

## NOVES CUBETES SORGENTS A L'ESTANY DE BANYOLES: VI, VII i VIII

R.C. Brunet, J. García-Gil i C.A. Abella

Departament de Genètica i Microbiologia i Institut d'Ecologia Aquàtica. Col·legi Universitari de Girona (U.A.B.). Hospital, 6. 17071 Girona.

---

### RESUM

Aquest treball té com objectiu donar a conèixer l'existència i encetar l'estudi de tres cubetes descobertes recentment en l'estany de Banyoles. A partir de l'anàlisi d'alguns perfils d'ecosondació realitzats en les zones oest i sud de l'estany, es proposa la caracterització batimètrica d'aquestes cubetes, que en algun cas implica la modificació sectorial del mapa batimètric existent. S'inclouen algunes especulacions sobre l'origen i evolució d'aquestes cubetes en el context de l'Estany.

### SUMMARY

In this paper, recently discovered VI, VII and VIII basins of the Banyoles karstic lake are described. Echo-sounding techniques have been used to characterize them accurately and to compare his morphometric characteristics with the previously described. When necessary, new bathimetric interpretations are proposed. Further comments about the origin and evolution of the lake are elsewhere included.

---

**Key words:** karstic, basin, echographic techniques, limnology, Banyoles, polje.

### INTRODUCCIÓ

Els estudis realitzats a partir de la dècada dels 60 (Planas, 1973; Julià, 1980 i Abellà, 1980) sobre el relleu del fons de l'estany de Banyoles, han anat suggerint una estructura que, lluny dels dos embuts descrits a principis de segle (Alsius, Puig de la Bellacasa, Butinyà, 1878 en Constants, 1951; Vidal, 1908), s'endevina més com el producte de múltiples enfonsaments, explicables —al igual que els que ténen lloc en terra «ferma»— per les característiques hidrogeològiques pròpies de la conca lacustre.

Fou possiblement la morfologia externa —en forma de vuit irregular— de l'Estany la que, en certa manera, condicionà aquests autors a proposar un fons format per dos embuts. Aquesta visió, que assimilava el fons a la forma externa, s'ha anat modificant al llarg d'aquests anys, fins a arribar a

una quasi total independència entre la forma externa (lòbuls) i el fons submergit (cubetes).

Les característiques pròpies del fons de l'estany de Banyoles junt amb el caràcter inestable que presenta tota la zona, han dificultat el seu estudi batimètric, i especialment la presència a una fondària variable, en determinades àrees, de materials margosos i argilosos en suspensió (Abellà, 1983). Si bé per una banda l'existència d'aquest sediment en suspensió dificulta l'anàlisi batimètric per tècniques d'ecosondatge, val a dir que al indicar les àrees de sorgència d'aigua freàtica, es pot considerar com un element de diagnòstic per distingir les diferents cubetes.

El primer ecosondatge, realitzat per Margalef (Planas, 1973) mostrà l'Estany com un poljé format per quatre cubetes. Les fondàries consignades en el treball citat (40 m com a màxim), indiquen que el fons cartografiat no fou sempre el real, sinó que en gran part corresponia al nivell del sediment en suspensió.

En la seva tesi doctoral Julià (1980), presentà un mapa batimètric molt més detallat, realitzat presumiblement en una època en que el sediment en suspensió en el lòbul sud era molt baix, i demostrà una complexitat estructural molt superior a la que proposava Margalef.

És a l'estiu de 1978, quan el Departament de Microbiologia de l'UAB en col·laboració amb l'Institut Geogràfic de Kiel equipats amb un ecosondador d'alta sensibilitat, discriminen amb claredat les àrees ocupades per sediment en suspensió de la resta de fons dur (Abellà, 1980). Com a resultat, es modifica el mapa batimètric de Julià indicant-ne les àrees ocupades pel sediment en suspensió.

Un any després Abellà (1980), cartografia el fons dur, «amagat» sota el sediment en suspensió, per sondatge gravimètric. Aquestes àrees ocupades per sediment en suspensió, anomenades cubetes i numerades amb caràcters romans per ordre de descobriment, es concretaven en cinc: tres al lòbul nord i dues en el sud.

Així doncs, en el decurs d'aquesta dècada, el concepte de cubeta ha passat de ser una gran unitat morfològica: de S a N, cubetes I, II, III i IV (Planas, 1978), a tenir un caràcter més restrictiu i a considerar com a cubeta sorgent independent, tot enfonsament que presenti sediment en suspensió.

