

MACROINVERTEBRADOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA RED FLUVIAL DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

F. MARTÍNEZ LÓPEZ, A. PUJANTE, V. RIBARROCHA y G. TAPIA¹

RESUMEN

Se realizó un estudio físico-químico y biológico de las principales cuencas fluviales de la provincia de Castellón. Se eligieron 48 estaciones de muestreo, pero dadas las condiciones de grave sequía y otros motivos particulares, sólo fueron prospectadas 37. El muestreo tuvo lugar durante el otoño de 1986 y la primavera-verano de 1987. Se midieron 15 parámetros físico-químicos y se determinaron las especies, y en algunos casos géneros, de los macroinvertebrados bentónicos capturados. Estos pertenecieron a cinco clases sistemáticas de interés indicador. La calidad de las aguas de los ríos elegidos se ha establecido aplicando el Índice de Calidad General, basado en los distintos niveles de saprobiidad de las comunidades de macroinvertebrados y en los análisis físico-químicos. Los resultados obtenidos se reflejan en el mapa de calidades por tramos para cada uno de los reotopos.

INTRODUCCION

1.1. Antecedentes y objetivos

Desde tiempo inmemorial el hombre piensa que las aguas superficiales, y en especial los arroyos y ríos, son alcantarillas naturales con un total poder de antodepuración y regeneración bajo el concepto erróneo de que el río puede «tragarse» todos nuestros desperdicios y residuos o, por lo menos, hacerlos desaparecer de nuestra vista. El hecho de la autodepuración de las aguas fluviales pudo ser válido en otras épocas pero por razones obvias empieza a no ser válido ni aplicable en nuestros días.

El componente agua de las aguas superficiales no es más que una parte del ecosistema acuático en el que se desarrollan una serie de comunidades vivas que dependen de las características físico-químicas de sus aguas que pueden verse notablemente modificadas, con la consiguiente alteración de aquéllas.

La contaminación repercute en las características de las aguas, produce desagradables olores, alteraciones del color, transparencia y temperatura,

alteraciones del pH, aumento de nutrientes como N y P e incremento de la materia orgánica con una mayor demanda biológica de oxígeno (D.B.O.), etc., con la consiguiente repercusión en la biota. Por tanto, para conocer la calidad de las aguas debemos realizar una serie de análisis exhaustivos de las características físico-químicas para detectar los agentes causantes de la contaminación, así como de las comunidades de macroinvertebrados dado el alto valor indicador de muchas de ellas con la posibilidad de aplicar índices bióticos que nos muestren el estado de los ríos de una comarca o provincia en un determinado período de tiempo.

El conocimiento de la calidad de las aguas de los reótopos de la provincia de Castellón es muy escaso. Existen datos de aforo y calidad obtenidos en distintas estaciones de control establecidas por la Confederación Hidrográfica del Júcar y del Ebro, pero no pasan de tener carácter físico-químico puntual y para nada se emplea el valor indicador de las comunidades de macroinvertebrados que, por sus características de permanencia, desaparición o sustitución palían el carácter meramente puntual en el espacio y en el tiempo de los análisis químicos.

Los estudios sobre la calidad de las aguas continentales de esta provincia se iniciaron en 1982, en la cuenca del río Mijares y, posteriormente en

¹ Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Biología Animal, Celular y Parasitología. Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia, Spain).

1986 se hacen extensivos a toda la provincia. Fruto de estas actividades aparece, entre otros, el presente trabajo, cuya finalidad primordial es dar a conocer el conjunto de características físicas, químicas y biológicas de la red fluvial castellanense en su conjunto, aportando como resultado final el mapa de calidad general para los principales ríos de la provincia con aguas fluyentes en el período de la toma de muestras, durante los años 1986-87.

En el presente estudio hemos establecido un total de 48 estaciones de muestreo sobre los principales ríos de la provincia si bien, dadas las condiciones de absoluta sequía y extrema contaminación de índole industrial (estéril, excepto hongos) se realizaron prospecciones en 37 estaciones de las 48 propuestas, resultados que exponemos en el presente trabajo.

En la Tabla I presentamos las superficies asociadas así como las longitudes totales de los ríos estudiados según datos suministrados por el informe emitido por IGME-IRYDA (1977).

En los apartados correspondientes a metodología, aportamos toda una serie de directrices aplicables a todas las redes fluviales como son los aspectos físico-químicos y el valor indicador de las distintas comunidades de macroinvertebrados que las pueblan, basándonos en los trabajos de las primeras autoridades mundiales en Limnología que constan en la bibliografía adjunta.

1.2. Geomorfología

En una primera apreciación sobre el contorno del plano provincial nos encontramos con dos facetas claramente diferenciadas: el trazado casi rectilíneo de la costa mediterránea, de dirección NNE a SSW y, por otra parte, la gran masa rocosa que representa todo el cuerpo del país, en ancha zona, de disposición N a S.

