdut durant els anys de desinterès que varen patir abans de la seva creació l'any 1984. L'objectiu principal és aconseguir augmentar la superfície inundada per tal d'incrementar la disponibilitat d'hàbitats aquàtics per a ocells, incrementar-ne el nombre d'espècies visitants i nidificants, i incrementar també la grandària d'aquestes poblacions.

La principal actuació que actualment es du a terme consisteix en augmentar la superfície total inundada mitjançant la regulació de fluxos. Es pretén, així, compensar les considerables pèrdues de zona humida que per dessecació antròpica havien patit els Aiguamolls durant les darreres dècades. L'actuació es circumscriu principalment al polígon 1 de la Reserva, actualment únic territori de propietat pública del Parc.

El control antilarvari dels mosquits

A causa de la proximitat del PNAE a zones turístiques molt poblades, es realitzen dins dels seus límits tractaments químics per al control de culícids, especialment abundants a la maresma i en aquelles zones humides on és freqüent l'alternància inundació-dessecació (Gabinaud, 1975; Martinoy i Quintana, 1989; Marqués *et al.*, 1994). Les espècies més abundants i, alhora, més agressives del litoral empordanès pertanyen al gènere ***Aedes*** (***A. caspius*** i ***A. detritus***). El seu hàbitat natural, salicorniars i prats, més o menys halòfils, d'inundació intermitent, representen un percentatge molt important de la superfície total del Parc Natural. Des de 1982 s'utilitza amb èxit el mètode de lluita antilarvària, que consisteix en eliminar les larves de culícids en els seus llocs de cria abans de que es produeixi l'emergència dels adults. S'utilitzen insecticides, un organofosforat (Temephos) i una toxina bacteriana (*Bacillus Thuringiensis* H14), ambdós molt més específics que els adulticides comunament emprats (OMS, 1975; Laird & Miles, 1983).

Es coneix amb força detall la toxicitat que tenen aquests productes sobre la major part dels organismes que poden veure's afectats per la seva aplicació (Mulla *et al.*, 1979; Who, 1979 i 1987). També s'han realitzat estudis que han posat de manifest la influència, a curt termini, d'aquests insecticides sobre l'estructura de la comunitat de zooplàncton que acompanya els culícids i la capacitat de recuperació d'aquestes poblacions després d'una aplicació (Quintana, 1991 i 1995; Quintana & Comín, 1993). No obstant no es tenen dades sobre la persistència d'aquests productes en el medi, ni de la possible influència sobre altres poblacions més estables, com poden ser les bentòniques, que poden veure's afectades a més llarg termini.

El pla de reintroducció de la llúdriga als Aiguamolls de l'Empordà i el projecte LIFE-Natura 96 per al bitó i el fartet

El Parc Natural està desenvolupant el projecte LLUDRIGA, per a la reintroducció de la llúdriga als aiguamolls.

Segons sembla, fins a la dècada dels cinquanta, la llúdriga era abundant a les conques Muga-Fluvià-Aiguamolls. A partir dels seixanta va patir una greu regressió que propicià la seva desaparició a principis dels vuitanta. Les causes cal buscar-les en la cacera incontrolada, la contaminació de les aigües i la molèstia en els seus hàbitats naturals.

El sanejament dels rius, la prohibició de l'ús d'organoclorats a l'agricultura i la creació del Parc Natural i la conseqüent restauració d'hàbitats en la Reserva Integral, juntament amb la declaració de la llúdriga com a espècie protegida, fan possible i desitjable la seva reintroducció.

El programa LIFE ja aprovat i vigent, té entre els seus objectius principals:

- Crear una xarxa de reserves per al fartet (***Lebias ibera* = *Aphanius iberus***) i el bitó (***Botaurus stellaris***), on una seria el PNAE.
- Determinar els aspectes imprescindibles de la biologia d'aquestes espècies amb la finalitat d'assegurar la seva conservació.
- Determinar l'eficàcia de les mesures de gestió aplicades.

Atès que la contaminació de les aigües és un dels factors claus per a l'èxit de la conservació d'aquestes espècies, és aconsellable fer un seguiment i control de la qualitat de les aigües als Aiguamolls de l'Empordà, per tal de detectar al moment els canvis en la qualitat, i determinar-ne les causes de forma immediata.

L'EDAR de la urbanització Empúriabrava

Aquesta EDAR ha estat construïda a la banda dreta, dins el Parc Natural, a prop de l'estany d'en Túries i de la Reserva Integral.

Es tracta d'una depuradora de tipus mixt, amb un tractament mitjançant fangs activats amb aireig prolongat sense decantació primària, seguit per un sistema de llacunatge amb una primera llacuna de sedimentació, on els fangs es mineralitzen, i una segona llacuna d'afinament, on es produeix l'última fase de depuració i desinfecció de forma natural.

Des del punt de vista de la preservació de l'ecosistema dels aiguamolls, i especialment des del punt de vista limnològic, el risc associat a la nova EDAR està relacionat amb les característiques de l'efluent, és a dir, de l'aigua depurada, i amb el seu destí. En aquest sentit, i atès que als aiguamolls de l'Empordà l'element eutrofitzador és el nitrogen, el principal risc està associat a les aportacions de nitrats a partir de l'EDAR, ja sigui per abocaments accidentals (poc probables) o per infiltració cap a l'aquífer (malgrat que el terreny de l'EDAR es permeabilitza amb argiles que impedeixen totalment la filtració de matèria orgànica i altres sòlids en suspensió, les argiles no són totalment impermeables a l'aigua i els seus soluts).

Tambè cal tenir en compte que la concentració de nitrats a l'aigua efluent tindrà una variabilitat temporal molt acusada, depenent principalment dels pics de població i dels canvis diaris d'activitat.

Recentment (1995), i gràcies als Fons d'infraestructures per a la Millora del Medi Ambient (FIMMA) de la Unió Europea, s'ha afegit un sistema de tractament addicional de l'aigua depurada mitjançant un sistema d'aiguamolls construïts (SAC), per tal de fer-la apta per a ésser utilitzada en el Parc per a la creació i restauració de zones humides, i en concret per alimentar l'estany del Cortalet, especialment a l'estiu, que les condicions de forta evaporació mantenen molt baixos els nivells d'aigua. L'objectiu d'aquest SAC és reduir els nivells de nutrients (principalment nitrogen) de l'efluent final que surtirà de l'EDAR, per tal que la seva aplicació no provoqui eutrofització en la maresma.

En relació amb aquesta actuació s'ha iniciat un programa de vigilància ambiental per tal constatar que el disseny i funcionament del SAC és correcte, i no es produeix eutrofització. En relació amb aquest programa de vigilància s'ha realitzat el present treball de seguiment de la qualitat de les aigües a la zona del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, que ha de marcar el moment "zero" del programa de vigilància futura.

Funcionament de l'ecosistema dels aiguamolls

El règim hídric dels Aiguamolls

El polígon 1 està format per un conjunt de llacunes costaneres (llaunes, en la terminologia local), envoltades per una extensió força àmplia de maresma, d'inundació intermitent. El règim hídric d'aquesta zona, molt influït per la seva proximitat al mar, ve determinat per l'equilibri entre les entrades d'aigua de mar, especialment durant els temporals de llevant, i les aportacions d'aigua dolça. Aquestes poden ser aportacions puntuals, durant les riuades, a partir dels rius Fluvià i la Muga, o permanents, principalment a partir del rec del Molí o Corredor, rec provinent de la plana conreuada.

Gran part de l'aigua que circula per la Reserva 1 ho fa a través de l'aquífer superficial. Aquest aquífer ocupa la part superficial de tot l'ompliment de la plana; arriba a tenir uns 20 m de fondària i està compost per sorres de granulometria fina, nivells de graves a la base i gruixos variables de llims argilosos a la part superior (Bach, 1990). Els trets hidrogeològics d'aquest aquífer estan molt lligats a les característiques del conjunt de masses d'aigua superficials que conformen les zones humides del Parc. Les variacions que experimenta l'aigua dins de l'aquífer són tant de nivell com de qualitat. Les variacions de la qualitat de les aigües subterrànies, en aquests medis litorals, venen dominades per la interacció amb l'aigua salada de mar, tant pel que fa a l'entrada superficial d'aquesta, com en la interfase subterrània que s'estableix dins de l'aquífer entre les aigües dolces i les salades. A aquesta dinàmica cal afegir-hi la salinitat pròpia dels

materials que formen aquesta zona, formats en uns ambients sedimentaris que han progradat guanyant terreny al mar.

Cal tenir en compte el caire mediterrani dels Aiguamolls de l'Empordà, amb un règim molt variable de pluges i amb evaporació força intensa, principal responsable de les irregularitats dels nivells d'aigua i de la seva composició, irregularitats subjectes no nomès a fluctuacions estacionals, sinó també a variacions a escales superiors de temps, segons que es passin anys més o menys secs.

La problemàtica ecològica de la regulació de fluxos

L'excès d'aigua que passa pel rec del Molí surt cap a mar a través d'un canal de desguàs, situat al costat del conus més profund de la Massona i obert durant els anys 50 per afavorir la dessecació de la zona. La regulació de fluxos es controla majoritàriament en aquest canal. L'any 1990 s'instal·là en aquest punt una comporta que permet aturar la sortida d'aigua cap a mar. D'aquesta manera, l'aigua retinguda es desvia cap al sistema de llacunes i manté inundada una major extensió de maresma. Per tant, l'aigua que inunda la maresma prové principalment del rec del Molí.

És ben coneguda la forta incidència que representa la regulació de fluxos sobre els ecosistemes costaners i aquesta es fa més palesa quan ens referim a sistemes tant fluctuants com és el cas de la maresma (Aguesse & Marazanof, 1965; López, 1983; Comín, 1984; Miracle, 1984; Pretus, 1985; Ros, 1987; Amanieu *et al.*, 1989; Lasserre, 1989; Quintana & Comín, 1989; Comín et al., 1991; Heurteaux, 1992).

Es disposa (Quintana, 1995) d'estudis realitzats casualment en el moment de la instal·lació de la comporta que mostren els canvis en les característiques físico-químiques de l'aigua i en l'estructura i composició de les comunitats planctòniques que hi viuen, causades per la posta en funcionament de la comporta. Aquests estudis demostren que la retenció de l'aigua i l'augment de la superfície d'inundació al polígon 1 de la reserva genera principalment dos problemes importants.

En primer lloc, causa una dulcificació de les aigües de la maresma, amb la conseqüent disminució de les espècies adaptades a salinitats més elevades i dintre de rangs més fluctuants. Aquesta dulcificació pot ser la responsable de la regressió dins del Parc de les poblacions d'espècies de gran interès, que actualment estan recluïdes a aigües més salades i que en aigües més dolces són desplaçades per altres espècies més banals. L'exemple més remarcable és el del fartet *Lebias ibera* (= *Aphanius iberus*) (Moreno-Amich *et al.* 1988; García-Berthou *et al.*, 1993), que ha estat declarat Espècie Protegida de la Fauna Autòctona per la Llei 3/1988, de 4 de març, de protecció dels animals, promulgada per la Generalitat de Catalunya. També succeeix amb la fanerògama aquàtica *Ruppia cirrhosa*, el copèpode *Eurytemora velox* i el cnidari *Odessia moeotica*.

En segon lloc, produeix un augment paulatí del grau d'eutròfia causada, d'una banda, per la major aportació de nutrients provinents de l'aigua dolça (no hem d'oblidar que aquesta aigua

dolça prové d'un rec que recull els excedents del regadiu) i d'altra banda, per la reutilització dels nutrients acumulats i fins ara retinguts en el sediment de la maresma, que es reaprofiten gràcies al canvi de les característiques de l'aigua. El procés és el següent (Quintana, 1995): en condicions normals, l'aigua que entra a la maresma té dues possibles sortides, l'evaporació i la filtració encara que la intensitat d'aquesta última és força baixa en sòls argilosos. El sediment argil·lós reté el fòsfor que entra juntament amb l'aigua i l'acumula en el sediment. Contràriament el nitrogen pot passar més fàcilment a l'aqüífer i, si no ho fa, és alliberat a l'atmosfera en forma de N_2 gas mitjançant el procés de desnitrificació, molt important en aquests tipus d'aigües (Kaplan *et al.*, 1979; Whitney *et al.*, 1981; Valiela, 1984). La desnitrificació afecta de manera més o menys directa a totes les formes de nitrogen (Nixon, 1981; Golterman, 1984; Valiela, 1984) i és d'esperar que cap de les formes de nitrogen tendeixi a acumular-se. El resultat, en condicions normals, és un dèficit de nitrogen i un excedent de fòsfor acumulat en el sediment. Aquest procés ha estat anomenat **confinament diferencial** (Quintana *et al.*, en premsa). En aquest sistema el nitrogen esdevé, doncs, el factor limitant de la producció primària, de manera que l'aport continuat de nitrogen amb l'entrada constant d'aigua dolça rica en compostos nitrogenats excedents del regadiu, dona lloc a un augment considerable del grau d'eutròfia.

Els aiguamolls de l'Empordà com a sistema fluctuant

Degut a les característiques irregulars dels fenòmens meteorològics responsables de les variacions de nivell de l'aigua, hem de considerar els aiguamolls com un sistema fluctuant mediterrani, sotmès a pertorbacions d'origen i intensitat molt variables. Els estudis realitzats (Quintana, 1995) s'han plantejat amb la intenció d'avaluar la incidència sobre la comunitat biològica de les diferents pertorbacions que intervenen en aquests ambients fluctuants, amb freqüent alternància inundació-dessecació i amb inundacions molt diverses, tant en intensitat i freqüència com en composició (temporals, precipitacions més o menys intenses, aportos d'aigua dolça, circulació subterrània, totes elles molt variables en composició salina i de nutrients). Els canvis causats per la intervenció humana, com la regulació de fluxos o l'aplicació de insecticides per al control dels culícids, han estat considerats com altres pertorbacions més, tot i que de naturalesa diferent, amb un efecte sobre la comunitat biològica comparable amb el de les pertorbacions naturals, si es preten tenir una idea precisa de la seva influència sobre el sistema.

La major dificultat que s'ha presentat ha estat la quantificació de l'efecte pertorbador. Aquesta dificultat és comuna a qualsevol estudi relacionat amb les pertorbacions (Sommer *et al.*, 1993), especialment si no podem utilitzar una mesura de la quantitat d'energia externa associada a la pertorbació (Margalef, 1991), atès que es tracta de pertorbacions incomparables mitjançant una mesura física, degut a la seva naturalesa i origen diversos. En aquestes condicions és més útil quantificar l'efecte pertorbador a partir de la resposta del sistema o de la resposta d'una determinada comunitat (Miracle, 1978; Rojo & Alvarez Cobelas, 1993; Sommer, 1993), tot i que ha de tenir-se en compte la possibilitat de que l'efecte pertorbador no queda ben reflectit segons la comunitat o fracció de la comunitat considerada (Sommer *et al.*, 1993). En el nostre cas hem

utilitzat la comunitat planctònica, especialment el zooplàncton, per la seva major rapidesa de resposta als canvis de la composició de l'aigua i la seva menor inèrcia al canvi respecte a altres comunitats més estables com poden ser el bentos o la vegetació.

En base als resultats de l'anàlisi de l'estructura de grandàries de la comunitat, també anomenada espectre de grandàries i biomassa (Rodríguez & Li, 1994), i dels moviments que segueix la comunitat en l'espai delimitat pels eixos principals de l'anàlisi multivariable, podem considerar la maresma como un sistema sempre lluny d'una situació d'equilibri i molt elàstic, amb capacitat de recuperació força ràpida després d'una pertorbació, especialment si aquesta no té continuïtat en el temps. Les característiques de les maresmes en aquesta zona són una alternància de pulsos de distinta intensitat i freqüència, desencadenats per la inundació marina i/o fluvial, temporal, etc. És d'interès per a una correcta interpretació de les variacions ambientals d'aquest tipus d'ecosistemes disposar de la informació adequada a la freqüència de variació i amplitud espacial de les característiques ambientals. Per això s'aborda amb aquest projecte l'estudi de la dinàmica de la comunitat biològica i dels factors físics i químics que els regulen a les escales temporals a les que varien aquests factors. Existeix, no obstant, un efecte negatiu important quan la pertorbació es manté en el temps, tot i que aquesta sigui de poca intensitat. Així, aportacions paulatines de nutrients com les que es donen durant la regulació de fluxos, tot i que inicialment puguin afavorir un major grau de complexitat i d'estructuració de la comunitat planctònica, a més llarg termini puguin tenir conseqüències negatives, com poden ser la tendència a la distrofia per excés d'acumulació de matèria orgànica. La resposta de la comunitat a pulsos pertorbadors més puntuals, tot i que siguin de major intensitat, permet una organització de la comunitat planctònica menys complexa, però més resilient i més capaç de recuperar-se després de la pertorbació. La idea de la major elasticitat de les comunitats menys estructurades s'ha analitzat en múltiples treballs, no sense una certa controversia (De Angelis *et al.*, 1989-a i 1989-b; Carpenter, 1990; Pimm, 1991; Carpenter *et al.*, 1992).

La influència negativa d'aquestes pertorbacions més paulatines sol manifestar-se amb retard en el temps i pot no ser detectada de manera immediata. Convé, per tant, observar aquests processos a major escala espacio-temporal, és a dir, sobre tot el sistema i a més llarg termini, aspecte que queda pendent en els estudis abans citats (Quintana, 1995). D'altra banda, la identificació de les causes pertorbadores es fa difícil en un medi tan fluctuant i la incidència de determinats processos pot quedar enmascarada si aquests es completen en un temps inferior a la freqüència d'observació. En efecte, petits canvis de nivell o composició de l'aigua que es donin en períodes curts de temps, poden tenir gran transcendència i, no obstant, poden passar desapercebuts segons la freqüència de mostreig emprada. Per aquest motiu, és imprescindible la instal·lació d'estacions de mostreig automàtiques que permetin la recollida de dades d'alta freqüència. També poden donar-se canvis circadianis de gran influència sobre l'estructura de la comunitat, com poden ser les variacions dia-nit de la concentració d'oxigen en aigües molt riques en matèria orgànica, que tot i que la seva existència s'intueixi a partir de les dades disponibles, només pot ser comprovada mitjançant seguiments d'alta freqüència.

HIPÒTESIS INICIALS

i OBJECTIUS

Hipòtesis inicials

Les hipòtesis de treball de les que es parteix inicialment són les següents:

1) Funcionament hidrològic i cicles biogeoquímics locals dels nutrients principals (N i P).

- Σ Malgrat la imprevisibilitat, a curt termini, del sistema i a malgrat les diferències entre cicles anuals, el sistema ha de manifestar, a llarg termini, una determinada tendència que marqui la seva evolució. Aquesta tendència pot suposar un comportament acumulador o exportador, segons les condicions hídriques que imperin, que pot tenir sentits diferents segons la substància considerada (matèria orgànica, nitrogen, fósfor, etc.) i segons el compartiment considerat (aigua lliure, sediment, vegetació terrestre, etc.). El coneixement d'aquestes tendències ha de permetre analitzar la idoneïtat d'una gestió determinada.
- Σ La regulació de fluxos afecta dràsticament a la renovació de l'aigua, minimitza la influència dels factors perturbadors naturals i modifica la tendència natural del sistema. L'aportació d'aigua residual depurada, encara que sigui pobre en nutrients, pot provocar canvis en el mateix sentit. Aquests canvis no es produiran si l'aigua depurada no arriba a ocupar la superfície de la maresma. Contràriament pot tenir un efecte de recàrrega de l'aqüífer, que pot considerar-se beneficiós sempre que es controli el nivell de nitrats i d'altres contaminants de l'aigua depurada.
- Σ L'aigua dolça superficial que entra al sistema prové, en gran part, del desguàs del regadiu. Degut a la seva composició, l'aport continu d'aquestes aigües superficials propicien una paulatina eutrofizació de les masses d'aigua dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquestes condicions, la maresma tendeix a l'acumulació neta de matèria orgànica, principalment en forma de vegetació.
- Σ Una de les vies més importants de circulació de l'aigua és per l'aqüífer. La incidència sobre les aigües superficials i sobre el sistema de maresma depen de la potència de l'aqüífer, del nivell freàtic i de la qualitat de l'aigua que circula. La inundació de extenses zones amb aigües depurades per l'EDAR pot afectar la qualitat d'aquestes aigües. El coneixement d'aquest efecte permetrà adequar la gestió de l'EDAR.

2) Efecte de les pertorbacions aleatòries i episòdiques típiques d'aquests ambients aquàtics fluctuants sobre l'estructura, composició i dinàmica de les comunitats aquàtiques.

- Σ La renovació de l'aigua i dels nutrients que transporta varia, d'acord amb les fluctuacions ambientals, de forma imprevisible dins d'un ampli rang de variació i en curts períodes de temps.
- Σ La relació causa-efecte entre les fluctuacions ambientals, la composició de l'aigua i la dinàmica de les comunitats biològiques està sotmesa a un retard temporal i totes aquestes variables poden considerar-se com expressions, amb més o menys retard, de les variacions en la taxa de renovació. El coneixement d'aquest retard és indispensable per explicar el funcionament ecològic del sistema. L'esmentat retard es funció de la velocitat en que es produeixen els diferents processos, la qual a la vegada depen d'altres factors, com la temperatura o les condicions inicials en el moment del canvi.
- Σ La incidència de l'ús d'insecticides pel control dels mosquits té un efecte similar al d'una perturbació de poca intensitat i de curta durada, després de la qual el sistema es recupera ràpidament. Això és així, sempre que l'insecticida utilitzat es degradi amb rapidesa i la freqüència d'aplicació sigui inferior a la taxa de renovació de la major part d'organismes aquàtics de la maresma. Encara que els insecticides utilitzats es degraden amb bastant rapidesa, es desconeix i ha d'analitzar-se la possible acumulació dels seus subproductes.
- Σ El grau de desestructuració de la comunitat, pot establir-se a partir dels canvis en l'espectre de biomassa i a partir de les trajectories dins de l'espai multivariable.

Objectius

Els objectius generals a assolir en aquest estudi són:

- A) Avaluar la qualitat ecològica de les aigües de la zona del Parc dels Aiguamolls de l'Enpordà.
- B) Avaluar la viabilitat de la inundació dels aiguamolls amb l'efluent del Sistema d'Aiguamolls Construits de l'EDAR d'Empúriabrava.

Els objectius específics són:

- 1) Realitzar la caracterització física i química de les aigües.
- 2) Inventariar la comunitat de macroinvertebrats i la seva evolució temporal.
- 3) Establir la relació causa-efecte entre les condicions ambientals de l'aigua i la composició i abundància de la comunitat d'invertebrats.
- 4) Inventariar la comunitat de diatomees i la seva evolució temporal.
- 5) Establir la relació causa-efecte entre les condicions ambientals de l'aigua i la composició i abundància de la comunitat de diatomees.
- 6) Caracteritzar la qualitat de les aigües des del punt de vista ecològic, a través de l'anàlisi de la comunitat de macroinvertebrats i de diatomees, determinant-ne els organismes indicadors.

ÀREA D'ESTUDI i MÈTODES

Àrea d'estudi

Els Aiguamolls de l'Empordà

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (PNAE) compren un conjunt de llacunes costaneres i zones inundables situades al NE del litoral català (Figura 1), front d'una plana deltaica, que omple la depressió empordanesa, situada immediatament al sud de les últimes estribacions dels Pirineus: la serra de Rodes-Paní (Bach, 1990). Des del punt de vista climàtic, el conjunt presenta un comportament típicament mediterrani, amb inundacions irregulars i sobtades, causades per episodis de precipitació intensa i/o per temporals de mar, molt més freqüents a la primavera i a la tardor, seguits de períodes més o menys llargs d'estabilitat hídrica, durant els quals el nivell d'aigua tendeix a disminuir paulatinament. Durant els períodes més estables els aiguamolls tendeixen a la dessecació i al pic de l'estiu només romanen inundades les parts centrals de les llacunes més fondes.

Dins del PNAE es troben diversos sectors o polígons amb qualificació de Reserva Integral, clarament diferenciats tant des del punt de vista geogràfic com hidrològic. Els dos més importants són els polígons 1 i 2, amb una extensió de 321 i 523 ha respectivament, que sumen el 99 % de la superfície total de Reserva Integral del PNAE (Sargatal, 1989).

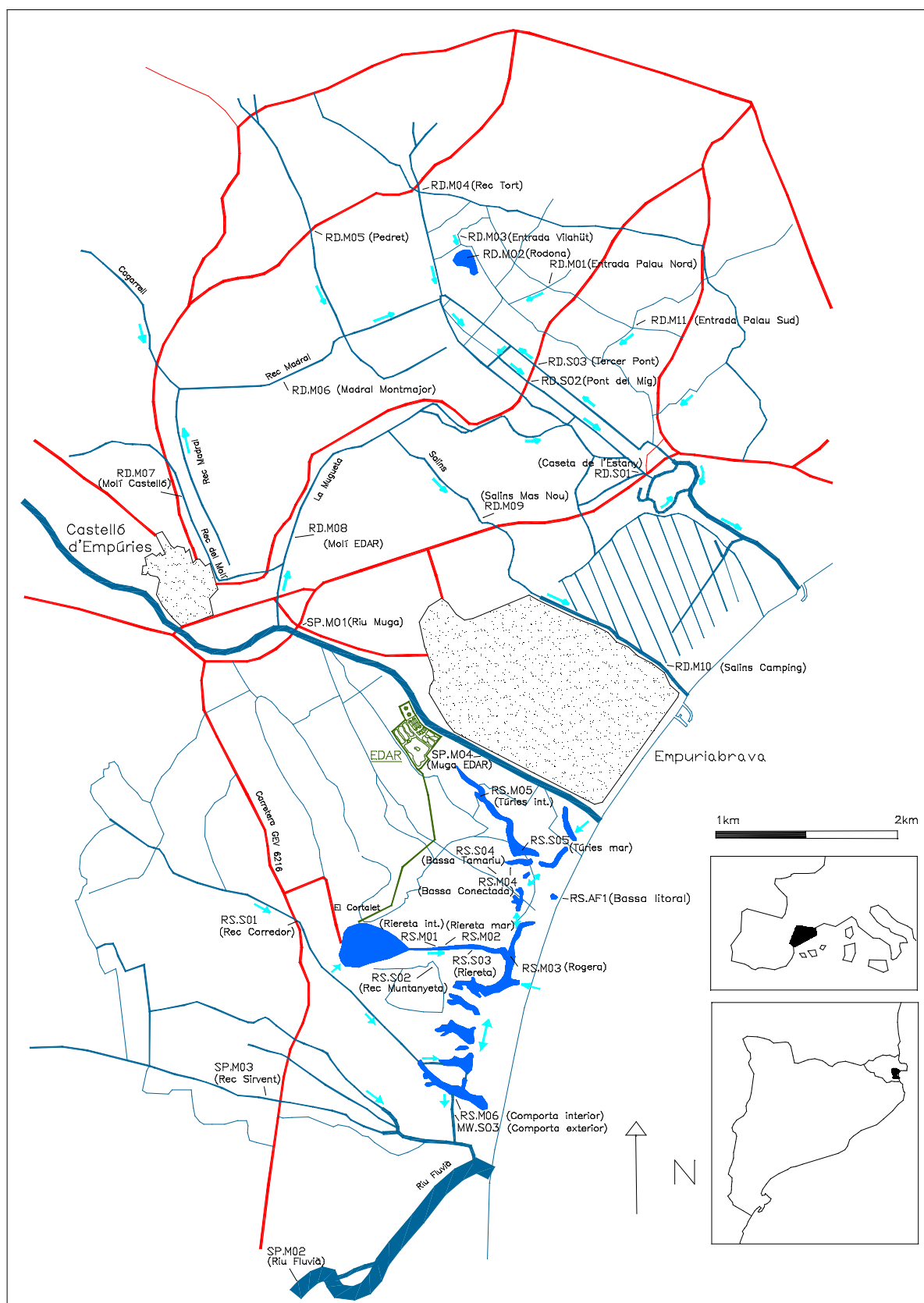
El Polígon 1 anomenat "dels estanys" està format per estanys i zones inundables d'aigua dolça situats al nord del riu la Muga. Són les restes de l'antic estany de Castelló, que en el segle XVII tenia un diàmetre aproximat de 8 km, però que ha patit successives dessecacions al llarg de la història. Aquests estanys situats més a l'interior s'inunden amb aigües dolces d'origen pluvial o fluvial. Tenen molt poca influència marina, tot i que en determinats períodes es poden donar intrusions d'aigua de mar.

El Polígon 2 o "de les llaunes" (nom empordanès de les llacunes litorals) inclou un conjunt de llacunes costaneres que s'estén entre les desembocadures dels rius Muga i Fluvià. Aquestes llacunes, de fondària variable (fins a 9 m de fondària màxima a la Massona, entre 0.5 i 3 m a la resta de les llaunes), estan envoltades per una àmplia extensió de maresma, organitzada en antics cordons litorals, paral·lels a la línia de costa, on s'acumula l'aigua d'inundació (Figura 1).

Des de la creació del parc aquests dos sectors de Reserva Integral es coneixen amb els noms de Reserva Dolça i Reserva Salada respectivament, en al·lusió a les seves diferents característiques hidrològiques. En aquest escrit s'ha utilitzat aquesta nomenclatura per identificar-los.

Característiques hidrològiques dels dos polígons

Les marcades diferències en la hidrologia de cadascun dels polígons obliga a tractar-los separatament en aquest capítol. Al marge de la major o menor influència marina, fet prou diferencial per sí mateix, els dos sectors reben aportacions d'aigua dolça d'origen molt diferent, fins i tot de conques fluvials diferents. La descripció independent del règim hídric de cada un dels dos polígons estudiats facilita la comprensió de les particularitats de cada sector, així com del seu comportament durant el període d'estudi.



ΣReserva salada

El règim hídric d'aquesta zona costanera està molt influït per la proximitat del mar (Bach, 1990). Els temporals de mar, especialment els que porten vents de llevant E o NE) actuen com a pertorbacions hídriques i provoquen puntualment forta inundació i intrusió salina. Sovint coincideixen amb precipitacions intenses i també amb desbordament dels rius, situacions que causen pujades de nivell especialment acusades.

No hi ha cap grau obert a la zona, de manera que el buidat es produeix principalment de manera paulatina per evaporació, fet que confereix al sistema un cert comportament endorreic. Ocasionalment es pot produir un buidat brusc pel trencament de la duna de platja quan el nivell d'inundació de la zona és molt alt. A l'estiu el nivell de l'aigua és especialment baix i la major part de la zona queda totalment seca. Només romanen inundades les llacunes més fondes com la Massona o la Rogera.

Un únic canal d'aigua dolça, anomenat rec Corredor desemboca directament al sistema de llacunes de la Reserva Salada, a través de la Massona. El rec Corredor és la única font d'aigua dolça superficial que entra a la reserva de forma contínua. Hi ha, però, una part de l'aigua que marxa cap al mar a través del canal de desguàs que comunica la Massona amb el rec Sirvent (Figura 1).

En aquest canal de desguàs la direcció del PNAE instal·là l'any 1990 una comporta per tal d'evitar la sortida cap al mar de l'aigua dolça provinent del rec Corredor i mantenir un major grau d'inundació a tota la maresma. Des del moment que s'inicià aquesta regulació de fluxos, els nivells d'inundació es manteniren molt més temps i la salinitat disminuï considerablement (Quintana, 1995). La regulació de fluxos ha causat importants problemes d'eutrofització de les aigües de la maresma, especialment a causa de l'augment de la càrrega de nitrogen que entra al sistema (Quintana, 1995; Quintana *et al.*, en premsa 1 i 2).

Una fracció important de l'aigua dolça que arriba al sistema prové de l'aqüífer superficial. Aquest aquífer arriba a tenir 20 m de fondària i ocupa la part superficial de tot l'ompliment de la plana. La seva composició està dominada principalment per sorres de granulometria fina, sobre les quals hi ha una capa prima més impermeable de llims argilosos (Bach, 1990). Tota la Reserva Salada descansa sobre aquest aquífer únic i força permeable, a causa de la seva composició rica en sorres. D'aquesta manera, qualsevol canvi de nivell d'aigua es transmet fàcilment a tot el conjunt per via subterrània.

ΣReserva dolça

La hidrologia de la Reserva Dolça és molt més depenent de les aportacions d'aigua pels cursos fluvials més o menys cabalosos que l'alimenten. L'aigua que arriba a la Reserva Dolça desguassa cap al mar a través del rec Madral, canal obert antigament per facilitar la dessecació de l'estany de Castelló. La poca diferència de nivell entre el rec Madral i el mar fa que l'aigua circuli a molt poca velocitat en aquest rec i sovint quedi estancada. Així, en ocasions el rec Madral es pot comportar com un estany, malgrat que el nivell de confinament de les aigües és molt inferior al que es pot observar a la Reserva Salada, i

gairebé sempre es pot detectar una certa circulació, encara que no es tradueixi en un cabal molt aparent.

El rec Madral, de recorregut molt curt, prové de la plana conreuada del nord del terme municipal de Castelló d'Empúries i drena tota una zona molt rica en terrenys inundables i closes. Durant el seu recorregut, el rec Madral rep pel costat oest del parc les aportacions d'altres cursos fluvials, com el rec Tort i la riera de Pedret, provinents de la plana empordanesa situada al nord de la Muga. Es tracta de cursos d'aigua de poc cabal, però permanents i amb aigua corrent.

Pel sector sud, la Reserva Dolça rep altres aportacions d'aigua, que provenen directament o indirecta de les aigües del riu la Muga. Són el rec del Molí i el rec Salins. El rec Salins desemboca directament al mar tot vorejant la urbanització d'Empuriabrava, però en ocasions part d'aquesta aigua es desvia cap al rec Madral. El rec del Molí i el rec Salins reben els efluents de dues depuradores d'aigües residuals. El rec del Molí rep l'efluent de l'EDAR de Castelló d'Empúries (Ilacunatge), però també, abans d'aquest abocament, rep una part de les aigües residuals de Castelló d'Empúries, que surten per un sobreixor, ja que l'entrada a la xarxa de clavagueram de les escorries de regadiu ocupa un volum que desplaça aquesta aigua residual. El rec Salins ha rebut l'efluent secundari de l'EDAR de Salins d'Empuriabrava fins a final de juny de 1997.

Les aigües que desemboquen a la Reserva Dolça per la banda nord tenen unes característiques molt diferents. Aquí els cursos d'aigua (que hem anomenat recs d'entrada a Palau) provenen de les elevacions de la serra de Rodes-Paní, dins el terme municipal de Palau Saverdera. Es tracta de cursos d'aigua de recorregut molt curt i de molt pendent, de comportament torrencial, amb llargs períodes de sequera i velocitats molt elevades durant els períodes humits. Aquest comportament més característic de zones muntanyenques diferencia aquest sector nord de la resta de la Reserva Dolça, on les aigües són més alentides i més típiques d'ambients deltaics.

Aquestes aigües provinents de la serra de Rodes alimenten el sector de la Reserva Dolça anomenat els estanys de Palau, on es troba l'estany de Vilaüt, la principal massa d'aigua permanent en aquest polígon. El rec de Palau drena gran part d'aquestes aigües i es comporta com un autèntic estany pel fet que manté les seves aigües estancades la major part de l'any.

Les aportacions marines que arriben a la Reserva Dolça es limiten a petites intrusions a través del desguàs del rec Madral quan els nivells d'aigua són baixos i puja el nivell del mar, situació que és força freqüent a mitjan i final d'agost. La influència marina, però, només és detectable al rec Madral i no se sol transmetre a la resta de la zona.

Disseny del mostreig

El disseny del mostreig ha estat comú als estudis paral·lels realitzats per els grups d'Enginyeria Sanitària i Ambiental de la UPC, i de Química Analítica de la UdG.

Elecció dels punts de mostreig

Tal com es descriu a la introducció, l'objectiu que es persegueix en aquest estudi és la descripció acurada de la qualitat i dels fluxos d'aigua en la zona d'influència del PNAE. La planificació del mostreig s'ha realitzat en base a dos criteris:

- La caracterització física, química i biològica de les aigües del PNAE i la identificació dels factors que determinen les variacions en la seva composició.
- La composició de les aigües d'alimentació i la seva influència en la qualitat de l'aigua del PNAE. La identificació de les càrregues contaminants que arriben al parc i dels seus possibles orígens.

En base a aquests criteris, d'una banda s'han pres mostres en una sèrie de punts que podem considerar centrals, en estanys o cubetes representatius de cadascun dels polígons del parc. D'altra banda, s'han analitzat també els principals cursos d'aigua perifèrics que alimenten cadascun dels sectors.

Les característiques fluctuants del sistema dels Aiguamolls de l'Empordà ens han obligat a realitzar mostreigs amb freqüència setmanal, la qual cosa, per raons òbvies d'esforç de mostreig, es limita únicament als punts més representatius de cada sector: tres punts a la Reserva Dolça i cinc a la Reserva Salada. Posteriorment i tenint en compte la influència que poden tenir els Sistemes d'Aiguamolls Construits damunt la Reserva Salada, s'han ampliat a vuit els punts de mostreig setmanal en aquest sector. La resta de punts de mostreig mensual permet tenir una visió més global i extensiva, especialment de les aigües d'alimentació del parc.

Distribució dels punts de mostreig

La distribució dels punts de mostreig és força complexa. A l'hora d'interpretar els resultats obtinguts a cada punt és necessari tenir en compte les seves característiques hidrològiques (circulació d'aigua, salinitat, importància relativa de les aportacions superficials o subterrànies, etc.). Aquestes característiques no segueixen un patró espacial clar, identificable mitjançant un mapa de situació, de manera que la interpretació dels resultats obtinguts a cada punt de mostreig requereix un cert grau de coneixement de la zona. Per facilitar la comprensió del funcionament hídric del sistema, es relacionen a continuació els principals condicionants hídrics dels punts de mostreig considerats.

ΣReserva salada

La influència marina a la Reserva Salada és força aparent en tot el conjunt, especialment ric en comunitats halòfiles. Aquesta influència marina no es manifesta sobre un gradient espacial perpendicular a la línia de costa, sinó en una direcció NE-SO pel fet

que les entrades d'aigua dolça es donen gairebé exclusivament pel límit sud, a través del rec Corredor. És important destacar que les característiques de l'aqüífer, força ric en sorres, facilita la circulació d'aigua subterrània, de manera que les entrades d'aigua, tant dolça com salada, es trasmeten al conjunt amb força facilitat per via subterrània. En el rec Corredor, a l'entrada de la Reserva Salada s'ha establert el primer punt de mostreig:

RS.S01 Rec Corredor

El rec corredor aboca les seves aigües a la Massona i l'excedent d'aigua surt cap al rec Sirvent i cap al mar a través d'un canal de desguàs, en el qual la direcció del PNAE ha instal·lat la comporta que permet la regulació de fluxos. El mostreig en aquest canal permet avaluar la composició de l'aigua de sortida i les diferències de nivell abans i després de la comporta:

RS.M06 Comporta interior

MW.S03 Comporta exterior (mesura únicament de nivell d'aigua)

L'aigua retinguda a causa de la comporta es desvia de la Massona cap al sistema de llacunes més salades a través d'una depressió que arriba fins la Rogera. Els punts situats en aquest sector reben l'aigua dolça directament a través d'aquesta depressió:

RS.S03 Riereta

RS.M03 Rogera

D'altra banda, la Rogera és la llacuna més propera al mar i on la influència marina es manifesta més clarament.

Una part de l'aigua que circula pel rec Corredor es bomba artificialment per inundar l'estany del Cortalet. L'excedent d'aigua que circula per aquest estany inunda els prats salats adjacents i els recs de drenatge que els envolten. La major part d'aquesta aigua es canalitza cap a la Riereta. Una comporta situada a l'entrada de la Riereta (Passera Riereta) evita que l'aigua dolça evacui i manté aquests prats amb un grau superior d'inundació. Els punts situats en aquest sector permeten observar la influència de l'aigua que prové de l'estany del Cortalet i el paper de la passera en la retenció d'aigua i nutrients:

RS.S02 Rec Muntanyeta

RS.M01 Passera Riereta interior

RS.M02 Passera Riereta mar

De la Rogera cap al nord, la circulació d'aigua superficial es pot veure interrompuda si els nivells d'aigua són baixos, a causa d'una certa elevació del terreny entre la Rogera i l'Estany d'en Túries. Així, tots els punts situats més al nord es troben més confinats, menys influïts per

les aportacions d'aigua dolça i més dependents de les entrades per via subterrània. En aquestes condicions resulta important la composició del substrat pel seu paper en facilitar la circulació d'aigua subterrània. La major part de la zona nord descansa sobre sediments més argilosos:

RS.M04	Bassa Connectada
RS.M05	Estany d'en Túries interior
RS.S05	Estany d'en Túries mar

però algunes basses tenen un sediment força sorrenc:

RS.S04	Bassa Tamariu
RS.AF1	Bassa Litoral

Σ **Reserva dolça**

S'han establert quatre punts de mostreig a la zona central de la Reserva Dolça, dos al rec Madral:

RD.S01	Caseta de l'Estany
RD.S02	Madral-pont mig

i dos als estanys de Palau:

RD.S03	Tercer pont
RD.M02	Estany de Vilaüt

Els dos primers punts mostren les característiques de rec de desguàs del rec Madral i generalment presenten un cert corrent d'aigua de sortida cap al mar. La caseta de l'estany està situada al final de la reserva integral molt a prop del mar i és el punt d'aquest sector amb més influència marina. Ocasionalment, però, la intrusió marina pot arribar a afectar el rec Madral a l'alçada del pont del mig.

Els dos últims punts representen les aigües més confinades de la Reserva Dolça, amb influència marina pràcticament nul·la i alimentades gairebé exclusivament pels recs temporaris que baixen de la muntanya. S'han pres mostres també en els principals d'aquests recs:

RD.M01	Rec entrada Palau nord
RD.M11	Rec entrada Palau sud
RD.M03	Rec entrada Vilaüt

El primer d'aquests recs rep els aports depurats, poc importants, de l'EDAR de Palau Saverdera i rep també una quantitat important d'aigua sobrant del regadiu de la zona, provinent de l'embassament de Boadella. Per tal d'avaluar la influència de l'aigua de

regadiu, s'ha recollit mostra en un dels canals quan hi circulava aigua:

RD.M12 Canal Regadiu

La resta de punts de mostreig de la Reserva Dolça corresponen a les aigües d'aportació, que podem classificar en dos grups, d'una banda els emissaris que provenen del sector oest, d'aigua més o menys corrent i permanent:

RD.M04 Rec Tort

RD.M05 Riera de Pedret

RD.M06 Montmajor

d'altra banda les aportacions de curs més lent provinents de la Muga:

RD.M07 Rec del Molí, Castelló

RD.M09 Rec Salins, Masnou

Tant el rec del Molí com el rec Salins reben aportacions d'aigües depurades, després de les quals també s'han recollit mostres:

RD.M08 Rec del Molí, EDAR

RD.M10 Rec Salins, Camping

ΣCursos fluvials

S'ha considerat també l'estudi dels principals cursos fluvials que arriben a la zona del parc, malgrat no aboquin contínuament i directa les seves aigües a cap sector de la Reserva Integral:

SP.M01 Riu Muga

SP.M02 Riu Fluvià

SP.M03 Rec Sirvent

SP.M04 Riu Muga sortida EDAR

Al marge del fet que desemboquin al mar dins del Parc Natural, també puntualment poden aportar-hi aigües a la Reserva Integral en situacions concretes de riudes o temporals. Finalment, el punt situat a la Muga a la sortida de la EDAR d'Empuriabrava permetrà avaluar la incidència d'aquesta depuradora sobre l'últim tram del riu, així com veure com evoluciona la qualitat una vegada les aigües es reutilitzin totes al PNAE

ΣAigües de tractament

Puntualment s'han realitzat alguns mostreigs a entrada i sortida de la EDAR de Palau Saverdera i de la potabilitzadora d'Empuriabrava.

Mètodes

Presa de mostres i anàlisis

A la Taula 1, es llisten els paràmetres objecte d'estudi del projecte, i a la Taula 2 la freqüència de mostreig d'aquests paràmetres en cada punt.

S'han recollit, mostres d'aigua, sediment i teixits de peixos amb diferent freqüència (Taula 2).

A la Reserva Salada, es van instal·lar nivells referenciats a la mateixa cota, en els que el valor zero, és igual al nivell mitjà del mar a la zona. A la Reserva Dolça, els nivells instal·lats, no estaven referenciats a la mateixa cota, de manera que els seus valors corresponen a un valor arbitrari assignat a cada nivell. Restant d'aquest valor, el valor corresponent al sediment s'han obtingut les fondàries de la columna d'aigua en cada punt.

Els cabals han estat mesurats mitjançant un correntímetre.

Els paràmetres físico-químics, temperatura, conductivitat, pH, i % de saturació d'oxigen de l'aigua, s'han mesurat "in situ" mitjançant oxímetre (oxigen i temperatura) conductímetre, pHímetre.

Es van recollir mostres d'aigua filtrades al camp, per a l'anàlisi dels nutrients inorgànics dissolts (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , i PO_4^{3-}).

Les anàlisis d' NH_4^+ s'han realitzat seguint el mètode descrit a Solórzano (1969). Els nutrients dissolts, NO_2^- , NO_3^- , i PO_4^{3-} , s'han analitzat mitjançant FIA (Flow Injection Analysis), seguint els mètodes descrits a Cerdà *et al.* (1996) i Tekator (1990).

La determinació de la concentració de clorofil·la s'ha realitzat prèvia extracció durant 24 hores amb metanol al 90%, utilitzant les expressions de Talling & Driver's (1963).

L'alcalinitat s'ha analitzat amb aigua no filtrada seguint el mètode descrit a Ros (1979).

Taula 1. Relació dels paràmetres analitzats en els diferents punts de mostreig de la zona del PNAE.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Cabal i/o nivell2. Sonde (Temperatura, conductivitat elèctrica, pH i oxigen dissolt)3. Nutrients dissolts (amoni, nitrit, nitrat, fòsfor reactiu soluble)4. Nutrients totals (nitrogen i fòsfor total)5. Matèria orgànica (oxidabilitat al permanganat o DQO en aigües subterrànies)6. Cations i anions (calci, magnesi, sodi, potassi, sulfats, clorurs i alcalinitat)7. Metalls pesants (coure, níquel, plom, zinc, cadmi, crom)8. Contaminants orgànics (PCB, pesticides organoclorats i organofosforats)9. Recompte i determinació de diatomees10. Recompte i determinació de macroinvertebrats |
|---|

Taula 2. Relació de mostres analitzades en diferents sectors de la zona del PNAE. (S: mostreig setmanal, M: mostreig mensual, Sem: mostreig semestral, An: mostreig anual). Continuació.

Mostreig d'invertebrats aquàtics

La captura d'invertebrats aquàtics s'ha realitzat amb salabre de 20 cm de diàmetre i xarxa de 250 µm de pas. El mètode consisteix en enfonsar el salabre a l'aigua i aixecar-lo per pescar els invertebrats que es troben a la columna d'aigua immediatament superior. La captura es repeteix varies vegades (en aquest cas, generalment 20) per tal d'augmentar el nombre d'individus capturats. Posteriorment l'abundància es refereix a nombre d'individus per salabre (captura per unitat d'esforç). Els organismes capturats s'han fixat amb formol al 4% per al seu posterior recompte i determinació a la lupa binocular i/o al microscopi.

Sistemes de captura similars han estat àmpliament utilitzats per la captura dels organismes que componen l'heleoplàncton per a la comparació de poblacions capturades en espais o temps diferent (Andis et al., 1983; Stewart & Schaeffer, 1983; Sandoski et al., 1987). No donen una estima molt precisa de la densitat absoluta, però permeten la comparació de les abundàncies relatives de les diferents espècies. Cal tenir en consideració que el mètode de captura no és eficient per a l'estudi d'espècies estrictament bentòniques.

El mostreig en aigües corrents s'ha realitzat amb **surber**, pel fet que en aquests ambients pràcticament tots els organismes es localitzen en el sediment i sota les pedres. En aquest cas es recullen tots els organismes que es troben en un quadrat del sediment del riu de 40x40 cm i es filtren amb xarxa de 1 mm. Les densitats d'organismes obtingudes amb aquest mètode sí es poden considerar abundàncies absolutes, però degut a la major importància dels organismes bentònics, els recomptes obtinguts amb els dos mètodes són incomparables. La utilització de les captures amb **surber** no és generalitzable als punts de mostreig d'aigües estancades, perquè no és útil per capturar organismes que colonitzen l'aigua lliure, de manera que han de tractar-se per separat les dades obtingudes amb els diferents sistemes de captura.

Tenint en compte l'elevat nombre de punts de mostreig i la complexitat que representa el recompte i la determinació de les espècies, entre tots els punts s'han escollit deu prioritaris que són els que s'analitzen en aquest informe. Les dades obtingudes corresponents als altres punts de mostreig s'analitzaran posteriorment.

Els punts de mostreig considerats prioritaris són:

Reserva salada:	RS.M03	Rogera
	RS.S02	Rec Muntanyeta
	RS.S03	Riereta
	RS.S04	Bassa Tamariu
	RS.S05	Túries mar
Reserva dolça:	RD.M02	Vilaüt
	RD.M05	Riera de Pedret
	RD.S01	Caseta de l'Estany
	RD.S02	Madral-pont mig
	RD.S03	Tercer pont

El mostreig de tots els punts prioritaris ha estat realitzat amb salabre a excepció de la riera de Pedret, que ha estat amb **surber**.

Igualment, pel que fa a la determinació de les espècies, s'ha prioritzat la determinació dels grups taxonòmics que s'han considerat més abundants o més representatius de la fauna que colonitza els ambients temporanis o semipermanents d'aigües estancades. Aquests grups són els cladòcers, els copèpodes, els ostràcodes, els coleòpters, els heteròpters i les larves de quironòmids.

Mostreig de diatomees

Les mostres s'han recollit mensualment a tots els punts de mostreig inclosos en aquest projecte. Tenint en compte la dificultat i lentitud que suposa la preparació de les mostres i el posterior recompte i determinació de les espècies, es presenten els resultats preliminars obtinguts. Aquests resultats inclouen les mostres trimestrals de quatre punts, dos de la Reserva Salada (Estany d'en Túrries i Riereta) i dos de la Reserva Dolça (Madral-pont mig i Tercer pont). Els mesos analitzats són octubre, gener, abril i juliol (a la Reserva Salada hi ha aigua a partir del mes de novembre).