Tal vegada, potser, l'actual concepte de cubeta s'apropa a l'idea de L.M. Vidal i altres autors de primeries de segle: embuts per sota dels quals fluïria aigua freàtica que mantindria en suspensió el sediment margós i argilós característic.

Així doncs, donat que el flux d'aigua pot ser de diferent intensitat en els distints punts d'entrada, el sediment en suspensió es situarà a diferent nivell. En conseqüència, el descobriment d'un nivell de sediment en suspensió diferencial, indicarà necessàriament una nova cubeta sorgent.

Aquest fet fou el que es constatà, per atzar, en el decurs d'una campanya de mesura de corrents realitzada a l'estiu de 1984: en dos punts

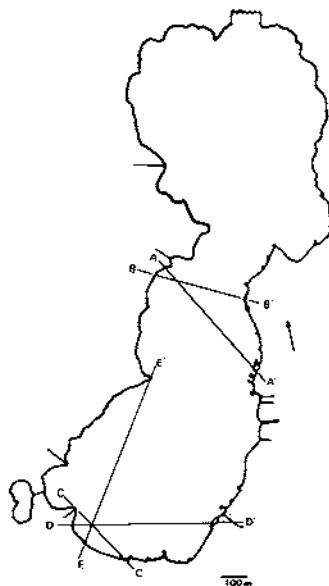
del reticle mostrejat, (Dutras et al. 1986) va aparèixer sediment en suspensió en zones anteriorment no conegudes; una al sud (cubeta VII) i l'altre al oest de la part central de l'estany (cubeta VI). Pel que respecta a la cubeta VIII, fou descoberta al llarg d'un transecte d'ecosondació (març 1986) efectuat per situar la cubeta VII.

En el present treball, es demostra l'existència d'aquestes tres noves cubetes alhora que es situen cartogràficament i en ocasions, es proposa una nova interpretació del relleu submergit de l'Estany per donar cabuda a aquestes noves cubetes.

### MATERIAL I MÈTODES

Si bé la descoberta inicial d'aquestes cubetes s'ha d'atribuir més possiblement a l'atzar que no pas a cap intent sistemàtic de cercar-les, val a dir que una fase posterior cap a la seva descripció inclou necessàriament una metodologia i instrumentació adequada.

El mètode emprat per situar i caracteritzar les cubetes fou el de l'obtenció de perfils d'ecosondació corresponents a transectes ben delimitats en l'àrea estudiada. Els transectes es realitzaven amb una embarcació proveïda de motor fora-borda, i navegant a la mínima velocitat constant possible, i seguint una línia recta entre dos punts de referència visuals. La direcció del transecte es mantenia amb l'ajut d'una brúixola Wilkie Prismatic Kompass.



**Figura 1.** Transectes d'ecosondació realitzats en els sectors O i S de l'Estany de Banyoles.

L'aparell emprat per visualitzar el fons de l'Estany fou una ecosonda Furuno FE-450 de 50 KHz de freqüència alimentada amb 12 volt DC que suministrava un generador Kawasaki KG 2900 de 7 HP de potència. Per a l'anàlisi de les dades es suposa una velocitat de rastreig constant en tot el perfil, possibilitant així la relació entre la llargada del perfil obtingut amb la distància del transecte mesurada sobre el mapa.

La determinació de la fondària màxima de les cubetes, inaccessible a l'ecosondació, es feia amb una sonda gravimètrica de 4 Kg de pes. El material gràfic utilitzat, es concreta per una banda en el mapa batimètric 1:2500 de l'Estany de Banyoles confeccionat amb IBM 1130 equipat amb plotter (Julià, 1980) i per l'altre a una restitució ampliada d'un model ortofotoscòpic 68/18 E 1:50 000 de Polux, SA.

## RESULTATS I DISCUSSIÓ

Alguns dels transectes seguits amb l'equip d'ecosondació es presenten en la figura 1. Cal remarcar que tan sols intenten cobrir les dues zones on es desenvolupen les cubetes recentment descobertes.

### Cubeta VI

Els perfils d'ecosondació obtinguts en els transectes A-A' i B-B' es reproduïxen en les figures 2 i 3. En aquests ecogrames, s'observa clarament el nivell del sediment en suspensió com una línia horitzontal i contínua, sota la que apareix una àrea clara i triangular quan la cubeta és soma i petita. Aquest tipus de senyal és el resultat de la disminució de la velocitat de dispersió de les ones emeses per l'ecosonda, que és funció de la densitat del medi. Aquesta senyal, resultant de l'incapacitat d'ecografar el fons real, serà comú a totes les àrees que presenten sediment en suspensió (cubetes).