Del primer aspecto considerado sobresalen los accidentes representados por el tómbolo de Peñíscola, el saliente deltaico de Cap y Corp, el cabo de Oropesa y el pequeño delta del río Mijares. Contrastando con estos, nos aparecen los entrantes de Alcoceber-Torreblanca, la Olla de Benicasim y las marismas de Almenara y Ribera de Cabanes (SOS, 1981).

De la masa rocosa que representa la mayor parte del país destaca, en la zona septentrional, la gran rasante general que supera con creces 1.000 m s.n.m. y que ocupa todo el sector occidental, enlazando sin solución de continuidad con los altiplanos turolenses. En la zona meridional aparecen los núcleos montañosos de las sierras de Espadán y Pina, con algunos puntos que llegan a sobrepasar los mil metros y, ya en la zona sur, aparecen las cuencas del río Palancia y sus afluentes.

El resto de la provincia está formado por una franja que queda comprendida entre esta zona rocosa y el borde litoral, en la que destacan unas sierras rasantes cuya altitud oscila entre los 500-700 m s.n.m. así como unos pasillos de depresión con fondos planos a 200-300 m s.n.m. (SOS, 1981).

La provincia de Castellón se encuentra en las estribaciones del Sistema Ibérico cuando desciende hacia el mediterráneo, presentando su fachada al mar en una serie de playas arenosas y pedregosas que se extienden desde Almenara hasta la desembocadura del río Cenia en sentido N-S.

Esta provincia se encuentra en la zona Oriental de dicha cordillera y queda marcada, al Norte, por el Monte Caro y el Montsiá (762 m s.n.m.) los cuales enlazan con los Catalánides, al Oeste con las estribaciones del macizo de Gúdar (Maestrazgo), al Sur y Suroeste con las últimas representaciones de las sierras de Javalambre, Peñaescabia y Calderona, que suponen un conjunto orográfico separado por las depresiones que conforman los valles fluviales del río Mijares y río Palancia, entre los que aflora la Sierra de Espadán y Pina (1.402 m s.n.m.) (SANFELIU, 1975).

Considerando lo anterior, podemos resumir el relieve provincial como una configuración topográfica muy variada en cuya organización destacan tres grandes conjuntos: llanos, sierras y corredores litorales y prelitorales; altiplanos y sierras occidentales y, por último, valles y sierras meridionales.

En la zona costera tenemos los tres grandes llanos: Vinaroz-Benicarló, de forma cuadrangular; Torreblanca-Ribera de Cabanes, más alargado, y La Plana, con un perfil triangular. La característica de estos tres llanos es la escasa pendiente que poseen, la cual se incrementa en valores muy

pequeños en las zonas de contacto con las sierras próximas y disminuye con la proximidad al mar.

Lo más interesante de estas formaciones es su continuidad que tan sólo se ve alterada por algún *puig* (altura) como es el caso de San Antonio (Bechí) o el Puig (Vinaroz) o por el paso de algún río o rambla que las surca en sentido transversal. A destacar la presencia de marjales en las zonas más bajas de estas formaciones hecho de elevado interés geológico, ecológico e incluso agrícola.

Al W de estas sierras aparece un conjunto orográfico con altitud media mayor y características distintas, en el que nos encontramos con una serie de muelas, altiplanos y profundos valles enmarcados por sierras agrestes que se van sucediendo desde el límite con Tarragona (al N) hasta las inmediaciones de la cuenca del río Mijares (Ares, Villafranca, Vistabella, etc...).

Al S del Mijares el relieve se estructura de forma que tenemos una alta superficie al W (Barracas. El Toro, 1.000-1.050 m s.n.m.) de la que arranca una sierra (Espadán) en dirección WNW-ESE (Pina, 1.045 m; Paloma, 1.153 m; Espadán, 1.083 m y Batalla, 972 m s.n.m.), flanqueada al N por el valle del Mijares y al S por el del Palancia (SANZ DONAIRES *in* SANCHO COMINS, 1982).

La red fluvial integrada dentro de esta estructura geológica sirve de drenaje a las estribaciones orientales del Sistema Ibérico, vertiendo sus aguas directamente al Mediterráneo o bien, mediante diversas afluencias, cuyo caso más patente lo constituye el río Bergantes de la Cuenca del río Ebro (QUEREDA, 1985).

Las ramblas, arroyos y ríos (incluidos los barrancos) que discurren por la provincia, integran una red complicada cuya distribución en superficie se aclara al relacionar su trazado con las posiciones recíprocas que tienen las piezas corticales del suelo (SOS, 1981).

De esta manera, los ríos más occidentales (Cenia, Servol, Cervera, Carbonera, Valltorta, Lucena, etc...), poseen cabeceras con rumbo NW a SE, guardando cierto paralelismo. Pasan de la meseta a la depresión cortando el borde de la falla central y siguen hacia el mar de forma normal atravesando las llanuras centrales y litorales. La Rambla de la Viuda surca longitudinalmente la provincia

(N-S) circulando en la fractura tectónica situada a ese nivel. El río Mijares va de W a E y circula por la zona de contacto del triásico de Espadán con el Cretácico dominante del Norte. El río Palancia va casi paralelo al Mijares, aprovechando el flanco SW de Espadán, en contacto con el Jurásico-Cretácico de Viver-Segorbe. Además, otros muchos ríos (Borriol, Segarra, Miravet, etc...) tienen sus cauces en valles tectónicos.