Inicialment el mostreig va consistir en la recollida d'un tall de vegetació submergida sobre la qual s'hi havien desenvolupat els epífits. A partir del mes de febrer les mostres de diatomees es van pendre directament d'un substrate artificial que redueix la variabilitat espacial i alhora permet fer recomptes quantitatius. La manca d'un mètode quantitatiu artificial estandaritzat que permeti obtenir mostres representatives de l'estructura de la comunitat de diatomees epífites ha fet que s'en dissenyés un per a aquest estudi.

El suport artificial consisteix en una vareta de vidre de 55 mm de longitud x 4 mm de diàmetre. Aquesta vareta es subjecta a un flotador el qual permet mantenir la vareta de vidre sempre a la mateixa fondària, aproximadament entre 6 i 7 cm. El flotador llisca a través d'una barra de ferro que fixa la seva posició horitzontal (veure foto). El fet de poder tenir la mateixa fondària de presa de mostres per a tots els punts mostrejats fa possible l'eliminació de la variabilitat entre mostres, és a dir que la diferència entre mostres vingui donada per les diferents característiques dels diversos punts mostrejats i no per la diferència de la presa de mostres. Les mostres s'han fixat **in situ** amb formol al 4%.

Determinació i anàlisi de les mostres de diatomees

Els frústuls s'han netejat amb una digestió amb àcid sulfúric en calent seguint el mètode descrit per Husted (1930). Un cop nets s'han muntat en reïna Nafrax i s'han examinat amb un microscopi òptic Zeiss Axiovert-135 a 1000 ó 1600 augments. De cada mostra s'ha comptat una mitjana de 300-400 frústuls per tal d'establir l'abundància relativa de les espècies presents.

Per a la determinació taxonòmica s'ha seguit a Husted (1930) Patrik & Reimer (1966, 1975), Germain (1981) i Krammer & Lange Berthalot (1986, 1991, 1996).

Degut a la necessitat d'un cert coneixement taxonòmic, a que la identificació a nivell d'espècies no és sempre fàcil i, considerant la necessitat de simplificar l'aplicació posterior dels resultats obtinguts, s'ha optat per treballar les diatomees a nivell de gènere. Malgrat que hi hagi una pèrdua d'informació, s'han observat resultats bastant similars quan es treballa amb índexs biòtics (Coste, Bosca & Dauna 1991). L'índex utilitzat ha estat el IDG (índex diatòmic genèric), que és una variant de la fórmula proposada per Zelinka i Marvan (1961):

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot v_j \cdot i_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot v_j}$$

on a_j = abundància del taxó j

v_j = sensibilitat a la pol·lució del taxó j

i_j = valor indicador o grau d'estenoicitat

Els valors de sensibilitat a la pol·lució així com els valors indicadors per a cada gènere necessaris pel càlcul d'aquest índex es troben a Lecointe **et al.** (1993). Les diatomees presenten múltiples avantatges com a organismes indicadors: són presents i estan molt diversificades a tots els ambients aquàtics, i la seva presència i abundància relativa estan estretament lligades les condicions físiques i químiques de les aigües (Dam, 1982). La facilitat a l'hora de prendre les mostres (Shoeman & Haworth, 1986) així com la sensibilitat d'aquestes algues per a la pol·lució orgànica (Patrik 1964, Descy 1976) i als diferents nivells d'eutròfia (Steinberg & Schiefele, 1988) han fet que la utilització d'aquests organismes com a indicadors de la qualitat de les aigües sigui ja bastant extesa, sobretot pel que fa als rius (Sabater **et al.**, 1987; Gluzkowska & Gasse, 1990; Prygiel & Coste, 1993; Lobo, **et al.**, 1995), en canvi, és molt poca la informació que hi ha referent als ambients lenítics.

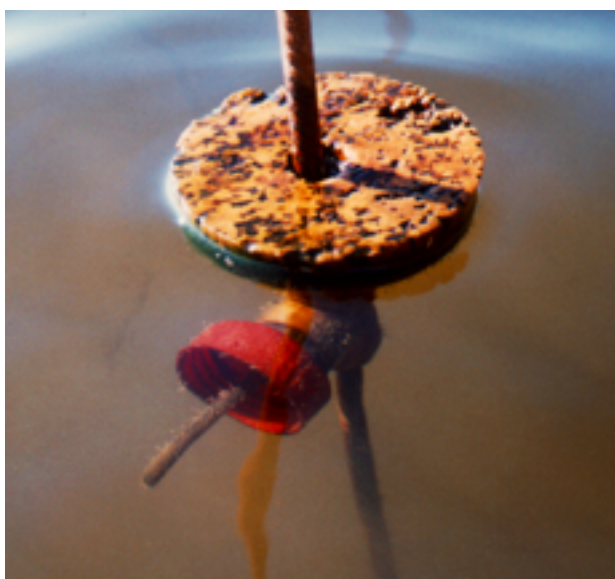


Foto 1.

Suport artificial per al mostreig de diatomees.

Anàlisi de dades

L'establiment dels factors que determinen les característiques i la dinàmica dels ecosistemes aquàtics de l'àrea d'estudi, s'ha realitzat mitjançant mètodes multivariables d'ordenació (anàlisi de correspondències) i de classificació (anàlisi de **cluster**).

D'altra banda, per a l'estudi de les diatomees també s'ha realitzat la comparació dels resultats del càlcul dels índex biòtics amb els resultats obtinguts del CA. Hem utilitzat aquest anàlisi basant-nos en la relació que generalment s'observa entre algun eix i el grau d'eutròfia del medi (Tomàs, 1988; Guzkowska & Gasse, 1990; Katoh, 1991; Prygiel & Coste, 1993).

Tots els càlculs s'ha realitzat amb el paquet estadístic SPSS v.6.0 per a Windows.

Σ Anàlisi de Correspondències

Com a mètode d'ordenació s'ha utilitzat l'anàlisi de correspondències (CA, de **correspondence analysis**), també anomenat **reciprocal averaging** entre altres termes. CA està relacionat amb l'anàlisi de components principals, però per a dades de comunitats es considera generalment millor el CA. Una explicació succinta del mètode es dona a continuació:

Partim de la consideració de que les espècies configuren un espai multidimensional (un hiperespai) on cada mostra té per coordenades l'abundància de cada espècie. El què es preten amb l'anàlisi és establir les similituds entre les mostres per tal d'identificar situacions o processos ecològics rellevants. Aquesta anàlisi és complicada a partir de les dimensions (=espècies) originals ja que no podem realitzar una representació completa multidimensional (el nostre és un món només tridimensional). També resulta ineficaç realitzar-la a partir de representacions dos a dos quan es disposa d'un nombre elevat d'espècies o, com és habitual, quan molta informació ecològica associada a les espècies és redundant.

L'ordenació és un procediment per obtenir representacions en unes poques dimensions (habitualment 2, 3 o 4 dimensions o eixos principals) ortogonals (amb informació estocàsticament independent), amb la condició que la disposició relativa de les mostres en aquest nou espai reduït sigui molt similar al de l'hiperespai original. El mètode consisteix en assignar una puntuació (**scores**) a cada mostra de tal forma que les mostres poden ser ordenades al llarg d'aquests nous eixos segons aquests **scores** (que venen a ser la coordenada de cada mostra). L'**score** de cada mostra és la suma ponderada de l'abundància de les espècies que conté. Els mètodes d'ordenació es diferencien per la tècnica utilitzada per assignar el pes estadístic a les espècies (pes que serveix per a la ponderació en el càlcul dels **scores**).

Una particularitat del CA és que les mostres i les espècies són ordenades simultàniament. Els **scores** són assignats a cada mostra i a cada espècie de tal manera que es maximitzi la correlació entre els **scores** de les mostres i els **scores** de les espècies. Aquesta particularitat fa que mostres i espècies puguin representar-se sobre el mateix sistema d'eixos, facilitant la interpretació d'aquests.

Sens dubte, la interpretació ecològica dels eixos és la qüestió que presenta més dificultat. Aquesta interpretació pot afrontar-se analitzant: 1) les característiques ecològiques de les espècies amb més pes explicatiu dins de cada dimensió (=major contribució a la inèrcia de la dimensió); 2) la situació ecològica (a partir de les característiques físiques i químiques de l'aigua) corresponent a les mostres amb coordenades extremes dins de cada dimensió, en el context de la serie temporal de mostreigs; i 3) les correlacions entre les dimensions i les característiques físiques i químiques de l'aigua.

En general, la solució del CA dóna un nombre de dimensions superior al que podem interpretar. Només les 3 o 4 primeres solen explicar la variabilitat associada a processos ecològics rellevants, mentre que la resta sol correspondre a variabilitat aleatòria o irrellevant. El criteri per escollir el nombre de dimensions finalment acceptades en la solució CA és subjectiu, però en general es considera que valors singulars per sobre de 0.5 indiquen dimensions que presenten una bona separació de les espècies (ter Braak, 1987).

En aquest estudi hem realitzat el CA tant sobre la matriu {grups d'invertebrats x mostres} com sobre la matriu {gèneres de diatomees x mostres}. En ambdós casos la informació és abundància (captures per unitat d'esforç i proporció, respectivament).

Σ **Anàlisi de cluster**

Un cop realitzat el CA, s'ha considerat interessant classificar els punts de mostreig segons la seva semblança quant a la dinàmica temporal del sistema. Com a mètode de classificació hem aplicat un anàlisi de **cluster** mitjançant un mètode jeràrquic aglomeratiu (UPGMA). Per a aquesta anàlisi s'ha partit de la matriu de distàncies entre punts de mostreig, calculades com a distància euclídea (rel quadrada de la suma de les diferències al quadrat entre parells de coordenades per cada dimensió del CA i data de mostreig).

Els mètodes aglomeratius construeixen els grups (=clusters) afegint nous membres (mostres) segons similitud decreixent, seguint els passos següents de forma iterativa fins a agrupar totes les mostres: 1) es combinen les dues mostres més similars (menor distància euclídea); 2) es recalcula la matriu de distàncies considerant el nou **cluster** com una mostra (enlloc de les dos que el componen); 3) es retorna al pas 1). El resultat es presenta en forma de dendrograma jerarquitzat. Els diferents mètodes difereixen en la manera de recalculer la distància entre el nou cluster i les restants mostres. El mètode més utilitzat és el UPGMA (**Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages**) que promitja les distàncies originals respecte de les mostres que formen el **cluster**. La determinació del nombre de **clusters** és l'aspecte més poc desenvolupat d'aquest tipus d'anàlisi i sol fer-se de forma subjectiva.

RESULTATS

Característiques físiques i químiques de l'aigua

Hidrologia

A les Taules 3 a 6 s'inclouen la mitjana, desviació típica, màxim, mínim i percentil 90 de tots els paràmetres físics i químics seguits en l'estudi. La dinàmica temporal d'aquests es representa a les Figures 2 a 22.

Σ Reserva Salada

Fins a principi de novembre tots els punts de mostreig estaven secs. A mitjan d'aquest mes, degut a les precipitacions caigudes, i algun temporal de llevant de poca importància, les basses es varen inundar, assolint, però cotes molt baixes.

La segona setmana de desembre, va haver-hi un temporal de llevant de gran intensitat, acompanyat de precipitacions abundants als aiguamolls i a l'interior tal com indica el màxim de cabal del Rec Corredor (RS.S01) (Figura 2). Tota la Reserva Salada es va inundar majoritàriament d'aigua del mar, assolint un màxim de cota, comú en la majoria de punts. La baixada del nivell del mar, va provocar un buidat ràpid de l'excedent d'aigua de la reserva. Aquest buidat va facilitar el vessament cap al sistema de les llaunes de l'excedent d'aigua de la Massona on hi entra l'aigua dolça del Rec Corredor, que no pot evacuar al mar per l'efecte de la comporta. També es sol donar en aquests casos una important entrada d'aigua dolça per via subterrània, a través de l'aquífer carregat d'aigua dolça durant les precipitacions que coincideixen amb el temporal de mar (Quintana, 1995). L'entrada d'aigua dolça fa que tots els nivells tornin a pujar durant els mesos de Desembre, Gener i Febrer.

A partir d'aquest moment, es poden identificar dos sectors geogràfics amb diferent comportament hídric: El sector sud, més pròxim a la font d'aigua dolça, amb nivells topogràfics generalment més baixos i el sector nord, més allunyat de la font d'aigua dolça i amb un nivell topogràfic més alt. Aquest últim només es veu afectat per l'entrada d'aigua dolça mentre aquesta sigui important. A final de febrer quan coincideix un cabal baix del Rec Corredor amb una obertura puntual de la comporta, els nivells del sector nord comencen a baixar rapidament sense recuperar-se. En el sector sud, però, sí que s'atura el descens dels nivells. Fins i tot augmenten lleugerament, quan torna a operar la comporta, indicant una major influència de la regulació de fluxos en aquest sector.

Duran la primavera els nivells van baixar paulatinament degut a la manca de precipitacions i de temporals. A final de juny ja només hi havia aigua a la Rogera i a l'Estany d'en Túries. Posteriorment però, es varen inundar novament tots els punts de mostreig a causa de precipitacions que varen apareixer a principi d'estiu, provocant petits augments de nivells a tota la reserva.

A la Reserva Salada s'observa un règim d'inundació comú a tota la zona, amb inundacions clarament identificables (temporals de mar, aportacions d'aigua dolça durant la regulació de fluxos, precipitacions), seguides de períodes més o menys prolongats d'estabilitat climàtica, amb tendència general, més o menys acusada, a la dessecació.

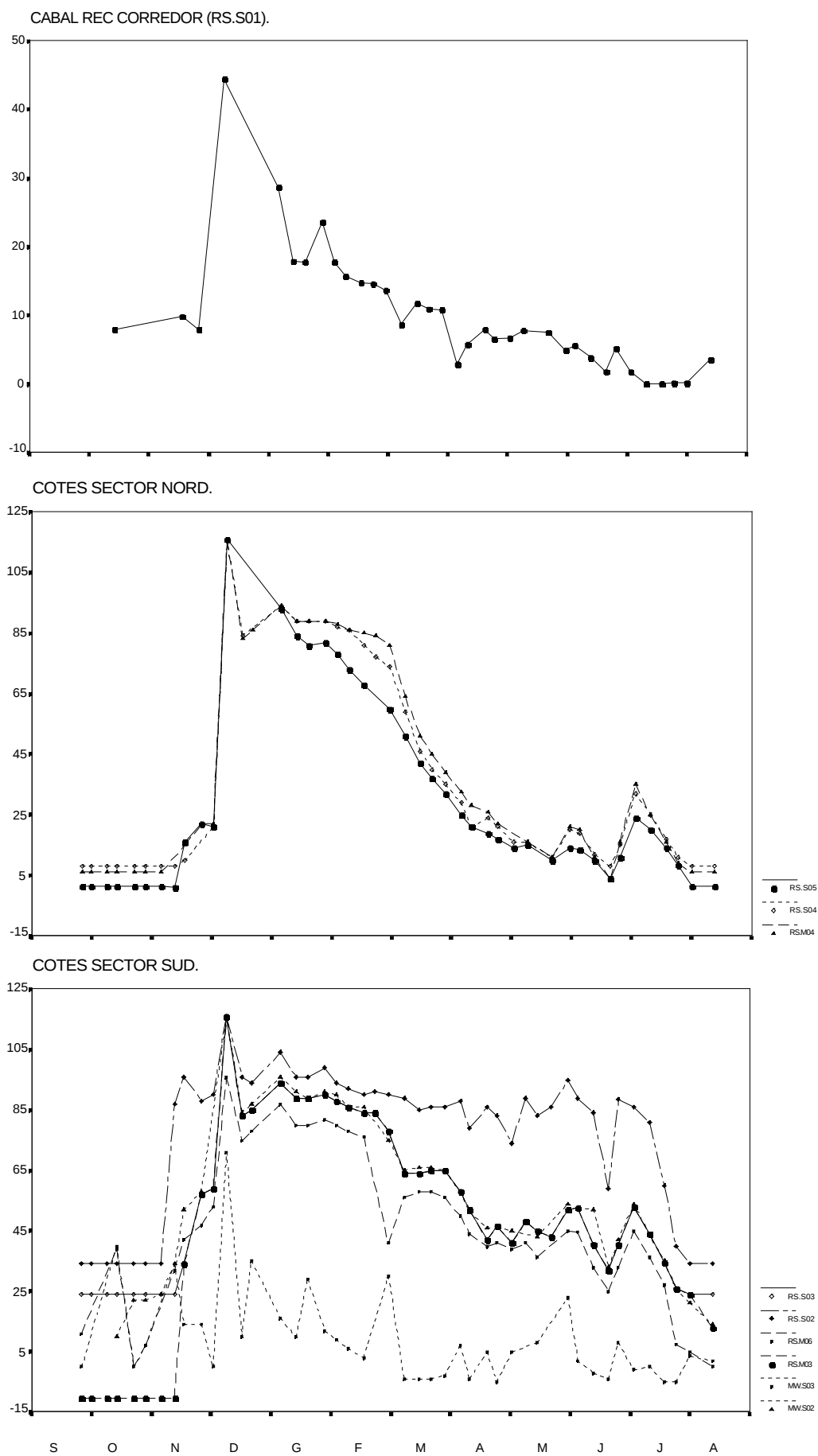


Figura 2: Evolució durant el període d'estudi del cabal (m^3/min), del Rec Corredor, i de la cota de la superfície de l'aigua dels punts de mostreig de la Reserva Salada. La cota està referida al nivell mitjà del mar a la zona.

Σ **Reserva dolça**

La majoria dels punts mostrejats de la Reserva Dolça són cursos d'aigües corrents, ja siguin canals, recs o rieres dels quals es tenen dades de cabal (Taula 5; Figura 4). Dels punts amb aigües més estancades es tenen dades de nivell, malgrat que el seu valor no esta referit a una cota absoluta del nivell del mar. S'ha representat en aquest cas la fondària de la columna d'aigua a cada punt de mostreig (Figura 3).

El màxim de nivell que mostren els tres punts centrals de la Reserva Dolça (Figura 3), el mes de desembre coincideix amb el temporal de llevant que va inundar també la Reserva Salada. L'aportació d'aigua dolça amb les precipitacions és, però, molt més important en aquest sector. Com a conseqüència al Rec Madral-pont mig (RD.S02) s'observa una circulació d'aigua preferent cap al mar. Tot i així, el cabal és molt baix durant la major part de l'any en aquest punt i sovint l'aigua s'estanca. També s'observen situacions d'intrusió d'aigua de mar pel Rec Madral, especialment al punt Caseta de l'Estany (RD.S01), on els canvis en la intensitat i la direcció del flux són constants.

El Tercer pont (RD.S03) té una circulació de l'aigua molt lenta, i aquest fet es veu afavorit per la barrera que separa aquest punt del Rec Madral. Per la diferència de nivell entre les dues parts, s'intueix el sentit de la circulació natural en direcció est-oest, sentit contrari al que s'observa al Rec Madral. Alguns dies l'aigua sobrepassava la barrera en aquest sentit de la circulació (el cabal del Tercer pont en aquests dies es representa a taules i gràfiques amb valors negatius).

Els aportes del sector nord, recs d'entrada Palau nord i sud (RD.M01, RD.M11), i rec entrada Vilaüt (RD.M03), són secs la major part de l'any o presenten cabals molt baixos, amb màxims a l'hivern (Figura 4). Quantitativament, els aportes d'aigua que arriben a la Reserva Dolça per aquest sector són molt petits i de caire torrencial (amb l'excepció del rec d'entrada Vilaüt, que té un cabal petit però relativament constant).

Les entrades pel sector oest, el Rec Tort (RD.M04) i la Riera de Pedret (RD.M05) són més permanents i més importants en quan a cabal. El Rec Tort presenta augments de cabal estacionals, coincidint amb les precipitacions d'octubre, de desembre-gener i de mitjans d'abril. La riera de Pedret té uns cabals més estables i generalment més alts, amb un màxim al més de gener. Les entrades d'aigua en aquests dos sectors nord i oest es veuen afectades pels aportes de les aigües excedents del regadiu.

El sector sud és el que aporta més aigua a la Reserva Dolça. També és el que reb més aportacions d'aigües residuals depurades. Pel Rec del Molí (RD.M07) hi circulen cabals força alts i constants, amb un màxim hivernal (al febrer) de més de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (Taula 5). Al Rec Salins (RD.M09) es troben els màxims de cabal observats a la Reserva Dolça (més de $120 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$). El cabal del Rec Salins presenta, durant l'hivern, valors més alts al punt més proper a la desembocadura (Salins Camping, RD.M10), però aquesta situació s'inverteix durant l'estiu, amb cabals molt més alts al punt Salins Masnou (RD.M10). El règim hídric dels punts del Rec Salins està sotmés a regulació per part del regadiu. Durant l'hivern, el Rec Salins desemboca directament cap al mar, mentre que a l'estiu la major part de la seva aigua es desvia cap al Rec Madral, a l'alçada de la Caseta de l'Estany. Això explica les diferències de cabal en els dos punts del mateix rec.

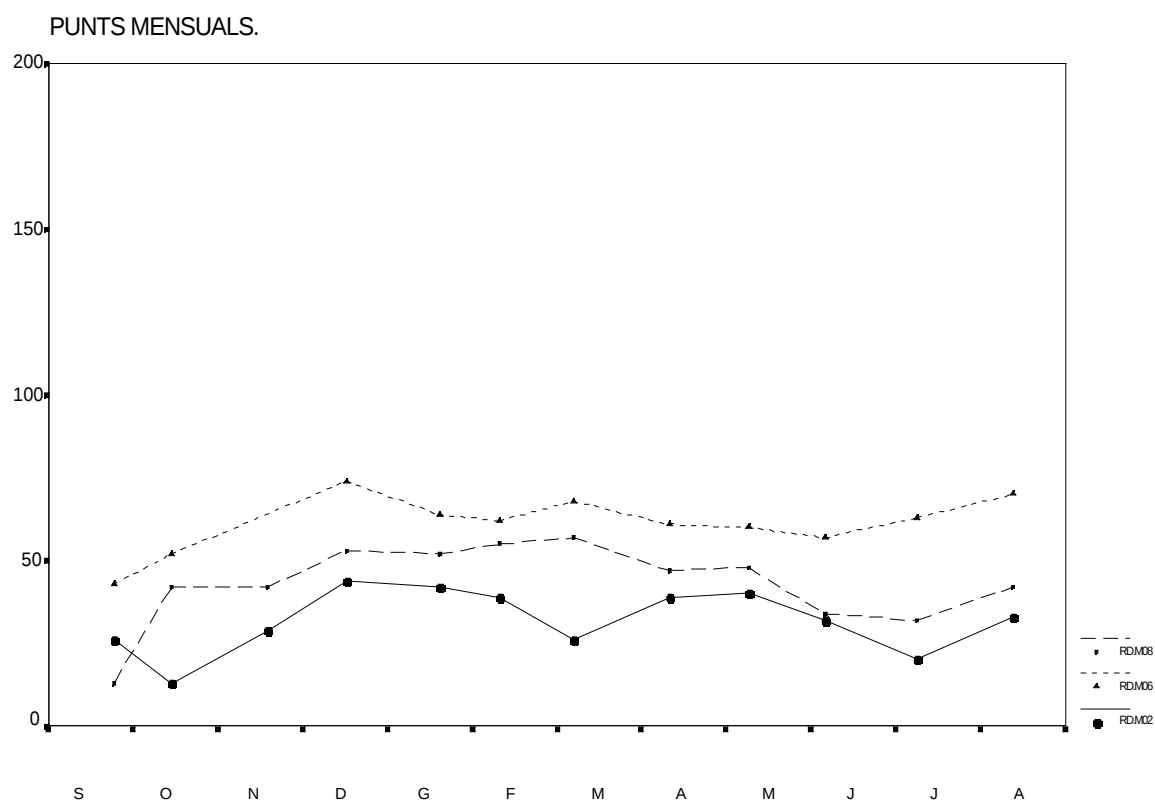
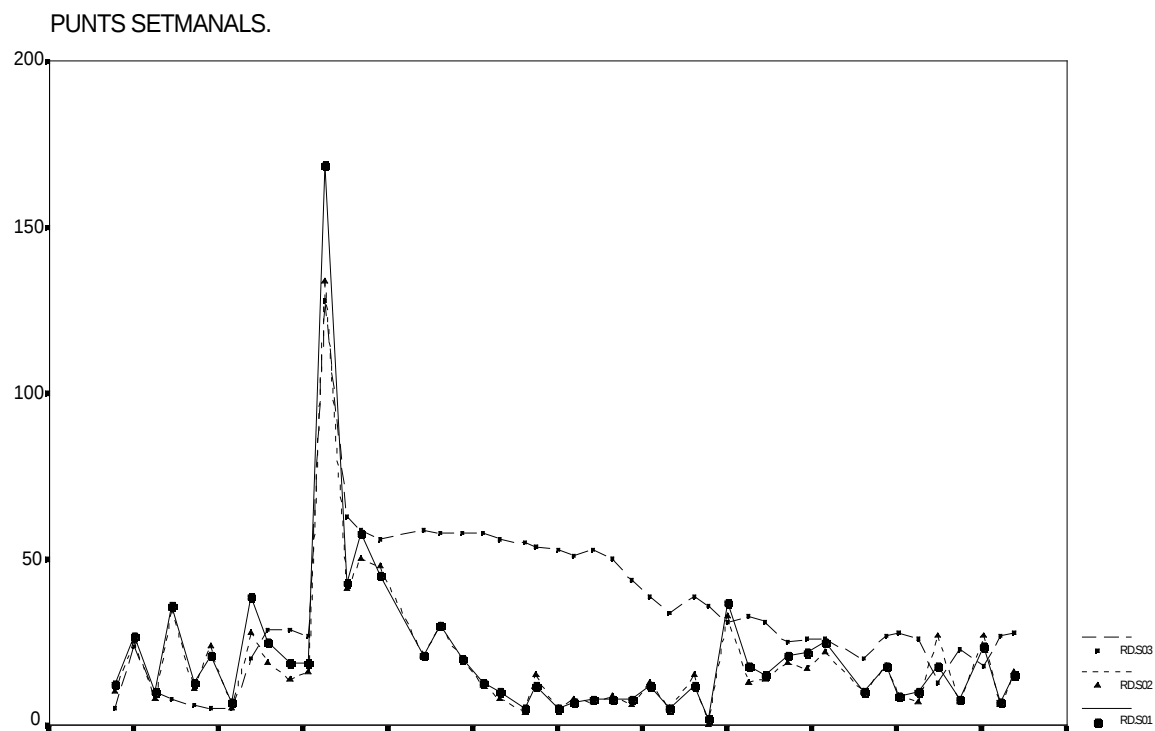


Figura 3: Evolució durant el període d'estudi de la fondària de la columna d'aigua (cm) dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

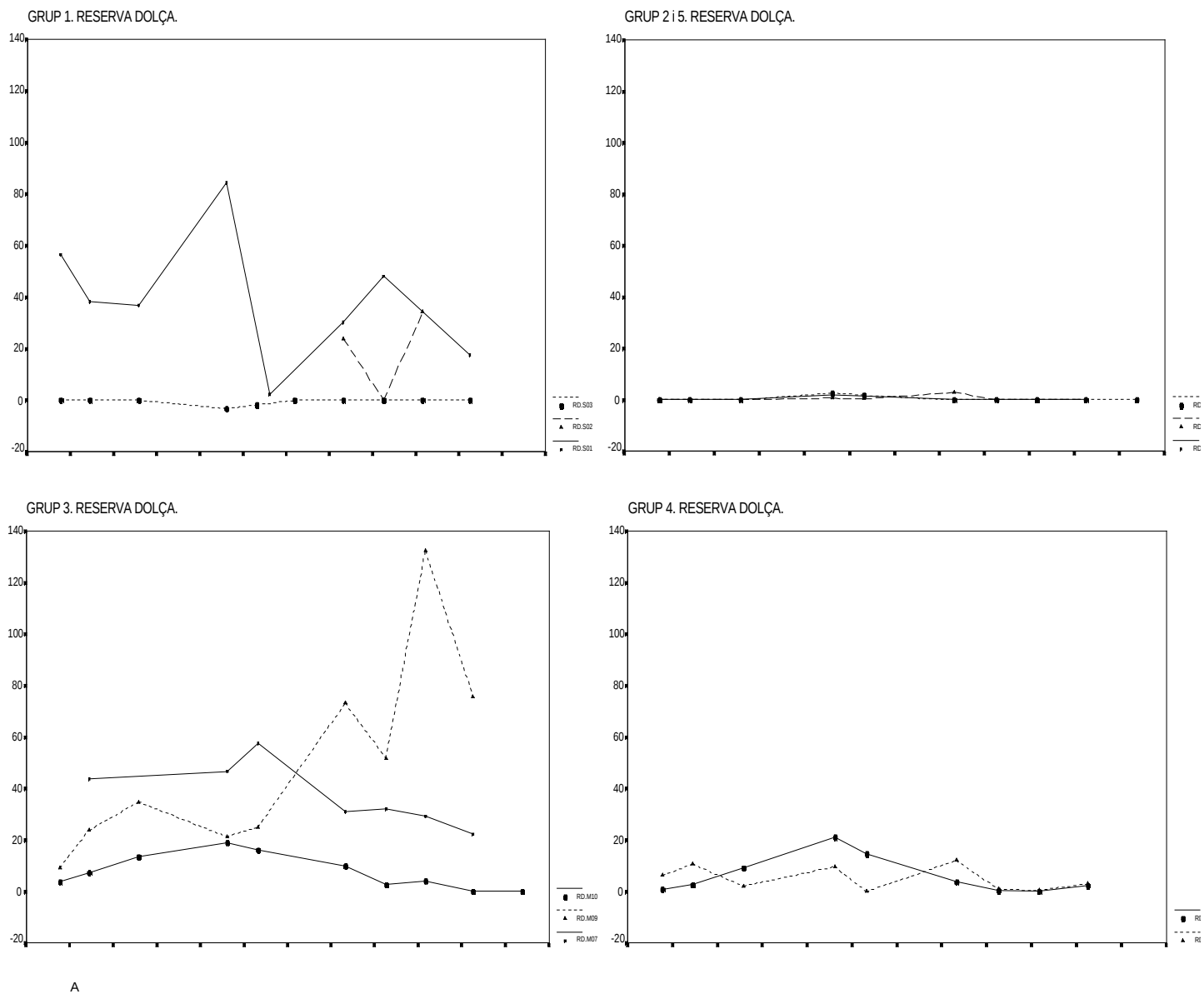


Figura 4: Evolució al llarg del període d'estudi del cabal (m^3/min), dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

La hidrologia de la Reserva Dolça es mostra molt heterogènia, amb variacions espacials i estacionals molt acusades i força alterades per l'activitat humana. Quantitativament, destaquen les aportacions del sector sud amb cabals molt més elevats. Pel que fa als cicles estacionals, es poden intuir dos comportaments diferents, probablement relacionats amb l'origen i la circulació de l'aigua. Uns cursos mostren els increments de cabal immediatament després de les precipitacions (Rec Tort, Rec Madral), mentre que d'altres mostren cabals més estables amb un màxim hivernal (riera de Pedret, Rec del Molí).

Composició de l'aigua a la Reserva Salada

Σ Conductivitat

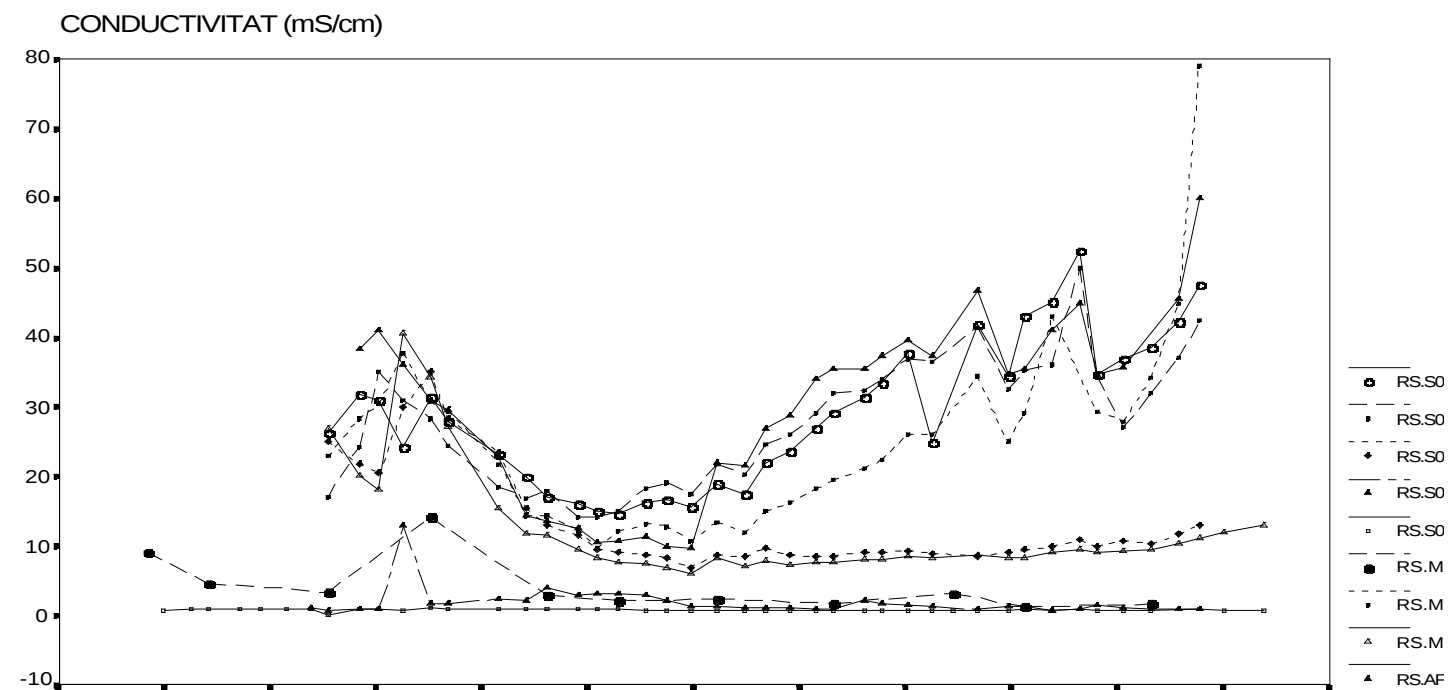
Els valors de conductivitat a la Reserva Salada mostren diferències molt marcades entre els punts que reben aigua dolça directa i els punts més aïllats situats al mig de la maresma (Taula 3). La comporta interior (RS.M06), que rep aigua directa del Rec Corredor, i el Rec Muntanyeta (RS.S02) que rep l'excedent d'aigua de l'estany del Cortalet, presenten conductivitats més baixes durant tot l'any, similars a les del Rec Corredor (RS.S01). A la resta de punts la conductivitat és molt més elevada. A la Rogera (RS.M03), s'observen valors més baixos de conductivitat que a la Riereta (RS.S03), pel fet que el volum d'aigua dolça desviada per la comporta és més important que el que prové de l'estany del Cortalet.

L'augment de conductivitat de tots els punts de la Reserva Salada el 10-12-97 (Figura 5), es deu a l'entrada massiva d'aigua de mar durant el temporal de llevant. Posteriorment, la conductivitat va anar baixant paulatinament a tots els punts de mostreig degut al buidat després del temporal i posterior entrada d'aigua dolça al sistema. S'ha de destacar que la majoria de punts, tenien estratificació de les seves aigües, amb aigua salada en fondària, i aigua més dolça en superfície. Un cop assolits els mínims de conductivitat es van produir dos comportaments diferenciats en la posterior evolució de la conductivitat, que separen els punts del sector nord i els del sector sud. Els punts del sector sud, més influïts per l'entrada d'aigua dolça, mantenen unes conductivitats al voltant de $15 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, mentre que al sector nord, on les aigües romanen més confinades, les conductivitats van augmentant progressivament, amb baixades puntuals degudes a les precipitacions a partir del mes de maig.

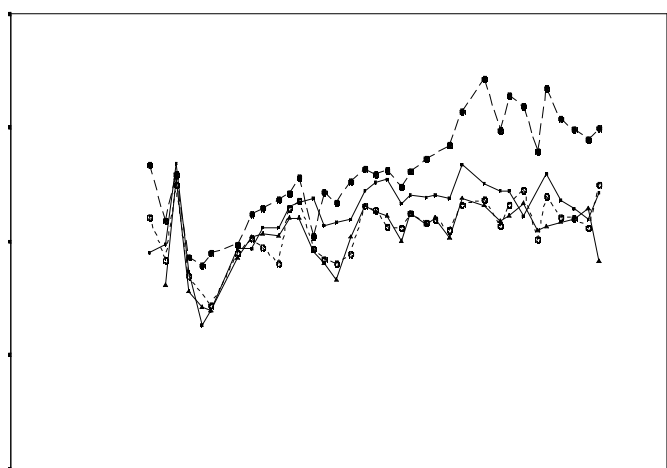
S'observen temperatures mitjanes més altes en els punts amb un major grau de confinament. Així, les cubetes del sector nord de la reserva salada (RS.S04, RS.S05, RS.AF1, RS.M04) tenen temperatures mitjanes superiors als 18°C (Taula 3).

Taula 3. Descriptors estadístics de la cota, cabal, temperatura, pH, i % de saturació d'oxigen dels punts de la Reserva Salada.

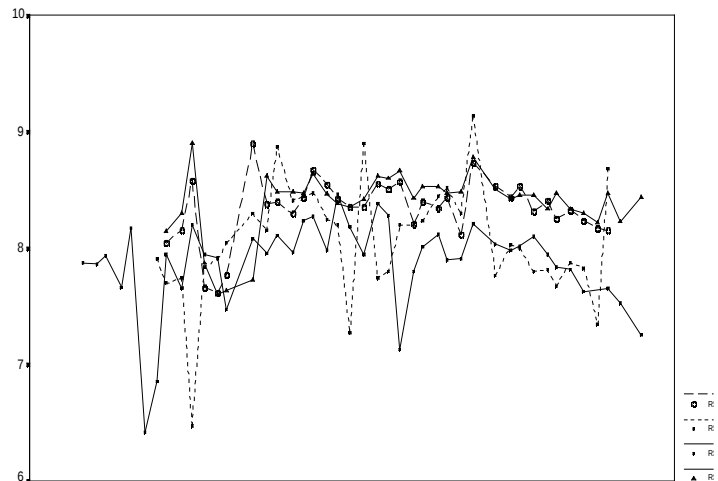
Taula 4: Descriptors estadístics dels nutrients inorgànics dissolts, alcalinitat, i cocentració de clorofil·la a de la Reserva Salada.



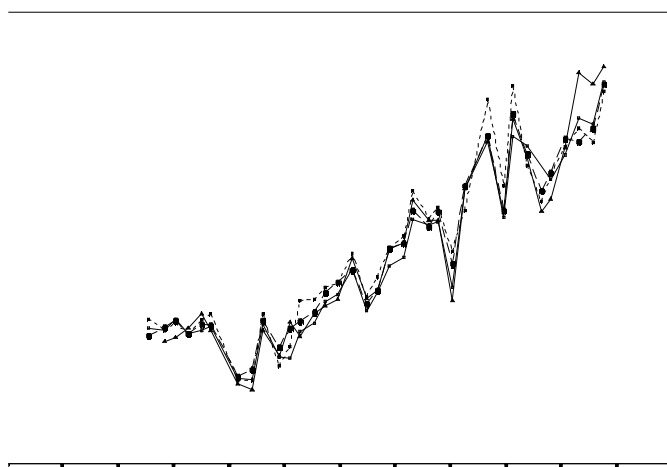
pH. SECTOR NORD RESERVA SALADA.



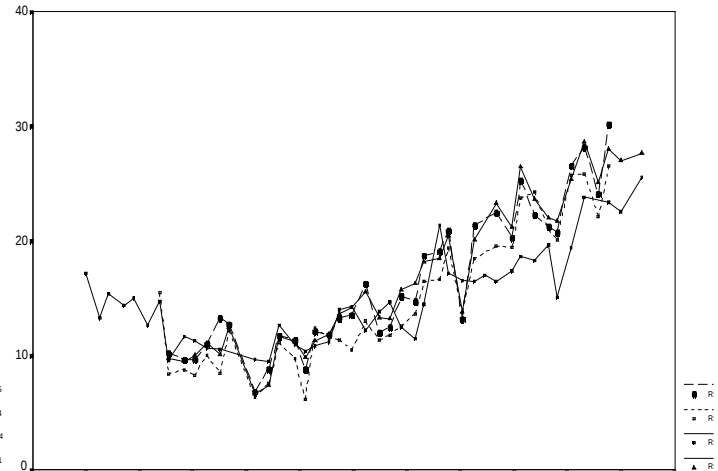
pH. SECTOR SUD RESERVA SALADA.



Tª. DE L'AIGUA. SECTOR NORD RESERVA SALADA.

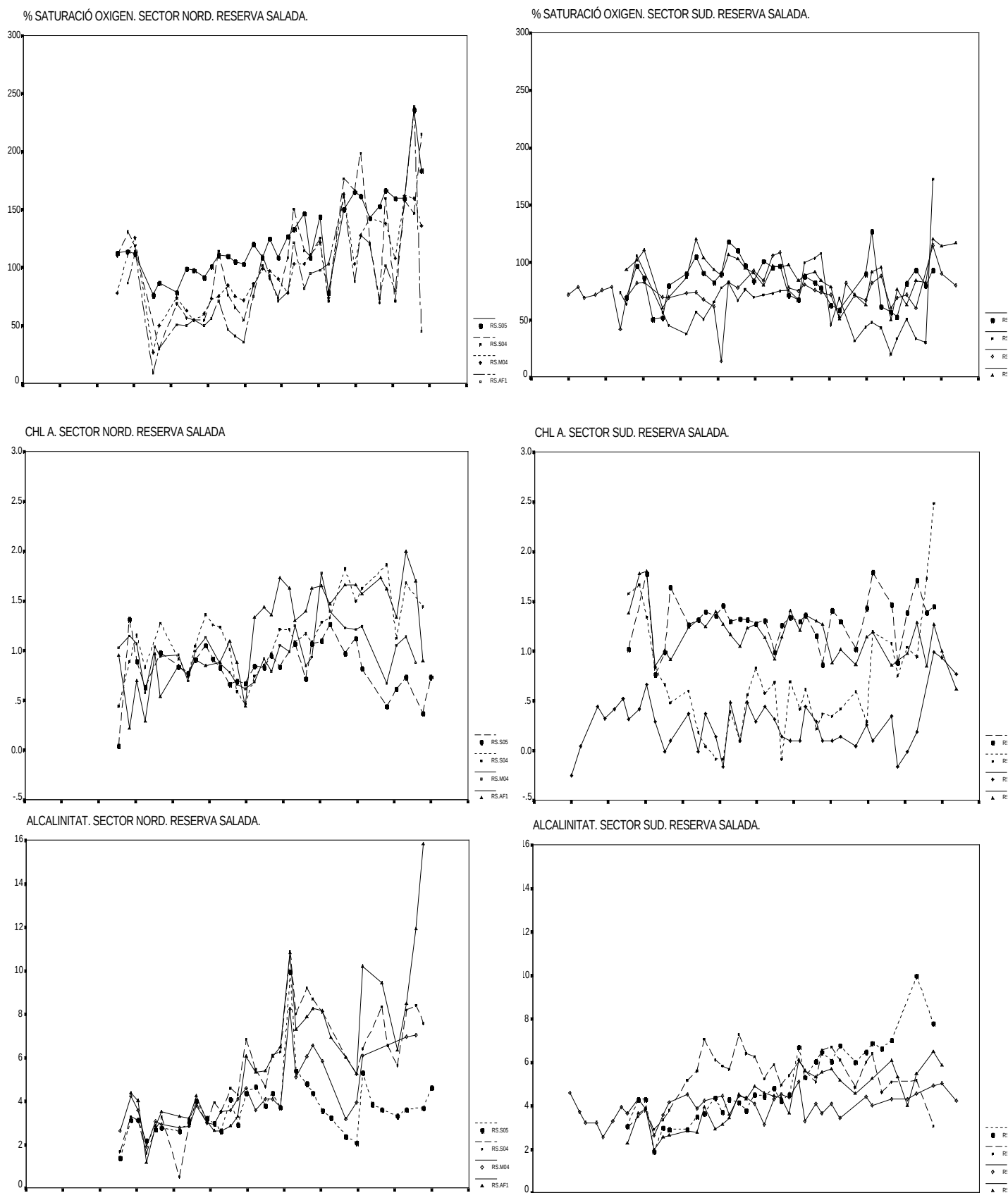


Tª. DE L'AIGUA. SECTOR SUD RESERVA SALADA.



J A

Figura 5: Evolució durant el període d'estudi de la conductivitat (mS/cm), temperatura (°C) i pH, dels punts mostrejats de la Reserva Salada.



A

Figura 6: Evolució durant el període d'estudi dels nivells d'oxigen (% saturació), de la concentració de clorofil·la (logarítmic decimal) en $\mu\text{g/L}$, i de l'alcalinitat (meq/L) dels punts de mostreig setmanals de la Reserva Salada.

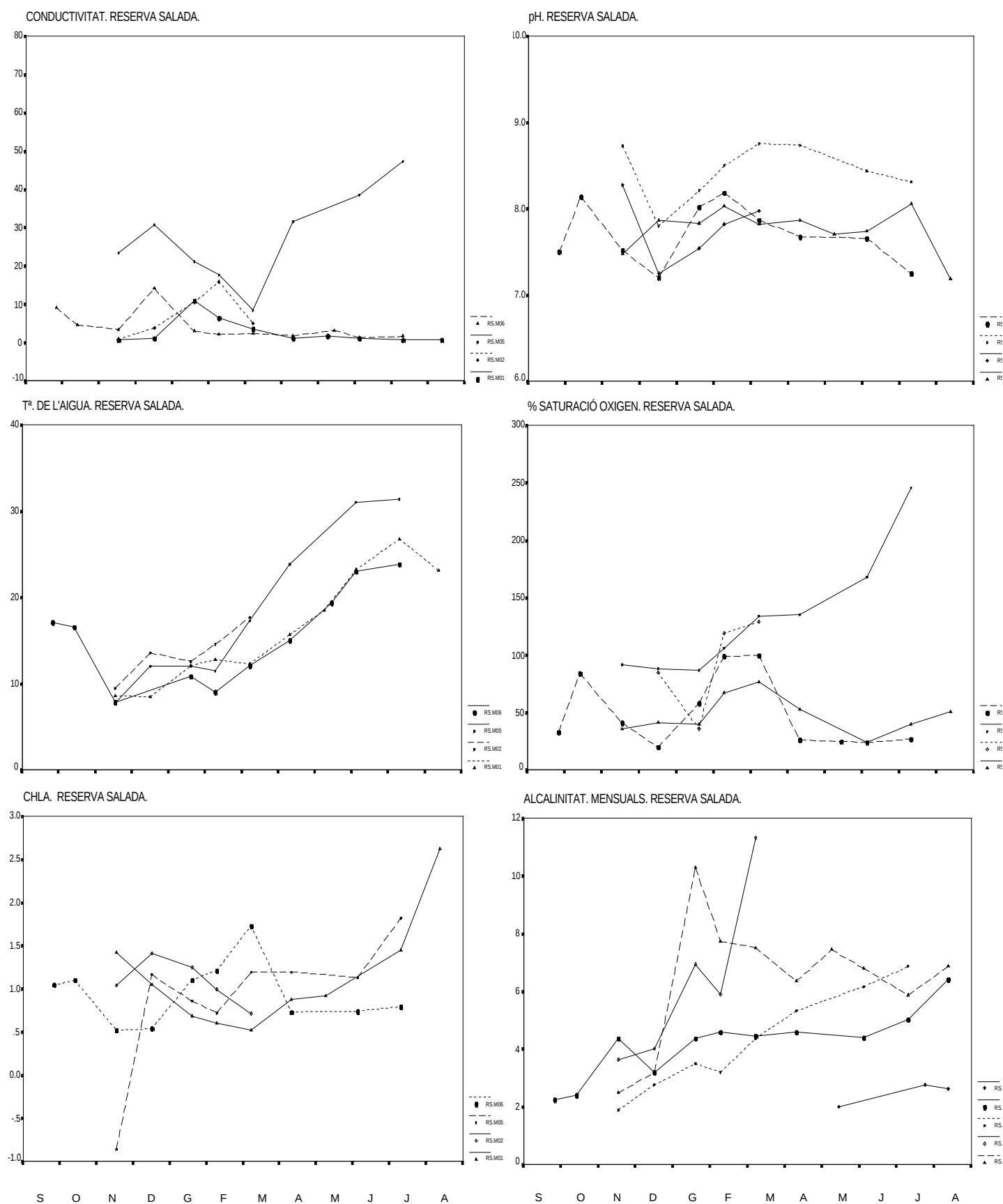


Figura 7: Evolució durant el període d'estudi de la conductivitat (mS/cm), temperatura (°C), pH, nivells d'oxigen (%saturació), concentració de clorofil·la a (logarítmic decimal) en µg/L, i alcalinitat (meq/L) dels punts de mostreig mensuals de la Reserva Salada.

Σ pH, alcalinitat i oxigen dissolt

La majoria dels punts de la Reserva Salada tenen uns valors mitjans de pH i alcalinitat superiors als assolits a la Reserva Dolça (Taules 3 i 5). La producció primària provoca una disminució del contingut de CO₂ juntament a un augment del pH. Això explica en part, els valors elevats de pH a la Reserva Salada. L'Estany d'en Túries mar és el punt amb el pH mitjà més elevat de tots els punts mostrejats, en canvi té una concentració de clorofil·la planctònica baixa (7.91 µg/L). Això pot ser degut al fet que a l'estany d'en Túries la producció primària la porten a terme sobretot fanerògames aquàtiques com *Ruppia* sp i algues com *Cladophora* sp, *Enteromorpha* sp. La desnitrificació i la reducció del sulfat, processos habituals en les zones anòxiques properes al sediment en la Reserva Salada, també comporten un lleuger augment del pH.