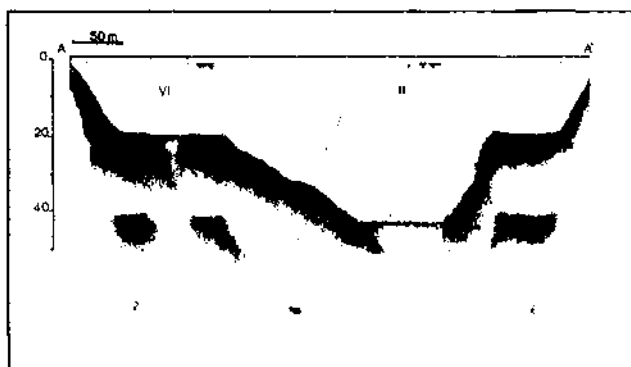


Figura 2. Perfil batimètric (A-A') del sector O (cubeta VI).

En el perfil A-A' (Fig. 2), es demostra l'independència de nivells del sediment en suspensió entre la cubeta II (44 m) i la nova cubeta VI (20.5 m). Al seu torn, s'observa el talús relativament suau que les separa.

El perfil B-B' (Fig. 3), mostra que la cubeta VI es desenvolupa en una àmplia zona plana de 20 m de fondària. La discontinuïtat clara que s'observa en el segon eco de la part central del perfil, representa el talús, molt vertical en aquest punt, de la cubeta II.

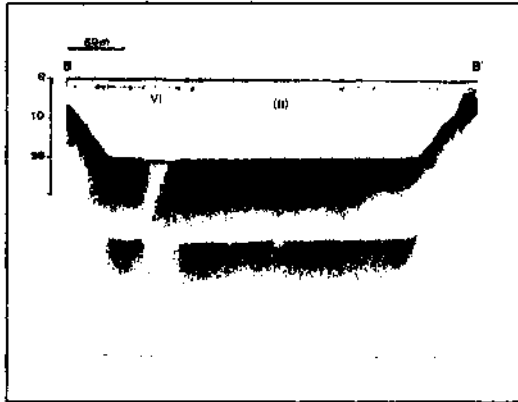


Figura 3. Perfil batimètric (B-B') del sector O (cubeta VI).

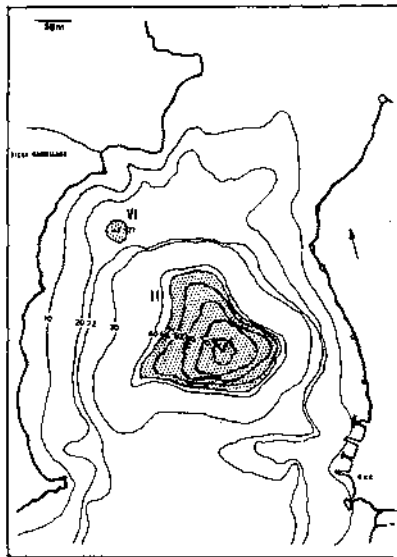


Figura 4. Situació de la cubeta VI i proposta de modificació de la batimetria del sector O de l'estany de Banyoles. La zona puntejada correspon al nivell del sediment en suspensió.

La interpretació cartogràfica d'aquests i altres ecogrames de la zona es presenta en la figura 4, on es situa la cubeta VI respecte la resta del sublòbul septentrional del lòbul sud de l'estany.

De la comparació entre les figures 4 i 5 es dedueix que Julià ja va detectar la cubeta VI com un petit enfonsament circular de 22 m. Els nous resultats, obliguen a modificar lleugerament l'isòbata de 20 m i d'enretirar cap al sud la de 30 m. Com a conseqüència, s'amplia la ja extensa plana de 20 m de cota situada al nord de la cubeta II.

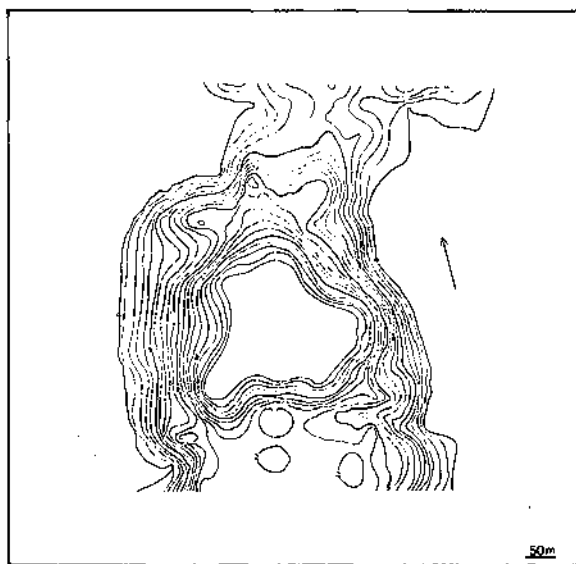


Figura 5. Zona central del mapa batimètric de l'Estany de Banyoles (Julià, 1980).