En quan a la tendència temporal (Figura 7) s'observa una baixada del pH quan hi han entrades importants, un augment en períodes d'estabilitat i una disminució quan els nivells són molt baixos. Els processos de descomposició, aportant CO₂, podrien ser la causa d'aquesta disminució final. L'alcalinitat segueix un patró similar al pH amb l'excepció de la disminució durant els períodes de major concentració. L'increment de concentració de CO₂, responsable de la disminució del pH, explicaria també l'augment de l'alcalinitat.

S'observa una disminució de la concentració d'oxigen quan hi han precipitacions o temporals, probablement degut a les aportacions de nutrients i matèria orgànica al·lòctona al sistema (Figura 7).

Els valors alts de producció primària a la Reserva Salada, porten sovint a valors mitjans d'oxigen durant el dia, superiors al 100% de saturació (Bassa Tamariu, RS.S04; Estany d'en Túries interior, RS.M05; i Estany d'en Túries mar, RS.S05). Aquestes situacions poden ser problemàtiques, ja que durant la nit es pot esgotar l'oxigen en la degradació de la matèria produïda durant el dia, fet que provoca situacions d'hipertròfia.

Σ Nutrients

A la Reserva Salada s'observen unes concentracions mitjanes de nitrat baixes (Taula 4). Dins la Reserva Salada, el sector sud, presenta unes concentracions mitjanes de nitrat superiors que els del sector nord. Cal destacar la gran concentració de nitrat del Rec Corredor, les aigües del qual alimenten la Reserva Salada. Les concentracions d'amoni trobades a la Reserva Salada, han estat baixes, inferiors a les de nitrat.

El temporal de desembre va suposar una entrada puntual de nitrat i amoni a la Reserva Salada (Figures 8, 9 i 10). Posteriorment l'entrada d'aigua dolça per l'efecte de la comporta, suposa un període marcat per l'excés de nitrat i valors generalment baixos d'amoni a tots els punts. Al sector sud aquest període s'allarga més que en el sector nord. Quan el cabal del Rec Corredor és poc important, s'observa una desaparició del nitrat a la reserva, i un augment de la concentració d'amoni en els punts del sector nord. A principis d'estiu, les precipitacions, suposen una entrada de nitrats puntual. En quan a l'amoni aquestes precipitacions, suposen entrades en llocs amb baixes concentracions d'amoni (sector sud), i dilucions en llocs amb altes concentracions en aquell moment (sector nord).

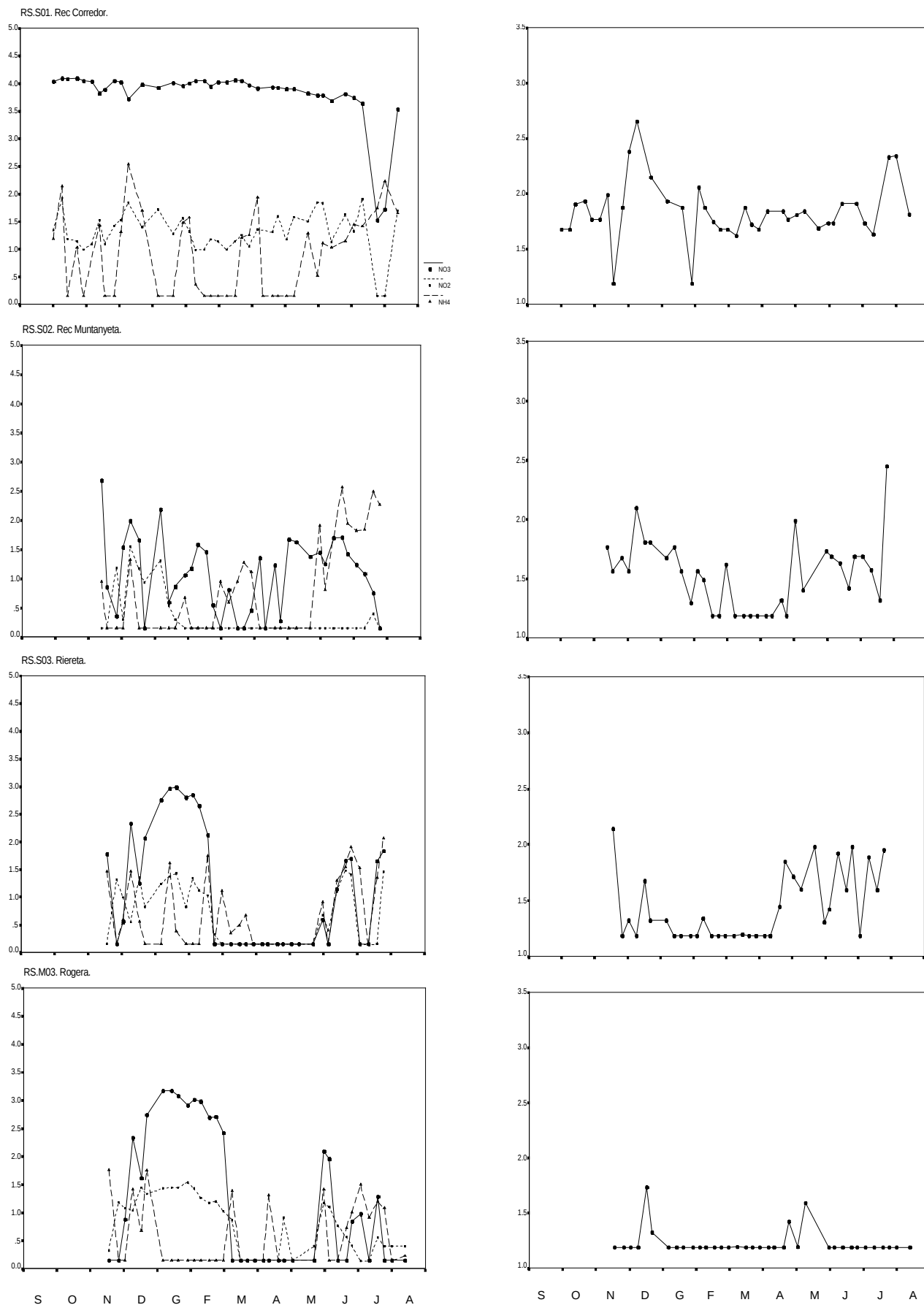


Figura 8: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L, d'amoni, nitrit , nitrat (esquerra) i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels puns de mostreig setmanals del sector sud de la Reserva Salada.

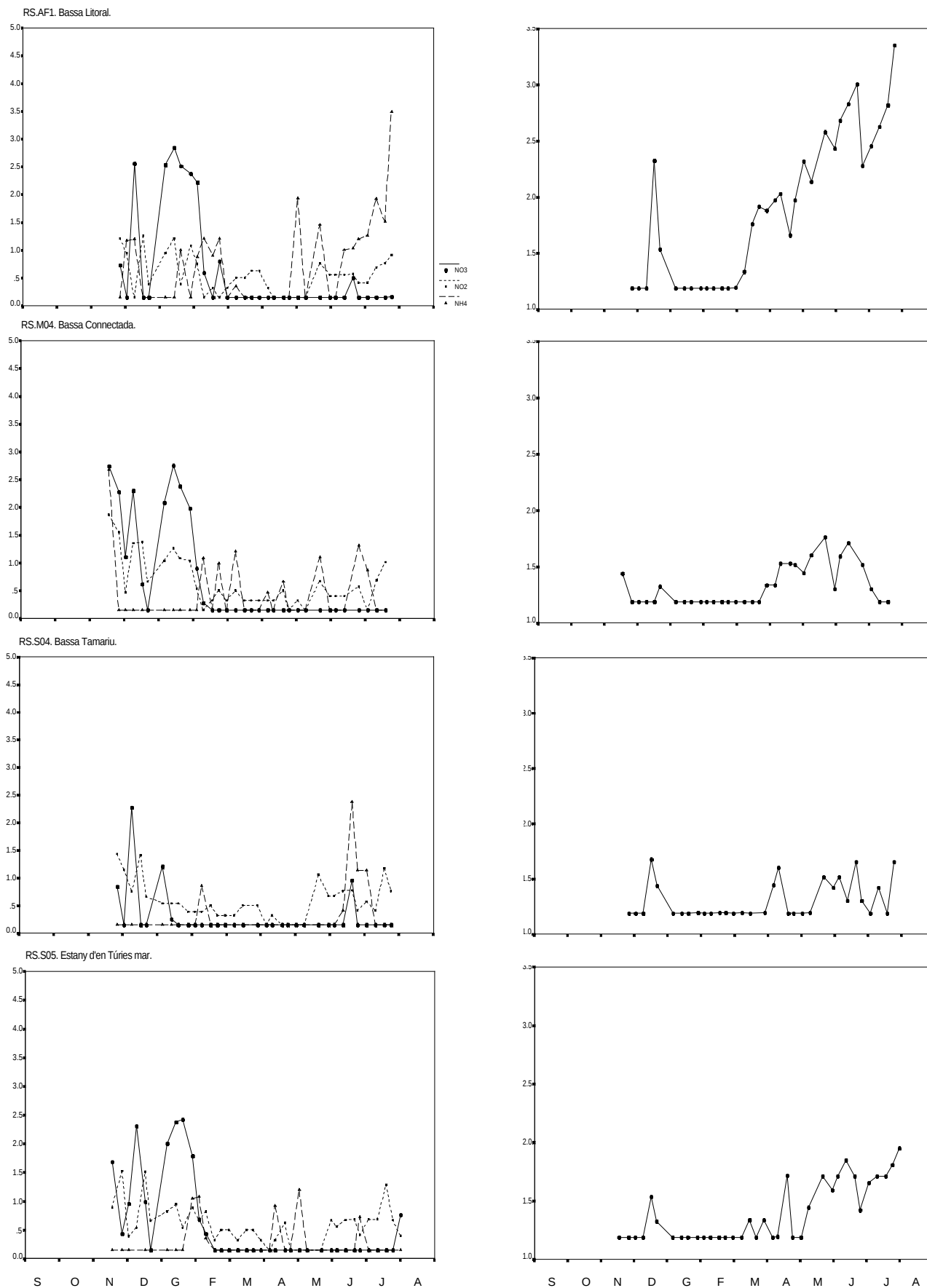


Figura 9: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L , d'amoni, nitrit, nitrat (esquerra) i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig setmanals del sector nord de la Reserva Salada.

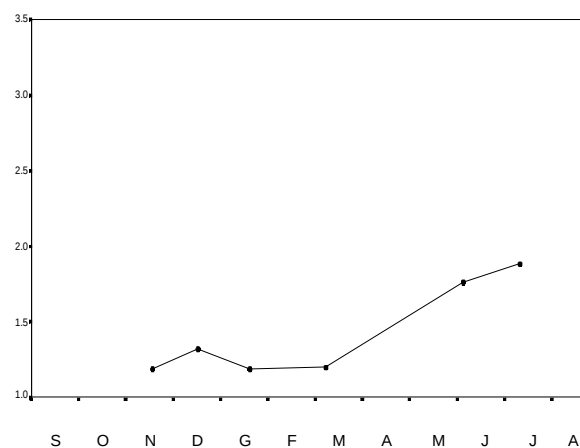
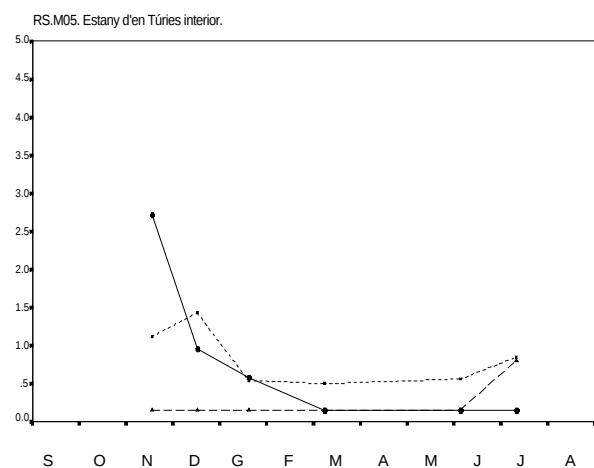
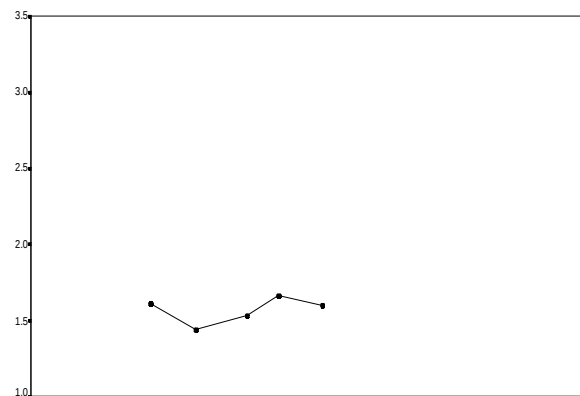
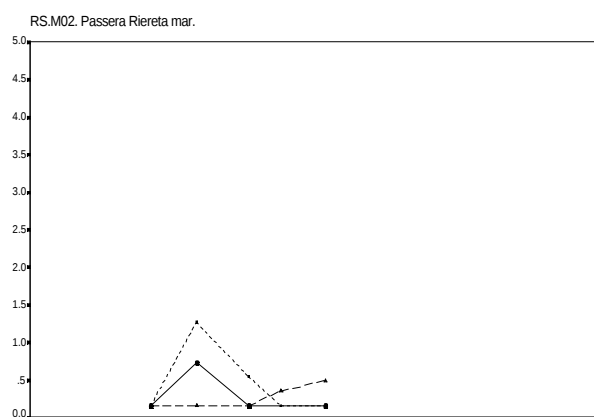
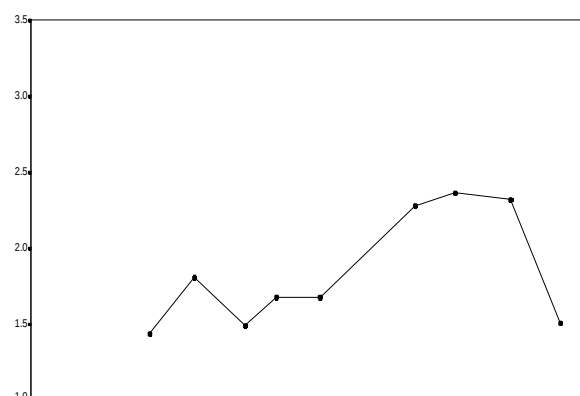
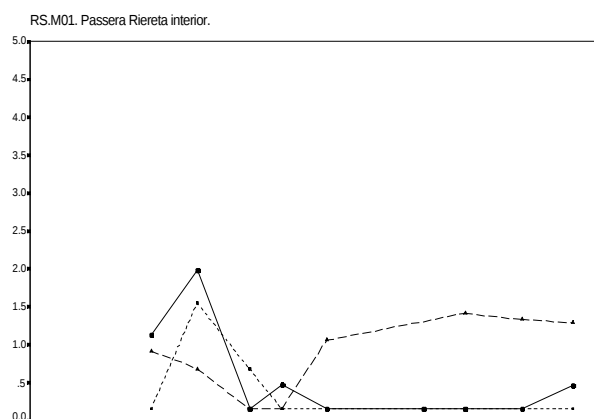
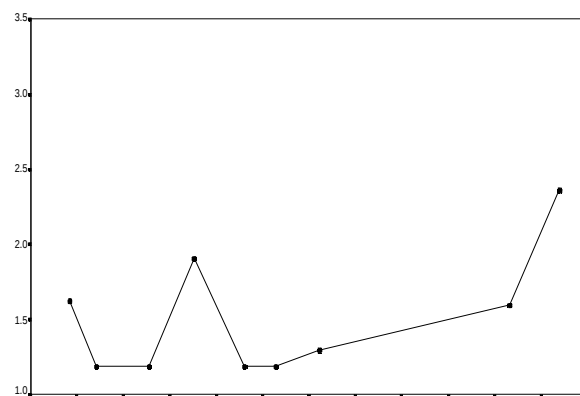
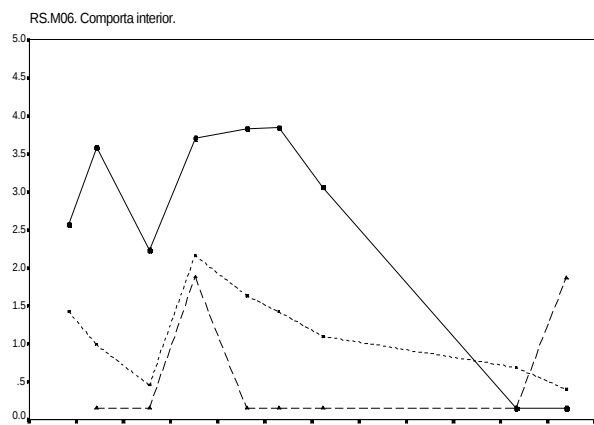


Figura 10: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L d'amoni, nitrit, nitrat (esquerra) i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig mensuals de la Reserva Salada.

L'estancament de les aigües amb matèria orgànica i l'anòxia al sediment, causen una pèrdua important de nitrat per desnitrificació. Així, quan les basses queden confinades, i no reben aportos externs es produeix una important pèrdua de nitrat. Taxes elevades de desnitrificació s'han descrit freqüentment en ambients aquàtics costaners (Kaplan **et al.**, 1979; Whitney **et al.**, 1981; Valiela, 1984).

La desnitrificació afecta totes les formes de nitrogen inorgànic, fet que explicaria les baixes concentracions d'amoni trobades. En Basses de poc volum i eutròfiques, però, quan els nivells baixen, hi ha una concentració de la matèria orgànica que en mineralitzar-se, produeix concentracions d'amoni importants.

L'evolució de les concentracions de fòsfor reactiu soluble (PRS) a la Reserva Salada durant el període de mostreig han estat similars en la majoria dels punts (Figures 8, 9 i 10). El desembre, passat el temporal, s'observa en totes les basses pics importants de fosfat. Durant el període amb entrada d'aigua dolça i concentracions altes de nitrats, les concentracions de fosfat són inapreciables, excepte al Rec Muntanyeta (RS.S02), mentre que quan l'efecte de la comporta és poc important i les aigües queden confinades, les concentracions de fosfat augmenten considerablement.

El pic de PRS el desembre està desplaçat una setmana respecte el temporal, pertant no es deu a una aportació directa d'aquest, sinó a la dissolució posterior del fòsfor que es trobava en el sediment de cada punt, degut a la torbulència provocada per l'entrada d'aigua.

Tot al contrari que el nitrogen el fòsfor circula amb molta dificultat per via subterrània, de manera que tendeix a acumular-se en el sediment. Aquest fet, anomenat confinament diferencial, és el principal responsable de la disminució de la relació nitrogen/fòsfor en aquests ambients (Quintana **et al.**, en prep.1). Quan el sediment esdevé anòxic, hi ha redissolució del fòsfor acumulat al sediment. Això explicaria l'augment de la concentració de PRS a la Reserva Salada, quan les aigües queden confinades.

Σ Clorofil.la

A la Reserva Salada, trobem valors de clorofil.la més baixos al Rec Corredor (RS.S01) i el Rec Muntanyeta (RS.S02) (Taula 4). Possiblement l'intensa activitat de zooplàncton causa a aquesta disminució al Rec Muntanyeta. A l'estiu la clorofil.la en aquest punt augmenta molt, degut possiblement una concentració dels organismes causada per la baixada de nivells.

Hi han diferències en la dinàmica temporal entre els dos sectors (Figura 7). En el sector nord, quan les basses queden confinades, s'observa una tendència, a l'augment de la concentració de clorofil.la i a una diferenciació de les concentracions entre els punts del mateix sector. El sector sud, amb un grau de confinament inferior manté unes concentracions constants durant tot el període de mostreig.

L'estancament de les aigües, afavoreix l'acumulació de biomassa algal, fet que explicaria l'augment de la concentració de clorofil.la en períodes de confinament. A l'estany d'en Turies, però, la concentració de clorofil.la disminueix a partir del maig. En aquest punt, la producció primària és bàsicament bentònica.

Composició de l'aigua a la Reserva dolça

Σ Conductivitat

La majoria dels punts mostrejats presenten conductivitats mitjanes per sota de $1.5 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, excepte la Caseta de l'Estany i el Rec Madral-pont mig (RD.S01 i RD.S02), que reben freqüentment intrusions d'aigua salada (Taula 5). Durant aquests períodes amb intrusions marines, s'observa una variabilitat, molt gran de conductivitat (Figura 11). El punt Caseta de l'Estany és molt proper al mar i té una cota topogràfica molt baixa, que afavoreix la possible circulació de l'aigua en tots dos sentits. Petits canvis entre les pressions exercides tant per l'aigua dolça com per la salada determinen el tipus d'aigua que trobarem en aquell moment. Fins i tot en poques hores poden haver-hi canvis importants en la conductivitat. Les intrusions marines en aquest Rec poden arribar a l'alçada del Pont del Mig (RD.S02), però amb menys intensitat. La influència marina al Tercer pont (RD.S03), tot i estar molt proper al Pont de Mig, és de poca importància, degut al caràcter més confinat d'aquest punt.

A la resta de punts de la Reserva Dolça s'observa, sempre amb conductivitats molt baixes, un cert patró estacional. En èpoques de precipitacions (tardor i primavera-principis d'estiu), presenten augments de conductivitat, mentre que a l'hivern tenen els valors més baixos. En aquest cas, l'augment de la conductivitat pot explicar-se per l'increment de sòlids aportats amb les pluges en trams fluvials amb una influència marina nul·la.

Σ pH, alcalinitat i oxigen dissolt

En general, els valors de pH i alcalinitat són més baixos als punts de Reserva Dolça que a la Reserva Salada (Taules 3 i 5). Pel que fa a la evolució estacional, també s'observen disminucions del pH coincidint amb les entrades d'aigua importants (Figura 13). Aquesta tendència sembla observar-se també amb l'alcalinitat, tot i què les disminucions coincidint amb les aportacions no són tan aparents (Figura 14).

Un comportament més lòtic, amb major circulació de l'aigua, als punts de la Reserva Dolça quan els comparem amb la Salada podrien explicar els valors inferiors de pH i alcalinitat observats. A Vilaüt (RD.M02), per exemple, s'observa un increment notable del pH i de l'alcalinitat en períodes d'estancament. Tot i així, també s'observen valors més alts de pH en certs trams d'aigua corrent (RD.M01 i RD.M05), de manera que l'estancament de les aigües no sembla l'únic o el principal factor que determina els valors de pH. De fet, el confinament d'aigües dolces amb baixa alcalinitat podria també portar a un augment de l'acidesa de l'aigua, amb comportaments similars als d'una turbera. També, aportacions d'aigua riques en matèria orgànica poden donar valors de pH més alt. En el nostre cas no s'observa un patró ben definit en aquest sentit, molt probablement degut a la diversitat de processos que hi intervenen.

La concentració d'oxigen és gairebé sempre inferior al 100 % de saturació (Figura 15). Sovint es troben valors inferiors al 40 %. Això fa suposar una important activitat heterotròfica, típica d'ambients eutròfics. En cursos que reben aigües residuals depurades, com el Rec del Molí o el Rec Salins, els valors anteriors als abocaments (RD.M07 i RD.M09) són sempre superiors als posteriors (RD.M08 i RD.M10 respectivament), especialment a l'estiu.

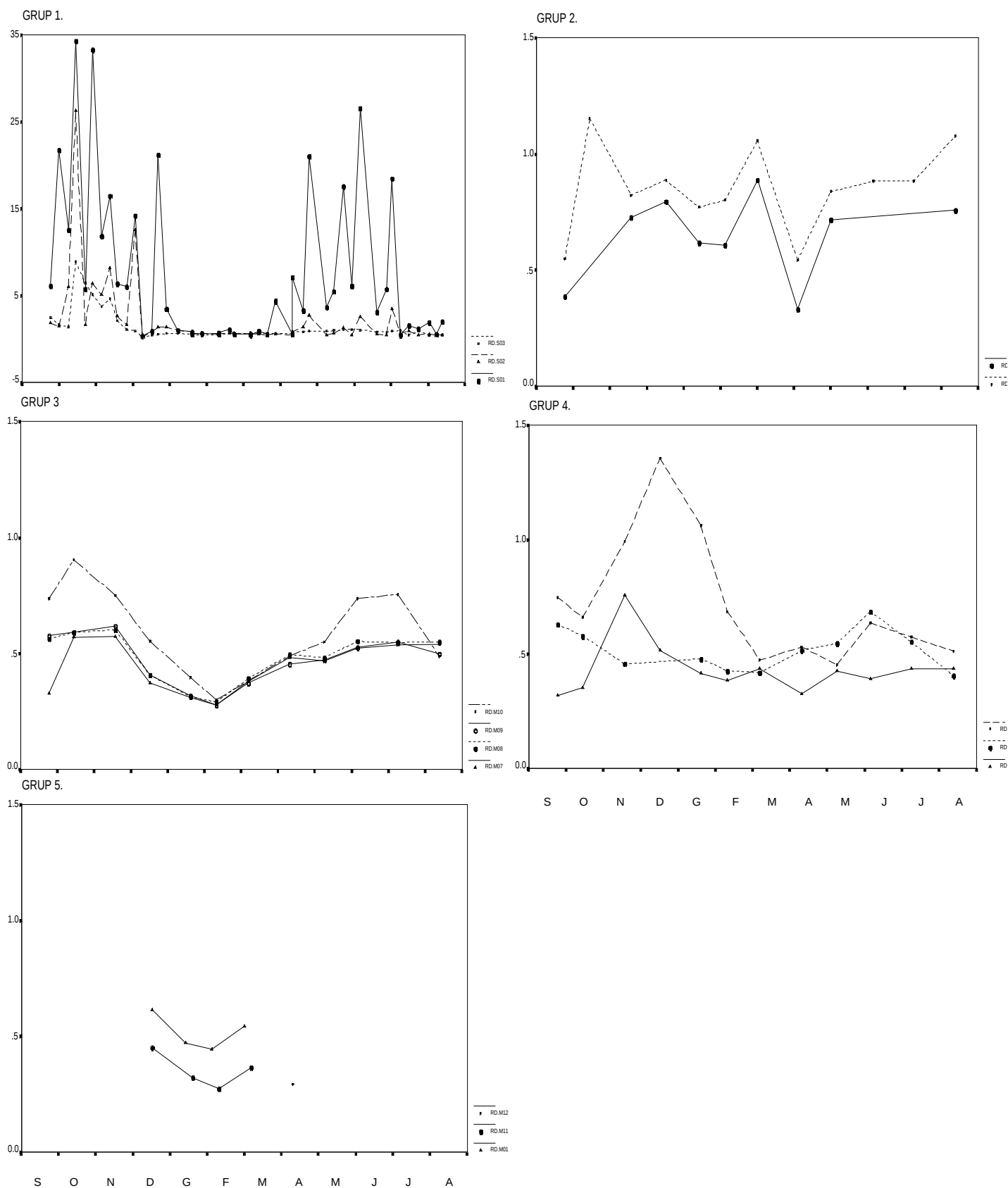


Figura 11: Evolució durant el període d'estudi de la conductivitat (mS/cm) dels punts mostrejats de la Reserva Dolça. Cal tenir en compte l'escala d l'eix de les ordenades en la gràfica del grup 1.

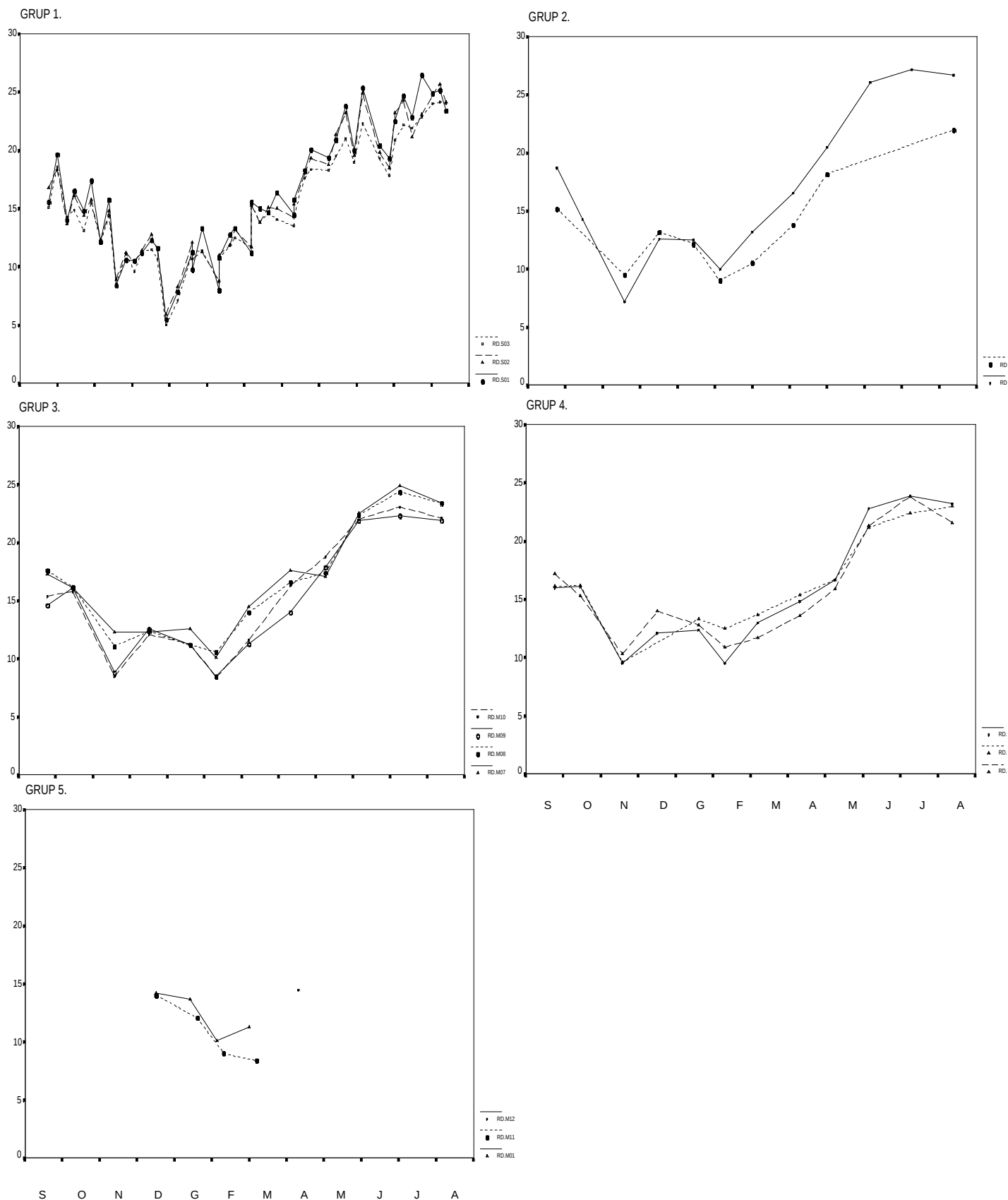


Figura 12: Evolució durant el període d'estudi de la temperatura de l'aigua (°C) dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

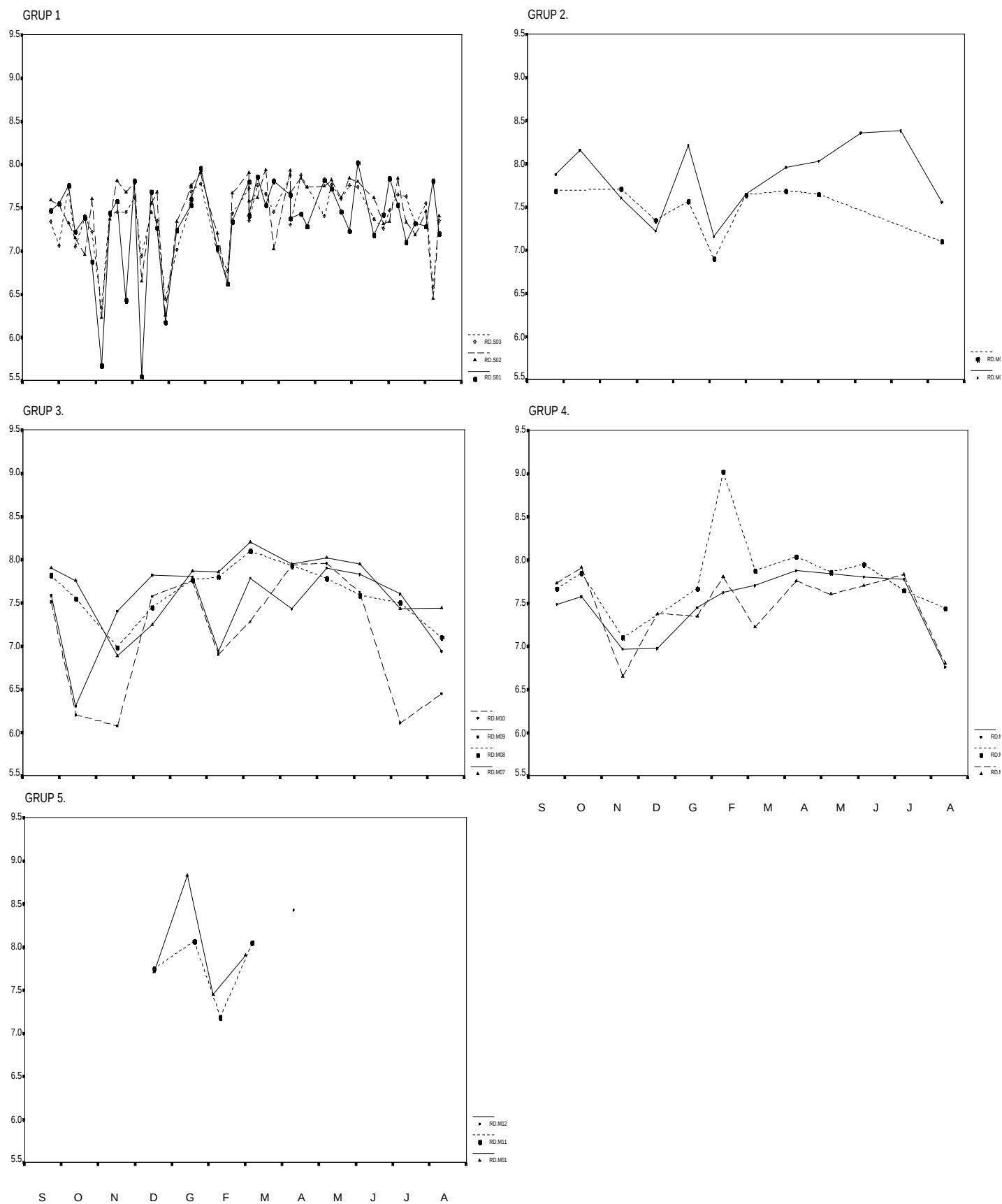


Figura 13: Evolució durant el període d'estudi del pH dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

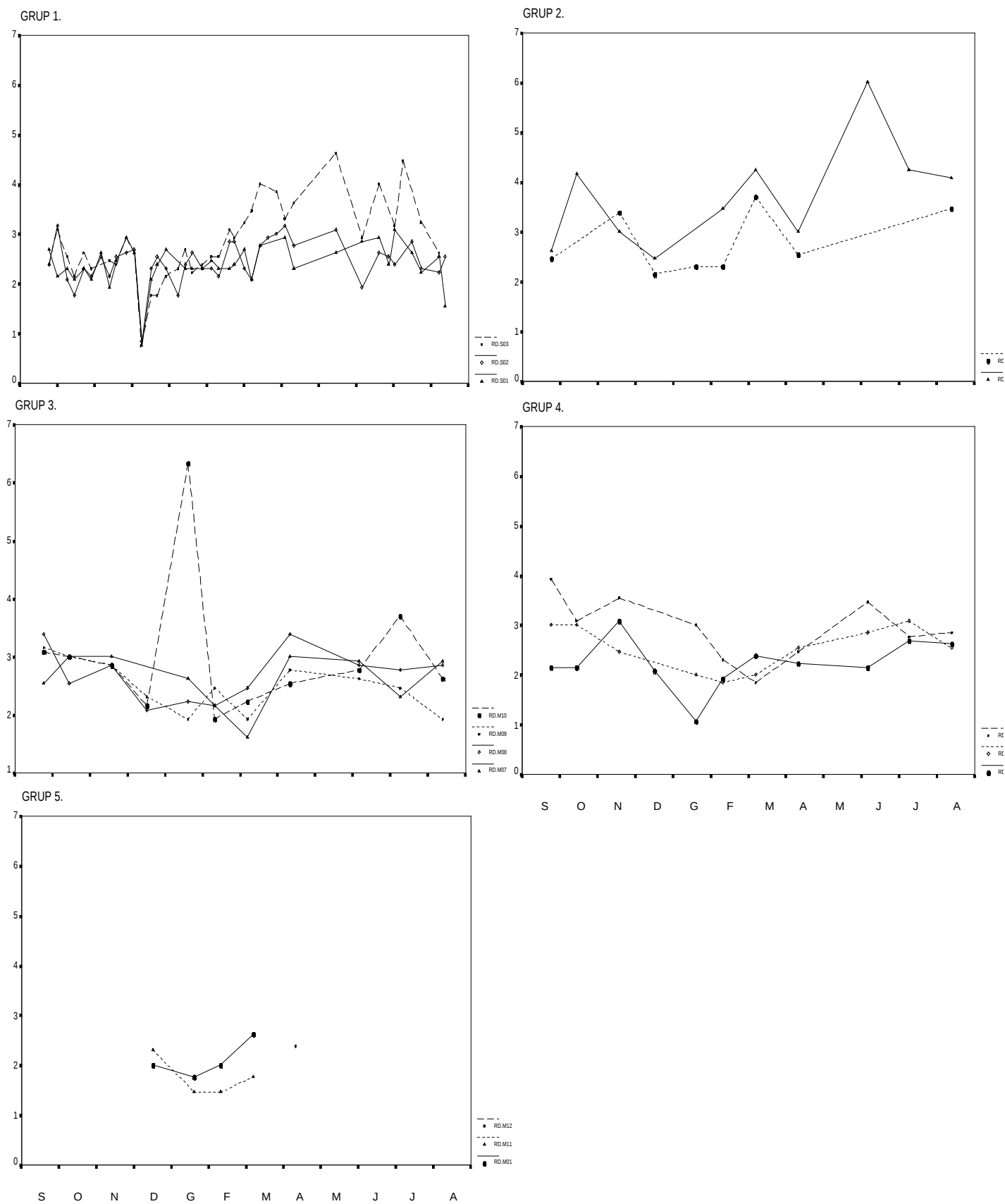


Figura 14: Evolució durant el període d'estudi de l'alcalinitat de l'aigua (meq/L) dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

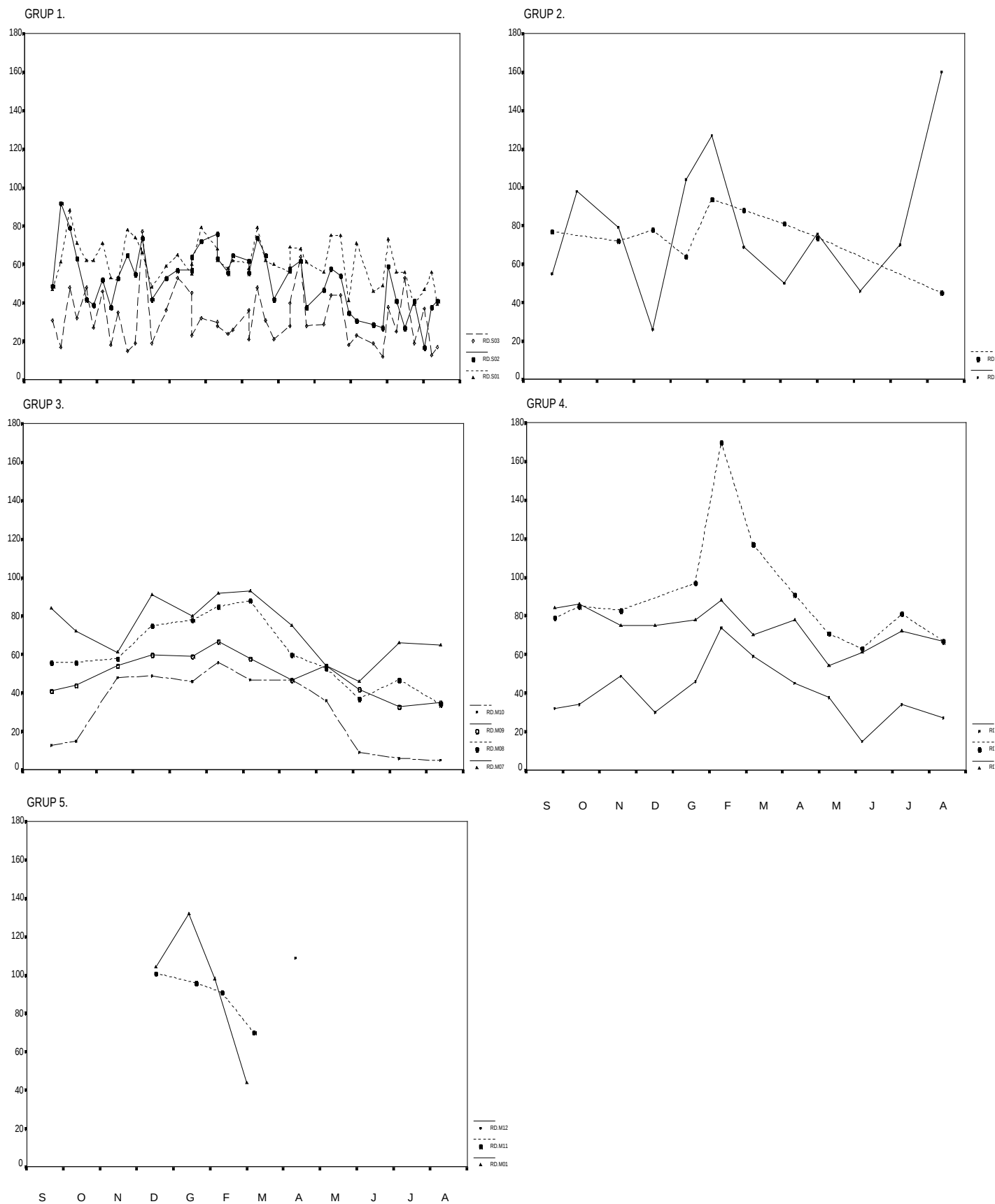


Figura 15: Evolució durant el període d'estudi dels nivells d'oxigen (% saturació) dels punts mostrejats de la Reseva Dolça.

Taula 5: Descriptors estadístics de la fondària, cabal, temperatura, conductivitat, pH i % de saturació d'oxigen dels punts de la Reserva Dolça.

Taula 6: Descriptors estadístics dels nutrients inorgànics dissolts, alcalinitat i concentració de clorofil·l dels punts de la Reserva Dolça.

A diferència de la Reserva Salada, són poques les situacions en les que es dona sobresaturació d'oxigen per excés de producció i poden ser més freqüents les sobresaturacions d'origen físic, per excès de turbulència. En general, la circulació de l'aigua impedeix la sobresaturació d'oxigen que observavem a la Reserva Salada, malgrat que hi hagi un excés de producció. Els únics punts on es supera el 100 % de saturació d'oxigen són les aigües amb molta corrent, com la riera de Pedret (RD.M05) o el rec d'entrada Palau sud (RD.M11), o a les principals masses d'aigua estancada de la zona, com l'estany de Vilaüt (RD.M05).

Σ Nutrients

A la Reserva Dolça, hi han concentracions mitjanes de nitrats molt elevades, la majoria d'elles superiors a $500 \mu\text{gN}\cdot\text{l}^{-1}$ (Taula 6). Els punts més confinats, però, presenten concentracions mitjanes inferiors a $100 \mu\text{gN}\cdot\text{l}^{-1}$, com el Tercer pont (RD.S03) i l'estany de Vilaüt (RD.M02), malgrat que els recs que alimenten aquests dos punts (rec entrada Vilaüt, i recs entrada Palau) tenen unes concentracions mitjanes de nitrats molt elevades. Això també es veu però en menys proporció al Rec Madral, el qual té una concentració mitjana de $575 \mu\text{gN}\cdot\text{l}^{-1}$, tot i que els recs que l'alimenten tenen com a mínim el doble d'aquesta concentració.

La concentració d'amoni sol ser superior a la de nitrat únicament a les aigües estancades en el moment de major confinament. S'observa, però, presència d'amoni a la major part dels punts durant tot el període de mostreig. El nitrit també hi és present en aigües amb certa circulació (Figura 16). Desapareix, però, a les aigües més confinades (estany de Vilaüt i Tercer pont, a l'estiu).

Pel que fa a l'evolució temporal, al sector central de la reserva dolça, la Caseta de l'Estany (RD.S01) i el Madral-pont mig (RD.S02), s'observa un període desde octubre fins abril amb concentracions molt altes de nitrat, i posteriorment, un descens amb petits augments puntuals (Figura 16). El Tercer pont (RD.S03) només presenta pics puntuals de concentració de nitrat, més importants entre el Novembre i el Gener.

Les entrades pel sector sud i oest, mantenen concentracions de nitrogen inorgànic dissolt molt altes durant tot el període de mostreig (Figura 17 i 18). A l'estany de Vilaut s'observen pics de nitrat quan entra aigua pel rec d'entrada a Vilaut (RD.M03). La resta del temps hi ha major abundància d'amoni.

En general predomina el nitrat com a forma de nitrogen inorgànic, tot i que en moments de confinament hi predomina l'amoni. Com a la Reserva Salada, l'estancament de l'aigua causa també pèrdues importants de la concentració de nitrogen inorgànic dissolt. Molt

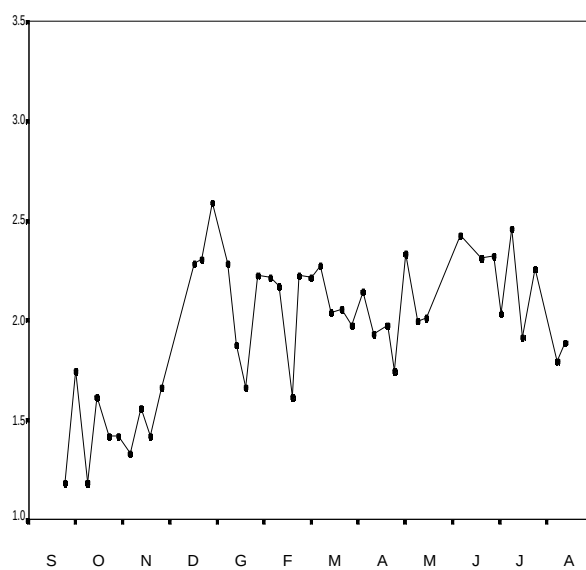
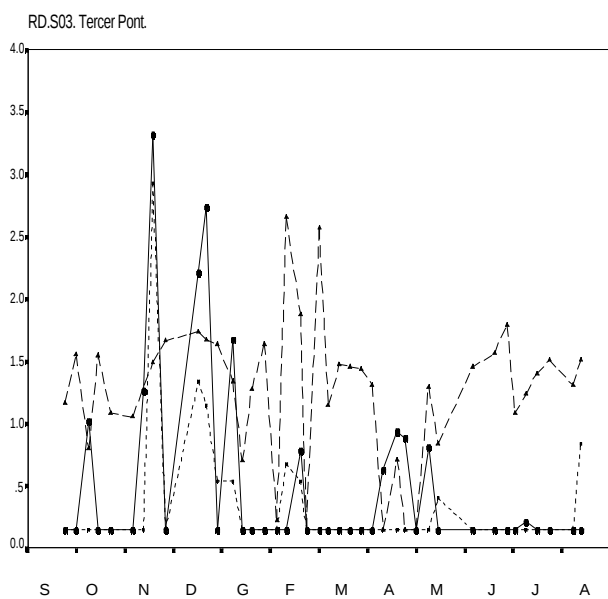
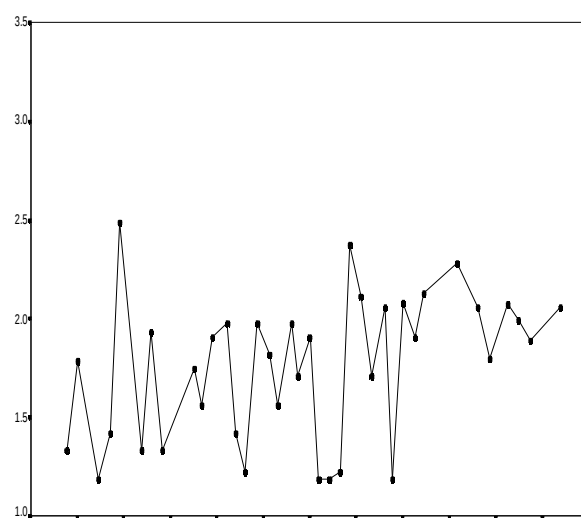
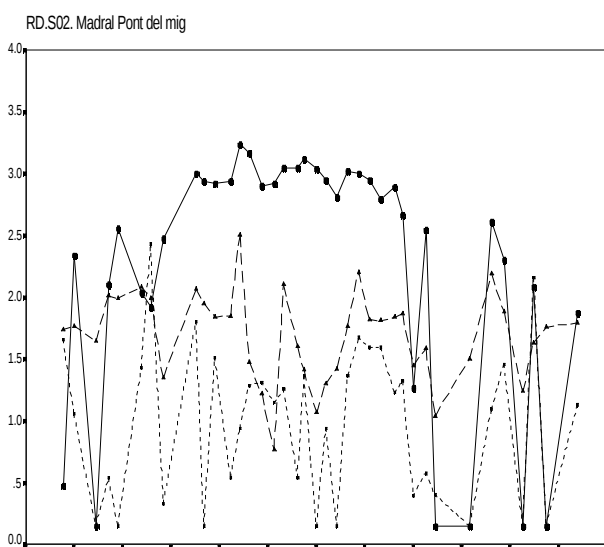
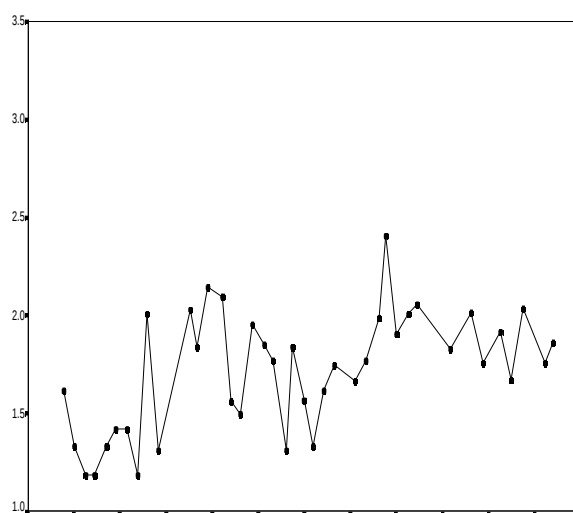
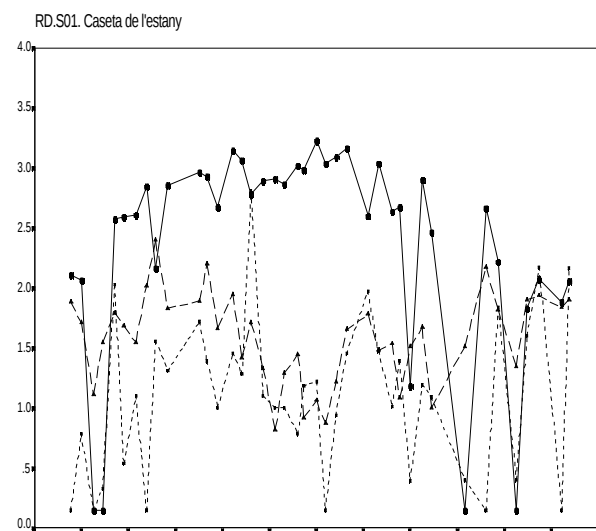


Figura 16: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L, d'amoni, nitrit, nitrat (esquerre) i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig setmanals de la Reserva Dolça.

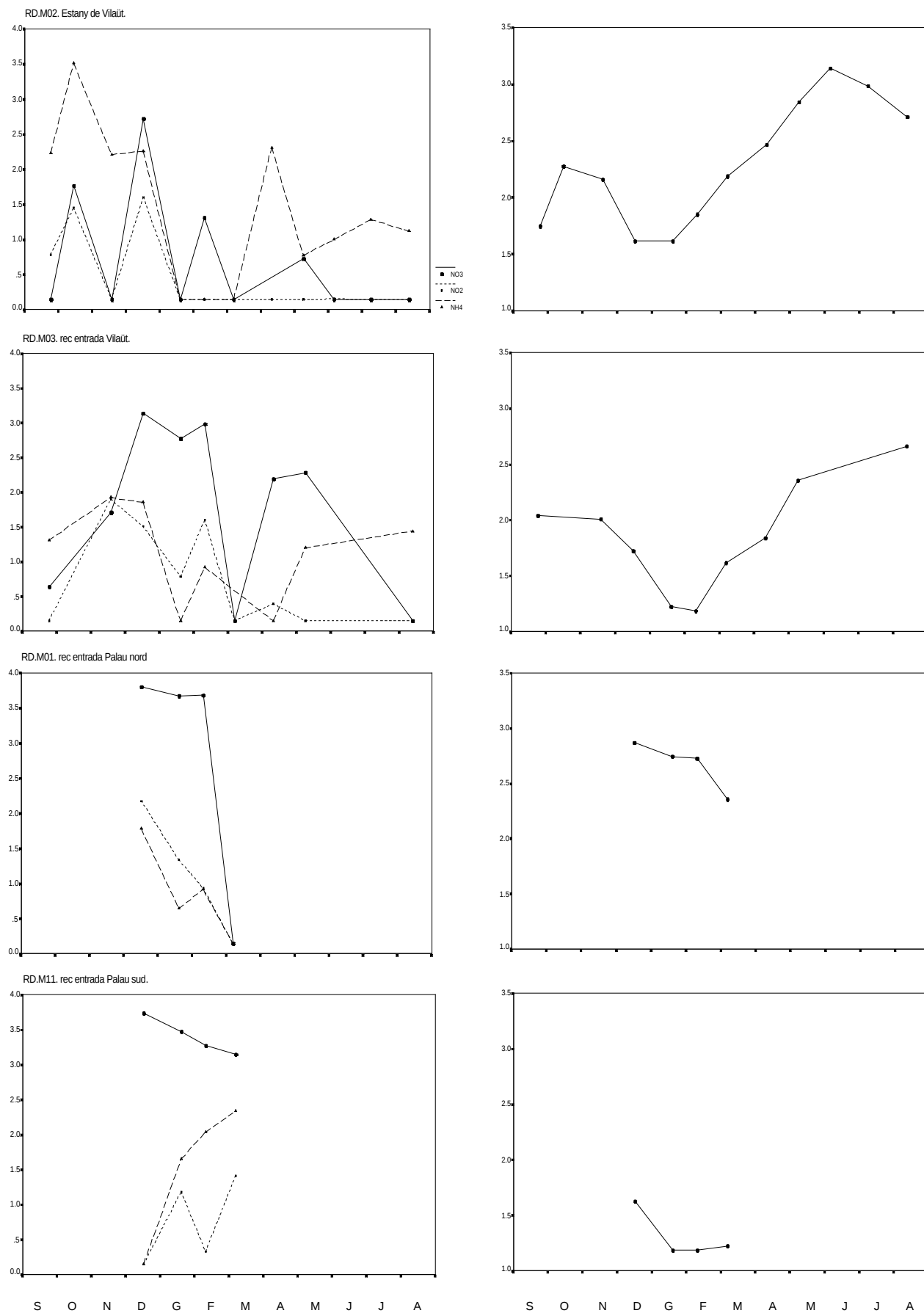


Figura 17: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L d'amoní, nitrit, nitrat (esquerra), i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig mensuals del sector nord de la Reserva Dolça.

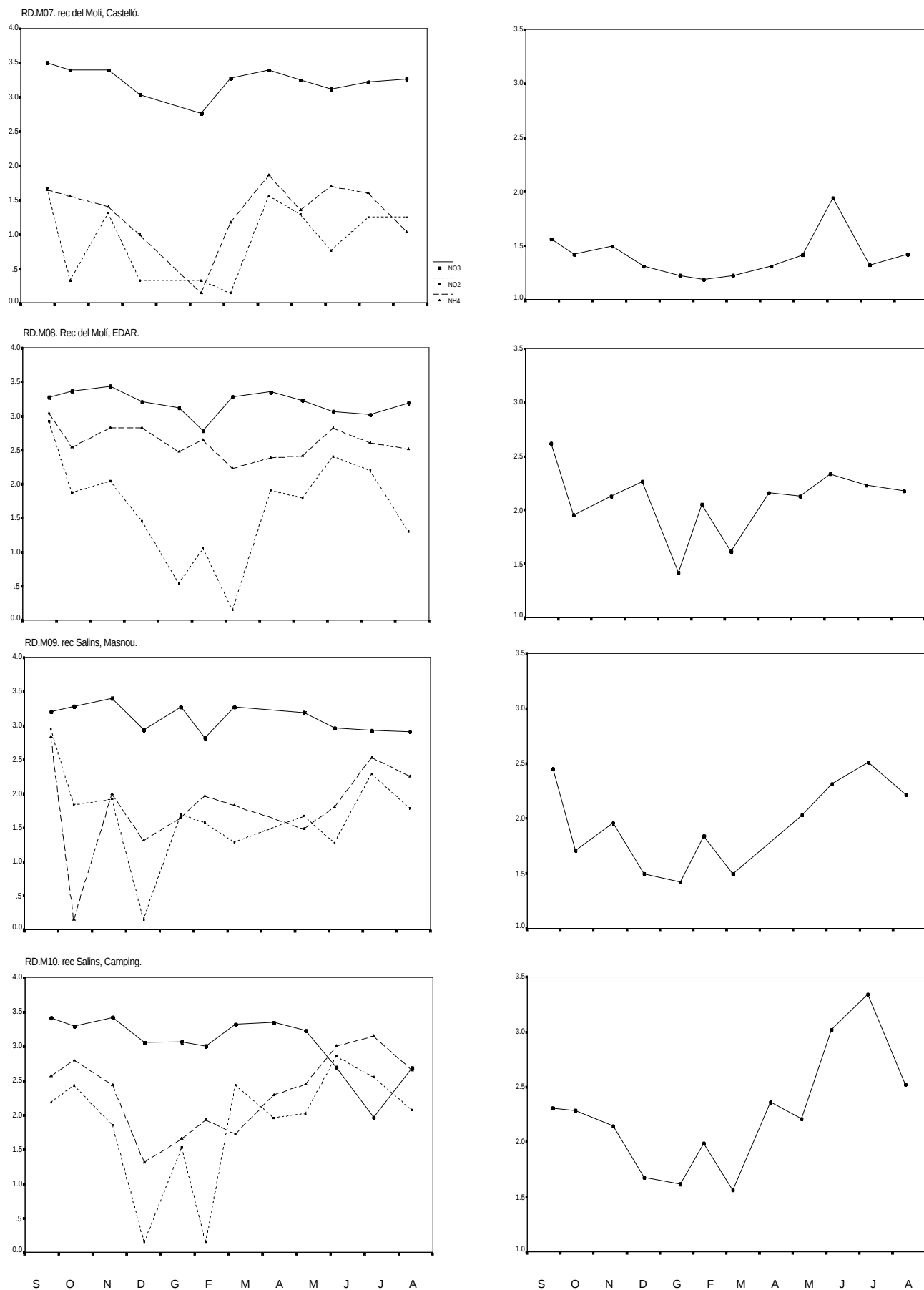


Figura 18: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logarítmic decimal) en mgN/L, d'amoni, nitrit, nitrat (esquerra), i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig mensuals del sector sud, de la Reserva Dolça.

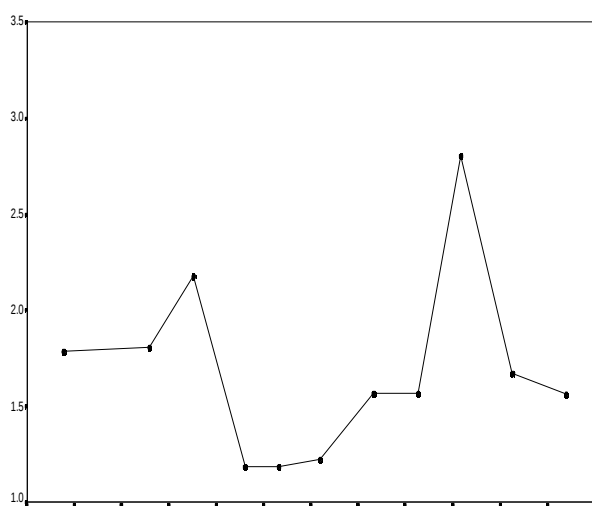
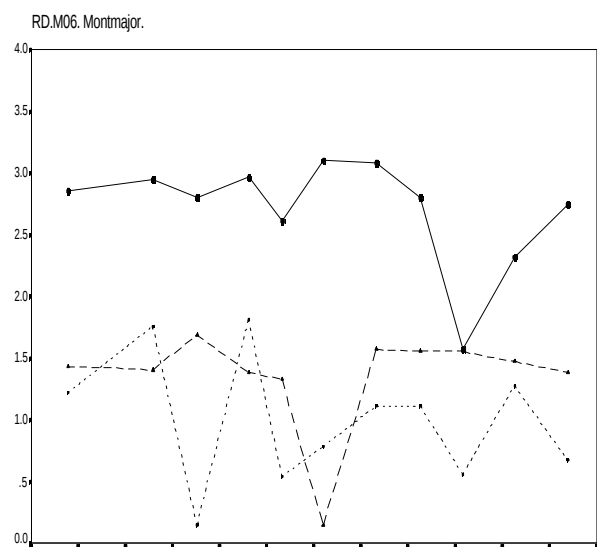
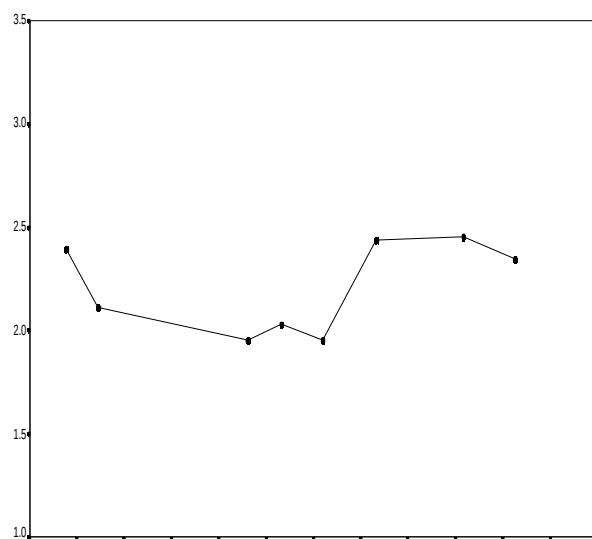
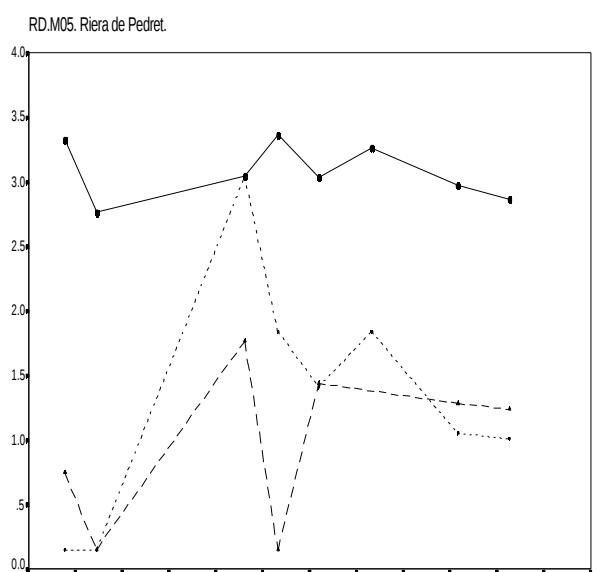
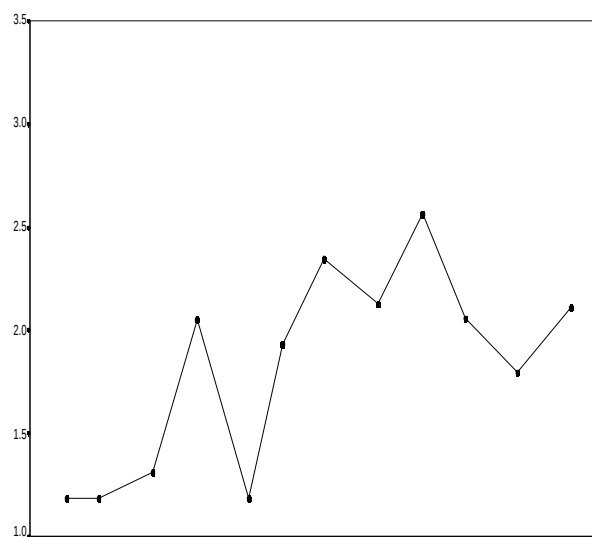
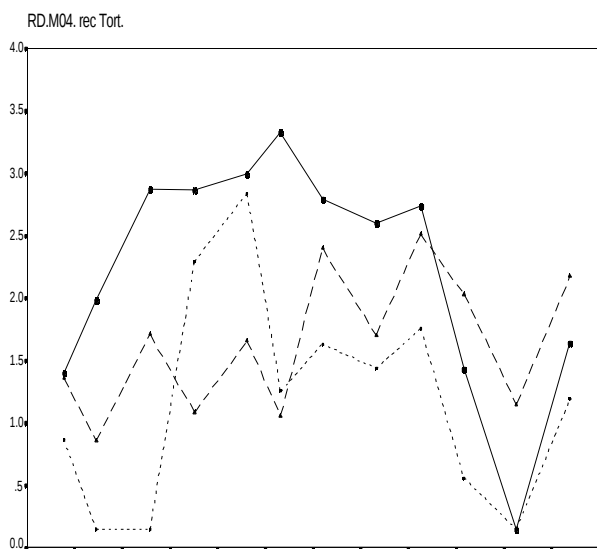


Figura 19: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L, d'amoni, nitrit, nitrat (esquerra), i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig mensuals del sector oest, de la Reserva Dolça.

probablement els processos de desnitrificació, tal com es donava a la Reserva Salada, siguin els responsables d'aquesta disminució, encara que es donen amb menor intensitat.

Les entrades d'aigua poden tenir efectes diferents en la concentració de nitrat segons el punt de mostreig. En punts molt rics en nutrients, com la Caseta de l'Estany o el Rec Madral-pont mig, l'entrada d'aigua sol causar una disminució de la concentració. Contràriament, en punts menys rics, com el Tercer pont, l'entrada d'aigua comporta també un augment de la concentració de les formes inorgàniques de nitrogen.

Pel que fa al fòsfor reactiu soluble (PRS), s'observen concentracions mitjanes força elevades a la Reserva Dolça quan les comparem amb la Reserva Salada (Taula 6). L'evolució de la concentració de PRS no presenta un patró tan clar com a la Reserva Salada, sinó que es mostren fluctuacions més irregulars. En general, però, es pot observar un cert increment durant els períodes de majors aportacions i una disminució a l'hivern amb condicions més estables (Figures 16 i 17).

Es poden identificar els següents grups de punts a la Reserva Dolça, en funció de les abundàncies relatives de nitrogen i fòsfor, mesurades a partir de la suma de les formes inorgàniques dissoltes (DIN/PRS). En primer lloc, les aigües estancades, com Vilaüt i el Tercer pont, presenten una relació nitrogen / fòsfor molt baixa, amb concentracions de fòsfor força elevades i valors molt baixos especialment de nitrat amb una abundància relativa del nitrat molt petita en el conjunt de formes de nitrogen inorgànic (DIN). Aquesta situació és la típica d'ambients confinats, tan freqüent a la Reserva Salada, amb força desnitrificació i fàcil redissolució del fòsfor acumulat en el sediment. En segon lloc, les aigües corrents i eutròfiques també presenten valors molt elevats de PRS, encara que amb relacions N/P més altes (properes a la relació molar 16:1) i una major abundància relativa del nitrat en el total de DIN. Es el cas de la major part dels punts de la Reserva Dolça. En aquest cas, molt probablement l'excedent de fòsfor provingui de la resuspensió física del fòsfor acumulat. Per últim, en alguns punts d'aigües més netes (com el Rec del Molí a Castelló, RD.M07) es troben valors molt baixos de PRS i valors de la relació N/P molt més elevades, amb una composició gairebé exclusiva de nitrat en el DIN.

Σ Clorofil.la

Pel que fa a la clorofil.la també es troben diferències importants entre les aigües estancades, més riques en clorofil.la i les aigües corrents. Els valors de clorofil.la es refereixen a l'aigua lliure, i no es disposa de dades del sediment. En aquest sentit, no es pot concloure que hi hagi una major producció primària en aigües estancades sinó una major acumulació de biomassa algal a nivell de l'aigua lliure. L'evolució estacional de la clorofil.la és també força variable a la Reserva Dolça (Figura 20), però s'intueix un patró similar al del fòsfor, amb increments durant la tardor i la primavera-estiu i disminucions a l'hivern.

Tot i la dependència que es podria esperar entre fòsfor i clorofil.la, que explicaria aquest comportament similar dels dos paràmetres, no podem relacionar directament aquestes dues variables per dues causes. D'una banda, el fòsfor reactiu soluble representa l'excedent de fòsfor no consumit. Així, per a un mateix punt, la seva concentració hauria d'estar negativament correlacionada amb el seu consum i, com a conseqüència, amb la clorofil.la. Aportacions

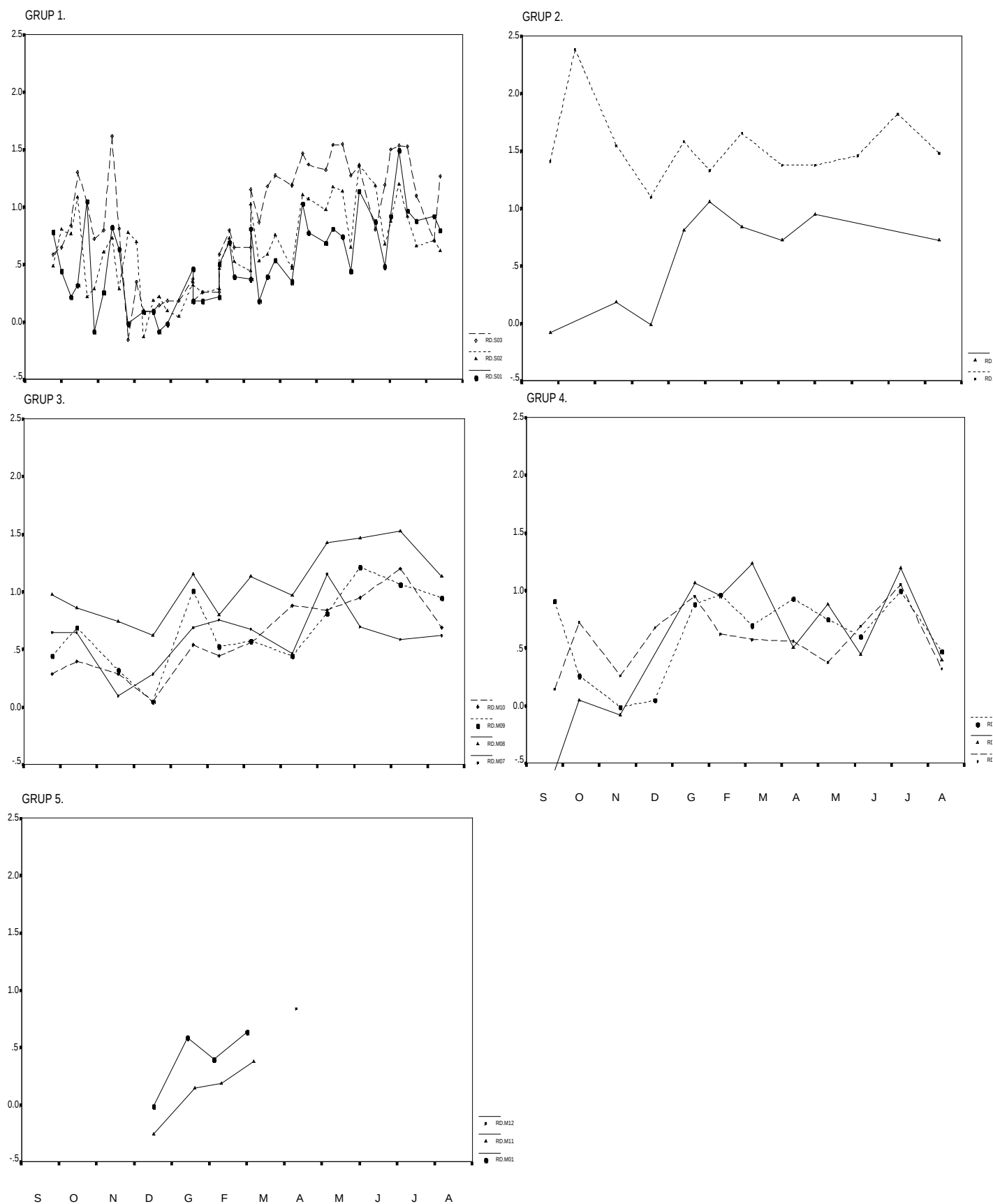


Figura 20: Evolució durant el període d'estudi de la concentració de clorofil·la a (logaritme decimal) en mg/L dels punts mostrejats de la Reserva Dolça.

externes de fòsfor poden, però, modificar sensiblement aquest model, de manera que tan la concentració de clorofil·la com la de fòsfor reactiu soluble siguin més dependents d'aquestes exportacions que del propi consum intern. D'altra banda, ja hem vist que en aigües estancades la forta desnitrificació condiciona el creixement del fitoplàncton a la presència de nitrogen més que a la de fòsfor.

Σ Efecte dels efluent depurats

Al Rec del Molí i al Rec Salins s'hi aboquen aigües residuals depurades de les depuradores de Castelló (depuradora de llacunatge) i d'un sector d'Empuriabrava (en un futur quedarà en desús i aquest sector connectarà amb l'EDAR d'Empuriabrava). En aquests trams es varen prendre mostres abans (RD.M07 i RD.M09) i després (RD.M08 i RD.M10) dels abocaments.

En els dos trams s'observa un augment de la concentració de les formes reduïdes de nitrogen (amoni i nitrit) i de fòsfor reactiu soluble (Figura 18), així com una disminució de la concentració d'oxigen dissolt i de la relació DIN/PRS (Figura 15). Al Rec del Molí s'observa també un increment de la concentració de clorofil·la després de l'abocament, però això no es dona al Rec Salins (Figura 20).

En els dos casos es pot concloure que les depuradores realitzen un tractament insuficient. Les concentracions de nutrients mostren que cap de les dues depuradores eliminen nitrogen i fòsfor eficientment. De fet no estan dissenyades per a aquesta finalitat, ja que no disposen de tractament terciari. Molt probablement, però, tampoc és eficient l'eliminació de matèria orgànica, l'excés de la qual podria ser responsable d'un increment de les formes reduïdes de nitrogen. També el fet que no es produeixi un increment de la concentració de clorofil·la al Rec Salins, malgrat hi hagi un increment de nutrients, pot explicar-se per un major aport de matèria orgànica i una major importància de la via detrítica.

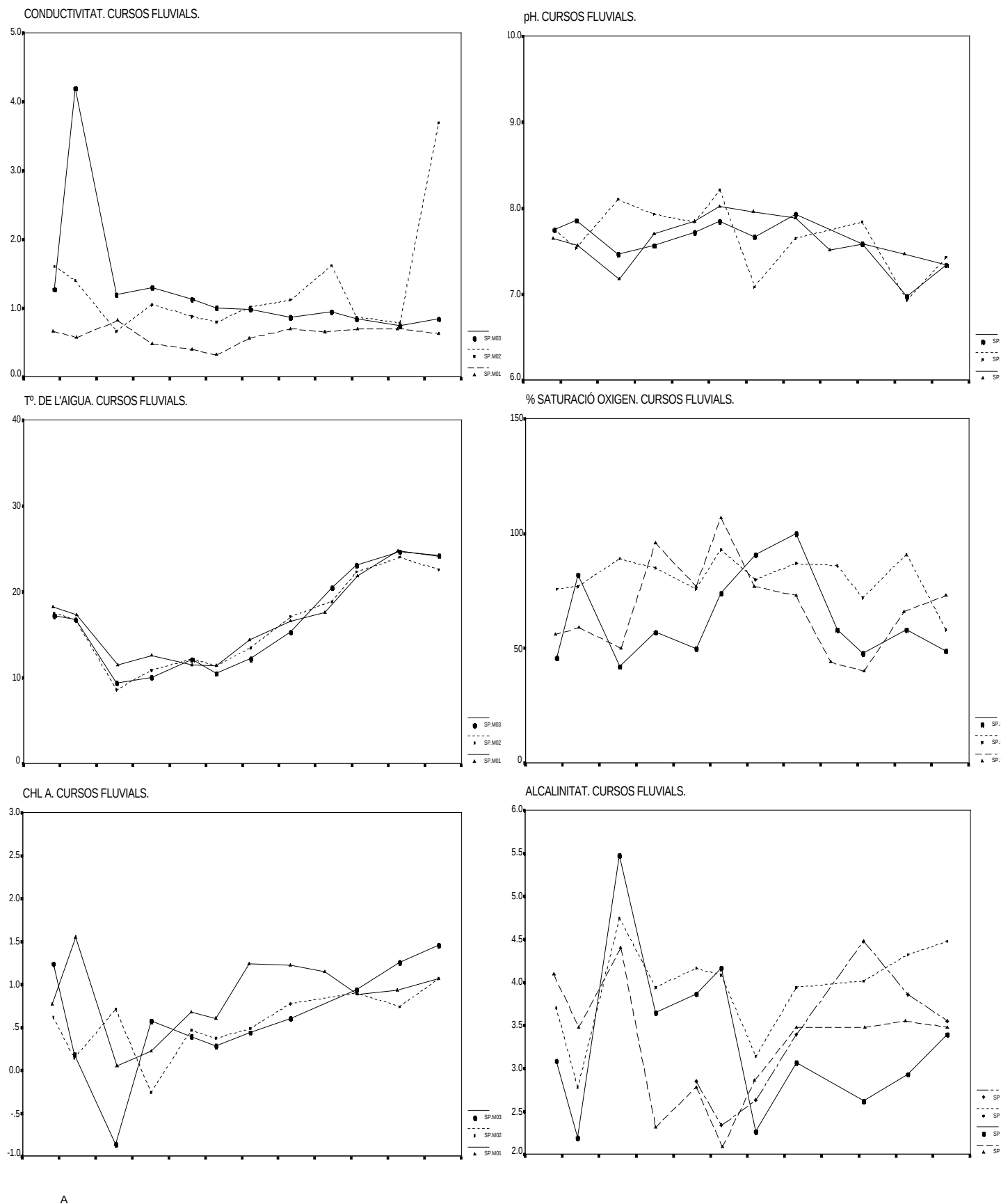


Figura 21: Evolució durant el període d'estudi de la conductivitat (mS/cm), temperatura (°C) i pH, nivells d'oxigen (%saturació), concentració de clorofil·la a (logaritme decimal) en mg/L, i alcalinitat (meq/L) dels punts de mostreig situats en cursos fluvials.

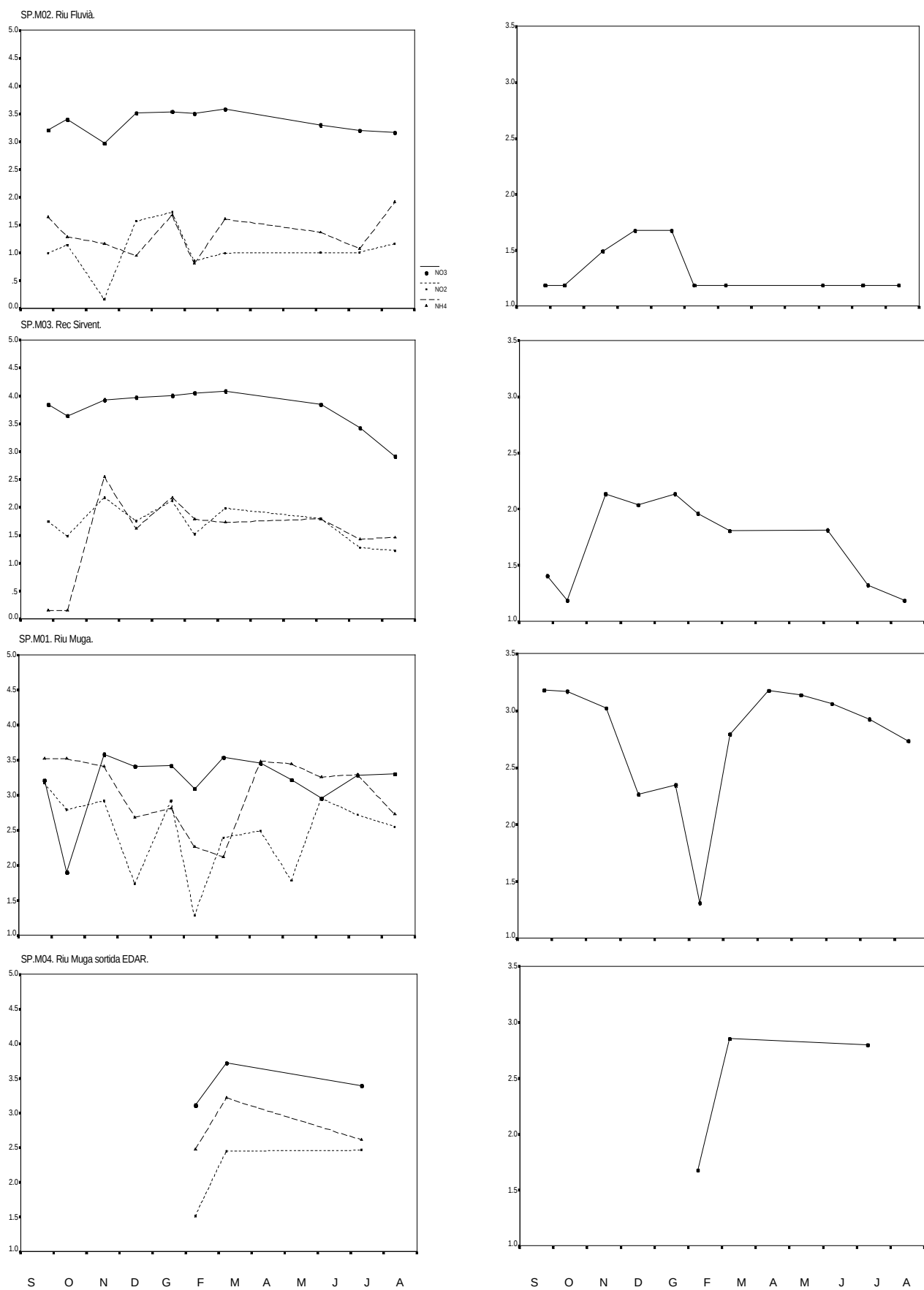


Figura 22: Evolució durant el període d'estudi de la concentració (logaritme decimal) en mgN/L d'amoni, nitrit, nitrat (esquerra) i en mgP/L de fòsfor reactiu soluble (dreta) dels punts de mostreig situats en cursos fluvials.

Comunitat d'invertebrats aquàtics

Composició específica

En la composició d'invertebrats capturats amb salabre dominen principalment els crustacis. Els cladòcers i els tres grups de copèpodes de vida lliure (calanoides, ciclopoides i harpacticoides) sumen molt freqüentment més del 90 % dels individus. En determinades ocasions poden ser també abundants altres grups de crustacis, com els ostràcodes, els amfípodes o els misidacis, i d'insectes, com els quironòmids, els heteròpters, els coleòpters i els efemeròpters. En general, l'estructura de la comunitat és característica d'ambients llacunars costaners i s'acosta a l'observada en altres ambients similars de la costa mediterrània (Aguesse & Marazanof, 1965; Bigot & Marazanov, 1965; Hervé & Bruslé, 1981; Sabater, 1981; Menéndez & Comín, 1986; Carrillo *et al.*, 1987; Pretus, 1989; Quintana & Comín, 1989; López *et al.*, 1991).

Malgrat que la major part de les espècies importants es troben indistintament en els dos sectors, existeixen diferències importants pel que fa a l'abundància relativa de les principals espècies entre la reserva dolça i la Reserva Salada.

A la Reserva Dolça hi dominen els ciclopoides i els cladòcers (Taula 7). Els cladòcers estan molt diversificats en aquest sector i s'han identificat fins a 22 espècies diferent. *Bosmina longirostris*, *Simocephalus vetulus*, *Scapholeberis mucronata*, *Daphnia magna*, *Chidorus sphaericus*, *Alona rectangula*, *Tetrocephala ambigua*, *Pleuroxus denticulatus* i *Daphnia pulicaria* són les espècies més abundants d'aquest grup. Els ciclopoides són més abundants que els cladòcers, però estan representats per un nombre molt inferior d'espècies. *Acanthocyclops robustus*, *Cyclops* sp., *Thermocyclops dibowskii*, *Eucyclops serrulatus*, *Diacyclops bicuspidatus odessanus* i *Macrocyclus albidus* són les espècies més representatives. Calanoides (com *Calanipeda aquae-dulcis* o *Mixodiaptomus Kupelwieseri*) i harpacticoides (com *Canthocamptus staphilinus*, *Nitocra spinipes* o *Phyllognatus viguieri*) són força escassos en aquest sector.

Els ostràcodes poden també apareixer en determinades condicions amb poblacions força nombroses. Les espècies més abundants són *Eucypris* sp, *Heterocypris* sp, *Cypridopsis* sp i *Potamocypris* sp. Amb abundàncies inferiors es poden trobar diverses espècies d'insectes, especialment larves de quironòmids i heteròpters. Entre els primers, molt diversificats (34 tàxons) predominen els gèneres *Thienemannia*, *Orthocladus*, *Corynoneura* i *Cricotopus*; entre els segons, *Sigara latésilis*, *Notonecta* sp i *Sigara dorsalis*. També són presents oligoquets, gasteròpodes, amfípodes, efemeròpters i coleòpters.

A la Reserva Salada els calanoides són els organismes més abundants (Taula 8), especialment *Calanipeda aquae-dulcis* i *Eurytemora velox*. També es troben altes densitats de ciclopoides, principalment de *Diacyclops bicuspidatus odessanus*, *Cyclops* sp i *Acanthocyclops robustus*. Són molt menys abundants els cladòcers, encara que *Daphnia pulicaria* podia formar poblacions denses als sectors més dolços.

Destaca també en aquest sector la major importància dels harpacticoides, entre els que dominen les espècies *Cletocamptus confluentis* i *Nitocra lacustris*, i dels ostràcodes, com

Ciprideis torosa*, *Cypridopsis sp* i *Ilyocypris sp*.** Altres grups de crustacis, com els amfípodes, els isòpodes i els misidacis són també molt més abundants a la Reserva Salada. Gasteròpodes, nemàtodes, oligoquets, quironòmids (Orthocladus*, *Microtendipes*** i ***Thienemannia***) i culícids (***Aedes detritus*** i ***Aedes caspius***) són els grups no crustacis més abundants.

Taula 7. Mitjana, desviació estàndard i màxim dels grups d'invertebrats i peixos capturats amb salabre, a quatre punts de mostreig (Vilaüt, Caseta de l'Estany, Pont del Mig i Tercer Pont) de la reserva dolça.

Variable	Mitjana	Desviació estàndard	Màxim	Taxó
XCYC	33.01	89.97	498.70	Cyclopoida
XCLA	19.42	39.83	140.40	Cladocera
XOST	4.06	13.37	74.86	Ostracoda
XDCHIL	.88	1.25	4.80	Chironomidae larves
XOLI	.77	1.53	8.00	Oligochaeta
XHET	.21	.61	2.80	Heteroptera
XHAR	.17	.47	2.40	Harpacticoida
XCAL	.14	.51	3.00	Calanoida
XAPT	.05	.27	1.60	Apterygota
XGAS	.04	.12	.70	Gasteropoda
XZYG	.03	.05	.15	Zygoptera
XEFE	.02	.05	.30	Ephemeroptera
XDDIXL	.02	.07	.40	Dixidae larves
XCOLA	.01	.05	.25	Coleoptera adults
XACA	.01	.04	.20	Acari
XPOL	.01	.05	.25	Polichaeta
XPEI	.01	.06	.35	Peixos
XCOLL	.01	.03	.10	Coleoptera larves
XDIPIL	.01	.04	.25	Diptera indet. larves
XAMF	.01	.03	.15	Amphipoda
XDCULL	.01	.03	.20	Culicidae larves
XDIPIP	.00	.02	.10	Diptera indet. pupes
XDCHIP	.00	.01	.05	Chironomidae pupes
XDCER	.00	.01	.05	Ceratopogonidae
XPLA	.00	.01	.05	Turbellaria
XISO	.00	.01	.05	Isopoda
XDSIML	.00	.01	.05	Simuliidae larves
XDEC	.00	.01	.05	Decapoda

Taula 8. Mitjana, Desviació estàndard i Màxim dels grups d'invertebrats i peixos capturats amb salabre als cinc punts de mostreig de la Reserva Salada.

Variable	Mitjana	Desviació estàndard	Màxim	Taxó
XCAL	90.76	354.55	2326.70	Calanoida
XCYC	45.25	116.43	642.70	Cyclopoida
XCLA	15.57	56.36	379.50	Cladocera
XGAS	9.58	44.27	273.70	Gasteropoda
XOST	3.00	8.56	51.80	Ostracoda
XAMF	.42	1.26	8.60	Amphipoda
XNEM	.31	1.29	8.80	Nematoda
XHAR	.31	2.13	16.50	Harpacticoida
XOLI	.30	1.06	7.20	Oligochaeta
XDCHIL	.26	.65	2.90	Chironomidae larves
XDCULL	.14	.67	4.55	Culicidae larves
XPEI	.10	.45	3.15	Peixos
XACA	.10	.35	2.40	Acari
XISO	.08	.31	2.30	Isopoda
XCOLL	.06	.26	1.80	Coleoptera larves
XCOLA	.06	.13	.55	Coleoptera adults
XMYS	.05	.14	.95	Mysidacea
XDCHID	.03	.12	.85	Chironomidae despulles
XHET	.02	.09	.65	Heteroptera
XDCER	.01	.03	.20	Ceratopogonidae
XPOL	.01	.02	.10	Polichaeta
XEFE	.00	.04	.30	Ephemeroptera
XDCHIP	.00	.02	.15	Chironomidae pupes
XDEPH	.00	.02	.15	Ephydridae
XDDIXL	.00	.01	.05	Dixidae larves
XDDIXP	.00	.01	.05	Dixidae pupes

Estratègies alimentaries dels principals grups

Un repàs general als estratègies alimentàries dels principals grups estudiats facilitarà la comprensió de la seva distribució a l'àrea d'estudi.

Els **cladòcers** són un grup típicament heleoplànton que viuen entre la vegetació i el sediment; són filtradors no selectius i el seu règim és fitòfag o detritívor. Les principals espècies de cladòcers, com les representants dels gèneres **Daphnia** o **Simocephalus** capturen indiscriminadament qualsevol tipus de partícules en suspensió, tant organismes vius com restes de matèria orgànica (també inorgànica) que es pugui trobar en el aigua lliure. La capacitat i taxa de filtració dels cladòcers és molt elevada, pel que la seva acció clarifica l'aigua molt eficaçment i els fa especialment competitius en ambients eutròfics amb una producció força constant degut a un aport continuat de nutrients. La persistència en el temps de les poblacions de cladòcers depèn del manteniment d'un nivell suficient d'elements nutritius en el medi. Presenten un cicle de vida molt versàtil, i poden adaptar la durada del cicle (des d'uns dies fins a dos mesos) al ritme anual d'aparició d'altres espècies que suposen una competència, o als canvis de temperatura, de quantitat d'aliment, de salinitat o a la sequera. La majoria dels Cladòcers es poden qualificar d'estenoics, i per això són bons indicadors de les condicions generals dels ambients on viuen.

Els **copèpodes** són menys productius que els cladòcers, degut a una taxa més lenta de renovació, i presenten diferències destacades entre els principals grups quant a l'alimentació:

- Els **calanoides** són organismes filtradors, però difereixen dels cladòcers per una taxa més lenta de renovació, una major eficiència d'assimilació (d'aprofitament de l'aliment) i la capacitat de discriminar i seleccionar les preses (Kerfoot i Kirk, 1993). Aquestes característiques són una adaptació als ambients oligotròfics i empobrits, i en general en condicions de manca d'entrada i de renovació dels nutrients, on les partícules alimentícies estan en baixa concentració.

- Els **ciclopoides** són organismes bàsicament depredadors i s'alimenten de rotífers o de les algues del fitoplàncton de major grandària, depredant sobre organismes d'un rang molt restringit de mides. Òbviament aquesta dieta és extremadament variable i evoluciona de micròfaga a macròfaga a mesura que augmenta la grandària de les espècies o el estadi de desenvolupament larvari. La presència dels ciclopoides va molt lligada a la de rotífers o d'altres preses de grandàries similars, de tal manera que normalment hi va seqüenciada. Els rotífers són filtradors no selectius com els cladòcers, però la seva menor mida i més ràpid desenvolupament els permet aprofitar immediatament els **blooms** de fitoplàncton i els fa especialment competitius quan es produeix un puls fertilitzador de nutrients (amb el consegüent **bloom** fitoplànton). És també en aquestes condicions quan es poden observar les majors concentracions de ciclopoides.

- Els **harpacticoides** són un grup de copèpodes bentònics i d'aigües intersticials, amb alimentació bàsicament detritívora.

També són organismes bentònics els cladòcers més petits de la família Chydoridae, els **quironòmids** i els **oligoquets**. Els **ostràcodes** i els **amfípodes** també depenen del bentos

per a la seva alimentació, però tenen un comportament alimentari més brostejador (especialment els ostràcodes), consistent en el gratat de les algues que colonitzen la superfície del fons.

Distribució i evolució temporal dels organismes aquàtics

RESERVA SALADA

Σ *Distribució dels organismes*

A la Figura 23 es representen les abundàncies dels diferents grups estudiats als cinc punts prioritaris de la Reserva Salada. S'hi observen densitats d'individus superiors a les dels punts de mostreig situats més al nord, al sector més confinat de la reserva: Bassa Tamariu (RS.S04) i Túries mar (RS.S05). L'abundància d'individus és molt inferior a Rogera (RS.M03) i Riereta (RS.S03). La major abundància de peixos en aquests dos últims punts i la major tendència a la concentració de les poblacions com a resultat del confinament en els primers podrien ser les causes d'aquestes diferències.

Amb l'única excepció de Rec Muntanyeta (RS.S02), els calanoides són els organismes més abundants a tots els punts de Reserva Salada. L'elevada abundància de calanoides és la responsable de la forma logarítmica dels diagrames rang-abundància en aquests punts de la Reserva Salada. Per la similitud en la composició dels grups d'invertebrats podem agrupar Bassa Tamariu (RS.S04) amb Túries mar (RS.S05) on la relació entre els grups principals, calanoides, ciclopoides i ostràcodes és molt similar; tot i l'abundància de gasteròpodes a Túries mar, aquest grup no ha estat considerat en l'anàlisi posterior de les dades a causa de la baixa eficiència del mètode del salabre per a la captura d'aquests organismes.

A Riereta (RS.S03) i a Rogera (RS.M03), malgrat que també hi predominen calanoides i ciclopoides s'observa una major importància dels grups més minoritaris, com els amfípodes, els oligoquets, els gasteròpodes, els isòpodes, els misidacis i els quironòmids. Molt probablement l'abundància de peixos en aquests dos punts no només limiti l'abundància d'individus, sinó també afavoreixi una major diversitat de la comunitat d'invertebrats.

La composició específica de Rec Muntanyeta (RS.S02) és molt diferent a la resta de la Reserva Salada a causa de les freqüents aportacions d'aigua dolça que rep aquest punt procedents de l'estany del Cortalet. Aquest punt, molt més ric en cladòcers i amb presència molt reduïda de calanoides, és més semblant en nombre i diversitat als punts de la Reserva Dolça.

Σ *Evolució temporal*

Pel que fa a l'evolució temporal dels organismes a la Reserva Salada (Figures 26 i 27) s'observa un pic de màxima densitat dels organismes més abundants (calanoides i

ciclopoides) durant els mesos d'hivern i principi de primavera, especialment als punts de major confinament, com l'estany d'en Túries (RS.S05) i Bassa Tamariu (RS.S04). Aquest pic també s'observa a Riereta (RS.S03) i a Rogera (RS.M03) encara que amb densitats molt inferiors. El pic de ciclopoides i de calanoides no es dona simultàniament sinó que el pic dels primers és sempre anterior al dels segons.

El comportament de les poblacions d'invertebrats a la Reserva Salada ha estat condicionat principalment per les aportacions d'aigua dolça provinents del rec Corredor durant el període que ha estat tancada la comporta. Tots els punts de mostreig (amb la única excepció de Rec Muntanyeta) presenten un augment de les poblacions de ciclopoides immediatament després de l'entrada d'aigua dolça (gener i febrer), d'acord amb un augment de la producció i del grau d'eutròfia en aquest període. Immediatament després, quan cessa l'aport d'aigua dolça i augmenten les condicions de confinament (febrer, març i abril, segons els punts), les poblacions de ciclopoides són substituïdes per calanoides.

Rec Muntanyeta (RS.S02) és l'únic punt que no ha seguit aquest patró i presenta diversos màxims de cladòcers, especialment a l'estiu. Es tracta d'un rec de desguàs que s'alimenta de l'excedent d'aigua dolça provinent de l'estany del Cortalet, fet que explica l'abundància de cladòcers i el comportament independent de la resta de la Reserva Salada.

Les poblacions de calanoides no s'han mantingut més enllà del mes de maig i cap a la primavera i l'estiu augmenten les poblacions de les espècies més bentòniques, com els amfípodes, els gasteròpodes i els ostràcodes. Aquests últims també eren presents a la tardor quan s'inicià la inundació de la Reserva Salada. S'observa també un únic pic de culícids, encara que molt anterior, immediatament després de l'inici de la inundació, durant la tardor.

Els ostràcodes i els culícids són organismes especialment abundants en aigües temporànies i formen poblacions denses en els moments immediats a la inundació, fet que explica la seva abundància a la tardor. La disminució de nivells i la major importància del domini bentònic pot també afavorir la reaparició dels ostràcodes a final de primavera. El mateix fet pot explicar l'increment d'amfípodes i gasteròpodes en aquest període.

Es detecten a totes les basses larves de peixos en els primers estadis, especialment exemplars juvenils de *Pomatochistus microps*, durant els primers dies de primavera. Aquestes captures no van tenir continuïtat durant la resta de la primavera i l'estiu. Tot i això, no es pot concloure que hi manquessin els peixos durant aquest període, pel fet que el mètode de mostreig emprat no és eficient per a la captura de peixos, especialment quan aquests assoleixen una determinada grandària. Observacions visuals permeten assegurar la presència de peixos a la major part de les basses durant la resta del període estival.

La Bassa Tamariu (RS.S04) presenta un comportament molt diferent al final de l'estudi i durant els mesos d'estiu. En aquesta bassa la presència d'harpacticoides (bàsicament *Cletocamptus confluens*) és gairebé exclusiva. Aquestes condicions es poden relacionar amb episodis de distròfia, és a dir, episodis prolongats de manca d'oxigen a causa d'una excessiva concentració de matèria orgànica, que afavoreixen les espècies més adaptades a les condicions d'anòxia.

RESERVA DOLÇA

Σ Distribució dels organismes

A la Reserva Dolça els punts amb major abundància d'invertebrats són els situats als estanys de Palau: Tercer pont (RD.S03) i Vilaüt (RD.M02). Es tracta d'aigües confinades sense una circulació aparent de l'aigua, malgrat que els valors de conductivitat i les concentracions de nutrients fan suposar una certa circulació superficial molt lenta o subterrània, fins i tot durant els períodes més estables. Els punts situats en el rec Madral, Madral-pont mig (RD.S02) i Caseta de l'estany (RD.S01), on la circulació d'aigua superficial és molt més aparent, presenten concentracions totals d'organismes molt inferiors (Figura 24). Els diagrames rang-abundància mostren una major diversitat d'organismes en aquests últims punts.