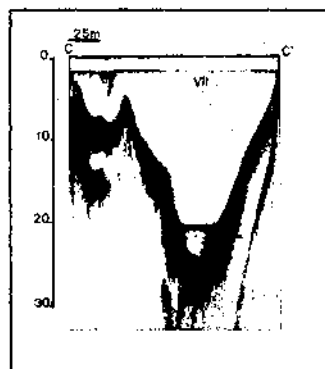


Figura 6. Perfil batimètric (C-C') del sector sud (cubeta VII).

D'aquesta manera, doncs, es podrien interpretar les cubetes II i VI com a enfonsaments independents, de cotes pròximes als 20 m.

### Cubetes VII i VIII

El perfil C-C' de la figura 6 (vegeu fig. 1) correspon a un tall SE-NO de la cubeta VII; l'independència d'aquesta nova cubeta respecte la cubeta I queda demostrada en el transecte D-D' (fig. 7), on a més a més, s'observa que ambdues cubetes queden separades per un talús situat a uns 20 m de fondària.

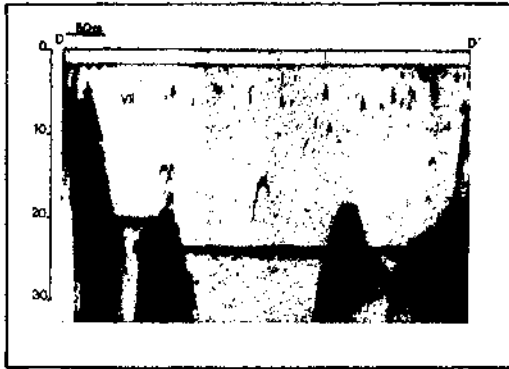


Figura 7. Perfil batimètric (D-D') del sector sud (cubetes I i VII).

Aquesta irregularitat en les parets de la cubeta VII es registra en la figura 9, on es dona una nova batimetria pel sector sud de l'Estany. Bàsicament, es modifiquen les isòbates compreses entre 10 i 20 m per donar cabuda a la cubeta VII.

De la comparació entre el mapa de Julià (fig. 10) i l'interpretació batimètrica proposada, es podria inferir que la cubeta VII és de formació posterior a 1980; si no és així, caldria pensar que el mapa de Julià no

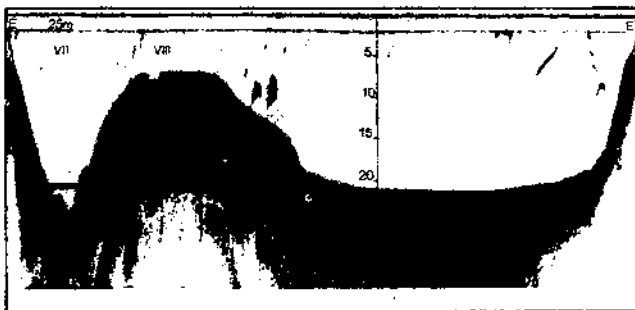
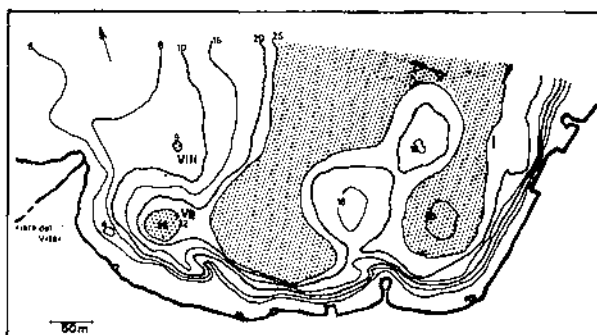


Figura 8. Perfil batimètric (E-E') del sector sud (cubetes VII i VIII).

reflecteix la realitat en aquest sector de l'Estany. En qualsevol cas, difícilment es podrà comprovar cap d'aquests extrems.