Si exceptuem Caseta de l'estany (RD.S01), els ciclopoides, els cladòcers i els ostràcodes són els grups més abundants en tots els punts d'aquest sector. Destaca la poca importància dels calanoides quan ho comparem amb les abundàncies de la Reserva Salada. La baixa salinitat i el baix nivell de confinament de les aigües de la Reserva Dolça respecte a les de la Reserva Salada poden explicar aquestes diferències.

A Caseta de l'estany els grups més abundants són els ostràcodes, els oligoquets i els quironòmids, fet que està d'acord amb les característiques més fluctuants d'aquest punt de mostreig, tant pel que fa al nivell de l'aigua com a la seva composició físico-química.

Σ Evolució temporal

Els pics de major abundància d'individus de la major part de les poblacions trobades a la Reserva Dolça es troben a la primavera i/o a la tardor. Ostràcodes, oligoquets i quironòmids són més freqüents durant la tardor mentre que ciclopoides, cladòcers i quironòmids dominen durant la primavera (Figures 28 i 29).

Algunes poblacions menys abundants presenten excepcions, com els calanoides i els harpacticoides, els quals predominen durant l'hivern, o els gasteròpodes, més freqüents a l'estiu. També en alguns punts s'observen certes desviacions, com a l'estany de Vilaüt, on apareixen importants poblacions de ciclopoides al pic de l'hivern.

Això implica una component estacional acusada de les poblacions d'invertebrats, molt relacionada amb l'abundància d'elements nutritius (com ho demostren les altes concentracions de clorofil·la i matèria orgànica) en aquests mateixos períodes. En aquest sentit, si comparem el comportament dels dos sectors, podem considerar que les poblacions d'invertebrats responen a pulsos d'entrada de nutrients, que a la Reserva Dolça es donen amb caràcter estacional i a la Reserva Salada es concentren a l'hivern, quan les aportacions d'aigua dolça degudes a la regulació de fluxos són màximes.

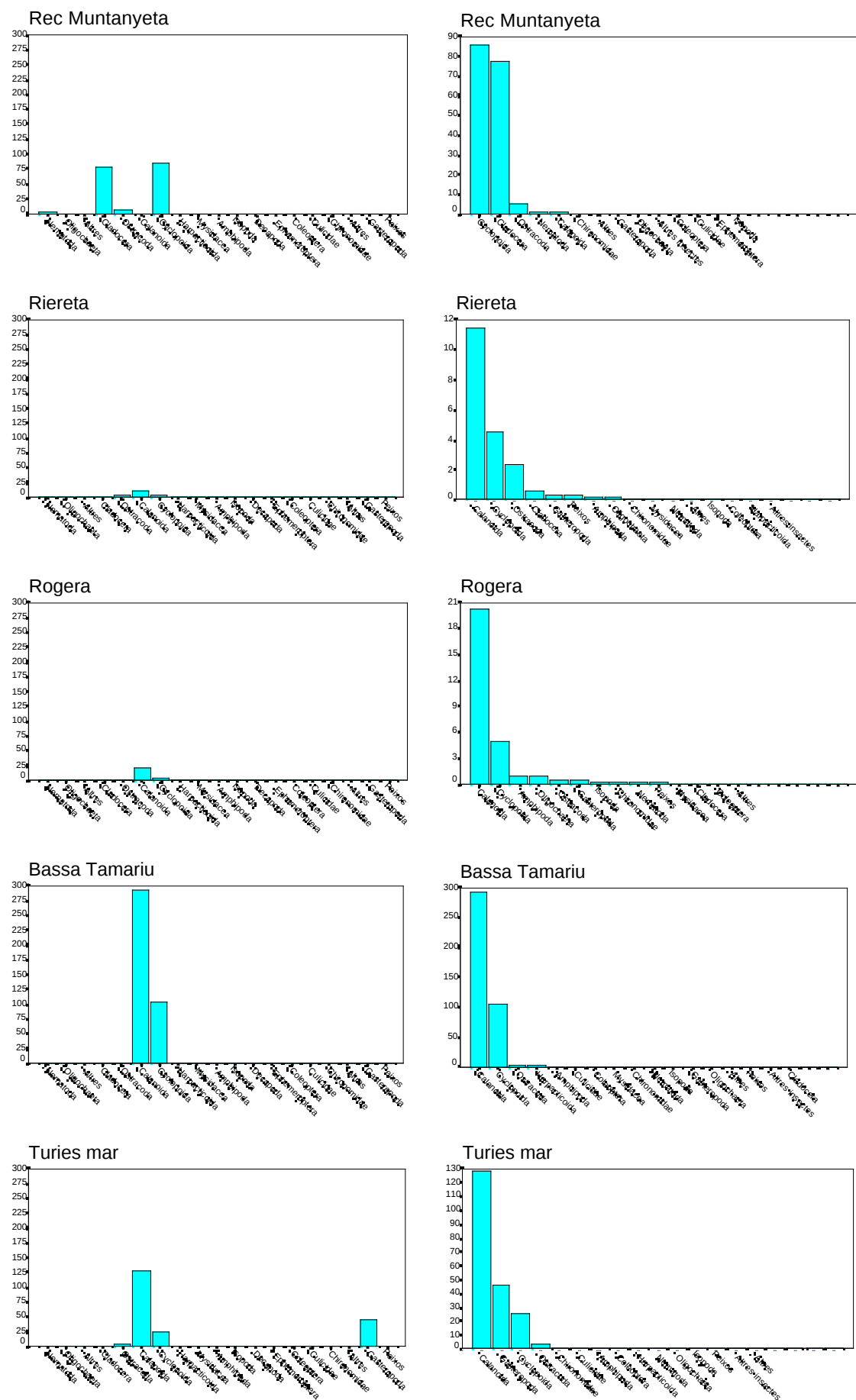


Figura 23: Abundància dels diferents grups d'organismes aquàtics (indiv/salubre), columna esquerra, i diagrames rang-abundància, columna dreta, a cada un dels cinc punts de la Reserva Salada.

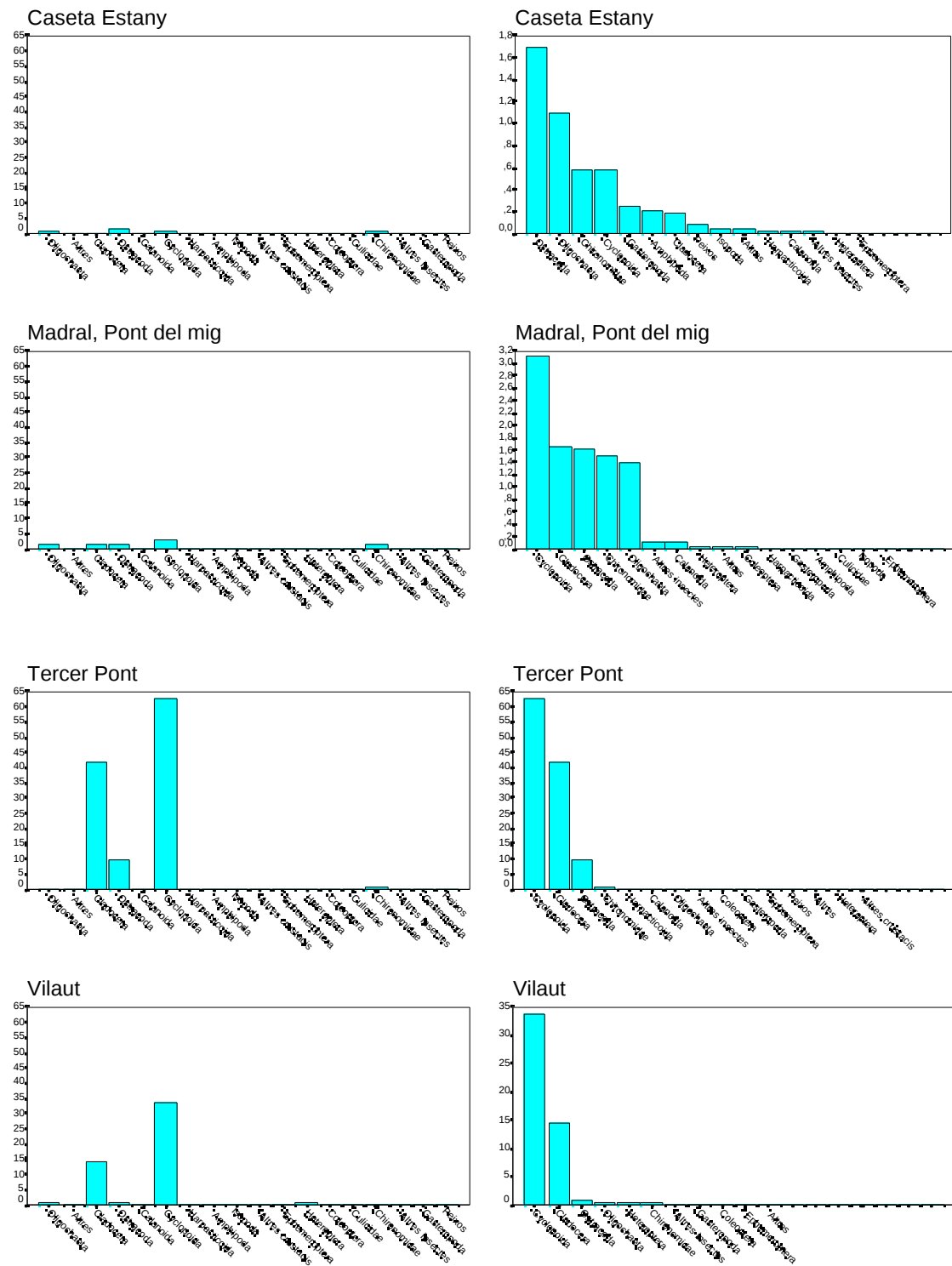


Figura 24: Abundància dels diferents grups d'organismes aquàtics (individus/salabre), columna esquerra, i diagrames rang-abundància, columna dreta, a cada un dels punts de la Reserva Dolça.

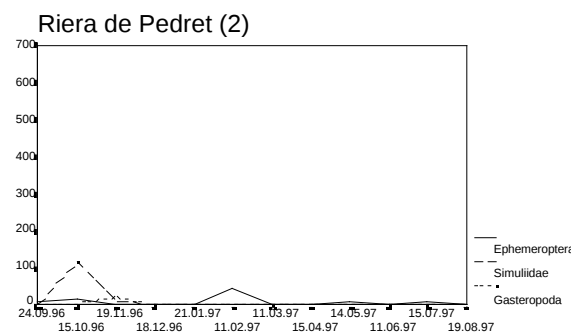
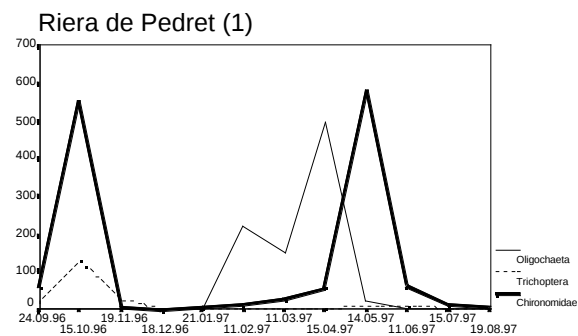
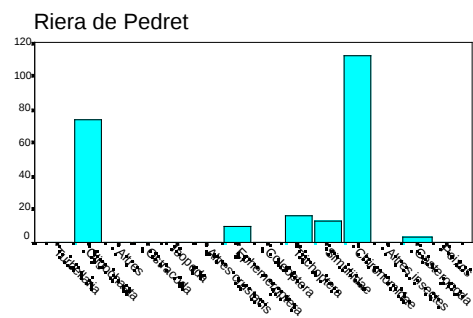


Figura 25: Abundància dels diferents grups d'organismes aquàtics (individus/surber), a dalt, i evolució temporal dels grups més abundants, a baix, a la Riera de Pedret, punt de la Reserva Dolça.

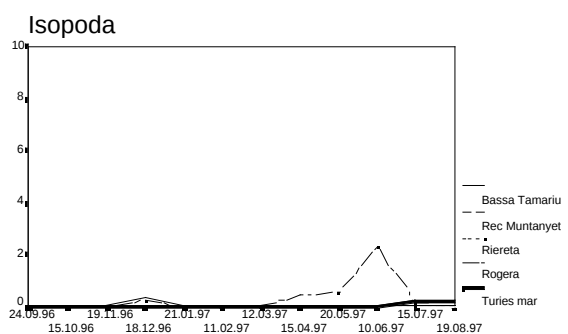
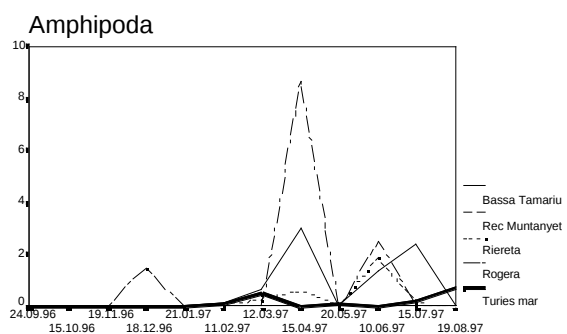
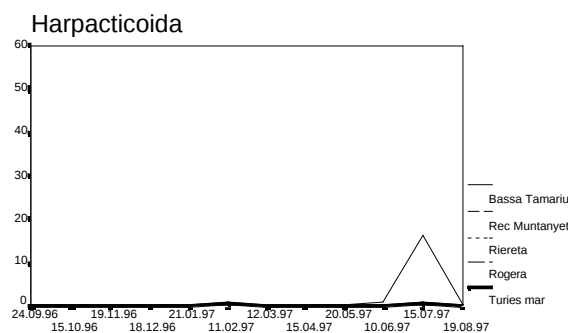
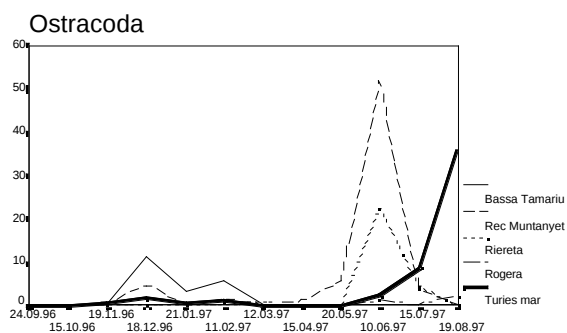
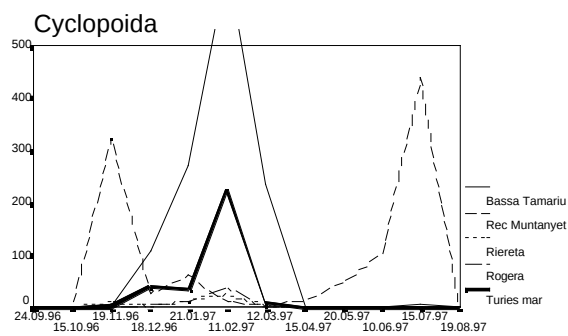
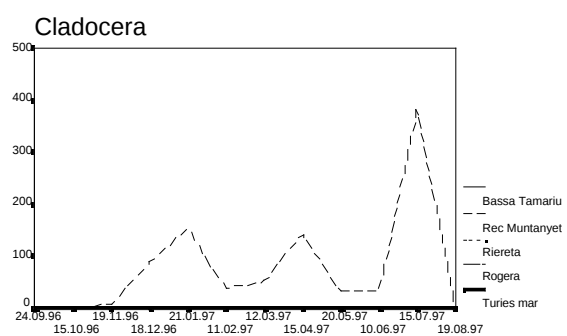
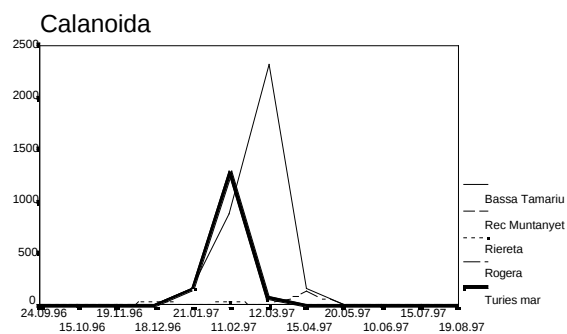


Figura 26: Evolució estacional dels grups d'organismes aquàtics més abundants dels cinc punts de la Reserva Salada.

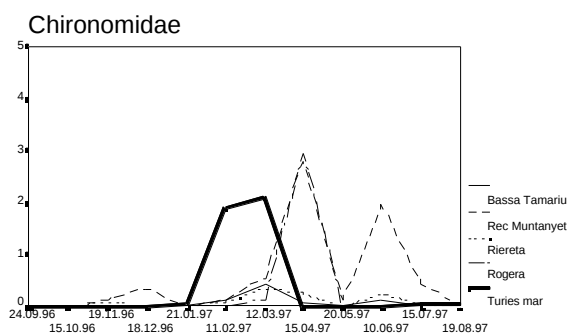
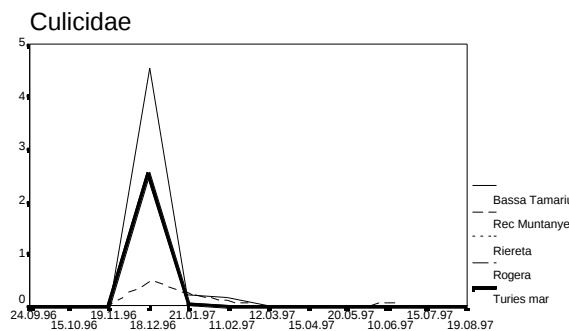
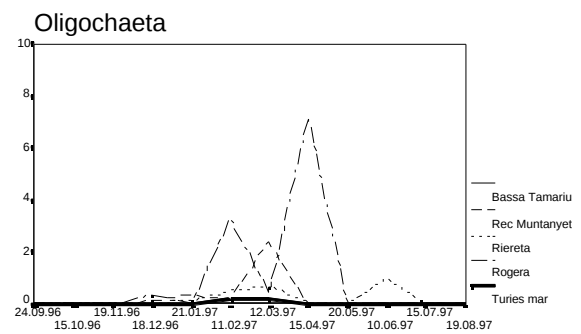
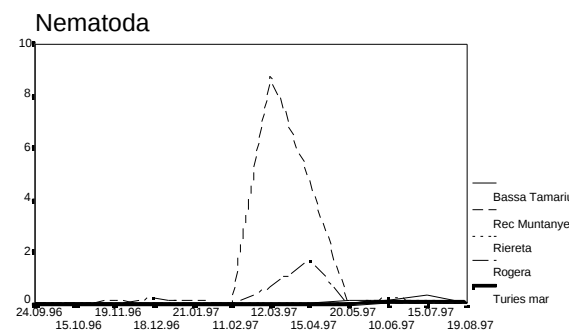
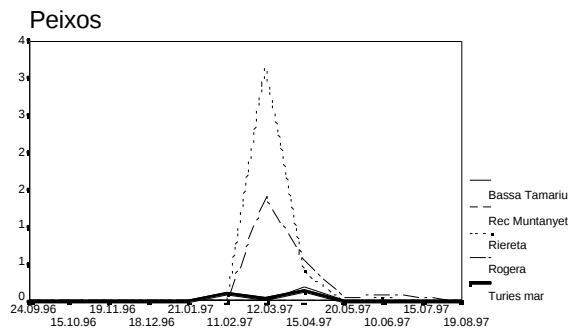
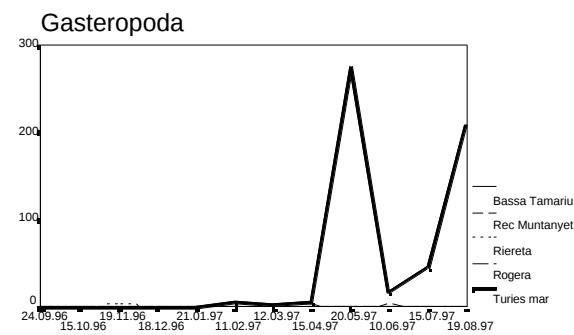


Figura 27: Evolució estacional d'alguns grups d'organismes aquàtics pocs abundants dels cinc punts de la Reserva Salada.

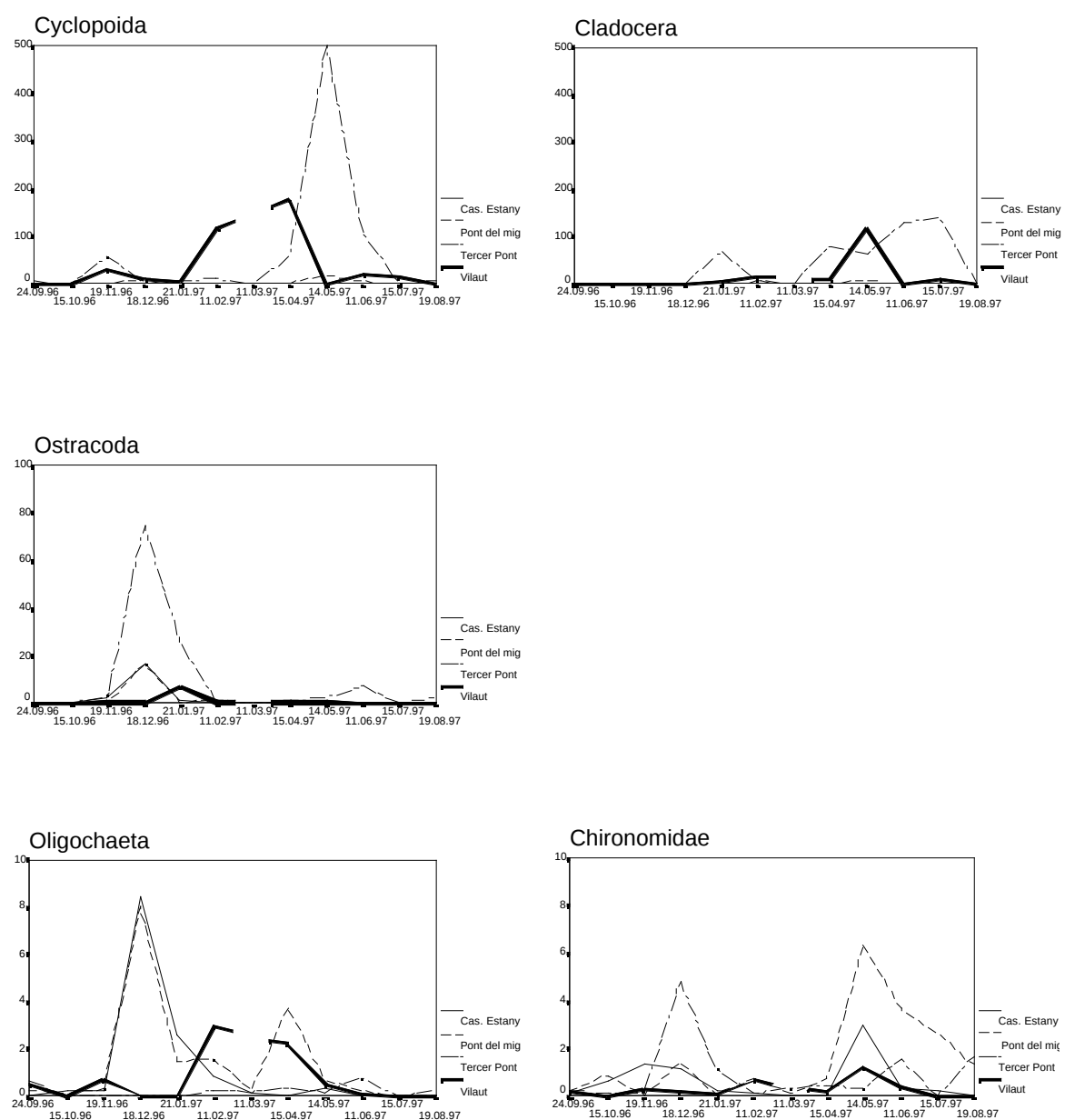


Figura 28: Evolució estacional dels grups d'organismes aquàtics més abundants dels cinc punts de la Reserva Dolça.

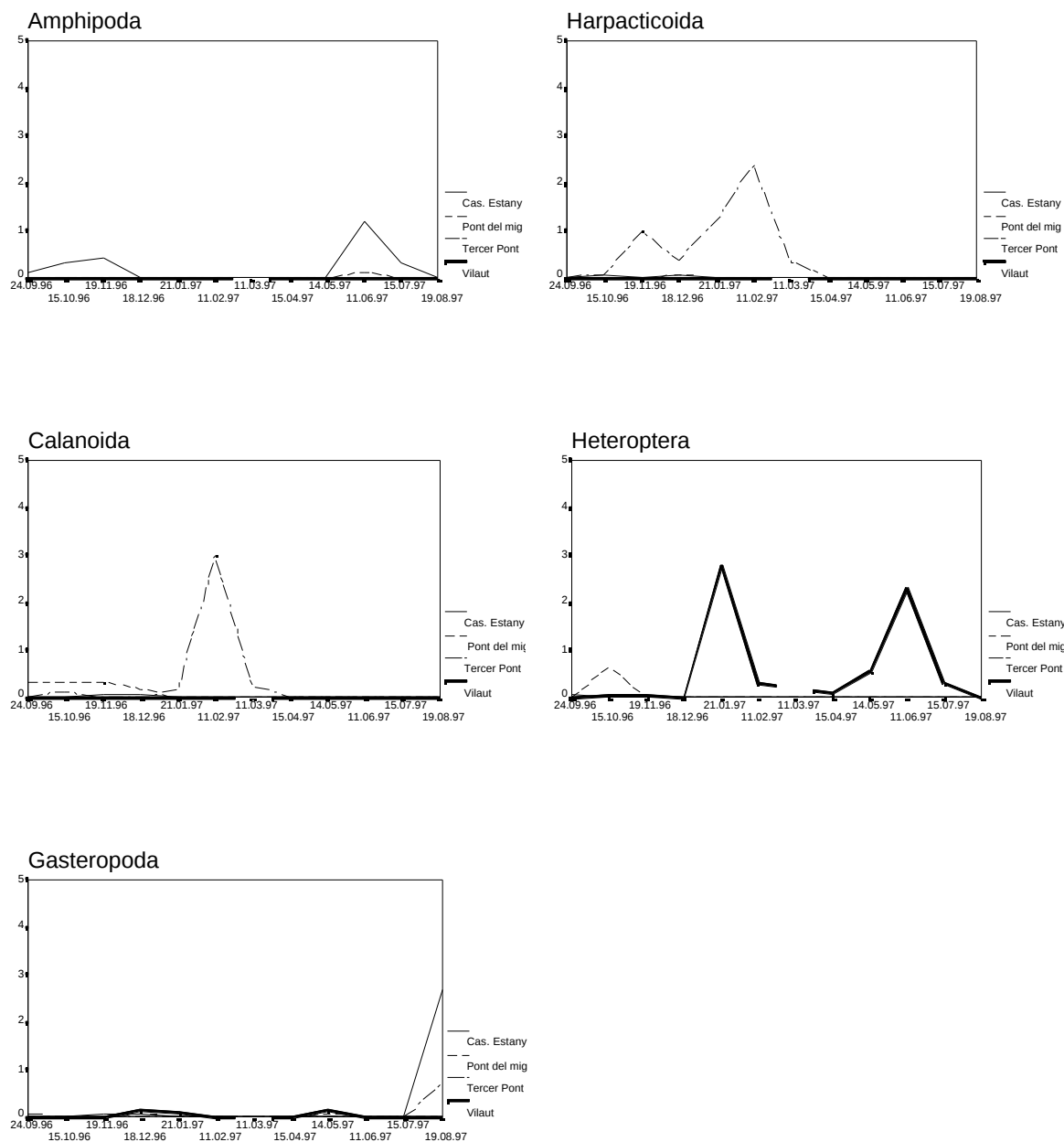


Figura 29: Evolució estacional d'alguns grups d'organismes aquàtics poc abundants dels cinc punts de la Reserva Dolça.

Σ **Riera de Pedret**

Els resultats obtinguts a "Riera de Pedret" (RD.M05) resulten incomparables amb els anteriors, atès que es tracta d'un curs fluvial i únic punt dels prioritaris on el mostreig s'ha realitzat amb **surber** (Figura 25). La composició específica a la riera de Pedret ve caracteritzada perquè l'abundància de copèpodes i cladòcers és molt inferior. En aquest punt dominen els organismes més estrictament bentònics, com els quironòmids i els oligoquets, o espècies característiques d'aigües corrents, com els tricòpters, els simúlids i els efemeròpters (Taula 9).

Malgrat les diferències en la composició específica, les abundàncies d'individus també presenten un patró estacional ben definit a la riera de Pedret, amb abundàncies màximes de quironòmids, oligoquets i tricòpters a la tardor i a la primavera (Figura 25). Si utilitzem els criteris de qualitat de l'aigua emprats en aigües corrents, per la presència de tricòpters amb estoig i la relativa abundància d'espècies, podem considér la riera de Pedret com un curs fluvial d'aigües netes, amb una comunitat d'invertebrats rica i diversa (Prat *et al.*, 1983).

Taula 9. Mitjana, Desviació estàndard i Màxim dels grups d'invertebrats capturats amb surber al punt Riera de Pedret, a la Reserva Dolça.

Variable	Mitjana	Desviació estàndard	Màxim	Taxó
XDCHIL	103.77	194.47	546.00	Chironomidae larves
XOLI	68.62	145.43	494.00	Oligochaeta
XTRI	15.46	35.94	132.00	Trichoptera
XDSIML	11.00	32.95	120.00	Simuliidae
XEFE	9.58	11.52	44.00	Efemeroptera
XDCHIP	3.39	7.77	28.00	Chironomidae pupes
XGAS	2.77	6.65	24.00	Gasteropoda
XDCHID	1.62	5.53	20.00	Chironomidae despulls
XCYC	.55	.92	3.20	Cyclopoida
XCOLL	.54	1.20	4.00	Coleoptera larves
XHIR	.31	.85	3.00	Hirudinea
XDIPIL	.25	.60	2.00	Diptera larves
XHAR	.15	.38	1.00	Harpacticoida
XOST	.15	.55	2.00	Ostracoda
XISO	.08	.28	1.00	Isopoda
XACA	.08	.28	1.00	Acari
XPLA	.08	.28	1.00	Turbellaria
XDTAB	.08	.28	1.00	Tabanidae
XDSIMP	.08	.28	1.00	Simuliidae pupes
XCOLA	.01	.04	.15	Coleoptera larves
XCLA	.00	.01	.05	Cladocera

Anàlisi de correspondències sobre les abundàncies d'invertebrats

L'anàlisi de la dinàmica del sistema s'ha abordat mitjançant l'anàlisi de correspondències (CA) entre mostres i espècies.

Per tal de simplificar la interpretació del CA i atesa l'afinitat ecològica de les espècies d'un mateix grup taxonòmic (tàxon), s'han considerat directament els grups taxonòmics. En una segona fase i per tal de reduir la variabilitat-soroll, s'han seleccionat aquells grups amb major contribució a la inèrcia de cada dimensió del CA. Així els grups considerats són: oligoquets, cladòcers, ostràcodes, calanoides, ciclopoides, harpaticoides, amfípodes i quironòmids.

Σ Solució de l'Anàlisi de Correspondències entre mostres i grups d'organismes (taxons)

Finalment, s'han acceptat 4 dimensions en la solució del CA (Taula 10), que expliquen el 83% de la variabilitat de les dades. Com a criteris d'acceptació han estat: que la dimensió presenti un valor singular més gran que 0.5 i que expliqui almenys un 10% de la variabilitat.

En les Figures 30 i 31 es representen els taxons i les mostres en l'espai de les tres dimensions. La consegüent interpretació de les dimensions requereix determinar quins taxons van associats a cada dimensió i quines mostres són més representatives dels casos extrems per a cada dimensió, per tal de determinar la situació ecològica a què corresponen. El següent pas és establir quins processos ecològics van associats a cada dimensió, a partir de l'anàlisi de la seqüència temporal de les corresponents situacions ecològiques per a cada punt de mostreig.

Taula 10. Solució inicial de l'Anàlisi de Correspondències (CA) sobre les mostres d'invertebrats. En negreta s'indiquen les dimensions acceptades en la solució final.

Dimensió	Valor singular	Inèrcia	Proporció explicada	Proporció acumulada
1	0.85	0.72	0.29	0.29
2	0.73	0.53	0.21	0.50
3	0.71	0.50	0.20	0.70
4	0.58	0.33	0.13	0.83
5	0.45	0.20	0.08	0.91
6	0.36	0.13	0.05	0.96
7	0.33	0.11	0.04	1.00

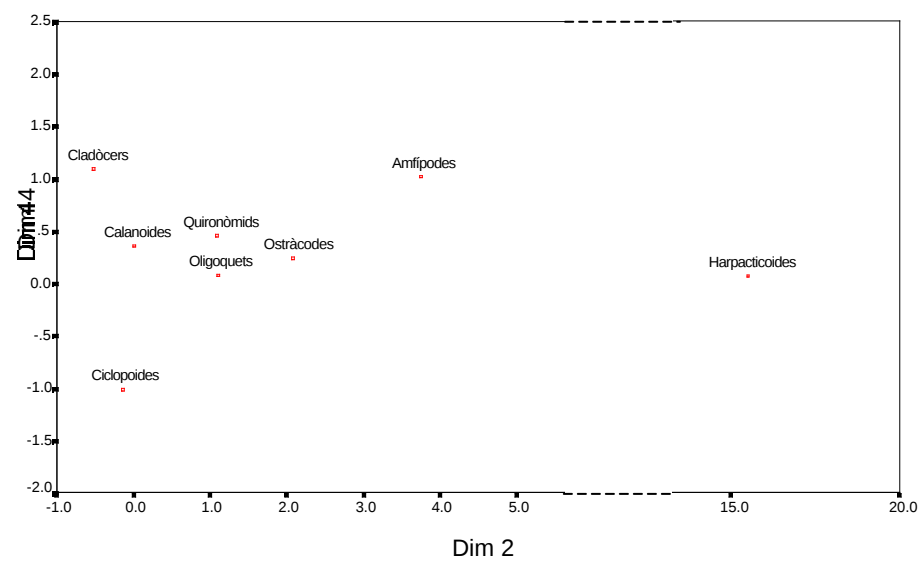
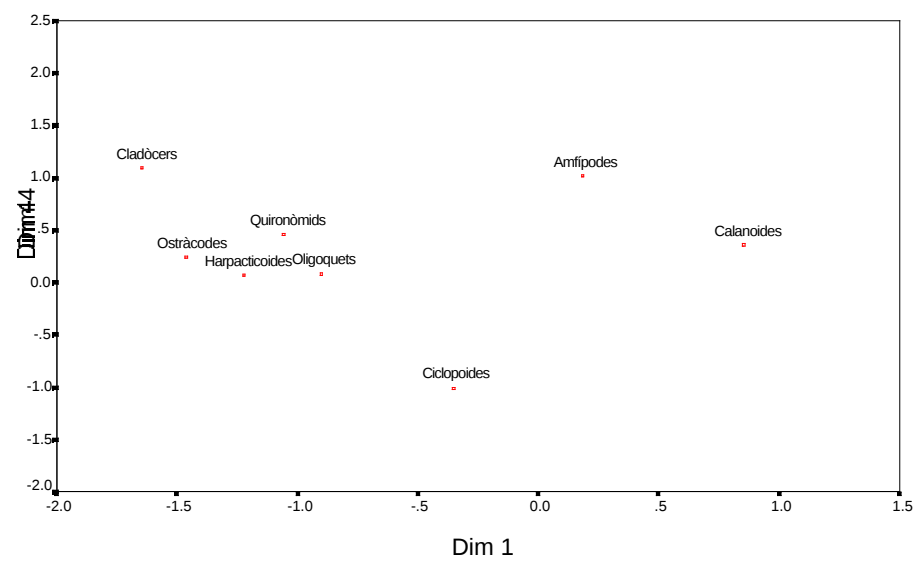
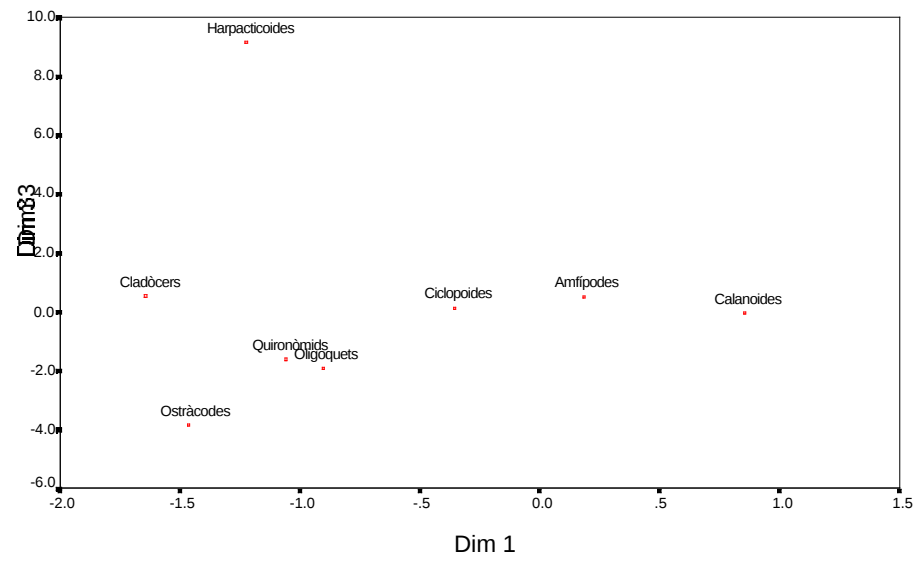


Figura 30. Projeccions bidimensionals dels taxons en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats.

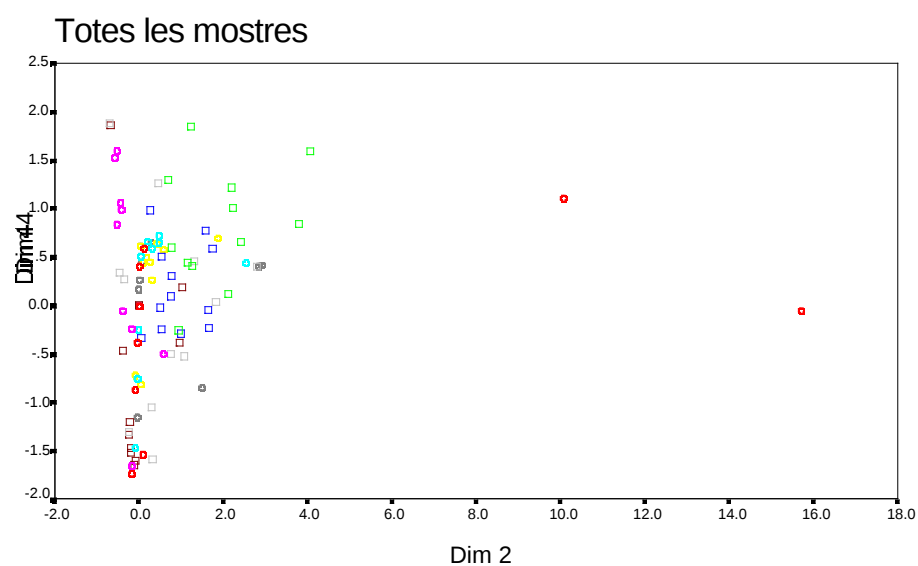
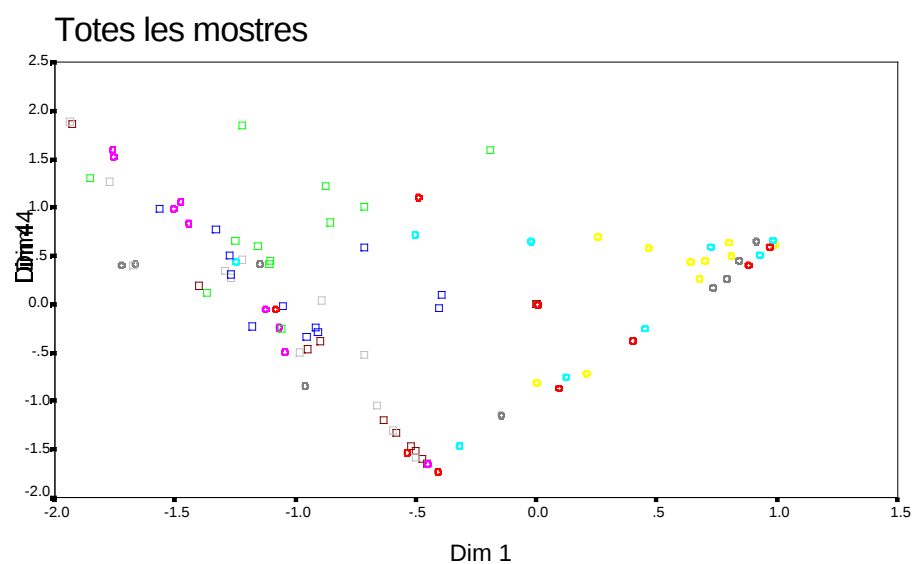
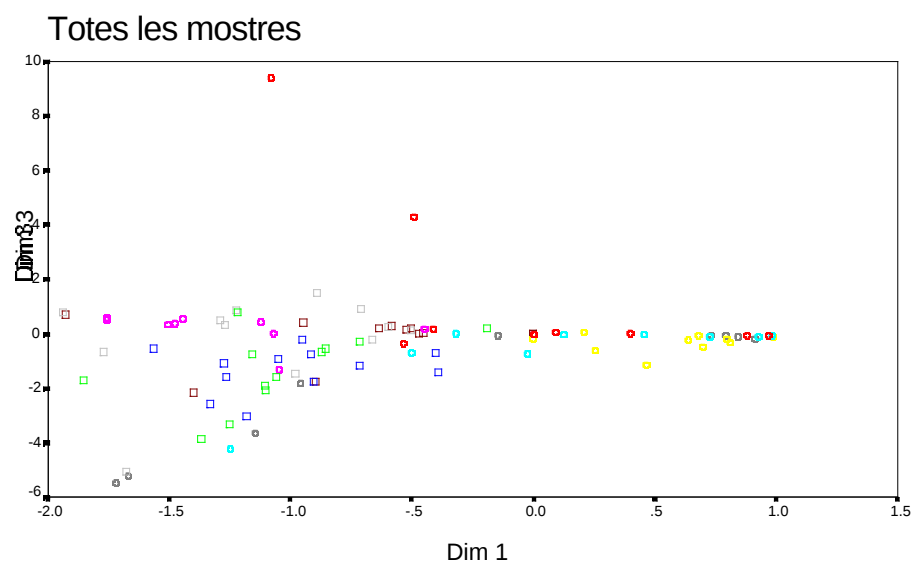


Figura 31. Projeccions bidimensionals de totes les mostres en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. (o =R. Salada, ● =R. Dolça)

Σ Taxons (grups d'organismes) associats a cada dimensió

Els taxons amb major contribució (>0.100) a la inèrcia de cada dimensió es mostren a la Taula 11.

S'observa que la Dim1 ordena les mostres en funció, sobretot, de la importància inversa que en els corresponents inventaris tinguin els cladòcers (donant coordenades negatives) i els calanoides (donant coordenades positives).

La Dim2 les ordena sobretot en funció de l'abundància d'harpacticoides i d'ostràcodes (donant coordenades positives).

La Dim3 ho fa sobretot en funció de l'abundància d'ostràcodes (donant coordenades negatives) en oposició a l'abundància d'harpacticoides (donant coordenades positives).

Finalment, la Dim4 les ordena sobretot en funció de l'abundància de ciclopoides (donant coordenades negatives) en oposició a l'abundància de cladòcers o de calanoides (ambdós donant coordenades positives).

Taula 11. Taxons amb major contribució (>0.100) a la inèrcia de cada dimensió en el CA sobre les mostres d'invertebrats. En negreta s'indiquen els taxons amb més pes explicatiu per a cada dimensió.

Dimensió	Taxons	Contribució a la inèrcia de la dimensió	Coordenada en la dimensió
1	Cladòcers	0.449	-1.645
	Calanoides	0.410	0.855
2	Harpacticoides	0.699	15.517
	Ostràcodes	0.177	2.076
3	Ostràcodes	0.629	-3.836
	Harpacticoides	0.253	9.159
4	Ciclopoides	0.589	-1.005
	Cladòcers	0.293	1.098
	Calanoides	0.108	0.364

Σ *Mostres més explicatives de cada dimensió*

D'altra banda, pel que fa a la contribució de les mostres a la inèrcia de cada dimensió es constata que les mostres amb major contribució (>0.100) són:

Taula 12. Mostres amb major contribució (>0.100) a la inèrcia de cada dimensió en el CA sobre les mostres d'invertebrats.

Dimensió	Mostra	Contribució a la inèrcia de la dimensió	Coordenada en la dimensió
1	Bassa Tamariu (12-3-97)	0.203	0.877
	Rec Muntanyeta (15-7-97)	0.107	-1.125
	Túries mar (11-2-97)	0.097	0.790
2	Bassa Tamariu (15-7-97)	0.676	15.709
3	Tercer pont (18-12-96)	0.259	-5.070
	Bassa Tamariu (15-7-97)	0.253	9.431
	Túries mar (19-8-97)	0.125	-5.209
4	Tercer pont (14-5-97)	0.144	-1.300
	Rec Muntanyeta (19-11-96)	0.135	-1.643

Es confirma mitjançant la inspecció directa de les dades, que les mostres "Bassa tamariu (12-3-97)" i "Túries mar (11-2-97)", ambdues amb coordenades positives en la Dim1, estan dominades per l'abundància de Calanoides; mentres que la mostra "Rec muntanyeta (15-7-97)" està dominada per Cladòcers.

Anàlogament, la mostra "Bassa tamariu (15-7-97)" es caracteritza per l'abundància d'Harpacticoides (relacionat amb la coordenada positiva en la Dim2) i per la inexistència d'Ostràcodes (relacionat amb la coordenada positiva en la Dim3).

De la mateixa manera, les mostres "Tercer pont (18-12-96)" i "Túries mar (19-8-97)" estan dominades per l'abundància d'Ostràcodes. I les mostres "Tercer pont (14-5-97)" i "Rec muntanyeta (19-11-96)" es caracteritzen per l'abundància de ciclopoides.

Σ **Correlacions entre les dimensions del CA i les característiques físiques i químiques de l'aigua**

La Taula 13 presenta els coeficients de correlació de Spearman entre les dimensions del CA i les característiques físiques i químiques de l'aigua. A continuació se'n fa un resum de les correlacions significatives:

La **Dim1** presenta correlació significativa amb: positivament amb conductivitat (0.5670), pH (0.2571), saturació d'oxigen (0.4168), clorofil.la (0.3011), matèria orgànica (0.5694) i alcalinitat (0.2591), i negativament amb fosfat (-0.3904).

La **Dim2** presenta correlació significativa amb: positivament amb cabal (0.6480), amoni (0.3453), i nitrit (0.2664), i negativament amb nivell (-0.3993), pH (-0.2904), clorofil.la (-0.2777) i alcalinitat (-0.4189).

La **Dim3** presenta correlació significativa amb: positivament amb nivell (0.2609), clorofil.la (0.2731) i alcalinitat (0.3564), i negativament amb cabal (-0.6038), amoni (-0.2589) i nitrit (-0.3362).

En canvi la **Dim4** només presenta correlació significativa amb la conductivitat en fondària (-0.4984).

Taula 13. Coeficients de correlació de Spearman (r_s) entre les dimensions del CA sobre les mostres d'invertebrats i les característiques físiques i químiques de l'aigua. En negreta s'indiquen les correlacions significatives ($p < 0.05$).

Coef. correlació de Spearman	Dim1		Dim2		Dim3		Dim4	
Característica	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
Nivell d'aigua	0.2508	0.023	-0.3993	0.000	0.2609	0.018	-0.1546	0.166
Cabal	0.0962	0.687	0.6480	0.002	-0.6038	0.005	0.2349	0.319
Temperatura superfície	0.0876	0.443	0.0964	0.398	-0.0228	0.842	0.1619	0.154
Temperatura fondària	0.3995	0.059	0.3036	0.159	-0.3159	0.142	0.2067	0.344
Conductivitat superfície	0.5670	0.000	-0.0214	0.851	0.0933	0.413	0.0786	0.491
Conductivitat fondària	0.3957	0.056	0.0739	0.731	-0.0922	0.668	-0.4984	0.013
pH superfície	0.2571	0.023	-0.2904	0.010	0.1336	0.243	0.1517	0.185
pH fondària	0.2685	0.281	0.4770	0.045	-0.4471	0.063	-0.0671	0.791
[O ₂]	0.1120	0.570	-0.3736	0.050	-0.0408	0.837	0.1282	0.516
Saturació O ₂ superfície	0.4168	0.000	-0.1131	0.324	0.0508	0.659	0.1345	0.241
Saturació O ₂ fondària	0.1199	0.636	0.1891	0.452	-0.1840	0.465	-0.0506	0.842
[Clorofil.la]	0.3011	0.008	-0.2777	0.014	0.2731	0.016	-0.2605	0.022
[Fosfat]	-0.3904	0.000	-0.0199	0.862	0.0848	0.457	-0.1170	0.304
[Amoni]	-0.2544	0.025	0.3453	0.002	-0.2589	0.022	-0.0705	0.540
[Nitrit]	0.1107	0.332	0.2664	0.018	-0.3362	0.002	-0.1661	0.144
[Nitrat]	-0.1721	0.129	0.0282	0.805	-0.1994	0.078	-0.0583	0.610
[Matèria orgànica]	0.5694	0.000	-0.1011	0.415	0.1265	0.308	-0.1008	0.417
Alcalinitat	0.2591	0.034	-0.4189	0.000	0.3564	0.003	0.1563	0.206

Σ Interpretació de les dimensions principals del CA

Vistes les característiques ecològiques dels taxons, i l'evolució temporal dels punts de mostreig (Figures 32 a 40), així com les correlacions entre les dimensions i les característiques físiques i químiques de l'aigua, s'ha fet la següent interpretació de les dimensions:

Dimensió 1

La Dim1 s'interpreta estàticament com un eix de **taxa de renovació de nutrients** (major disponibilitat a les coordenades negatives, i menor a les positives), i dinàmicament com un eix de **fertilització** (desplaçaments cap a coordenades negatives).

Les situacions de baixa taxa de renovació són situacions de confinament, sense aportacions externs de nutrients, en les que els nutrients no estan en dissolució a l'aigua sinó que es troben formant part dels organismes (s'observen valors alts de matèria orgànica i clorofil·la). En aquesta situació de confinament, tota la producció prové del reciclatge intern dels nutrients, i hi trobem organismes eficients, adaptats a situacions de baixa productivitat, com els calanoides.

Les situacions d'alta taxa de renovació de nutrients estan relacionades amb aportacions constants de nutrients, en llocs en què l'aigua circula. En aquestes condicions trobem organismes com els cladòcers, amb elevades taxes de renovació, adaptats a aprofitar elevades productivitats del fitoplàncton i del zooplàncton més petit. També són situacions d'alta taxa de renovació de nutrients les que es produeixen per aportacions externes, pertorbadores, arribades amb l'aigua d'escorrentia després de pluges fortes, o aportacions internes temporànies provinents de la mateixa bassa o llacuna. Ambdues situacions provoquen fertilització, i el seu efecte diferencial s'expressa en la dimensió 3.

En general, deixant a part les situacions de pertorbació, s'observa que els punts de la reserva salada es mouen dins les coordenades positives, mentre que els punts corresponents a la reserva dolça es mouen dins les coordenades negatives.

Dimensió 2

La Dim2 s'interpreta com un eix d'**hipertròfia** del sistema amb predominància de la via detrítica (coordenades positives) bàsicament bentònica. La predominància de la via detrítica apareix quan es produeix una acumulació de matèria orgànica o un augment de la seva concentració. En aquestes situacions les espècies que predominen són bàsicament bentòniques: ostràcodes, amfípodes o harpacticoides.

En general, l'augment de la concentració de matèria orgànica pot ser deguda a tres causes: 1) per aportacions directes de matèria orgànica al·lòctona; 2) perquè es produeixi una concentració relacionada amb la davallada del nivell d'una bassa o llacuna, situació típica estival en algunes basses; o 3) per aportacions massives de nutrients que provoquen un **bloom** de producció fitoplanctònica que supera a la taxa de consum d'aquesta per part del zooplàncton (que té una taxa de renovació més baixa), i aleshores l'excés de biomassa fitoplanctònica acaba convertint-se en matèria orgànica morta.

Dimensió 3

La Dim3 s'interpreta com un eix d'**excés de matèria orgànica en descomposició** que s'ha de mineralitzar. Ve a indicar la preponderància del paper de la matèria orgànica sobre els nutrients minerals en l'estructuració de la comunitat aquàtica. Aquest eix discrimina dues situacions d'hipertròfia, d'excés de matèria orgànica o de nutrients, caracteritzades per la predominància d'harpacticoides o d'ostràcodes. La diferència entre els dos tipus de situacions rau en que en un cas la hipertròfia porta associada un excés de matèria orgànica morta que cal mineralitzar (situació amb harpacticoides) i en l'altra porta associada un augment de la producció primària (situació amb ostràcodes).

Així, a les coordenades positives hi trobem les situacions d'hipertròfia dominades per harpacticoides. Aquestes situacions es presenten quan es produeix un excés de matèria orgànica morta, ja sigui per l'aportació massiva de nutrients i matèria orgànica al.lòctona (les aportacions són molt elevades en relació a la massa d'aigua prèvia) o perquè la mineralització de la matèria orgànica és sobrecompensada per la seva contínua concentració, per exemple, en circumstàncies de paulatina dessecació de la bassa. En ambdós casos ens trobem amb elevades concentracions de matèria orgànica morta, la mineralització de la qual acaba provocant anòxia en el sistema. El resultat és una desestructuració de la comunitat per asfíxia dels organismes zooplànctònics, que afavoreix el desenvolupament poblacional d'organismes més típicament bentònics, detritívors i més tolerants a les condicions d'anòxia, com els harpacticoides. En aquesta situació, una entrada d'aigua amb la consegüent aportació de nutrients té un efecte fertilitzador addicional que provoca un increment afegit de matèria orgànica morta que magnifica encara més la situació d'hipertròfia.

Les situacions d'hipertròfia dominades per ostràcodes (coordenades negatives) es presenten després d'una aportació (en forma de puls) de nutrients (i potser també de matèria orgànica al.lòctona), que acompanya a una entrada d'aigua produïda després de pluges, intrusions marines, etc. L'excés de nutrients fa augmentar la producció fitoplanctònica i permet el desenvolupament del fitobentos. L'excés de biomassa fitoplanctònica, que es produeix a una taxa superior a la taxa de consum d'aquesta per part del zooplàncton, acaba convertint-se en matèria orgànica morta que circularà per la via detrítica. Aquest increment de matèria orgànica viva i morta és consumit pels ostràcodes, espècies oportunistes amb una taxa de renovació elevada que els permet aprofitar aquest increment sobtat de recurs. La seva aparició és en forma de puls fins que desapareix l'excés de matèria orgànica. Es pot observar (Figures 32 a 40) que aquestes situacions d'hipertròfia temporal (desplaçament cap a coordenades negatives, en forma de puls) són normals tant en punts de la reserva salada com de la reserva dolça, i es poden considerar com la resposta normal del sistema davant els excessos temporanis de nutrients i de matèria orgànica.

En les coordenades intermedies trobem dues situacions ben diferents que corresponen a sengles situacions de circulació i confinament, respectivament, que tenen en comú una preponderància equivalent del paper de la matèria orgànica i dels nutrients, per equivalència entre producció i exportació de matèria orgànica en la situació de circulació d'aigua (situació amb

cladòcers) o per equilibri entre producció i mineralització en la situació de confinament (situació amb calanoides).

Dimensió 4

La Dim4 està relacionada amb la **diponibilitat de nutrients** (major disponibilitat a les coordenades negatives, i menor a les positives), i s'interpreta com un eix d'**eutròfia**. Des del punt de vista dinàmic, els desplaçaments cap a coordenades negatives corresponen, doncs, a processos d'**eutrofització**, que comporten l'estructuració d'una comunitat zooplanctònica adaptada a un nivell alt i constant de producció primària, i tolerant a unes certes condicions d'anòxia nocturnes derivades de l'oxidació d'una major acumulació de matèria orgànica produïda durant el dia. En aquesta situació, es desenvolupa i predomina una població de ciclopoides. La presència de ciclopoides és indicadora d'una certa estructuració de la comunitat, atès que va seqüenciada a la presència de rotífers i altres preses de grandàries similars i taxes de renovació molt elevades.

Tot i que els processos d'eutrofització porten cap a coordenades negatives i a la dominància dels ciclopoides, en tots els casos, l'anàlisi de les trajectòries en l'espai {Dim1,Dim4} evidencien diferències entre reserva salada i reserva dolça per a les situacions de baixa disponibilitat de nutrients dissolts.

Així, a la reserva salada, es tracta d'una situació d'**oligotròfia** i confinament, sense aportacions noves de nutrients, on tota la producció depen del reciclatge intern, i la comunitat ve dominada per calanoides. L'eutrofització apareix quan es produeix un increment paulatí de la concentració de nutrients per aportacions externes.

En canvi a la reserva dolça correspon a situacions de circulació de l'aigua en que, per a un punt determinat, les entrades i les sortides de nutrients són pràcticament equivalents, la matèria orgànica no s'acumula sinó que és exportada, sense que apareixin períodes circadianis d'anòxia deguda a la seva oxidació, i la comunitat ve dominada per cladòcers. L'eutrofització apareix quan disminueix la circulació d'aigua i es tendeix cap a un cert confinament. En aquestes circumstàncies, la taxa de renovació dels nutrients s'alenteix, cessa l'exportació de nutrients i matèria orgànica, i la matèria orgànica tendeix a acumular-se. L'anòxia nocturna derivada de l'oxidació de la matèria orgànica acumulada fa inviable l'existència de cladòcers, establint-se una comunitat dominada per ciclopoides.

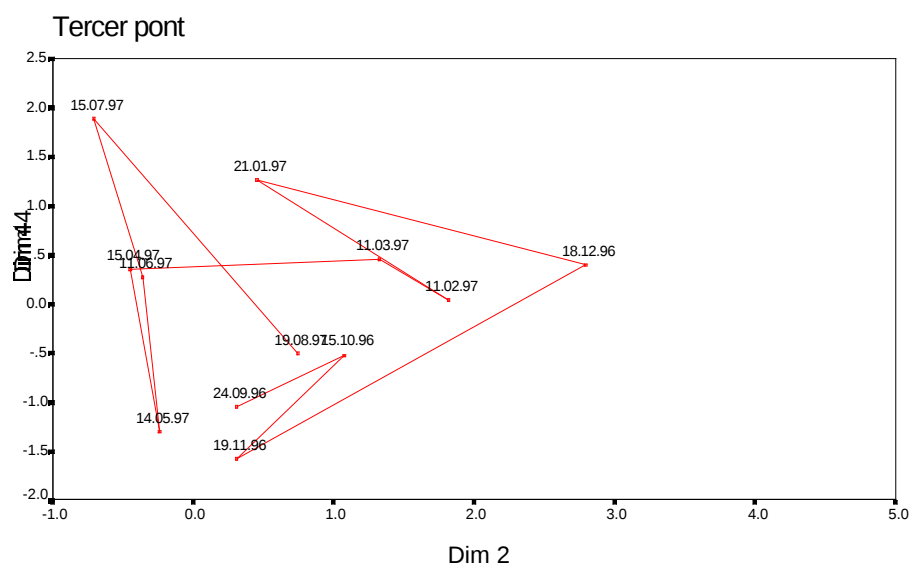
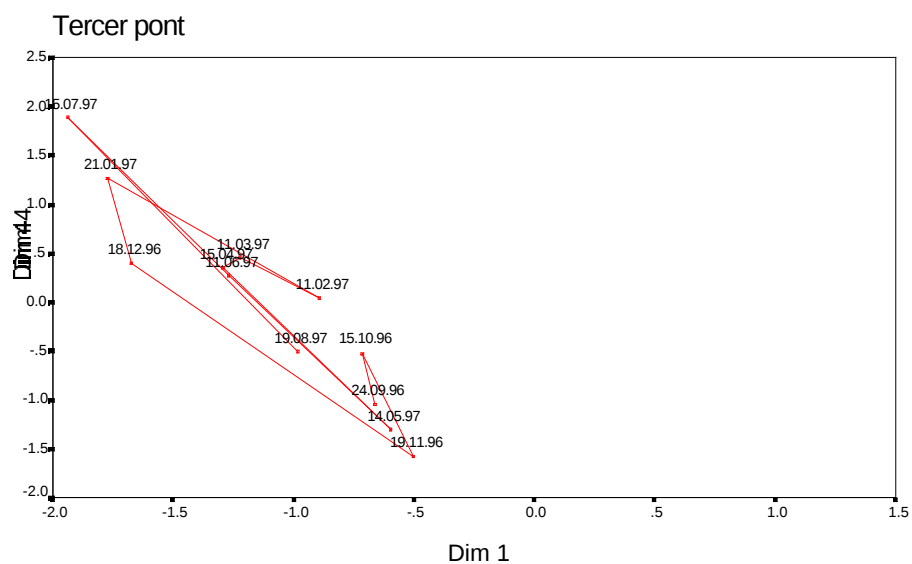
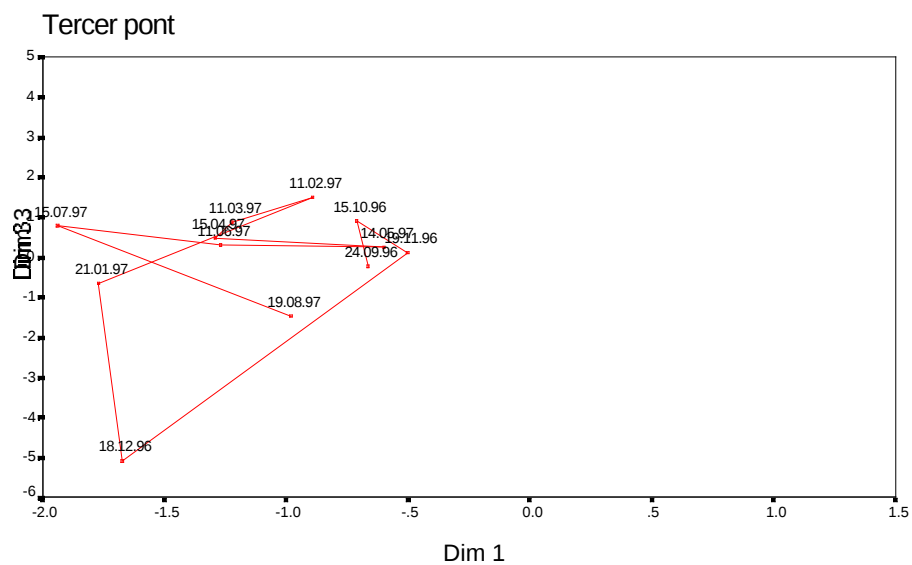


Figura 32. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) del Tercer pont en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

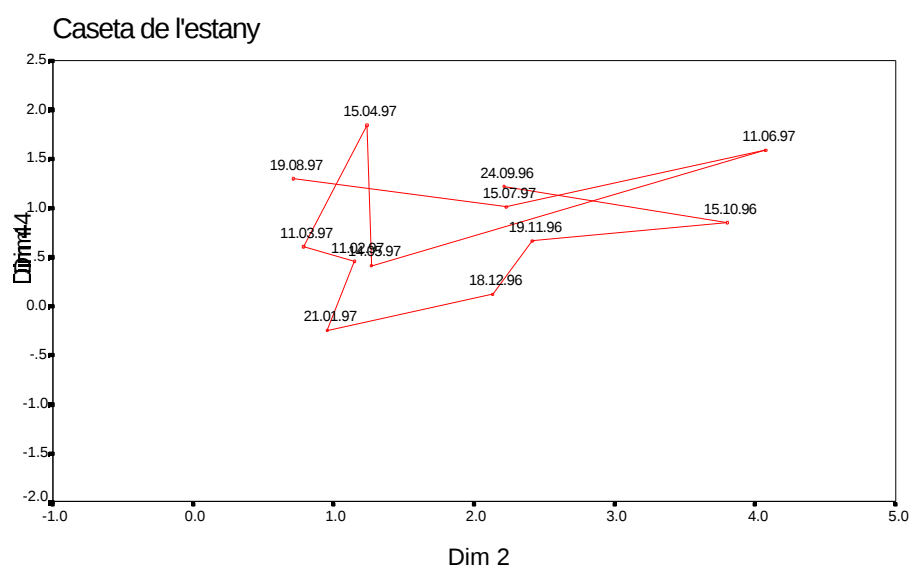
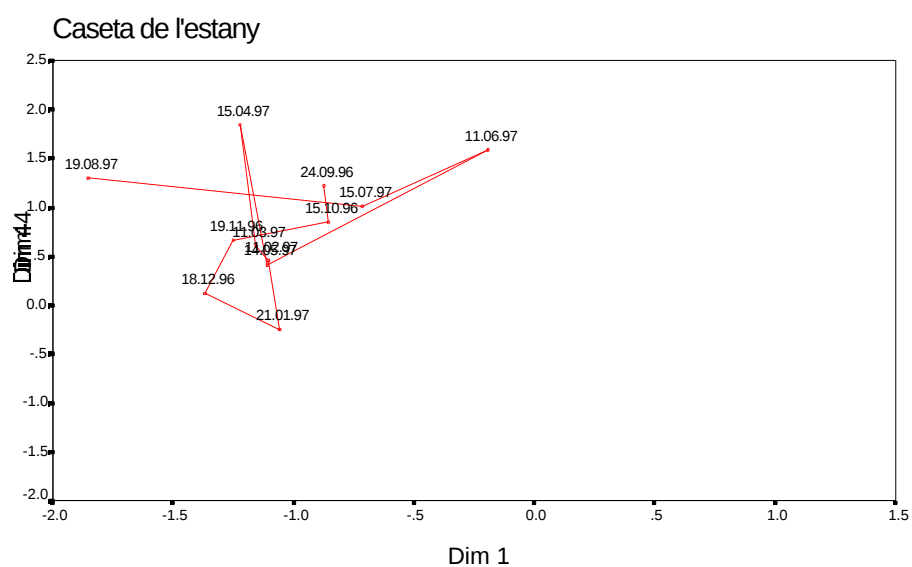
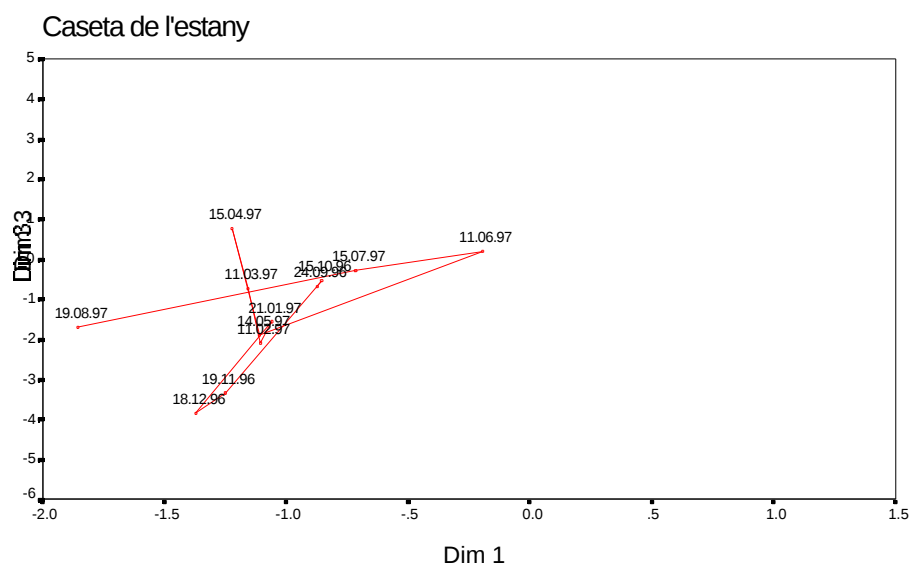


Figura 33. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de la Caseta de l'Estany en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

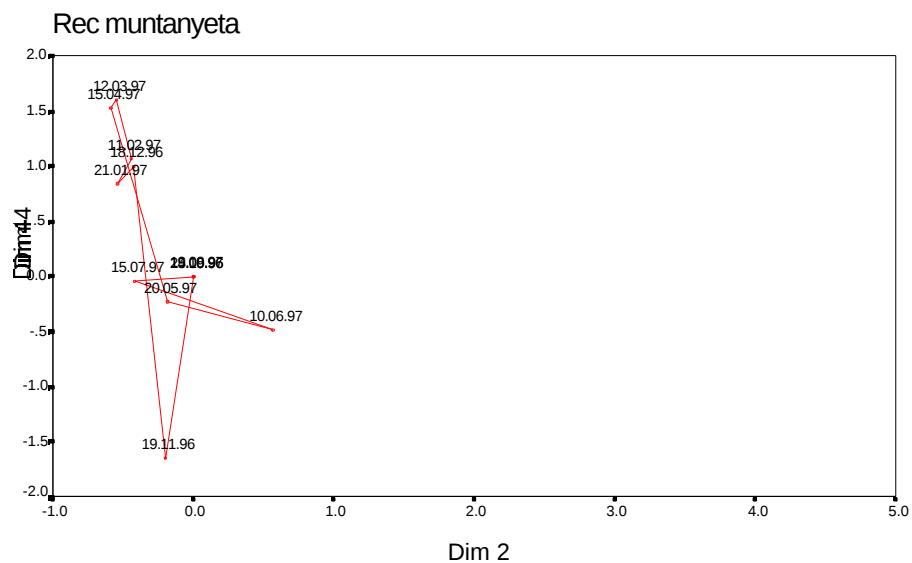
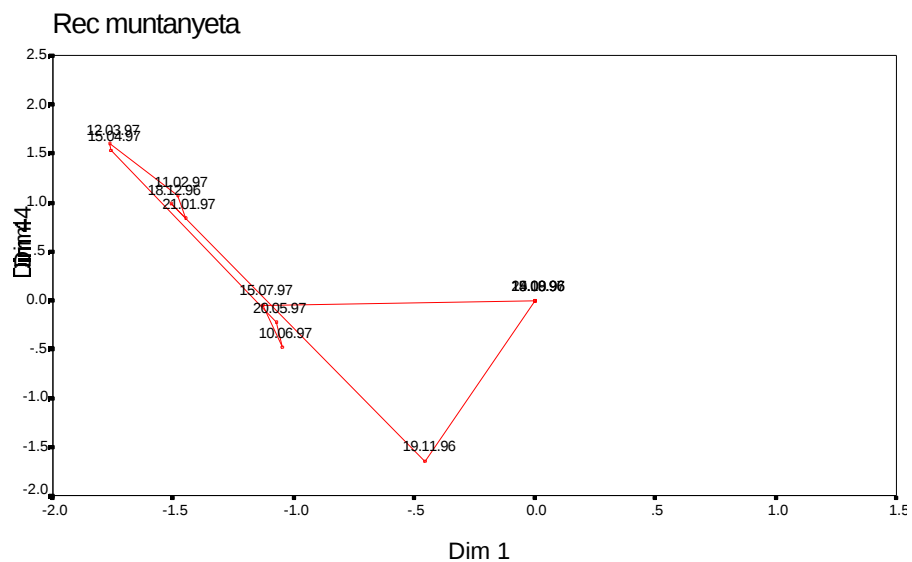
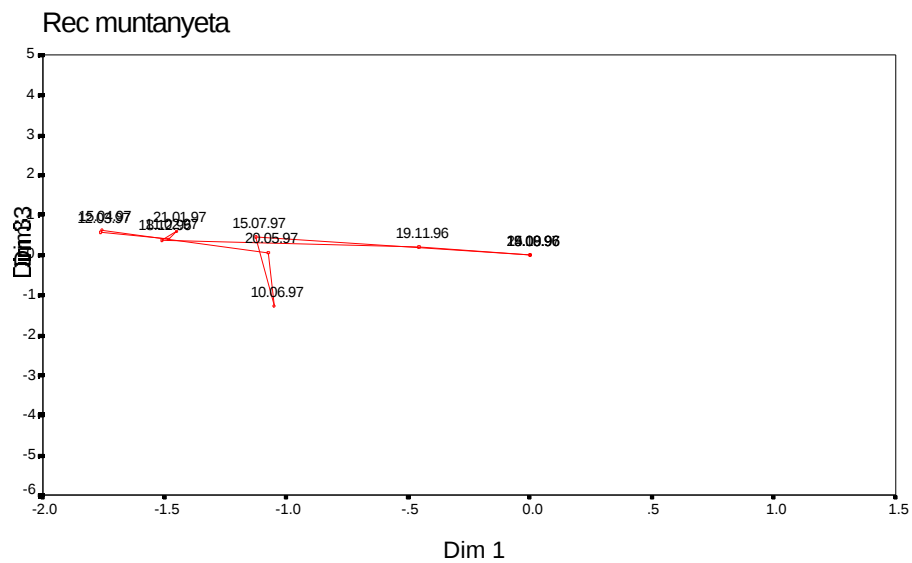


Figura 34. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) del Rec Muntanyeta en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

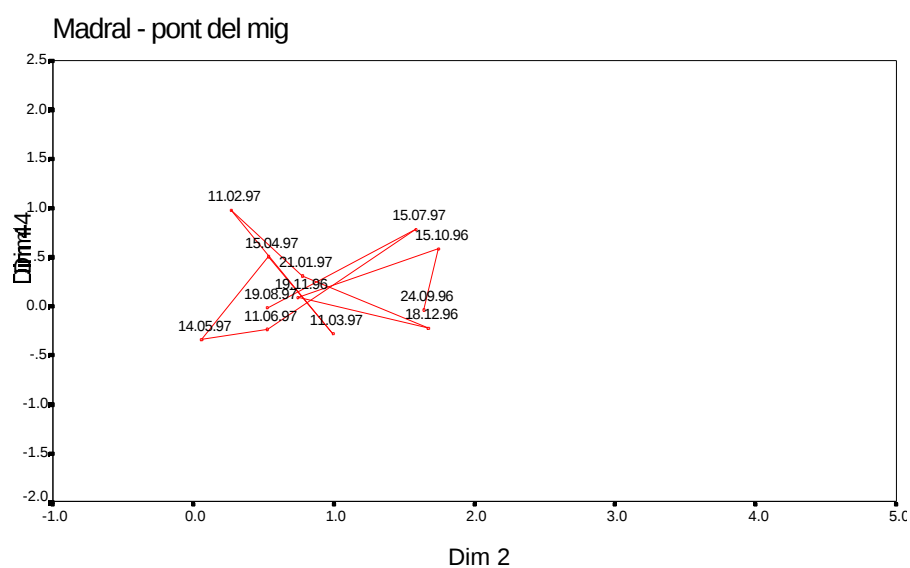
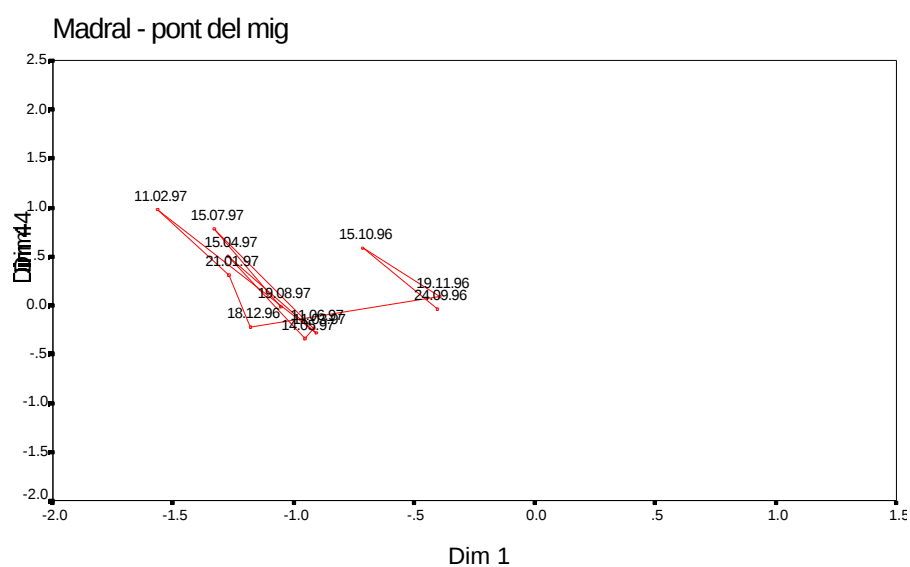
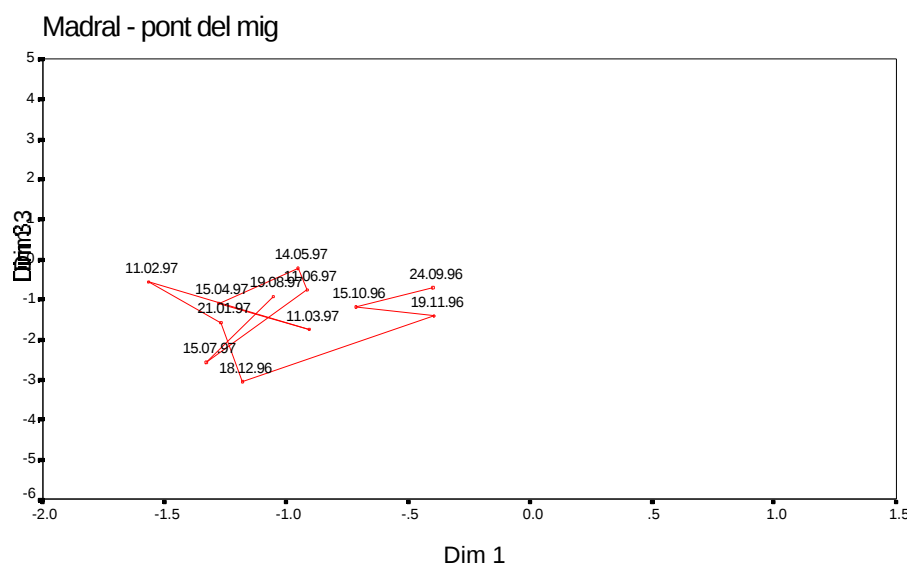


Figura 35. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) del Madral - pont mig en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

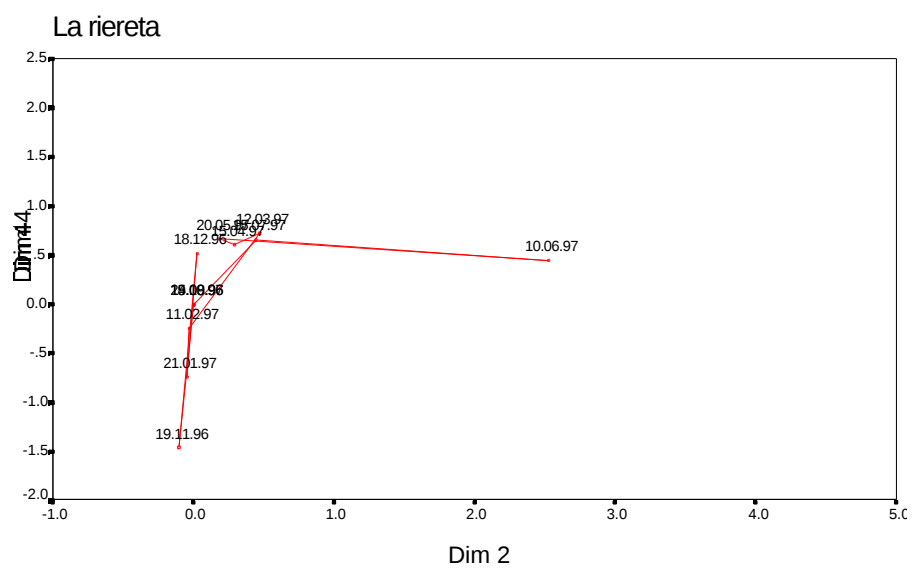
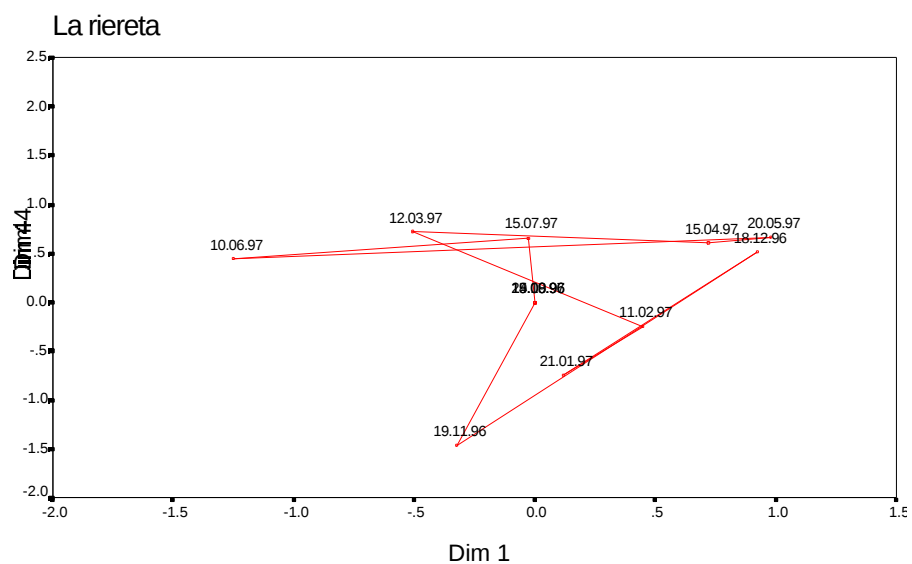
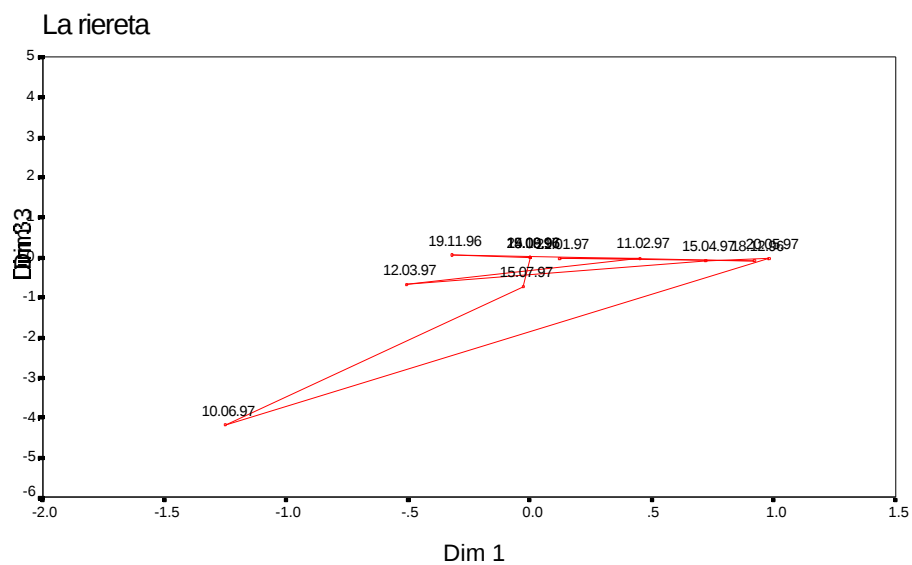


Figura 36. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de La Riereta en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

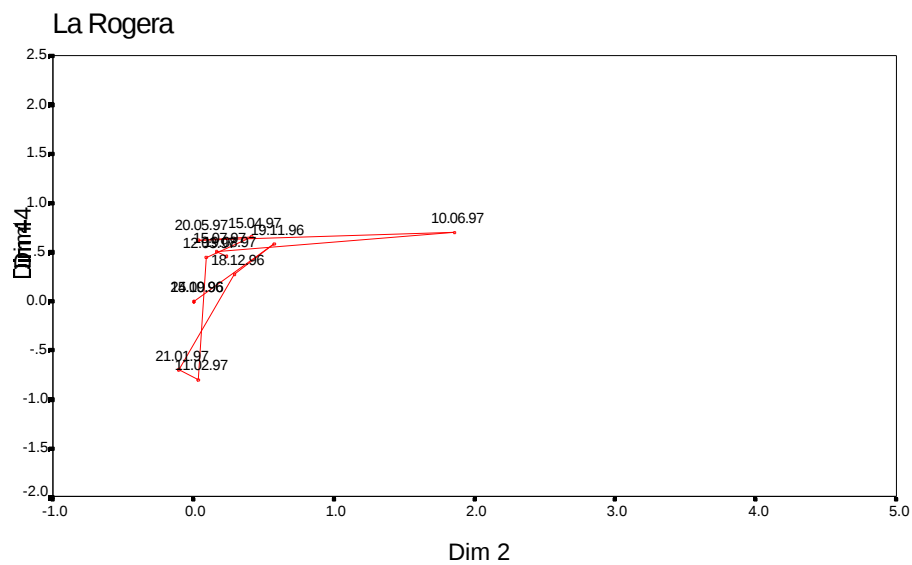
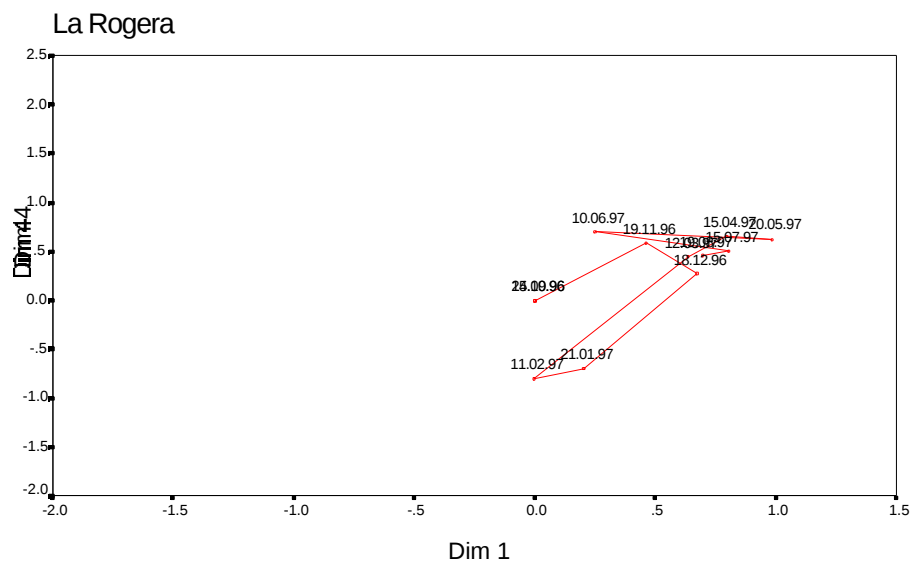
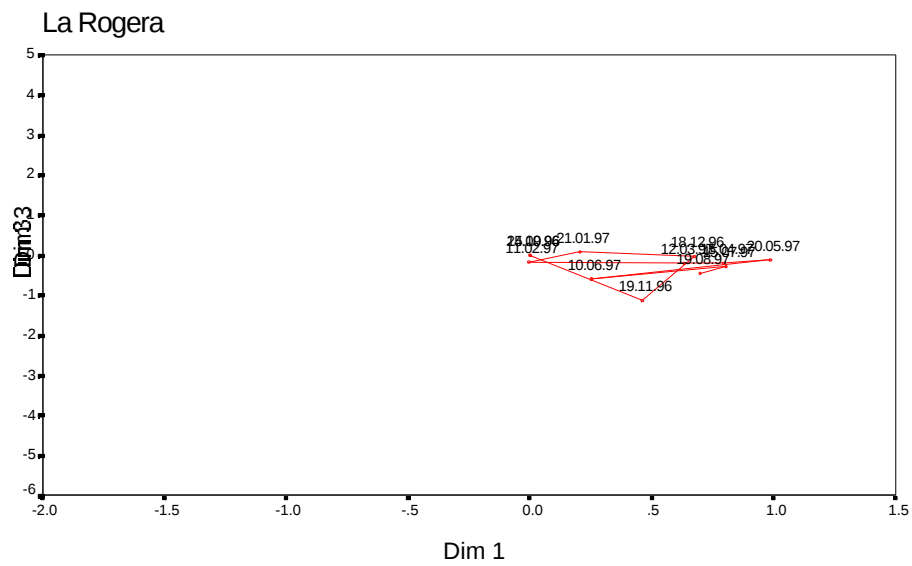


Figura 37. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de La Rogera en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

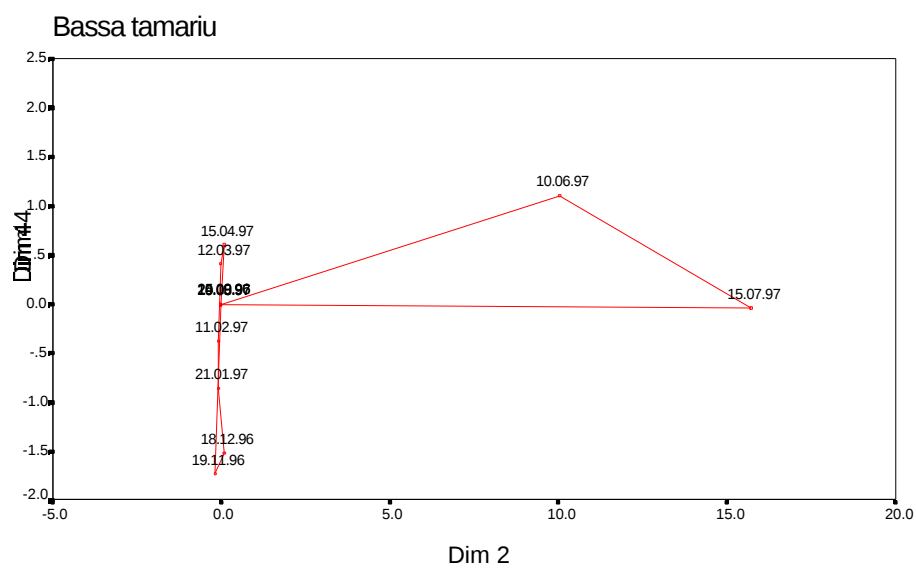
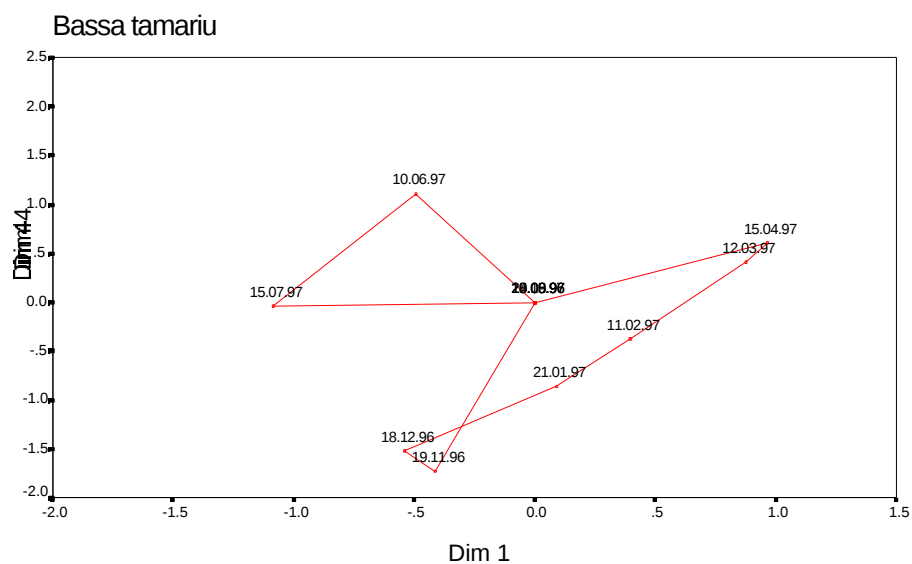
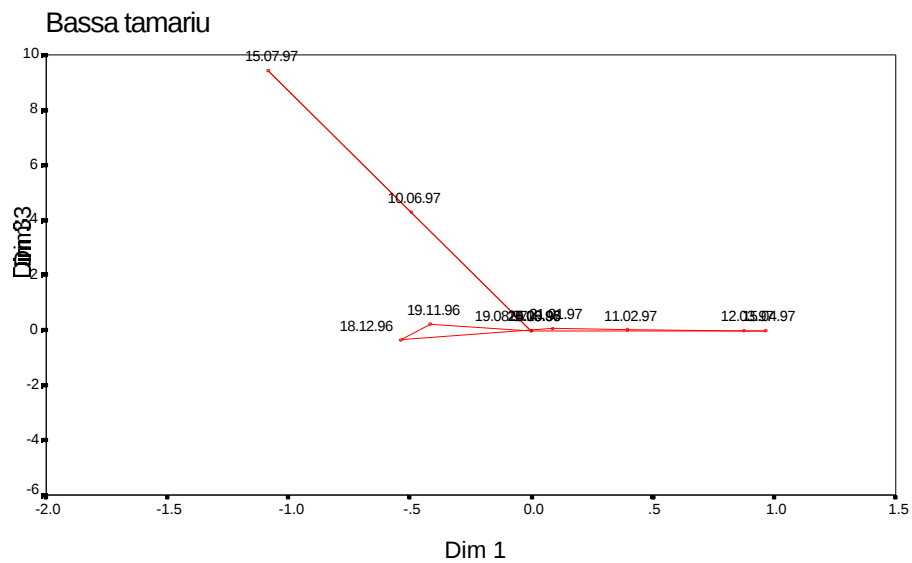


Figura 38. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de la Bassa Tamariu en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

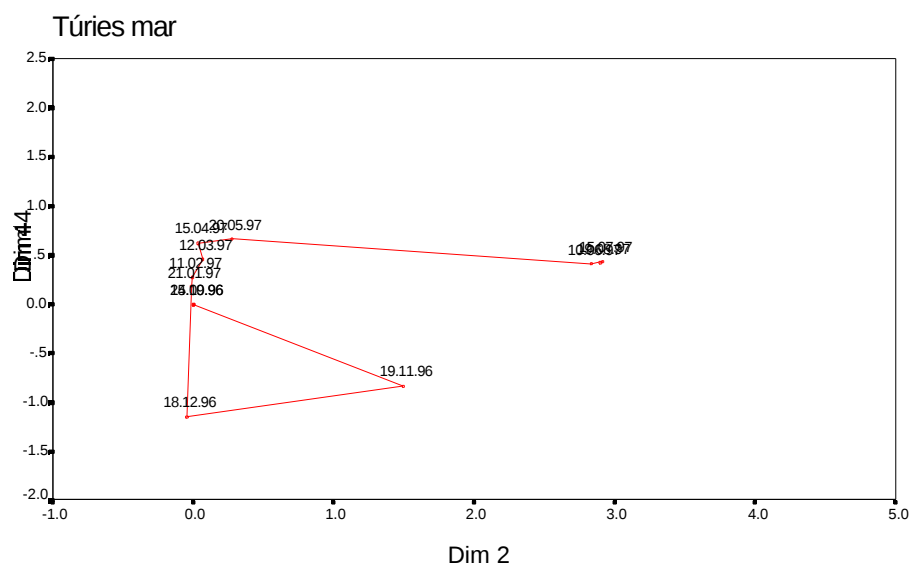
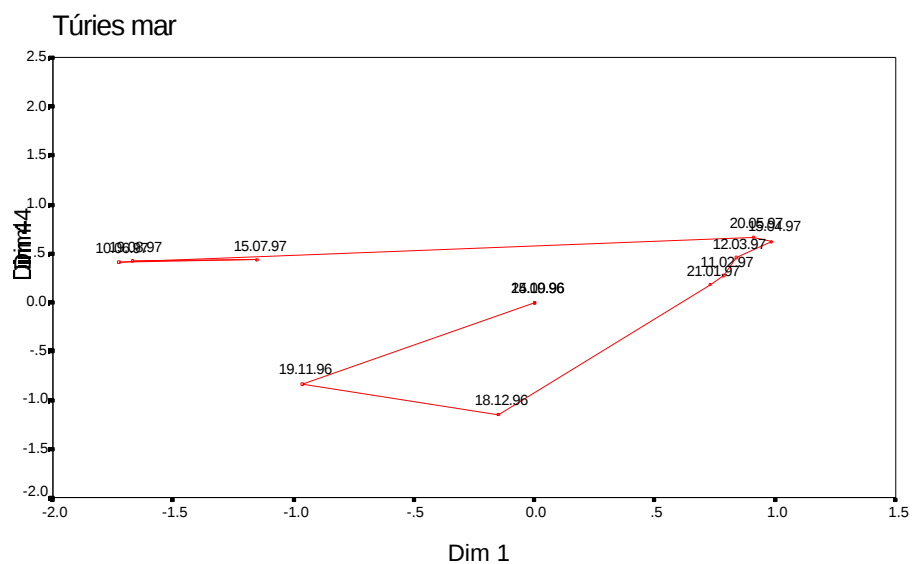
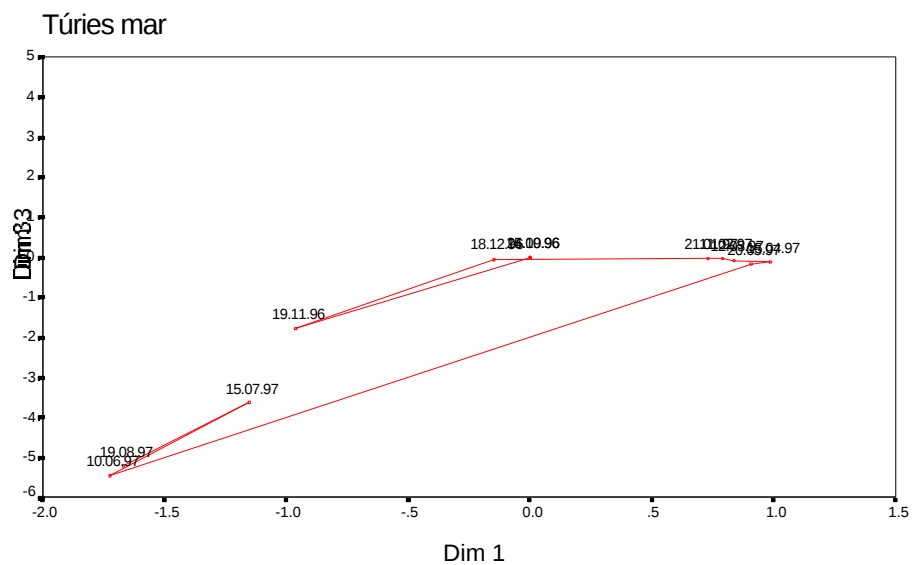


Figura 39. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de l'Estany d'en Túries en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

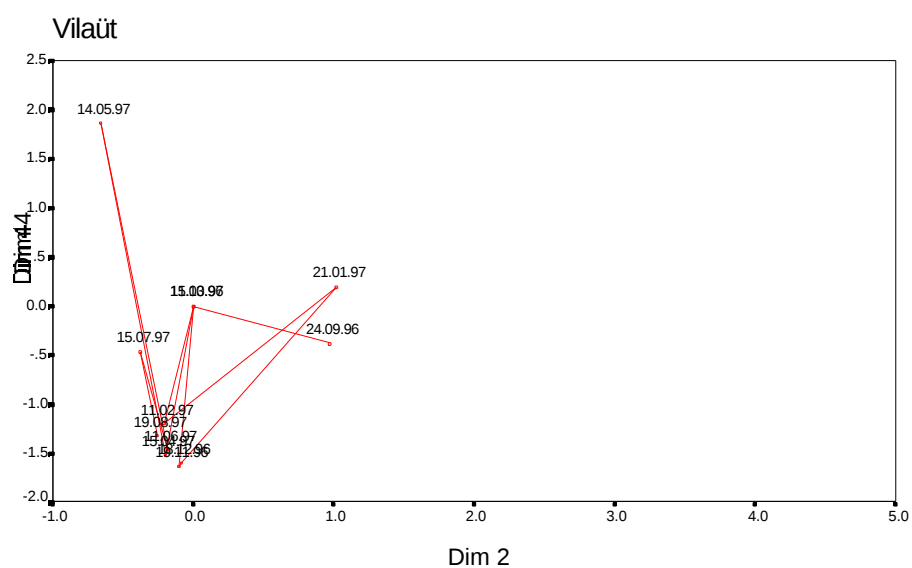
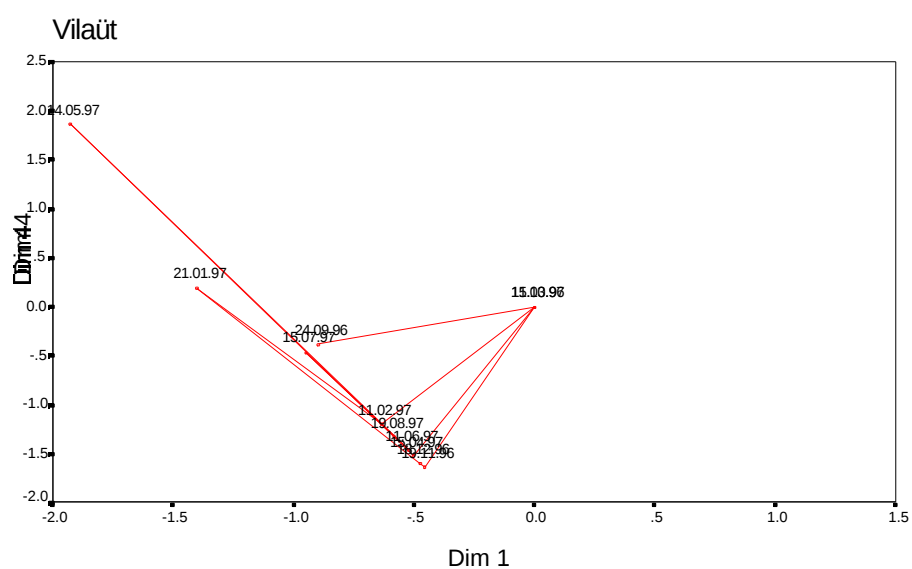
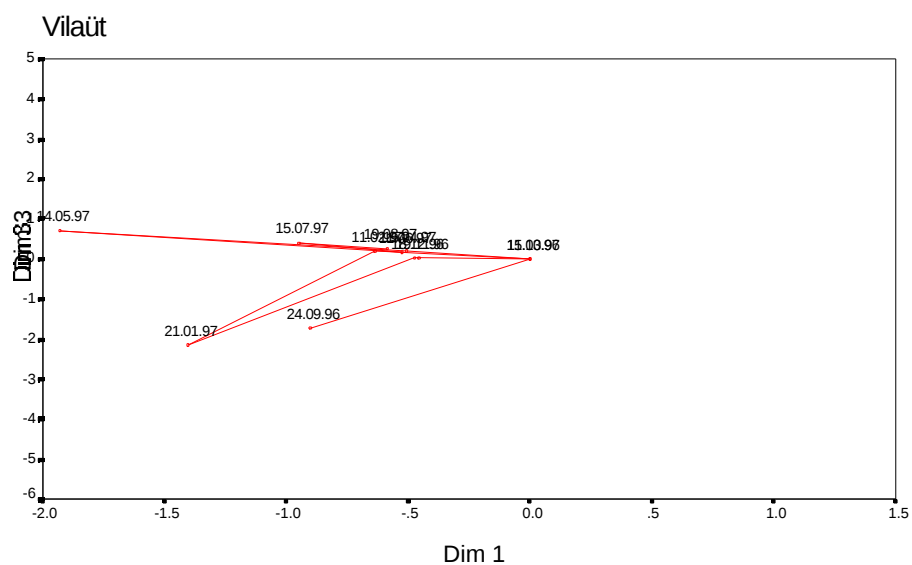


Figura 40. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) de l'estany de Vilaüt en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

Comunitat de diatomees

Composició específica

Taula 14 Gèneres de Diatomees i abundància (proporció en una submostra de 300 especimens) per cadascuna de les mostres analitzades

A la Taula 14 es resumeixen les abundàncies (proporció) en els inventaris de cada mostra analitzada.