El perfil E-E' (fig. 8), mostra una secció quasi N-S de la cubeta VII i sobre una plana submergida uns 8 m, un petit enfonsament de parets molt regulars (almenys en aquesta secció) que anomenem cubeta VIII (vegeu fig. 9).

Algunes de les característiques morfomètriques de les tres cubetes descrites es presenten en la taula 1.



**Figura 9.** Situació de les cubetes VII i VIII. Nova batimetria de part del sector sud de l'estany de Banyoles. La zona puntejada correspon al nivell de sediment en suspensió.

**Taula 1.** Algunes característiques morfomètriques de les cubetes VI, VII i VIII.

Cubeta	Diàmetre <sup>1</sup> (m)	Àrea <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	F(màx) (m)	Alçada sed. susp.	
				12.9.84	20.3.86
VI	27	573	42	22,00	20,50
VII	53	2206	26	22,00	22,30
VIII	9,6	72	—	—	8,70

<sup>1</sup> Diàmetre mitjà dels transectes.

<sup>2</sup> Considerant el cercle equivalent.

— No determinat.

D'aquesta manera doncs, es presenten les cubetes VI, VII i VIII, que per bé que de petit diàmetre —respecte les cubetes I i II— i seguint el criteri exposat en l'introducció, han de considerar-se com cubetes sorgents independents. Val a dir, però que potser caldria, en algun moment, redefinir els conceptes per intentar expressar millor la relació existent entre les cubetes enteses com a àrees de sorgència i les estructures majors que les contenen. En qualsevol cas el model, al nostre entendre, hauria d'interpretar el relleu submergit de l'Estany com un conjunt inestable d'enfonsaments, que per coalescència entre ells, tendeix a evolucionar cap a cubetes més àmplies i profundes.



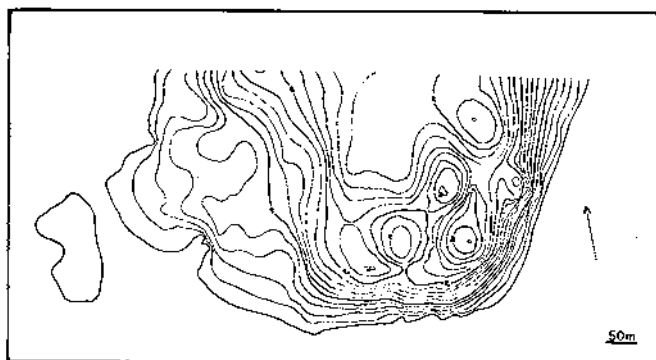


Figura 10. Regió sud del mapa batimètric de l'estany de Banyoles (Julià, 1980).

En aquest estat de coneixement, es pot concloure que l'Estany de Banyoles és una estructura càrstica formada per almenys vuit cubetes que podrien correspondre, com a mínim, al mateix nombre d'enfonsaments. El ritme en que es van coneixent més cubetes, desde els dos embuts dels autors de principi de segle fins a les vuit actuals, fa pensar en un grau de complexitat molt elevat que caracteritzaria el fons submergit de l'Estany.

### Referències

- ABELLA, C. 1980. Dinàmica poblacional comparada de bacterias fotosintéticas planctónicas. *Tesi doctoral*.
- ABELLA, C. 1983. Caracterización físico-química y biológica del lodo en suspensión de las cubetas del lago de Banyoles (Girona). *Actas I Congreso Español de Limnología. Edic. Univ. Barcelona*, pp. 281.
- CONSTANTS, L.G. 1951. Bañolas. Ajuntament de Banyoles.
- DUTRAS, A., ABELLA, C. i BRUNET, R. 1986. Determinació del sistema de corrents a l'estany de Banyoles en condicions de calma meteorològica estival. *Primeres Jornades sobre l'estany de Banyoles. Ajuntament de Banyoles*.
- JULIA, R. 1980. La Conca lacustre de Banyoles-Besalú. *Monografies del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles*. pp 17-20, 41-49.
- MASCARÓ, J.M. 1914. Topografia mèdica de Banyoles. *Impremta Torres*. 421 pàg.
- PLANAS, M.D. 1973. Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. *Oecologia aquatica* pp 4-6.
- SANZ, M. 1985. Hidrogeologia: Estudi hidrològic de la conca Banyoles/Garrotxa. *Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles. Vol. II* pp 171-250.
- VIDAL, L.M. 1908. Investigaciones de hidrología subterránea en la comarca de Bañolas (Gerona). *Mem. Real Acad. Cienc. Art. Barcelona*, t. VII n.º 5, pp 339-355, Barcelona.