Anàlisi de correspondències sobre les abundàncies de diatomees

Σ Solució de l'Anàlisi de Correspondències entre mostres trimestrals i grups de diatomees

La solució inicial del CA presenta fins a 11 dimensions (veure característiques de les 8 primeres a la Taula 15). Finalment, s'han acceptat 2 dimensions en la solució del CA, que expliquen el 66% de la variabilitat de les dades. Com a criteri d'acceptació s'ha considerat que la dimensió presenti un valor singular més gran que 0.5. Cadascuna de les dimensions explica almenys un 20% de la variabilitat.

Taula 15. Solució inicial de l'Anàlisi de Correspondències (CA) sobre les mostres de diatomees. En negreta s'indiquen les dimensions acceptades en la solució final.

Dimensió	Valor singular	Inèrcia	Proporció explicada	Proporció acumulada
1	0.85	0.72	0.44	0.29
2	0.60	0.37	0.22	0.66
3	0.45	0.20	0.12	0.78
4	0.37	0.14	0.09	0.871
5	0.27	0.07	0.04	0.92
6	0.25	0.06	0.04	0.96
7	0.15	0.02	0.01	0.97
8	0.13	0.02	0.01	0.98
9	0.12	0.01	< 0.01	0.99
10	0.10	< 0.01	< 0.01	0.99
11	0.07	< 0.01	< 0.01	0.99
12	0.05	< 0.01	< 0.01	1.00

Σ Taxons (gèneres de diatomees) explicatius de cada dimensió

Els gèneres de diatomees amb major contribució a la inèrcia de cada dimensió i altres gèneres amb significació dins de cada dimensió (els que presenten valors alts, positius o negatius, de coordenades) es presenten a la Taula 16.

S'observa que la Dim1 ordena les mostres en funció, sobretot, de la importància inversa del gènere **Cocconeis** (donant coordenades negatives). La presència del gènere **Mastogloia**, tot i no tenir molt valor explicatiu de la Dim1, també tendeix a donar coordenades negatives en aquesta dimensió (Figura 41).

La Dim2 les ordena sobretot en funció de l'abundància de **Navícula**, i **Nitzschia** (donant coordenades positives) en oposició a l'abundància d' **Achnantes** (donant coordenades negatives). També cal assenyalar que, tot i no tenir molt valor explicatiu de la Dim2, la presència de **Thalassosira** tendeix a donar coordenades positives en aquesta dimensió, i **Cymbella**, coordenades negatives.

Taula 16. Taxons (gèneres de diatomees) amb major contribució (>0.100) a la inèrcia de cada dimensió en el CA sobre les mostres de diatomees. En negreta s'indiquen els gèneres amb més pes explicatiu per a cada dimensió.

DIMENSÍO	Taxons de Diatomees	Contribució a la inèrcia de la dimensió	Coordenada en la dimensió	Valor indicador de l'estat tròfic
1	Cocconeis	0.762	-1.682	
	Mastogloia	0.003	-1.809	
2	Thalassosira	0.050	2.737	5.6
	Navícula	0.312	1.198	3.8
	Nitzschia	0.122	0.588	2.4
	Achnantes	0.303	-1.109	2.2
	Cymbella	0.024	-1.139	2

Σ **Correlacions entre les dimensions del CA i les característiques de l'aigua i l'IDG**

La Taula 17 presenta els coeficients de correlació de Spearman entre les dimensions del CA i les característiques físiques i químiques de l'aigua i l'índex IDG. A continuació se'n fa un resum de les correlacions significatives ($p < 0.1$):

La **Dim1** presenta correlació significativa amb les següents característiques: positivament amb amoni (0.4961), i negativament amb temperatura (-0.5473), pH (-0.5501), saturació d'oxigen (-0.6073).

La **Dim2** presenta correlació significativa amb les següents característiques: positivament amb fondària (0.5000), conductivitat (0.5429) i clorofil·la (0.4593) i negativament amb el fosfat (-0.4637) i IDG (-0.8022).

Taula 17. Coeficients de correlació de Spearman (r_s) entre les dimensions del CA sobre les mostres de diatomees i les característiques físiques i químiques de l'aigua. En negreta s'indiquen les correlacions significatives ($p < 0.1$).

Coef. correlació de Spearman		Dim1		Dim2	
Característica		r_s	<i>p</i>	r_s	<i>p</i>
Fondària		0.4011	0.174	0.5000	0.082
Temperatura superfície		-0.5473	0.043	0.0681	0.817
Conductivitat superfície		-0.3934	0.164	0.5429	0.045
pH superfície		-0.5501	0.042	0.2398	0.409
[O ₂]		0.400	0.600	0.6000	0.400
Saturació O ₂ superfície		-0.6073	0.021	0.4180	0.137
[Clorofil·la]		0.143	0.615	0.4593	0.098
[Fosfat]		-0.0681	0.817	-0.4637	0.095
[Amoni]		0.4961	0.071	-0.3827	0.177
[Nitrit]		-0.1410	0.631	0.1960	0.502
[Nitrat]		0.2981	0.301	0.0493	0.867
[Matèria orgànica]		-0.4066	0.168	0.4615	0.112
Alcalinitat		-0.3901	0.188	-0.3407	0.255
Índex IDG		-0.3495	0.221	-0.8022	0.001

Σ Interpretació de les dimensions principals del CA

Vistes les característiques ecològiques dels gèneres de diatomees, i la situació, moment i condicions ambientals relacionades amb les mostres dins de cada dimensió (Figura 42), així com les correlacions entre les dimensions i les característiques físiques i químiques de l'aigua, s'ha fet la següent interpretació de les dimensions:

Dimensió 1

La Dim1 s'interpreta com un eix associat a la **variabilitat en la salinitat**, on les coordenades negatives indiquen situacions de major variabilitat. Aquesta interpretació es fa en base a que les espècies del gènere **Cocconeis** són eurihalines (toleren aigües de salinitat molt variable) i típiques d'aigua salobres. També dona suport a aquesta interpretació el fet que la Dim1 separa clarament les mostres de l'Estany d'en Túrries de la resta. Precisament la variabilitat de la salinitat és una de les característiques d'aquest ambient confinat. La presència de **Mastogloia**, tot i ser un gènere amb poc pes en aquest eix (degut a que es presenta esporàdicament i en baix nombre) és molt significativa atès que és un gènere estrictament d'aigües salades, i només apareix en mostres de l'Estany d'en Túrries.

D'altra banda no ha d'extranyar que la Dim1 no es correlacioni amb la conductivitat, ja que s'interpreta que Dim1 està relacionada amb la variabilitat, i no amb el valor de la salinitat (i per extensió, la conductivitat).

Dimensió 2

La Dim2 s'interpreta com un gradient invers de **qualitat de l'aigua**, considerant aquí la qualitat com l'absència de contaminació (en sentit ampli: presència d'elements no normals o alteració de la concentració d'elements normals, que inclou l'excés de nutrients i de matèria orgànica). Així coordenades negatives estan associades a alta qualitat i les positives a baixa qualitat.

Aquesta interpretació es basa en l'elevada correlació entre la posició relativa dels gèneres dins d'aquesta dimensió i el valor indicatiu de l'estat tròfic que se'ls atribueix (Lecointe *et al.*, 1993). Es pot observar a la Taula 16 que més del 80% de la inèrcia és explicada per la contribució dels gèneres que van associats a aquest gradient. També les correlacions amb la concentració de clorofil·la i fosfat recolzen aquesta interpretació.

Anàlogament, també s'observa molt bona correlació (negativa) entre les coordenades en la Dim2 de les mostres i l'índex IDG (veure Taula 16). Tenint en compte que aquest índex valora l'abundància dels gèneres ponderant-ho amb el valor indicatiu de l'estat tròfic i la sensibilitat a la pol·lució del taxó (Dam, 1994) sembla encara més segura la interpretació de la Dim2 com una mesura de la qualitat de les aigües.

D'acord amb aquesta interpretació, les mostres de la Riereta (Figura 42) presenten una menor qualitat que els dos punts de la reserva dolça (Madral-pont mig i Tercer pont). En canvi, la posició en coordenada zero a la Dim2 de l'Estany d'en Túrries sembla indicar més aviat que

aquesta dimensió no és determinant en l'explicació de la situació ecològica d'aquest punt, que està ben caracteritzat per la Dim1.

ΣRelació d'IDG amb Dim2

Ja s'ha dit que la Dim2 i l'IDG presenten una correlació negativa. Analitzant la gràfica IDGxDim2 (Figura 43) podem veure que pel que fa a la reserva dolça, la correlació d'aquests dos paràmetres és bastant bona, ja que totes les mostres se situen pràcticament sobre una mateixa recta. En canvi, també es pot veure que les mostres de la reserva salada en queden fora, indicant un comportament diferent.

Sembla doncs, que l'índex IDG no és prou útil per a la catalogació de la qualitat de l'aigua a la reserva salada. Això deu ser degut a que l'IDG, com tots els índexs existents basats en diatomees, són índex dissenyats per a l'avaluació de la qualitat de les aigües dels rius i possiblement per a la mesura de la qualitat de les aigües d'ambients lenítics s'hagi de tenir en compte altres factors.

ΣEvolució temporal de la Dim2

Observant la gràfica Dim2xMesos (Figura 44) veiem (tal com ja s'ha indicat per a la Figura 43) que totes les mostres de la Riereta presenten una qualitat més baixa que la resta de punts. També cal fer notar que totes les mostres de l'Estany d'en Túries presenten una coordenada pràcticament igual a zero, sense variació, que confirma que la Dim2 no explica res de la seva variabilitat ecològica.

El més rellevant és la comparació de la qualitat de l'aigua en els dos períodes que podem establir: 1) octubre-gener, període de dinamisme, amb renovació de les masses d'aigua; i 2) març-juliol, període d'estancament.

Pel que fa a la reserva dolça, durant el primer període el "Tercer pont" (una massa d'aigua amb força estancament) presenta una qualitat més bona que el "Madral-pont mig", d'aigües més corrents, riques en aport de nutrients. Mentre que durant el segon període, s'inverteix la seva posició relativa quant a qualitat i "Madral-pont mig" passa a tenir una millor qualitat, quan cessen aquests aport.

Pel que fa a la Riereta (reserva salada) veiem que la qualitat és pitjor en el primer període, que és quan es tanca la comporta i es produeix una fertilització. L'estancament posterior acaba millorant la qualitat.

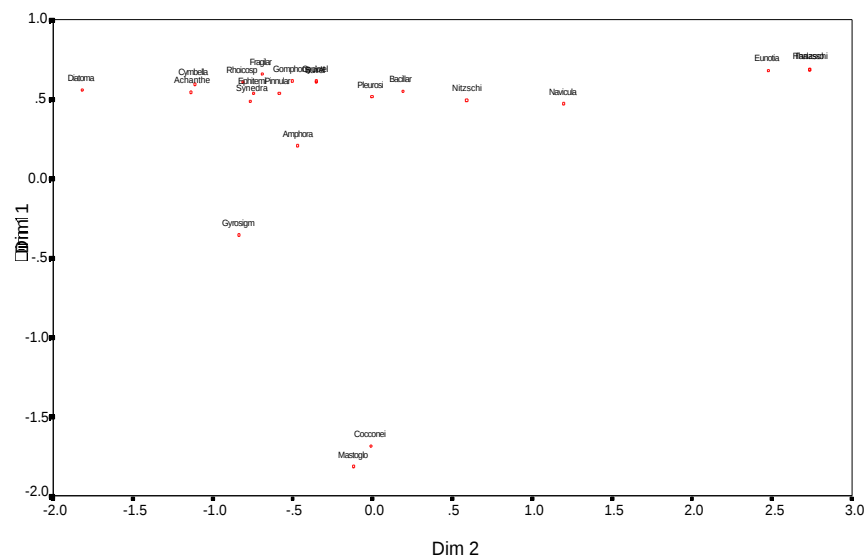


Figura 41. Projeccions bidimensionals dels taxons (gèneres de diatomees) en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres de diatomees.

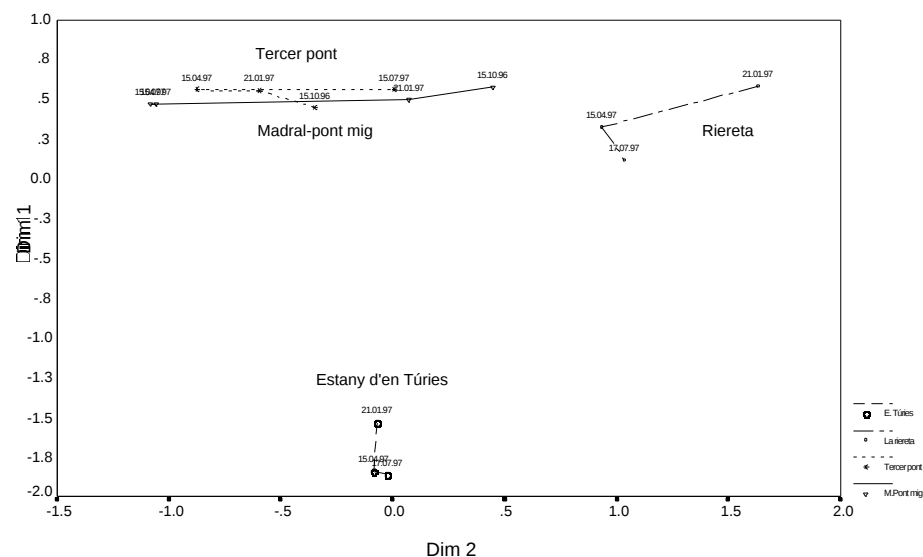


Figura 42. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres de diatomees. Les línies marquen l'evolució temporal.

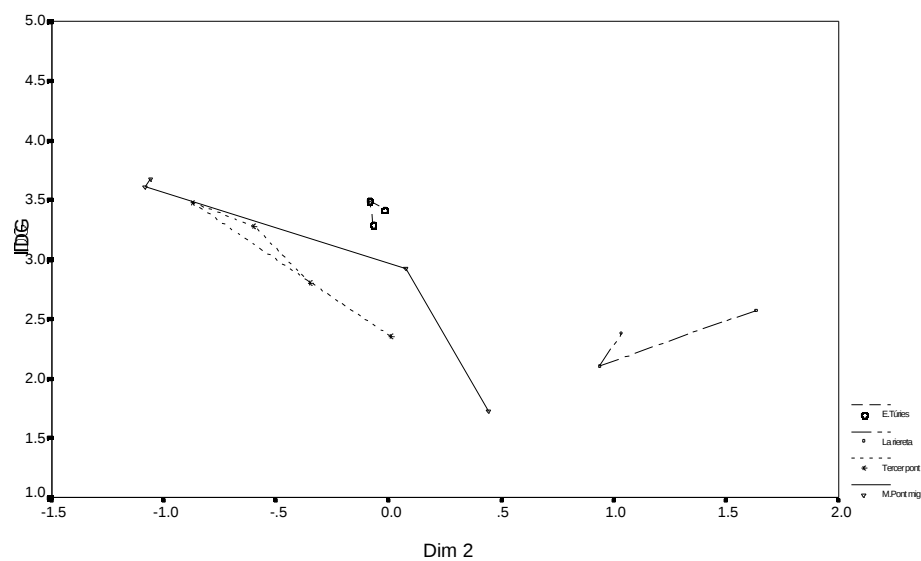


Figura 43. Representació de les mostres (dates) en l'espai Dim2 del CA x IDG (índex diatòmic genèric de diatomees). Les línies marquen l'evolució temporal de cada punt de mostreig.

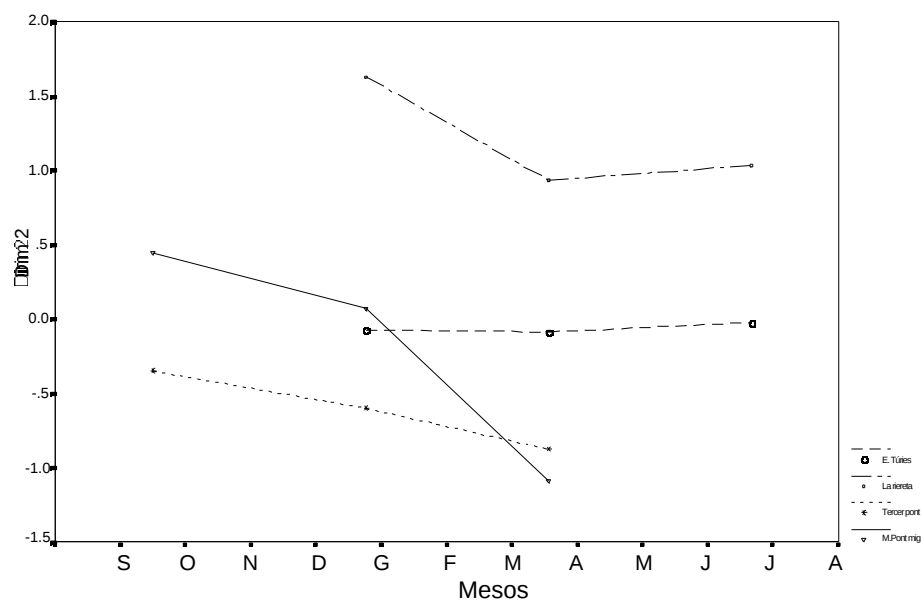


Figura 44. Evolució temporal de les mostres (dates) en relació a la Dimensió 2 del CA sobre mostres de diatomees. Les línies marquen l'evolució temporal de cada punt de mostreig.

DISCUSSIÓ

Problemàtica de l'avaluació de la qualitat de l'aigua als Aiguamolls de l'Empordà

L'avaluació de la qualitat del aigua a partir de les concentracions de nutrients inorgànics dissolts en un sistema lenític i de poca fondària com els Aiguamolls de l'Empordà requereix unes consideracions prèvies, per tal d'evitar una interpretació errònia dels resultats obtinguts. En primer lloc, el terme "qualitat de l'aigua" requereix una definició, ja que l'aigua no va destinada en aquest cas a cap ús concret i resulta difícil, potser impossible, establir un criteri objectiu sobre quina ha de ser la seva composició més desitjable. Potser l'únic criteri objectiu aplicable en aquest cas és el de considerar la tendència a l'eutrofització com a una situació indesitjable. Tenint en compte que es tracta d'un sistema eutròfic on aquesta tendència a l'eutrofització es manifesta de forma natural, el que s'ha de considerar indesitjable és l'acceleració d'aquest procés com a conseqüència d'alteracions d'origen antròpic.

Inicialment, es pot partir de la base que uns valors més alts de nutrients equivalen a un major grau d'eutròfia, però això resulta extremadament variable en funció de les característiques hidrològiques de cada punt de mostreig o de l'època de l'any.

Un primer factor a tenir en compte és el caràcter més o menys lenític del sistema a estudiar. En aigües estancades es factible un cert reciclatge dels nutrients utilitzats, que depèn en cada cas de la taxa de renovació de l'aigua i dels nutrients (Comín & Valiela, 1993). En aigües corrents, en canvi, amb una taxa de renovació molt més elevada, la composició de nutrients depèn més de les aportacions externes i el reciclatge és gairebé inexistent. D'altra banda, la circulació de l'aigua implica sortides importants de nutrients del sistema, que no es donen en aigües estancades. Això vol dir que un sistema lòtic pot suportar una major entrada de nutrients dissolts, sense que això suposi un increment en la producció, degut a les majors sortides i al menor reciclat. També, la velocitat de l'aigua afavoreix la resuspensió física dels nutrients acumulats en el sediment, fet que fa augmentar la seva concentració en l'aigua.

Les aigües corrents de la Reserva Dolça presenten concentracions més elevades de nutrients minerals, sense que això suposi un increment en la concentració de clorofil·la. Aquest fet està d'acord amb el que hem dit abans, i ens podria fer pensar en la concentració de clorofil·la com a mesura més adequada que els nutrients minerals de la qualitat de l'aigua. Altres factors poden, però, alterar la interpretació, com el paper del sediment. En aigües corrents, l'elevada taxa de renovació no permet que s'estableixi la població fitoplanctònica, de manera que la concentració de clorofil·la a l'aigua no depèn només de la concentració de nutrients disponibles. En aquest cas caldria considerar també la clorofil·la bentònica a l'hora d'avaluar la biomassa de productors primaris. En aigües estancades, en canvi, una certa circulació d'aigua afavoreix el creixement del fitoplàncton i el total estancament permet el desenvolupament del fitobentos.

Un altre inconvenient a la utilització de la clorofil·la que s'observa en ambients lenítics és que pot subestimar la càrrega orgànica quan es dona un excés de concentració (o una situació d'hipertròfia), pel fet que gran part del fitoplàncton que colonitza les basses de la maresma pot tenir un comportament mixòtrof i aprofitar heterotròficament l'excés de

matèria orgànica disponible. Molt probablement, la concentració de matèria orgànica sigui una mesura més precisa de la qualitat de l'aigua en aquests ambients.

Aquestes diferències en el comportament dels sistemes lòtics i lenítics es manifesta en la tendència que segueixen. Així, en aigües estancades el sistema tendeix a consumir nutrients minerals de l'aigua (baixa concentració de nutrients) i a acumular matèria orgànica, principalment en forma d'organismes (alta concentració de clorofil·la i probablement també de matèria orgànica). En aquest cas resultaria rellevant discriminar si aquesta matèria orgànica està en forma d'organisme viu o en forma flòcul en descomposició. Contràriament, els sistemes lòtics tendeixen a eliminar matèria orgànica de l'aigua i a alliberar els nutrients mineralitzats (alta concentració de nutrients i baix contingut en matèria orgànica).

Si eliminem tota la variabilitat espacial i analitzem les concentracions de nutrients en un sol punt, també podem trobar diferències destacables segons l'època de l'any, què dificulten l'avaluació de la qualitat de l'aigua (o del seu grau d'eutròfia) a partir d'un paràmetre concret. L'exemple més il·lustratiu és el comportament dels nutrients i de la relació nitrogen/fòsfor a la Reserva Salada durant l'entrada d'aigua causada per la regulació de fluxos i durant el període d'estancament posterior (Figures 8 i 9). Durant l'entrada d'aigua dolça hi ha un increment notable de la concentració de nitrat i es pot relacionar directament l'increment del grau d'eutròfia amb la quantitat de nitrogen entrat, tenint en compte la limitació pel nitrogen que predomina a la maresma. Posteriorment, quan deixa d'entrar l'aigua dolça, la manca de circulació de l'aigua i l'excés de concentració de matèria orgànica afavoreixen la desnitrificació i la desaparició del nitrat. Simultàniament i a causa del confinament diferencial del fòsfor respecte el nitrogen (Quintana et al. en premsa), el fòsfor acumulat en el sediment durant els períodes d'entrada d'aigua es redissol. Les condicions reductores degudes a l'acumulació de matèria orgànica afavoreixen aquesta redissolució. En aquest cas també podríem relacionar el grau d'eutròfia amb la concentració de fòsfor reactiu soluble que trobem a l'aigua.

Malgrat que, podríem considerar com a equivalents (des del punt de vista de la tendència a l'eutrofització) el primer increment de nitrat i el posterior increment de fòsfor reactiu soluble, no coincideixen els punts de major concentració de nitrat durant el primer període amb els de major concentració de fòsfor durant el segon. Efectivament, per Rogera i Riereta circulen grans quantitats de nitrat amb l'aigua dolça, però és al sector nord (sobretot a les basses Litoral i Tamariu) on hi ha una major acumulació i una major concentració de fòsfor reactiu soluble.

Hem de tenir en compte que els nutrients inorgànics dissolts representen la fracció de nitrogen o fòsfor que no ha estat assimilat. El fet que no hi hagi nitrogen inorgànic a les basses del sector nord no vol dir que no ha entrat sinó que no hi ha excedent. En el cas del fòsfor la redissolució es causada per les condicions reductores del medi, però en condicions oxidants pot romandre precipitat en el sediment independentment de la seva concentració. Potser la concentració de fòsfor reactiu soluble en aigua ens indiqui de manera indirecta el grau d'acumulació de matèria orgànica en un punt determinat, per la relació que presenten els dos paràmetres amb les condicions reductores del medi.

Una solució a la manca de paràmetres objectius per a determinar el grau d'eutròfia dels diferents punts de mostreig seria la mesura de paràmetres globals (nitrogen total, fòsfor total o matèria orgànica) que consideren el conjunt del sistema (aigua, sediment i organismes). Aquests paràmetres permetrien avaluar la tendència a l'acumulació de nutrients, en aigua o sediment, independentment de que siguin o no assimilats. Malauradament, tot i que la mesura d'aquests paràmetres globals està prevista en aquest estudi, els resultats no han pogut ésser inclosos encara en aquest informe, i està previst fer-ho en informes posteriors.

És possible, però, una aproximació més global amb les dades de què disposem. Per exemple, es pot analitzar la tendència del sistema mitjançant una aproximació al balanç hídric i de nutrients inorgànics dissolts, o analitzant l'evolució temporal dels nutrients a partir de valors mesurats en anys anteriors que es poden trobar a la bibliografia (Comín *et al.*, 1994; Quintana, 1995). També una anàlisi de l'evolució conjunta estacional del nitrogen i fòsfor als diferents punts de la Reserva Salada resulta prou aclaridora sobre els efectes negatius de l'entrada d'aigua dolça provinent del Rec Corredor sobre la qualitat de l'aigua en aquest sector, sense necessitat de recórrer a paràmetres que ens mesurin el grau d'eutròfia.

Un altre enfoc consisteix en avaluar la qualitat de l'aigua a partir dels organismes. La utilització dels organismes com a indicadors de la qualitat dels ecosistemes és corrent en ecologia (Prat *et al.*, 1983). La composició d'una comunitat d'organismes no reflecteix condicions instantànies, sinó la integració de les característiques de l'ambient sobre cert temps, i per això revela factors que operen de tant en tant i que s'escapen fàcilment a una anàlisi i inclús a anàlisis repetides (Margalef, 1983). En un sistema fluctuant com el dels Aiguamolls de l'Empordà, on per a molts factors és més rellevant la seva variabilitat que el valor mesurat en un moment determinat (condicionat pel disseny del mostreig), aquesta perspectiva sembla prou adequada. En el cas de la Reserva Salada, la major abundàcia, o permanència en el temps, d'espècies típiques d'aigües eutròfiques, com els cicloïdes, o d'espècies característiques de situacions d'hipertròfia corroboren la interpretació que es pot fer dels valors de nutrients inorgànics.

A continuació es discuteixen els resultats des del punt de vista d'aquests dos enfoc: l'aproximació global i els organismes indicadors, indicats més amunt.

Avaluació de la qualitat de l'aigua a partir de la comunitat d'organismes

Segons es despren de l'anàlisi de correspondències sobre les abundàncies d'invertebrats (Figura 45), el conjunt de sistemes que configuren els Aiguamolls de l'Empordà tenen un funcionament que es pot sintetitzar en cinc situacions caracteritzades respectivament per la dominància de: calanoides, cicloïdes, harpacticoides, ostràcodes i cladòcers.

No totes aquestes situacions es presenten en tots els llocs. Així les situacions de dominància de calanoides i la de dominància d'harpacticoides només es donen a la Reserva Salada. I la de dominància de cladòcers només a la Reserva Dolça.

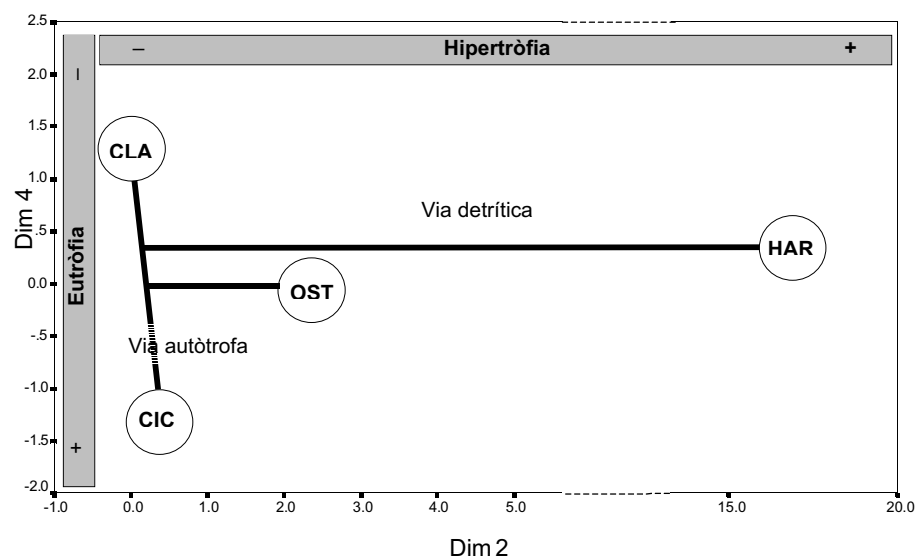
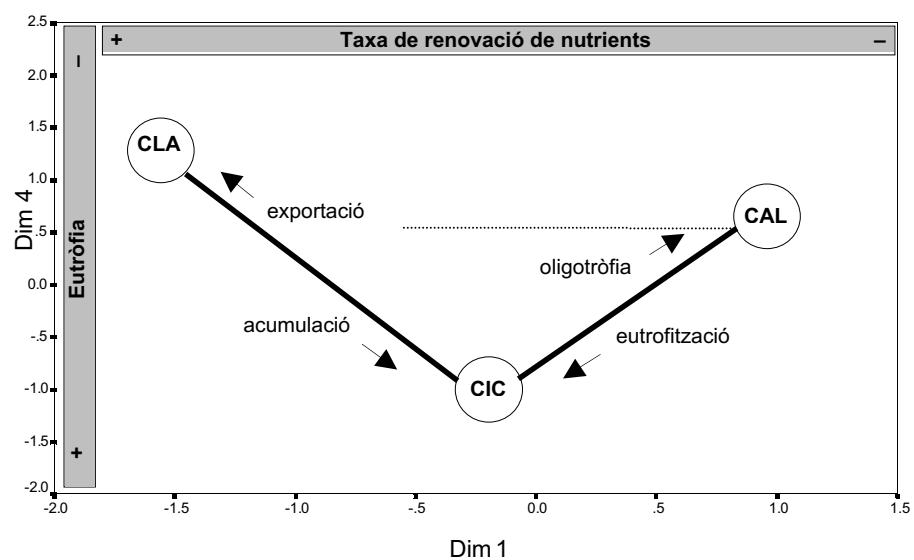
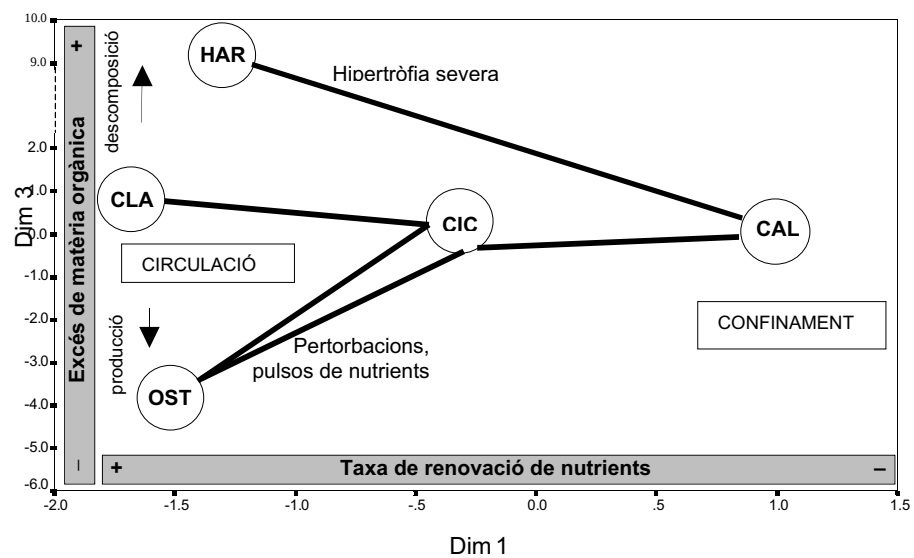


Figura 45. Projeccions bidimensionals de les mostres (dates) del Tercer pont en l'espai de les dimensions principals del CA sobre mostres d'invertebrats. Les línies marquen l'evolució temporal.

A continuació es fa una síntesi del funcionament d'ambdues reserves.

Funcionament de la Reserva Salada

A la reserva salada la situació de dominància de calanoides correspon a la situació d'oligotròfia habitual en condicions de confinament, quan s'ha produït l'estancament de les aigües. Aquesta situació és trencada per la dessecació estival i per les pertorbacions normals en aquests ambients que provoquen una entrada d'aigua amb la consegüent fertilització per l'aportació de nutrients i matèria orgànica al.lòctona.

En el cas de la dessecació estival en les basses més confinades (com la Bassa Tamariu), la progressiva concentració de la matèria orgànica acaba produïnt una hipertròfia severa per un excés de matèria orgànica en descomposició i la consegüent anoxia. Aquestes condicions afavoreixen el desenvolupament poblacional d'organismes més típicament bentònics, detritívors i més tolerants a les condicions d'anòxia, com els harpacticoides. En aquesta situació, una entrada d'aigua amb la consegüent aportació de nutrients té un efecte fertilitzador addicional que provoca un increment afegit de matèria orgànica morta que magnifica encara més la situació d'hipertròfia.

En el cas de les pertorbacions per entrada d'aigua, si aquesta és puntual (temporals de llevant, pluges) el sistema es desplaça temporalment cap a la situació d'ostràcodes fins que ha desaparegut l'excés de matèria orgànica produïda per la fertilització sobtada. En canvi, si l'entrada d'aigua (i la fertilització per entrada de nutrients) és més paulatina i persistent en el temps (cas del tancament de la comporta) s'acaba instaurant una comunitat dominada per ciclopoides, fins que la fertilització cessa i altre cop es produeix l'estancament i la situació d'oligotròfia abans esmentada.

Funcionament de la Reserva Dolça

A la Reserva Dolça la situació de dominància de cladòcers correspon a la situació de circulació d'aigua, amb una elevada taxa de renovació de nutrients i una exportació de matèria orgànica amb el curs de l'aigua.

Quan el cabal disminueix, la circulació s'alenteix, i s'abaixa la taxa de renovació de nutrients i de matèria orgànica al.lòctona, aquest estancament relatiu acompanyat per una taxa de renovació de nutrients encara prou alta permet l'establiment d'una comunitat dominada per ciclopoides.

Anàlogament a com succeeix a la reserva salada, quan es produeix una fertilització puntual, per una aportació externa de nutrients, el sistema es desplaça cap a la situació d'ostràcodes fins que ha desaparegut l'excés de matèria orgànica produïda per la fertilització.

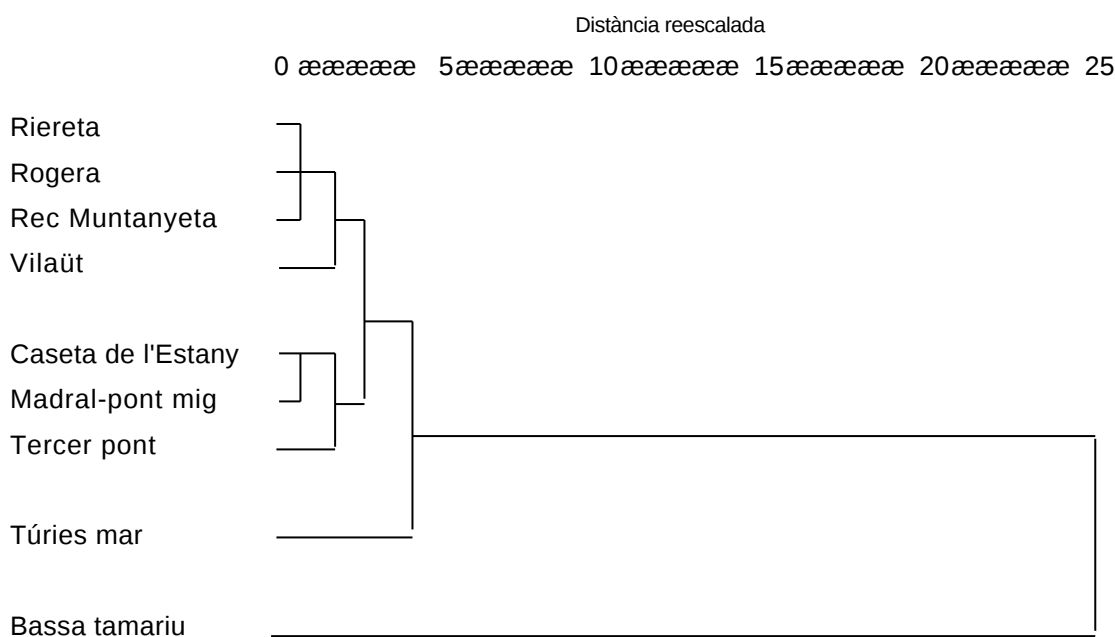
Anàlisi comparativa de la dinàmica temporal

L'anàlisi comparativa de la dinàmica temporal dels diferents punts de mostreig s'ha realitzat mitjançant l'anàlisi de **cluster**, per tal d'establir les semblances quant a funcionament del sistema.

Aquesta anàlisi (Figura 46) agrupa els punts de mostreig en quatre grups rellevants: grup 1 format per Riereta, Rogera, Rec Muntanyeta i Vilaüt; grup 2 format per Caseta de l'Estany, Madral-pont mig i Tercer pont; grup 3 format per Túries mar; i grup 4 format per Bassa Tamariu.

Els grups, tal com seria d'esperar, segueixen pràcticament un patró d'agrupament geogràfic a excepció del grup 1 que conté els punts de la reserva salada de més al sud del PNAE i a l'est del Cortalet, més Vilaüt que pertany a la reserva dolça. La ubicació de Vilaüt en aquest grup evidencia per aquest punt un major grau de confinament que els altres punts de la reserva dolça però mantenint un cert nivell d'aportacions de nutrients, i un consegüent grau d'eutròfia. La seva similitud amb Riereta, Rogera i Rec Muntanyeta, rau en la freqüència de la situació de ciclopoides i amb el desplaçament cap a la situació d'ostràcodes quan es produeixen aportacions puntuals.

Figura 46. Anàlisi de cluster dels punts de mostreig en base a la similitud quant a dinàmica temporal.



Organismes indicadors i estat del sistema en els punts de mostreig

Vistos els resultats del CA, les dimensions 1 i 3 descriuen el funcionament del sistema (en termes de taxa de renovació de nutrients i d'acumulació de matèria orgànica, respectivament), mentre que les dimensions 2 i 4 són descriptores de l'estat tròfic del sistema (en termes d'hipertròfia i d'eutròfia, respectivament).

Així doncs, les dimensions 2 i 4 ens marquen les pautes per a una avaluació de la qualitat de l'aigua. Els organismes indicadors associats a aquestes dimensions són els

harpacticoides (indicadors d'hipertròfia, d'excés de matèria orgànica en descomposició) per a la Dim2 i els ciclopoides (indicadors d'eutròfia, d'excés de nutrients) per a la Dim4.

Des del nostre punt de vista, tractant-se d'un sistema fluctuant com el dels aiguamolls, el què ha de ser considerat com a situació de baixa qualitat de l'aigua és la persistència en el temps de situacions d'eutròfia o d'hipertròfia. La presència de ciclopoides o harpacticoides ja és en sí mateixa indicadora d'almenys una certa persistència (a escala planctònica d'uns dies o d'unes poques setmanes) de les condicions d'eutròfia o d'hipertròfia, però pel caràcter fluctuant del sistema a efectes de gestió s'ha de considerar com indicador de baixa qualitat de l'aigua la persistència d'aquestes situacions al llarg de mesos.

En aquest sentit, quant a freqüència i persistència de les situacions, a la Reserva Dolça es constata la baixa qualitat de l'aigua a Vilaüt, ja que com es pot observar a la Figura 40 (Dim2xDim4) la major part de les mostres es troben en la situació de ciclopoides, que és l'habitual en aquest sistema. El punt del Madral-pont mig és el que presenta menor variabilitat (Figura 35), amb una situació habitual dominada per cladòcers. En contraposició, el Tercer pont (Figura 32) es constata la variabilitat del seu estat tròfic, en relació amb Madral-pont mig, amb situacions de baixa qualitat associades a davallades de cabal que provoquen estancament. També el punt de la Caseta de l'Estany presenta força variabilitat (Figura 33) però sempre amb valors positius de Dim4 (sense eutròfia) i valors força positius de la Dim2 (predominància de la via detrítica) que semblen més aviat associats a la variabilitat de les condicions en aquest punt (alternància de la direcció del flux i de la influència marina o continental) que determinen una comunitat d'invertebrats amb ampli rang de toleràncies (com amfípodes).

A la Reserva Salada, la Riereta (Figura 36) és, en general, en pitjor estat (valor més extrems de Dim 2 i Dim4) comparativament amb els punts dels seu sector (Rogera i Rec Muntanyeta). Anàlogament la Bassa Tamariu (Figura 38) (l'únic punt que ha presentat situacions d'hipertròfia severa) és en pitjor estat comparativament amb l'Estany d'en Túries (Figura 39), que en canvi es troba en força bon estat (probablement gràcies a l'existència d'un bentos ben establert amb macròfits).

Comparació de la concentració de nutrients amb estudis anteriors

S'han comparat les dades de nutrients dissolts obtinguts a la Reserva Salada amb les obtingudes de la bibliografia per aquesta zona en anys anteriors (Taula 18). No hi ha informació bibliogràfica sobre el contingut de nutrients a les aigües de Reserva Dolça. Es disposa de dades de l'any 1984 obtingudes amb freqüència estacional a les llacunes més permanents (López & Tomás, 1989) i del bieni 1989/90, obtingudes amb freqüència entre setmanal i mensual en algunes de les cubetes de menor fondària, just en el període que s'inicià la regulació de fluxos (Quintana, 1995).

En general s'observa una tendència a l'increment de les formes inorgàniques de nitrogen i a una certa disminució de la concentració de fòsfor reactiu soluble a tots els punts comparats, amb la única excepció de l'estany d'en Túries, que manté valors mitjans

Taula 18. Concentracions de les diferents formes de nitrogen ($\mu\text{gN/l}$), fòsfor ($\mu\text{gP/l}$) i clorofil·la ($\mu\text{g/l}$) en diferents punts de mostreig al llarg de diferents anys. Dades de 1984 segons López & Tomás (1989), i dades de 1989-1990 segons Quintana (1995).

B. Litoral (RS.AF1)	1984	1989/90	1996/97
NH ₄		76.58 (0-416.22)	104.01 (0-3155.92)
NO ₂		2.66 (0-28.84)	4.84 (0-18.53)
NO ₃		13.44 (0-170.38)	64.18 (0-709.66)
PRS		323.95 (0-1308.82)	232.67 (0-2278.82)
Chla		21.62 (0.25-75.52)	24.85 (1.67-98.48)

B. Connectada (RS.MO4)	1984	1989/90	1996/97
NH ₄		49.56 (0-447.44)	17.10 (0-474.6)
NO ₂		2.8 (0-50.96)	8.56 (0.23-74.33)
NO ₃		16.66 (0-137.2)	60.54 (0-566.60)
PRS		50.84 (0-177.94)	19.04 (0-58.20)
Chla		8.24 (0.25-51.99)	11.87 (3.75-60.23)

B. Tamariu (RS.SO4)	1984	1989/90	1996/97
NH ₄		51.08 (0-346.5)	8.49 (0-240.35)
NO ₂		1.96 (0-10.64)	5.50 (1.04-27.11)
NO ₃		17.5 (0-117.46)	6.77 (0-187.43)
PRS		25.42 (0-91.14)	17.82 (0-47.49)
Chla		13.34 (0.25-96.19)	19.02 (2.78-73.14)

E. Túries (RS.SO5)	1984	1989/90	1996/97
NH ₄	-		-
NO ₂	7.21 (0-28.14)		5.83 (0-33.55)
NO ₃	30.76 (4.9-101.36)		26.62 (0-265.92)
PRS	622.48 (57.04-2055.9)		25.99 (0-89.84)
Chla	-		-

Rogera (RS.MO3)	1984	1989/90	1996/97
NH ₄	-		-
NO ₂	2.08 (0-7)		10.28 (0-34.63)
NO ₃	7.47 (0-16.8)		262.01 (0-1515.52)
PRS	89.49 (39.06-168.95)		10.44 (0-54.09)
Chla	-		-

relativament semblants. S'observen també valors mitjans relativament semblants de clorofil·la a les basses intermitents.

Això es pot interpretar bé com una substitució del fòsfor per el nitrogen en el paper de nutrient limitant per a la producció, bé com un increment net de nutrients o un increment del grau d'eutròfia, que seria responsable d'un major consum de fòsfor, el qual causaria una disminució de la concentració del fòsfor excedent.

La primera hipòtesi es pot descartar si tenim en consideració que els nutrients inorgànics són, en condicions estables, l'excedent no incorporat pels organismes, i una substitució del fòsfor per el nitrogen com a factor limitant hauria de reflectir-se en valors de la relació nitrogen-fòsfor superiors a 16:1. D'altra banda, el confinament diferencial del fòsfor, que difícilment escapa de les cubetes si no hi ha circulació superficial, fa pràcticament impossible aquesta substitució.

Els valors mitjans obtinguts (òbviament subjectes a variacions estacionals molt marcades), mostren una tendència a l'eutrofització a tota la Reserva Salada, causada per l'increment de nitrogen que entra amb l'aigua dolça i pel subsegüent increment de la producció. L'augment del grau d'eutròfia no es tradueix en un increment de la concentració de clorofil·la, molt probablement per la facilitat amb que la transferència d'energia circula per la via detrítica en aquests ambients quan es produeix un increment de la matèria orgànica disponible (Quintana, 1995; Quintana et al., en premsa).

Tot i que els valors de nitrit i nitrat a l'estany d'en Túries són similars als que es recolliren l'any 1984 (manquen dades d'amoni d'aquest any), s'observa també l'esmentada disminució de la concentració de fòsfor reactiu soluble, fet que està d'acord amb què l'augment de l'eutrofització és general a tota la Reserva Salada.

Aproximació al balanç de nutrients inorgànics dissolts

A partir dels valors mitjans de cabal i de nutrients inorgànics dissolts hem calculat les aportacions de nitrogen inorgànic (DIN) i fòsfor reactiu soluble (PRS) que circulen per les Reserves Dolça i Salada (Taula 19). A la Reserva Salada només es disposa de valors d'entrada (a través del rec Corredor) i no hi ha dades de sortides de nutrients, les quals generalment es donen de manera sobtada. Tampoc a la Reserva Dolça les entrades de sortides permeten fer uns balanços hídric i de nutrients correctes, perquè no es disposa de dades d'evapotranspiració i tampoc s'ha mesurat la pèrdua de nitrogen per desnitrificació. El balanç de fòsfor tampoc és complert pel fet que només s'ha mesurat la seva forma soluble. Tampoc es tenen en compte les aportacions de nutrients realitzades per pràctiques agrícoles dins del parc. Malgrat això, les entrades i sortides de PRS ens poden donar una aproximació de la tendència del sistema pel que fa al paper transformador dels nutrients.

Pel sector sud, a través del rec del Molí, hi arriben a la Reserva Dolça la major part de les aportacions d'aigua i de nutrients. Per aquesta via hi entra un percentage superior de DIN (Taula 19). Les aportacions pel sector nord, tot i ser de poca importància, a causa del

seu caràcter torrencial, arriben amb una proporció més elevada de nutrients. Les aportacions d'aigua pel sector oest tenen càrregues de nutrients lleugerament inferiors, especialment de DIN.

El balanç entre les principals entrades i sortides a la Reserva Dolça mostra una tendència a l'acumulació de nutrients dins la reserva (Taula 19), tot i que l'acumulació de DIN ha d'estar molt sobreestimada si no es consideren les pèrdues per desnitrificació. Els valors especialment baixos de la relació DIN/PRS donen a entendre que la desnitrificació ha de ser quantitativament important. Fins i tot, al rec Salins la relació DIN/PRS és inferior a la relació molar 16/1, característica dels organismes.

Si assumim el mateix cabal als dos punts de mostreig del rec del Molí, anterior i posterior als abocaments d'aigües residuals de Castelló (RD.M07 i RD.M08 respectivament), l'entrada de fòsfor reactiu soluble (PRS) causada per aquestes aportacions es multiplica per 5. Aquest increment no és tant notable pel que fa al nitrogen inorgànic dissolt (DIN). Així, més del 50 % del PRS que arriba a la Reserva Dolça per via aquàtica provindria de les aigües parcialment depurades de Castelló d'Empúries. En canvi, les aportacions del sector oest, més afectat per les pràctiques agrícoles i per les aigües de regadiu no tindrien una importància superior al 20 %, a no ser que es produeixin entrades pulsàtils, que no puguin ser quantificades correctament amb la freqüència de mostreig utilitzada. Aquestes dades, però, cal confirmar-les a partir de valors de nutrients totals. Cal també recordar que no s'han tingut en compte les possibles entrades de nutrients per escorrentia dins el parc, que podrien modificar sensiblement un futur balanç.

Malgrat això, els estanys situats al sector nord, especialment l'estany de Vilaüt, presenten una major densitat de ciclopoides, que implicarien un major grau d'eutròfia. Molt probablement, una gran part de les entrades del sector sud es desviïn cap al mar a través del rec Salins i de la Caseta de l'Estany, mentre que en el sector nord el percentatge de sortides és molt inferior.

Pel que fa a la Reserva Salada, destaca el valor especialment alt de les entrades de nitrogen, tot i que es produeixen només pel rec Corredor.

Taula 19. Totals anuals de cabal, nitrogen inorgànic dissolt (DIN), fòsfor reactiu soluble (PRS) i relació molar DIN/PRS.

Entrades		Cabal (m³.10³/any)	DIN (TmN/any)	PRS (TmP/any)	DIN/PRS (mols/mols)
Reserva Salada	Rec Corredor (RS.S01)	5145	43.76	0.44	189
Reserva Dolça	Sector Sud				
	Rec Molí Castelló (RD.M07)	19794 (75%)	37.91	0.56	150.0
	Rec Molí EDAR (RD.M08)	19794 (75%)	45.50 (84.2%)	3.01 (74.9%)	33.5
	Sector Oest (RD.M04, RD.M05)	5892 (22.3%)	6.86 (12.7%)	0.87 (21.6%)	17.5
	Sector Nord (RD.M01, RD.M03, RD.M11)	694 (2.6%)	1.66 (3.1%)	0.14 (3.5%)	26.3
Total Entrades		26380	54.02	4.02	29.8
Sortides					
Reserva Dolça	Caseta de l'Estany (RD.S01)	20698 (83.6%)	13.85 (62.5%)	1.35 (45.8%)	22.7
	Rec Salins (RD.M10)	4031 (16.3%)	8.31 (37.5%)	1.60 (54.2%)	11.5
Total Sortides		24729	22.16	2.95	16.6
% Valor d'Entrada		93.7%	41.6%	64.4%	

Viabilitat de la utilització de l'aigua dels SAC

Si comparem les concentracions de nitrogen i fòsfor que circulen pel rec Corredor amb les que s'espera obtenir dels sistemes d'aiguamolls construïts (SAC) podrem avaluar la viabilitat de la utilització de l'aigua efluent dels SAC per a la inundació de l'Estany del Cortalet. Els valors mitjans de sortida de nitrogen i fòsfor inorgànic dels SAC són inferiors als valors mitjans obtinguts al rec Corredor, de manera que la utilització de l'aigua dels SAC per a la inundació de l'estany del Cortalet no suposaria un aport de nutrients adicional (Taula 20). Actualment, però, abans de la posta en funcionament dels SAC, l'aigua efluent de l'EDAR, porta una càrrega molt més elevada i cal esperar que els SAC funcionin a ple rendiment abans d'utilitzar les seves aigües per a la inundació.

És absolutament indesejable la utilització de l'aigua efluent dels SAC per a la inundació de determinades zones de la maresma, com l'estany d'en Túries, tal com ja s'havia considerat en les hipòtesis prèvies a aquest estudi. D'una banda s'ha pogut constatar l'efecte negatiu que té l'entrada de nitrogen que acompanya l'aigua dolça sobre els ambients més confinats de la maresma (Figures 8, 9 i 10). D'altra banda, la concentració de nitrogen que s'espera que surti dels SAC és superior al màxim de nitrogen registrat en tot l'any de mostreig a tota la maresma (Taules 4 i 20).

Taula 20. Concentracions mitjanes de nitrogen inorgànic soluble (DIN) i fòsfor reactiu soluble (PRS) al Rec Corredor i a l'efluent de l'EDAR d'Empúriabrava, i concentracions esperades a l'efluent dels SAC.

	Rec Corredor	Efluent EDAR	Efluent esperat SAC
DIN (mg/l)	8.500	5.700	23.230
PRS (mg/l)	0.086	0.014	3.060

CONCLUSIONS

- Σ L'estancament de les aigües causa importants pèrdues de nitrogen, molt probablement degudes a la desnitrificació. Com a conseqüència, les aigües confinades tenen concentracions molt baixes de nitrogen. Simultàniament, el fòsfor tendeix a acumular-se en aquestes aigües. El resultat és una relació nitrogen/fòsfor (DIN/PRS) baixa i una limitació a la producció primària pel nitrogen quan hi ha confinament. Aquest fenomen és més aparent a la Reserva Salada però també és observable a la Reserva Dolça.
- Σ L'entrada d'aigua dolça a la Reserva Salada provenint del rec Corredor provoca un augment del grau d'eutròfia, i eventualment situacions d'hipertròfia, a causa de l'aportació continuada d'aigua rica en nitrogen. La tendència a l'eutrofització és més observable a partir dels organismes que colonitzen la maresma, que a partir de la concentració de nutrients solubles, ja que l'eutrofització pot sonar lloc a resultats oposats en la composició de nutrients en funció d'altres factors (taxa de renovació, reciclat,...) variables en el temps i en l'espai. Per aquest fet, les concentracions de nutrients dissolts són variables poc útils per a la mesura del grau d'eutròfia.
- Σ La concentració de clorofil·la tampoc és una bona indicadora del grau d'eutròfia pel fet que gran part del fitoplàncton que colonitza aquestes aigües pot alimentar-se heterotròficament quan hi ha un excés de matèria orgànica. En aquestes condicions es produeix un increment de biomassa sense increment de clorofil·la. La determinació del grau d'eutròfia a partir de dades físiques i químiques s'hauria de realitzar a partir de variables integradores (matèria orgànica, nitrogen total, fòsfor total) i considerant el conjunt del sistema (aigua i sediment).
- Σ L'entrada de nitrogen a la Reserva Salada provenint del rec Corredor és especialment aparent a la Rogera i a la Riereta, les quals reben l'aigua dolça per via superficial. Tot i això, els efectes negatius (hipertròfies) causats per aquestes aportacions són més aparents en aigües més confinades i de dimensions més reduïdes.
- Σ És absolutament indesitjable la utilització de l'aigua efluent dels Sistemes d'Aiguamolls Construïts (SAC) per a la inundació de determinades zones de la maresma, com l'estany d'en Túries. D'una banda s'ha pogut constatar l'efecte negatiu que té l'entrada de nitrogen que acompanya l'aigua dolça sobre els ambients més confinats de la maresma. D'altra banda, la concentració de nitrogen que s'espera que surti dels SAC és superior al màxim de nitrogen registrat en tot l'any de mostreig a tota la maresma.
- Σ Els valors mitjans de sortida de nitrogen i fòsfor inorgànic que s'espera obtenir dels SAC són inferiors als valors mitjans obtinguts al rec Corredor, de manera que la utilització de l'aigua dels SAC per a la inundació de l'estany del Cortalet no suposaria una aportació de nutrients addicional. L'addició de nitrogen en aquest estany no tindria les

connotacions negatives que té a la maresma, perquè a l'estany del Cortalet l'aigua té sortida i no hi ha confinament.

- Σ A la Reserva Dolça, les concentracions més altes de nitrogen es troben en els punts on hi ha circulació. L'estancament també causa disminució de la relació nitrogen/fòsfor.
- Σ La principal font de fòsfor que arriba a la Reserva Dolça són les aigües residuals no depurades provinents de Castelló d'Empúries. Caldria augmentar els esforços pel tal de depurar els excedents d'aigua residual d'aquest nucli urbà que actualment no passen per la depuradora.
- Σ La composició de la comunitat d'invertebrats aquàtics té un alt valor indicatiu de l'estat tròfic del sistema i permet valorar la qualitat de l'aigua. En aquest sentit s'ha establert un model de funcionament del sistema a partir de l'Anàlisi de Correspondències sobre els recomptes d'invertebrats aquàtics (crustacis principalment) que colonitzen les aigües estancades dels Aiguamolls de l'Empordà.
- Σ Segons aquest model, les principals causes de variació en la composició específica dels invertebrats aquàtics són la taxa de renovació dels nutrients, l'excés de matèria orgànica acumulada i el grau d'eutròfia (o d'hipertròfia) de l'aigua. Aquests factors depenen de la circulació de l'aigua o del seu confinament, de les aportacions causades per les pertorbacions naturals (temporals, precipitacions intenses) i de les aportacions de nutrients d'origen antròpic.
- Σ També segons aquest model, es poden identificar diferents situacions relacionades amb la qualitat de l'aigua, caracteritzades per la predominància de diferents grups de crustacis: calanoides en situacions de confinament, ciclopoides en condicions d'eutròfia, cladòcers en condicions d'alta taxa de renovació de nutrients, ostràcodes en situacions inicials d'entrada de nutrients, i harpacticoides durant episodis d'hipertròfia severa.
- Σ Una mesura de la qualitat de l'aigua a partir dels organismes aquàtics no ha de considerar com a negatives les situacions provocades per les pertorbacions naturals que afecten el sistema, malgrat suposin un canvi dràstic en l'estructura de la comunitat, perquè es tracta de situacions a les quals el sistema hi està adaptat. El mateix es pot dir de les taxes de renovació de l'aigua i dels nutrients, que solen ser característiques intrínseques de les diferents basses. Si cal considerar com a negativa l'augment de l'eutròfia i de la hipertròfia, especialment si es mantenen en el temps. Així, les dimensions de l'anàlisi de correspondències que representen l'eutròfia i la hipertròfia són les variables que poden utilitzar-se com a mesura de la qualitat de l'aigua.
- Σ Eutròfia i hipertròfia no es donen simultàniament sinó que solen ser excloents (segons hi predomini la via autòtrofa o la via detrítica respectivament).

- Σ La comparació de la qualitat de l'aigua entre els punts de mostreig dels quals es disposa de recomptes d'invertebrats ens mostra diferències entre la Reserva Dolça i la Reserva Salada. A la Reserva Dolça a causa de la circulació d'aigua amb elevades concentracions de nutrients, l'augment de l'eutròfia es relaciona amb l'estancament de les aigües. Així l'estany de Vilaüt és un dels punts que presenta major eutròfia. A Madral pont mig, al Tercer Pont i a la Caseta de l'Estany, els nivells d'eutròfia són molt variables segons la circulació de l'aigua. A la Reserva Salada s'hi afegeix l'augment de l'eutròfia causada per les aportacions d'aigua dolça. Destaquen la Riereta, amb nivells elevats d'eutròfia durant l'hivern, coincidint amb l'entrada d'aigua dolça, i la bassa Tamariu, amb situacions d'hipertròfia severa a l'estiu, quan es concentra l'excés de matèria orgànica acumulada durant el període d'inundació.
- Σ De l'anàlisi multivariable realitzat a partir de recomptes de diatomees també es pot obtenir una mesura indicadora de la qualitat de l'aigua (en aquest cas la dimensió 2), atenent a la correlació que presenta aquesta dimensió amb les variables relacionades amb l'estat tròfic, com la clorofil·la, el fòsfor o el valor de l'índex IDG (índex genèric de la qualitat de l'aigua), obtingut a partir de la composició de diatomees.
- Σ Els resultats preliminars obtinguts a partir de les diatomees són comparables als obtinguts a partir dels invertebrats aquàtics. Cal, però, validar la comparació amb més dades.
- Σ La utilització de l'índex IDG dóna resultats comparables als obtinguts a partir de l'anàlisi multivariables amb mostres de diatomees a la Reserva Dolça, però dóna resultats molt diferents en ambients confinats, probablement degut a que l'IDG ha estat desenvolupat per a aigües corrents i no és vàlid per a aigües estancades.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- AGUESSE, P. & MARAZANOF, F., 1965. Les modifications des milieux aquatiques de Camargue au cours des 30 dernières années. **Annales de Limnologie** 1(2): 163-190.
- AMANIEU, M., LEGENDRE, P., TROUSSELLIER, M., FRISONI, G. F., 1989. Le programme Écothau: théorie écologique et base de la modélisation. **Oceanologia acta** 12 (3): 189-199.
- ANDIS, M.D., MEEK, C.L., WRIGHT, V.L., 1983. Bionomics of Louisiana riceland mosquito larvae 1. A comparison of sampling techniques. **Mosquito News** 43: 195-203.
- ARRILLO, P., CRUZ-PIZARRO, L., MORALES, R. & SÁNCHEZ-CASTILLO, P., 1987. Cambios estacionales en las comunidades de fitoplancton y zooplancton de la albufera de Adra. **Limnetica** 3: 243-254.
- BACH, J., 1990. **L'ambient hidrogeològic de la plana litoral de l'Alt Empordà**. Tesi doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BIGOT, L. & MARAZANOF, F., 1965. Considérations sur l'écologie des invertébrés terrestres et aquatiques des marismas du Guadalquivir (Andalucía). **Vie et Milieu** 16: 441-473.
- CARPENTER, S. R., 1990. Large-scale perturbations: opportunities for innovation. **Ecology** 71 (6): 2038-2043.
- CARPENTER, S. R., KRAFT, C. E., WRIGHT, R., HE, X., SORANNO, P. A., HODGSON, J. R., 1992. Resilience and resistance of a lake phosphorus cycle before and after food web manipulation. **The American Naturalist** 140 (5): 781-798.
- CERDÀ, A., OMS, M.T., FORTEZA, R., CERDÀ, V., 1996. Speciation of nitrogen in wastewater by flow injection. **Analyst** 121: 13-17.
- COMÍN, F. A., 1984. Características físicas, químicas y fitoplancton de las lagunas costeras Encañizada, Tancada y Buda (Delta del Ebro). **Oecologia aquatica** 7: 79-157.
- COMIN, F. A., MENENDEZ, M., MARTÍN, M., 1991. Short-term effects of decreasing water discharge on the chemical and biological characteristics of eutrophic coastal lagoons. **Mem. Ist.Ital. Hidrobiol.** 48: 9-22.
- DeANGELIS, D. L., BARTELL, S. M., BRENKERT, A. L., 1989-a. Effects of nutrient recycling and food-chain length on resilience. **The American Naturalist** 134 (5): 778-805.
- DeANGELIS, D. L., MULHOLLAND, P. J., PALUMBO, A. V., STEINMAN, A. D., HUSTON, M. A., ELWOOD, J. W., 1989-b. Nutrient dynamics and food-web stability. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 20: 71-95.
- GABINAUD, A., 1975. **Ecologie des deux Aedes halophiles du littoral méditerranéen français** Aedes (Ochlerolatus) caspius (**Pallas, 1771**) et Aedes (Ochlerolatus) detritus (**Haliday 1833**). Thèse doctorale. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Perpignan.
- GARCÍA-BERTHOU, E., BOIX, D., MORENO-AMICH, R., 1993. Ecología del fartet, **Aphanius iberus** (Cyprinodontidae), en las marismas del Alto Ampurdán. **Actas VI Congreso Español de Limnología**. 433-439.
- GERMAIN, H., 1981. **Flore des diatomées**. Ed. Boubée.
- GOLTERMAN, H. L., 1984. Sediments, modifying and equilibrating factors in the chemistry of freshwater. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 22: 23-39.

- HERVÉ, P. & BRUSLÉ, J., 1981. L'étang de Canet-Saint-Nazaire (P.O.). Ecologie générale et ichthyofaune. **Vie et Milieu** 31 (1): 17-25.
- HEURTEAUX, P., 1992. Modifications du régime hydrique et salin des étangs du système de Vaccarès (Camargue, France) liées aux perturbations anthropiques des cinquante dernières années. **Annls. Limnol.** 28 (2): 157-174.
- HUSTED, F., 1930. **Bacillariophyta (Diatomeae)**. In: PASCHER, A., Ed. Süßwasserflora Mitteleuropas (Heft 10). Verlag von Gustav Fischer . Jena.
- KAPLAN, W., VALIELA, I. & TEAL, J. M., 1979. Denitrification in a salt marsh ecosystem. **Limnol. Oceanogr.** 24: 726-734.
- KERFOOT, W.C. & KIRK, K.L., 1993. Why the hypolimnion is not a desert: The taste discrimination temperature hypothesis. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 25: 335-343.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 1986. Bacillariophyceae. 2/1 Teil: Naviculaceae. A: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNING, H., MOLLENHAUER, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer. Stuttgart.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 1988. Bacillariophyceae. 2/2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. A: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNING, H., MOLLENHAUER, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer. Stuttgart.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 1991. Bacillariophyceae. 2/3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. A: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNING, H., MOLLENHAUER, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer. Stuttgart.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 1991. Bacillariophyceae. 2/4 Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis für Teil 1-4. A: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNING, H., MOLLENHAUER, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer. Stuttgart.
- LAIRD, M. & MILES, J., 1983. **Integrated mosquito control methodologies**. Vol. 1, Experience and components from conventional chemical control. Academic Press. London.
- LASSERE, G., 1989. Biologie halieutique des lagunes. **Ann. Biol.** 28 (3): 161-186.
- LECOINTE, C., COSTE, M., PRYGIEL, J., 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. **Hydrobiologia** 269/270: 509-513.
- LOBO, E.A., KATOH, K., ARUGA, Y., 1995. Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area, Japan. **Freshwater Biology** 34: 191-204.
- LÓPEZ, P., 1983. **Aguas salinas epicontinentales próximas a la costa mediterránea española. Estudio del medio**. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- LÓPEZ, T., TOJA, J. & GABELLONE, N.A., 1991. Limnological comparison of two peridunar ponds in the Doñana national park (Spain). **Arch. Hydrobiol.** 120(3): 357-378.
- MARGALEF, R., 1983. **Limnología**. Omega, Barcelona. 1010 pp.
- MARGALEF, R., 1991. **Teoría de los sistemas ecológicos**. Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- MARQUÈS, E., GIRÓ, F. & SARGATAL, J., 1994. Introducció a l'estudi dels culícids del litoral empordanès. A: GOSÁLBEZ, J., SERRA, J. & VELASCO, E. ed. **Els sistemes naturals dels Aguamolls de l'Empordà**. Treballs de la I.C.H.N. n° 13. Barcelona.

- MARTINOY, M. & QUINTANA, X., 1989. Els mosquits. A: SARGATAL, J. & FÈLIX, J. ed. ***Els Aiguamolls de l'Empordà. Aspectes ecològics, històrics i socials***. Quaderns dels Indiketes nº 3. Figueres.
- MENÉNDEZ, M. & COMÍN, F.A., 1986. Variación estacional del zooplancton en las lagunas costeras del Delta del Ebro (N.E. España). ***Oecologia aquatica*** 8: 47-50.
- MIRACLE, M. R., 1978. Organització del zooplàncton d'aigua dolça durant un cicle anual: aplicació d'un índex de fluctuacions. ***Col.loquis Soc. Cat. Biol.*** 10/11: 183-193.
- MIRACLE, M. R., 1984. Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. ***Limnetica*** 1: 20-31.
- MORENO-AMICH, R., PLA, C., GARCÍA-MARÍN, J.L., GARCÍA-BERTHOU, E., VILA, A., 1988. ***Estatus i programació del pla de recuperació per les espècies piscícoles: fartet i samaruc***. Informe per a la Direcció General del Medi Natural, Generalitat de Catalunya.
- MULLA, M. S., MAJORI, G. & ARATA, A. A., 1979. Impact of biological and chemical mosquito control agents on nontarget biota in aquatic ecosystems. ***Residue Reviews*** 71: 121-173.
- NIXON, S. W., 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. A: NEILSON, B. J. & CRONIN, L. E., ed. ***Estuaries and nutrients***. The Human Press.
- OMS, 1975. ***Ecología de los vectores y lucha antivectorial***. Serie de informes técnicos 561. Ginebra.
- PATRICK, R. & REIMER, C.W., 1966. ***The diatoms of the United States***. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- PIMM, S. L., 1991. ***The balance of nature?. Ecological issues in the conservation of species and communities***. The University of Chicago Press.
- PRAT, N., PUIG, M.A., GONZÁLEZ, G., 1983. ***Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat, II***. Estudis i monografies del Servei del Medi Ambient 9. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- PRETUS, J., 1985. ***Limnologia de l'Albufera d'Es Grau (Menorca). Aportacions a l'estudi del cicle anual***. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona.
- PRETUS, J.L., 1989. Limnología de la Albufera de Menorca (Menorca, Spain). ***Limnetica*** 5: 69-81.
- PRYGIEL, J. & COSTE, M., 1993. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. ***Hydrobiologia*** 269/270: 434-439.
- QUINTANA, X., 1991. ***Modificacions de la cadena tròfica després de l'aplicació d'insecticides per al control antilarvari dels culícids***. Institut d'Ecologia Aquàtica. Universitat de Girona.
- QUINTANA, X., 1995. ***Fluctuacions a la maresma dels Aiguamolls de l'Empordà i estructura de la comunitat biològica***. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- QUINTANA, X. & COMÍN, F. A., 1993. Modificaciones de las relaciones tróficas en marismas tras la aplicación de insecticidas. ***Actas VI Congreso Español de Limnología***: 141-148. Granada.
- QUINTANA, X. & COMÍN, F.A., 1989. Introducció a l'estudi limnològic de la llacuna del Ter Vell (Baix Empordà). ***Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*** 57 (Sec. Bot., 7): 23-34.

- QUINTANA, X., COMÍN, F.A., MORENO-AMICH, R., (en premsa 2). Nutrient and plankton dynamics in a mediterranean salt marsh dominated by incidents of flooding. Part 2: Response of zooplankton community to disturbances. (**J. Plankton Research**).
- QUINTANA, X., MORENO-AMICH, R., COMÍN, F.A., (en premsa 1). Nutrient and plankton dynamics in a mediterranean salt marsh dominated by incidents of flooding. Part 1: Differential confinement of nutrients. (**J. Plankton Research**).
- RODRÍGUEZ, J. & LI, W.K.W., (eds.), 1994. The size structure and metabolism of the pelagic ecosystems. *Sci. Mar.* 58 (1-2): 167 pp.
- ROJO, C. & ALVAREZ COBELAS, M., 1993. Hypertrophic phytoplankton and the Intermediate Disturbance Hypothesis. **Hydrobiologia** 249: 43-57.
- ROS, J., (ed.), 1979. **Prácticas de Ecología**. Omega. Barcelona.
- ROS, J. D., 1987. El Mar Menor: fisiografía y biota acuática de una laguna hipersalina y su evolución reciente. A: **Bases científicas para la protección de los humedales en España**. 237-256. Real. Acad. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- SABATER, F., 1981. Comunidades de crustáceos de las lagunas de Tordera (Barcelona) en relación con sus características ambientales. **Actas I Congreso Español de Limnología**. Universidad de Barcelona.
- SANDOSKI, C.A., KRING, T.J., YEARIAN, W.C., MEISCH, M.V., 1987. Sampling and distribution of **Anopheles quadrimaculatus** immatures in rice fields. **Mosquito News** 43: 611-615.
- SARGATAL, J., 1989. El Parc Natural: breu descripció geogràfica. A: SARGATAL, J. & FÈLIX, J. ed. **Els Aiguamolls de l'Empordà. Aspectes ecològics, històrics i socials**. Quaderns dels Indiketes nº 3.
- SOLÓRZANO, L., 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. **Limnol. Oceanogr.** 14: 799-801.
- SOMMER, U., 1993. Disturbance-diversity relationships in two lakes of similar nutrient chemistry but contrasting disturbance regimes. **Hydrobiologia** 249: 59-65.
- SOMMER, U., PADISÁK, J., REYNOLDS, C. S., JUHÁSZ-NAGY, P., 1993. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiologia** 249: 1-7.
- STEWART, R.J. & SCHAEFFER, C.H., 1983. The relationship between dipper counts and the absolute density of **Culex tarsalis** larvae and pupae in rice fields. **Mosquito News** 43: 129-135.
- TALLING, J.F. & DRIVER, D., 1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. **Proc. Conf. On Primary Productivity Measurements**, Marine and Freshwater, Univ. Hawaii, 1961. U.S. Atomic Energy Comm, TID-7633: 142-146.
- TER BRAAK, C.J.F., 1987. Ordination. P. 91-173. A: JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F., VAN TONGEREN, O.F.R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Pudoc, Wageningen.
- TOMAS, X., 1988. **Diatomeas de las aguas epicontinentales saladas del litoral mediterráneo de la Península ibérica**. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- VALIELA, I., 1984. **Marine ecological processes**. Springer-Verlag. New York.

- WHITNEY, D. M., CHALMERS, A.G., HAINES, E. B., HANSON, R. B., POMEROY, L.R. & SHERR, B., 1981. The cycles of nitrogen and phosphorus. A: POMEROY, L.R. & WEIGERT, R. G., ed. ***The Ecology of a Salt Marsh***. Springer-Verlag, New York.
- WHO, 1979. ***Data sheet on the biological control agent*** *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 (de Barjac 1978). WHO/VBC/79.750.
- WHO, 1987. ***Data sheet on the impact of pesticides on non-target organisms***. No. 1 Temephos. WHO/VBC/88.955.

Taula 2. Relació de mostres analitzades en diferents sectors de la zona del PNAE. (S: mostreig setmanal, M: mostreig mensual, Sem: mostreig semestral, An: mostreig anual). Continuació.

Sector 1: Reserva Salada

Punt de mostreig	Aigua	Sediment	Peixos
RS.SO1- Rec Corredor	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RS.SO2- Rec Muntanyeta	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.SO3- Riereta	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.SO4- Bassa Tamariu	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.SO5- Estany d'en Turies mar	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5) Sem(7,8)	An(7,8)
RS.AF1 - Bassa Litoral	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.MO1- Passera Riereta interior	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5) Sem(7,8)	-
RS.MO2- Passera Riereta mar	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5) Sem(7,8)	-
RS.MO3- Rogera	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5) Sem(7,8)	An(7,8)
RS.MO4- Bassa Connectada	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.MO5- Estany d'en Turies interior	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	M(4,5)	-
RS.MO6- Comporta interior	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-

Sector 2: Reserva Dolça

Punt de mostreig	Aigua	Sediment	Peixos
RD.SO1- Caseta de l'Estany	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	-
RD.SO2- Madral Pont del mig	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	An(7,8)
RD.SO3- Tercer Pont	S(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	-
RD.MO1- Rec entrada Palau nord	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO2- Estany de Vilaüt	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	-
RD.MO3- Rec entrada Vilaüt	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO4- Rec Tort	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO5- Riera de Pedret	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	An(7,8)
RD.MO6- Montmajor	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO7- Rec del Molí, Castelló	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO8- Rec del Molí, EDAR	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.MO9- Rec Salins, Masnou	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.M10- Rec Salins, Camping	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.M11- Rec entrada Palau sud	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
RD.M12- Canal Regadiu	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-

Taula 2. Relació de mostres analitzades en diferents sectors de la zona del PNAE. (S: mostreig setmanal, M: mostreig mensual, Sem: mostreig semestral, An: mostreig anual). Continuació.

Aigües superficials

Punt de mostreig	Aigua	Sediment	Peixos
SP.MO1- Riu Muga	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	-
SP.MO2- Riu Fluvià	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	Sem(4,5,7,8)	-
SP.MO3- Rec Sirvent	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-
SP.MO4- Riu Muga sortida EDAR	M(1,2,3,4,5) M(8,9,10) T(6,7)	-	-

Aigües de tractament

Punt de mostreig	Aigua	Sediment	Peixos
AT.MO1- Captació potabilitzadora Empuriab.	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-
AT.MO2- Sortida potabilitzadora Empuriab.	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-
AT.MO3- Entrada EDAR Palau	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-
AT.MO4- Sortida EDAR Palau	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-
AT.MO5- Entrada EDAR Empuriabrava	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-
AT.MO6- Sortida EDAR Empuriabrava	M(1,2,3,4,5) M(7,8) T(6)	-	-

	COTA (cm)					CABAL (m ³ /min)					TEMPERATURA (°C)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RS.S01						9,79	0,00	44,45	8,99	19,55	15,25	9,50	25,60	4,21	22,30
RS.S02	75,82	34,00	116,00	24,37	96,00						15,20	6,20	27,60	6,28	25,82
RS.S03	52,95	24,00	116,00	25,12	89,00						16,32	6,90	30,20	6,17	25,82
RS.S04	35,63	8,00	116,00	32,77	89,00						19,44	7,40	33,50	7,68	32,02
RS.S05	28,29	1,00	116,00	30,77	81,60						19,09	7,80	33,70	7,45	30,01
RS.AF1											19,20	6,60	35,20	8,26	33,28
RS.M01											16,16	8,50	26,80	6,46	26,44
RS.M02											13,60	9,50	17,70	2,98	
RS.M03	47,03	-10,25	116,00	33,96	89,00						17,25	6,70	28,70	6,77	27,73
RS.M04	38,33	4,00	116,00	34,23	89,00						18,47	7,50	33,90	7,77	30,34
RS.M05											18,36	7,80	31,40	9,27	
RS.M06	45,30	-2,50	96,00	25,90	80,00						15,49	7,90	23,90	5,57	23,81

	CONDUCTIVITAT (mS/cm)					PH					% SATURACIÓ OXIGEN (mg/L)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RS.S01	0,81	0,10	1,10	0,14	0,98	7,90	6,42	8,58	0,40	8,28	75,58	14,00	115,00	16,77	97,20
RS.S02	1,99	0,74	13,00	2,09	3,36	8,05	6,48	9,14	0,50	8,73	68,23	20,00	173,00	32,66	106,80
RS.S03	13,20	6,87	35,00	7,16	26,32	8,34	7,62	8,90	0,27	8,63	83,40	51,00	127,00	18,62	107,40
RS.S04	28,16	14,30	50,00	9,18	39,33	8,14	7,44	8,60	0,26	8,48	110,29	30,00	222,00	49,00	188,00
RS.S05	29,26	14,60	52,50	10,56	43,66	8,64	7,79	9,43	0,44	9,30	126,89	77,00	236,00	34,38	165,80
RS.AF1	30,26	9,80	60,00	12,76	45,25	8,07	7,40	8,56	0,28	8,36	84,91	9,00	239,00	43,91	135,20
RS.M01	2,83	0,70	10,90	3,35	10,45	7,76	7,19	8,06	0,26	8,06	47,67	24,00	77,00	16,32	
RS.M02	7,24	0,88	15,90	5,96		7,77	7,25	8,28	0,40		92,25	36,00	129,00	41,96	
RS.M03	12,18	6,07	40,60	7,78	26,92	8,39	7,60	8,90	0,28	8,64	90,49	50,00	140,00	19,61	117,60
RS.M04	25,02	9,70	79,00	13,40	39,36	8,26	7,27	8,71	0,33	0,63	98,79	27,00	163,00	33,75	151,50
RS.M05	27,41	8,60	47,30	12,26		8,44	7,80	8,76	0,33		132,00	87,00	246,00	54,17	
RS.M06	4,25	1,31	14,20	3,95	13,18	7,70	7,20	8,19	0,35	8,18	48,84	20,00	100,00	31,26	99,80

Taula 3 . Descriptors estadístics de la cota, cabal, temperatura, pH, i % de saturació d'oxigen dels punts de la Reserva Salada.

	NH ₄ ⁺ (µg/L)					NO ₂ ⁻ (µg/L)					NO ₃ ⁻ (µg/L)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RS.S01	30,51	0,00	350,00	64,21	85,58	28,39	0,00	83,64	21,81	69,83	8447,04	34,01	12388,6	3105,78	12462,3
RS.S02	37,86	0,00	376,29	85,64	126,85	3,40	0,00	36,00	7,32	15,03	36,52	0,00	485,32	82,86	65,99
RS.S03	14,52	0,00	117,26	26,08	47,64	8,76	0,00	30,57	10,11	26,39	144,11	0,00	281,02	276,27	665,25
RS.S04	8,49	0,00	240,35	41,77	11,24	5,50	1,04	27,11	6,42	14,71	6,77	0,00	187,43	32,60	8,25
RS.S05	1,66	0,00	15,96	3,99	9,56	5,83	0,00	33,55	7,47	12,08	26,62	0,00	265,92	67,86	132,44
RS.AF1	104,01	0,00	3155,92	539,65	58,54	4,84	0,00	18,53	4,73	14,24	64,18	0,00	709,06	156,89	338,06
RS.M01	11,39	0,00	25,76	9,88		4,80	0,00	36,00	11,80		12,97	0,00	97,25	31,90	
RS.M02	1,07	0,00	3,09	1,49		4,68	0,00	18,53	7,87		1,34	0,00	5,35	2,68	
RS.M03	8,43	0,00	58,84	15,35	27,81	10,28	0,00	34,63	10,39	28,19	262,01	0,00	1515,52	455,06	1102,37
RS.M04	17,10	0,00	474,60	82,31	15,03	8,56	0,23	74,33	14,26	23,47	60,54	0,00	566,60	144,14	226,22
RS.M05	1,16	0,00	6,39	2,57		9,61	3,18	27,11	9,38		89,24	0,00	522,45	212,26	
RS.M06	18,67	0,00	75,35	34,58		30,46	2,50	145,31	45,17		2747,78	0,00	7105,91	3027,48	

	PO ₄ ³⁻ (µg/L)					ALCALINITAT (meq/L)					CLOROFIL.LA a (µg/L)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RS.S01	86,29	3,32	451,71	78,17	214,79	4,02	2,56	5,11	0,60	4,60	2,30	0,56	9,73	1,90	4,34
RS.S02	44,13	3,32	281,21	48,73	77,50	5,28	2,92	7,30	1,22	6,68	17,41	0,83	305,80	52,54	42,26
RS.S03	32,77	1,32	139,83	34,72	92,37	5,03	1,90	9,96	1,74	6,98	23,45	5,84	61,92	13,55	48,71
RS.S04	17,82	0,00	47,49	13,61	43,38	5,43	0,51	10,88	2,51	8,58	19,02	2,78	73,14	17,20	46,68
RS.S05	25,99	0,00	89,84	23,02	55,95	3,70	1,39	9,93	1,44	5,08	7,91	1,11	20,85	4,36	13,20
RS.AF1	232,67	0,00	2278,82	433,16	671,88	6,04	1,17	15,84	3,22	10,63	24,85	1,67	98,48	21,86	51,90
RS.M01	98,05	27,70	231,39	85,81		6,46	2,48	10,30	2,25	10,04	57,01	3,34	419,09	136,10	
RS.M02	37,84	27,70	46,20	7,07		6,37	3,65	11,32	3,08		13,96	5,14	26,13	8,14	
RS.M03	10,44	0,00	54,09	10,82	22,75	4,35	1,97	6,49	1,25	6,01	16,98	4,17	63,51	12,43	25,14
RS.M04	14,04	0,00	58,20	14,79	39,76	4,28	1,90	8,25	1,57	2,95	11,87	3,75	60,23	10,22	17,92
RS.M05	31,16	0,00	77,18	29,78		4,27	1,90	6,88	1,74		17,38	0,14	66,80	20,76	
RS.M06	48,01	0,00	229,02	72,55		4,19	2,24	6,41	1,19	6,13	13,15	3,34	54,49	15,20	50,68

Taula 4: Descriptors estadístics dels nutrients inorgànics dissolts, alcalinitat, i concentració de clorofil.la a de la Reserva Salada.

	FONDARIA (cm)					CABAL (m³/min)					TEMPERATURA (°C)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RD.S01	21,27	2,00	169,00	25,23	40,20	39,38	2,25	84,60	24,94		16,18	5,50	26,50	5,45	24,76
RD.S02	19,37	0,00	134,00	20,72	36,00	19,39	0,00	34,30	17,58		15,92	5,90	25,70	5,15	24,23
RD.S03	35,93	5,00	128,00	22,18	58,30	-0,49	0,00	-3,20	1,08		15,25	5,00	24,20	4,88	22,48
RD.M01						0,38	0,00	1,95	0,77		12,33	10,10	14,20	1,95	
RD.M02	31,92	13,00	44,00	9,50	43,40						17,13	7,20	27,20	6,76	27,05
RD.M03						0,48	0,00	3,09	1,02		13,73	9,00	22,00	4,24	
RD.M04						5,03	0,00	12,10	4,74		15,70	10,30	23,80	4,45	23,14
RD.M05						6,18	0,00	21,40	7,44		16,37	9,60	23,00	4,27	22,88
RD.M06	61,27	43,00	74,00	8,57	73,20						15,83	9,50	23,90	5,08	23,69
RD.M07						37,66	22,50	57,80	12,24		16,73	10,10	24,90	4,78	24,45
RD.M08	43,08	13,00	57,00	12,31	56,40						16,44	10,60	24,40	4,88	24,10
RD.M09						49,78	9,39	132,00	38,75		15,09	8,50	22,30	4,99	22,18
RD.M10						7,67	0,00	8,90	6,75	18,68	15,45	8,40	23,10	5,21	22,80
RD.M11						0,46	0,00	2,72	0,99	2,64	10,88	8,40	14,00	2,64	
RD.M12															
SP.M01											16,83	11,40	24,80	4,81	24,59
SP.M02											16,32	8,60	24,00	5,06	23,58
SP.M03											16,33	9,40	24,70	5,68	24,55
SP.M04															

	CONDUCTIVITAT (mS/cm)					PH					% SATURACIÓ OXIGEN				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RD.S01	7,28	0,42	34,30	9,11	21,38	7,34	5,55	8,02	0,53	7,83	61,20	39,00	88,00	11,19	76,20
RD.S02	2,31	0,22	26,30	4,32	6,19	7,45	6,23	7,94	0,44	7,86	52,56	17,00	92,00	15,65	74,00
RD.S03	1,40	0,24	8,96	1,72	4,07	7,39	6,34	7,88	0,36	7,76	31,93	12,00	77,00	14,08	50,00
RD.M01	0,52	0,45	0,62	0,08		7,97	7,45	8,83	0,60		94,50	44,00	132,00	36,78	
RD.M02	0,86	0,54	1,15	0,19	1,13	7,85	7,16	8,39	0,41	8,38	80,00	26,00	160,00	37,35	150,10
RD.M03	0,65	0,33	0,89	0,18		7,48	6,90	7,71	0,30		74,78	45,00	94,00	14,18	
RD.M04	0,43	0,32	0,76	0,12	0,69	7,48	6,65	7,91	0,41	7,89	74,00	54,00	88,00	10,05	87,40
RD.M05	0,52	0,41	0,69	0,09	0,68	7,83	7,10	9,02	0,47	8,82	91,27	63,00	170,00	30,09	159,40
RD.M06	0,72	0,45	1,36	0,28	1,27	7,49	6,76	7,88	0,38	7,87	40,25	15,00	74,00	15,64	69,50
RD.M07	0,45	0,28	0,57	0,11	0,57	7,71	6,89	8,20	0,38	8,15	73,25	46,00	93,00	15,39	92,70
RD.M08	0,48	0,29	0,60	0,11	0,60	7,62	6,99	8,10	0,33	8,05	60,58	34,00	88,00	17,61	87,10
RD.M09	0,47	0,28	0,62	0,11	0,61	7,44	6,30	7,90	0,49	7,88	49,50	33,00	67,00	10,73	64,90
RD.M10	0,59	0,30	0,90	0,19	0,86	7,12	6,08	7,96	0,73	7,95	31,42	5,00	56,00	19,92	53,90
RD.M11	0,35	0,27	0,45	0,08		7,77	7,19	8,07	0,41		89,50	70,00	101,00	13,63	
RD.M12															
SP.M01	0,60	0,32	0,82	0,14	0,78	7,64	7,18	8,02	0,25	8,00	68,17	40,00	107,00	20,07	103,70
SP.M02	1,29	0,67	3,70	0,82	3,08	7,66	6,93	8,21	0,40	8,19	80,83	58,00	93,00	9,82	92,40
SP.M03	1,28	0,74	4,20	0,94	3,33	7,61	6,98	7,93	0,27	7,92	62,92	42,00	100,00	19,17	97,30
SP.M04															

Taula 5. Descriptors estadístics de la fondària, cabal, temperatura, conductivitat, pH i % de saturació d'oxigen dels punts de la Reserva Dolça.

	NH ₄ ⁺ (µg/L)					NO ₂ ⁻ (µg/L)					NO ₃ ⁻ (µg/L)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RD.S01	54,77	6,68	254,40	48,38	104,64	42,21	0,00	648,91	105,27	106,62	572,29	0,00	1700,72	468,13	1231,66
RD.S02	68,17	5,85	320,83	57,84	129,44	25,69	0,00	270,64	48,53	48,84	575,23	0,00	1724,21	484,17	1151,24
RD.S03	44,12	0,00	456,06	88,70	62,17	22,67	0,00	859,21	133,98	6,52	70,75	0,00	2081,95	33,78	41,59
RD.M01	18,51	0,00	61,29	28,72		45,59	0,00	151,61	71,25		4008,27	0,00	6435,16	2781,71	
RD.M02	33,90	0,00	3235,20	917,56	2326,77	6,48	0,00	40,51	13,47	36,93	55,28	0,00	5.23.28	156,24	430,34
RD.M03	28,65	0,00	84,64	32,30		18,02	0,00	80,18	27,95		375,26	0,00	1394,00	85,00	507,08
RD.M04	87,85	7,25	327,80	104,82	304,96	88,64	0,00	692,56	197,97	544,16	534,62	0,00	2167,83	619,31	1813,23
RD.M05	18,60	0,00	58,98	20,50		161,77	0,03	1106,54	382,78		1352,12	589,21	2317,01	657,65	
RD.M06	28,30	0,00	49,00	12,33	46,70	18,54	0,83	65,64	22,19	64,05	686,49	37,91	1276,32	385,26	1266,88
RD.M07	28,21	0,00	73,34	21,36	66,49	16,08	0,00	47,12	14,76	43,99	1871,00	582,03	3203,10	715,51	2994,28
RD.M08	468,30	169,17	1104,87	266,61	978,43	136,59	0,00	830,11	230,74	657,57	1693,96	608,68	2773,03	604,66	2648,22
RD.M09	148,60	0,00	692,12	204,05	622,08	134,91	0,83	898,89	258,68	758,64	1419,17	663,04	2559,79	621,62	2436,70
RD.M10	402,35	20,58	1416,78	427,58	1291,95	183,96	0,83	721,28	203,83	612,47	1474,20	92,29	2672,23	866,01	2649,73
RD.M11	93,27	0,00	217,50	94,41		10,87	0,00	25,96	12,14		2943,53	1412,63	5466,39	1807,54	
RD.M12															
SP.M01	1742,09	133,34	3335,89	1276,42	3327,40	523,97	19,34	1488,77	439,67	1315,08	2075,35	80,67	3869,72	1079,56	3754,81
SP.M02	29,87	6,42	81,33	23,48		16,84	1,47	53,48	15,94		2396,66	228,26	3841,46	1008,90	
SP.M03	78,15	0,00	353,43	105,78		65,63	16,87	151,89	46,97		7332,14	830,94	12204,2	3737,23	
SP.M04	788,96	299,34	1654,93	752,08		202,06	32,89	291,35	146,58		3043,81	1299,70	5322,95	2064,30	

	PO ₄ ³⁻ (µg/L)					ALCALINITAT (meq/L)					CLOROFIL.LA a (µg/L)				
	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	P 90
RD.S01	65,43	6,89	254,53	46,56	113,67	2,38	0,77	3,09	0,43	2,94	4,87	0,00	31,28	5,20	10,07
RD.S02	78,54	6,89	307,05	64,32	140,53	2,45	0,85	3,17	0,44	3,01	5,96	0,74	23,49	5,00	14,29
RD.S03	120,69	11,81	390,70	84,95	215,97	2,84	0,77	4,63	0,79	4,02	12,71	0,70	41,28	11,57	33,89
RD.M01	516,91	228,32	744,00	213,67		2,10	1,78	2,63	0,36		2,92	0,97	4,31	1,51	
RD.M02	379,80	41,33	1385,18	432,01	1259,63	3,74	2,47	6,03	1,06	5,85	49,65	12,65	243,73	62,65	190,57
RD.M03	121,82	15,23	460,35	142,55		2,80	2,16	3,71	0,62		5,30	0,83	11,40	3,66	
RD.M04	106,97	6,89	368,74	105,08	325,14	2,24	1,08	3,09	0,51	3,01	4,52	1,39	11,26	2,93	10,55
RD.M05	181,29	90,54	284,68	84,86		2,54	1,85	3,09	0,46	3,08	6,52	0,28	17,10	6,08	16,79
RD.M06	100,29	4,35	641,18	183,80	543,19	2,94	1,85	3,94	0,62	3,90	5,39	0,97	9,87	3,23	9,66
RD.M07	28,42	9,79	88,35	20,16	72,77	2,62	1,62	3,01	0,47	3,01	4,80	1,25	14,18	3,23	11,63
RD.M08	152,09	26,57	415,30	99,49	355,97	2,70	2,09	3,40	0,45	3,40	14,41	4,17	33,50	9,94	32,25
RD.M09	126,45	26,57	326,02	105,22	317,30	2,50	1,93	3,17	0,44	3,14	6,21	1,11	16,40	4,67	14,98
RD.M10	396,06	36,41	2211,85	634,29	1864,65	3,03	1,93	6,33	1,20	5,81	5,14	1,11	15,99	4,22	13,86
RD.M11	21,55	11,81	42,42	14,07		1,76	1,47	2,32	0,40		1,46	0,56	2,36	0,74	
RD.M12															
SP.M01	877,72	20,67	1517,52	551,13	1510,63	3,27	2,09	4,40	0,70	4,34	10,74	1,11	35,45	9,52	30,02
SP.M02	16,94	3,32	47,61	18,08		3,34	2,19	5,48	0,94		4,61	0,56	11,68	3,18	
SP.M03	67,31	8,86	136,18	49,21		3,94	2,78	4,75	0,57		8,17	0,14	28,90	9,28	
SP.M04	465,00	47,61	717,43	364,11		3,30	2,34	4,48	0,75						

Taula 6: Descriptors estadístics dels nutrients inorgànics dissolts, alcalinitat i concentració de clorofi.la dels punts de la Reserva Dolça.

Taula 14. Gèneres de Diatomees i abundància (proporció en una submostra de 300 especimens) per cadascuna de les mostres analitzades.

Diatomees (gènere)	Tercer pont				Madral-pont mig				Estany d'en Túries			Riereta		
	15.10.96	21.01.97	15.04.97	15.07.97	15.10.96	21.01.97	15.04.97	15.07.97	21.01.97	15.04.97	17.07.97	21.01.97	15.04.97	17.07.97
<i>Achantes</i>	.090	.304	.201	.055	.061	.228	.517	.431	.013	.018	.003	.000	.029	.005
<i>Amphora</i>	.081	.045	.065	.039	.032	.025	.123	.160	.079	.006	.031	.061	.024	.051
<i>Bacillaria</i>	.105	.005	.037	.195	.023	.089	.016	.018	.000	.000	.000	.003	.151	.018
<i>Ccocconeis</i>	.057	.016	.015	.016	.006	.038	.044	.043	.803	.943	.947	.000	.098	.170
<i>Cyclotella</i>	.066	.026	.009	.055	.000	.000	.008	.000	.000	.000	.000	.011	.000	.000
<i>Cymbella</i>	.015	.008	.019	.026	.003	.013	.026	.052	.000	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Diatoma</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.008	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Ephitemia</i>	.063	.000	.105	.078	.000	.000	.000	.000	.010	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Eunotia</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.003	.000	.000	.000	.050	.000	.000
<i>Fragilaria</i>	.003	.000	.019	.000	.010	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Gomphonema</i>	.132	.063	.102	.055	.071	.000	.031	.108	.000	.000	.000	.061	.000	.000
<i>Gyrosigma</i>	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.003	.000	.003	.000	.000	.000	.000
<i>Hantzschia</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.003	.000	.000
<i>Mastogloia</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.010	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Navicula</i>	.045	.111	.062	.072	.065	.203	.034	.043	.020	.000	.006	.508	.272	.375
<i>Nitzschia</i>	.207	.177	.074	.303	.645	.266	.120	.068	.039	.006	.013	.247	.423	.359
<i>Pinnularia</i>	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Pleurosigma</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.013	.003	.003	.000	.000	.000	.000	.003	.003
<i>Rhoicosphenia</i>	.000	.000	.000	.000	.045	.000	.029	.043	.000	.000	.000	.000	.000	.000
<i>Surirella</i>	.000	.021	.009	.000	.006	.051	.005	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.003
<i>Synedra</i>	.135	.222	.284	.104	.032	.089	.037	.022	.026	.024	.000	.000	.000	.018
<i>Thalassosira</i>	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.056	.000	.000