En el rincón NW la red fluvial tiene una disposición especial ya que una barrera montañosa impide su paso al Mediterráneo por lo que lleva sentido opuesto y va a desembocar a los cauces de los ríos Matarraña y Guadalope, afluentes del Ebro, por lo que su sentido es de S a N (SOS, 1981).

1.3. Climatología

Esta provincia ofrece una gran gama de matices dentro de un claro predominio del clima mediterráneo, ya que su situación entre los 40° 47' y 39° 42' de latitud norte implica la doble influencia polar y tropical que, a lo largo del año, se suceden en estas tierras. Además de la configuración orográfica propia hay que tener en cuenta su situación al este de la Meseta, que la separa de la influencia atlántica, y también su proximidad al Mediterráneo.

La influencia de ese pequeño continente que supone la Península Ibérica y de la cubera marítima que es el Mediterráneo como elementos generadores de un régimen autónomo, ayudados por la llegada de masas de aire tanto septentrionales como meridionales, son los principales hechos a tener en cuenta a la hora de interpretar la circulación regional atmosférica. De esta forma tenemos: en invierno suele instalarse, en ocasiones, una alta presión originada por los fríos vientos de la Meseta cuya acción principal, además de impedir el paso de los ciclones atlánticos, se deja sentir por la llegada de viento frío con escasa carga de humedad, aunque a veces aparece un poco más cálido por el efecto Fohen. En cambio, en verano se producen efectos contrarios al situarse ocasionalmente una baja presión sobre la Meseta con lo que se arrastran vientos marinos desde el mar al continente. El anticiclón de las Azores nos invade en verano y con él, la masa de aire húmedo, tropical si procede del Atlántico o seco si lo hace del vecino continente africano, con

lo que las precipitaciones serán muy escasas (sólo tormentas ocasionales) y las temperaturas elevadas. Con la invasión del aire polar llegan los fríos y también las lluvias. Los fríos serán más intensos cuando los vientos sean de procedencia continental, manteniéndose las temperaturas agradables cuando su origen sea marítimo.

En resumen, los factores geográficos desempeñan un importante papel dentro del clima provincial ya que se suceden dos factores desestabilizadores: el primero de tipo permanente y se trata de ese muro orográfico situado a unos 39 km de la costa; el segundo, de tipo estacional, viene representado por el contraste térmico mar-tierra que, durante los meses otoñales e invernales, provoca un fuerte gradiente horizontal que se añade durante esta época al fuerte gradiente vertical provocado por el factor orográfico. Ahora bien, si durante esas estaciones se cuenta (cosa no muy frecuente) con una humedad ambiental alta asociada a vientos de Levante, la inestabilidad generará un tipo de nubes (cúmulos y cúmulo-nimbos) con precipitaciones más o menos generalizadas y patentes sobre todo en el mes de octubre en el que se produce el máximo mensual de precipitaciones por coincidir la máxima de humedad relativa ambiental (72%) así como una ventilación marítima del primer cuadrante (QUEREDA, 1985).

A tener en cuenta que las advecciones de flujo septentrionales son las encargadas de introducir los cuerpos aéreos más extraños en el ámbito mediterráneo y por ello son las que provocan las reacciones y efectos más notorios. Estas reacciones y efectos se encargan de determinar los dos fenómenos más típicos de la cuenca mediterránea: las «gotas frías» y las perturbaciones orográficas convectivas (QUEREDA, 1985).

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 400 mm³ de la zona costera a los 700 mm³ de las montañas occidentales, estando regida esta transición pluviométrica por el factor relieve.

La irregularidad pluviométrica interanual es bien patente. Además, a lo largo del año las precipitaciones se concentran, fundamentalmente, en las estaciones equinociales observándose, tanto en verano como en el centro del invierno, los mínimos pluviométricos. De la costa al inte-

rior también aparecen estas diferencias, ya que la importancia del pico otoñal decrece, a la vez que las precipitaciones primaverales aumentan y el mínimo estival es mucho más acusado en la costa.

Generalmente las lluvias otoñales suelen ser muy intensas ya que caen grandes trombas de agua en un corto espacio de tiempo, lo cual ocasiona, o puede ocasionar, inundaciones.

El régimen térmico también presenta acusadas diferencias entre la costa y las tierras altas interiores. A unos veranos calurosos con medias superiores a los 25°C del litoral, se oponen los más frescos de las zonas montañosas, con medias de 18°C. Entre ambas zonas existe una franja que marca dicha transición.

Los inviernos son tibios en la zona de la costa, con temperaturas medias que no suelen bajar de los 10°C y, a medida que nos separamos del Mediterráneo, este valor va descendiendo paulatinamente.

En resumen, y siguiendo la clasificación de Papadakis, el clima húmedo queda reducido a las tierras más altas (Javalambre, Peñagolosa, Tinenza de Benifasá); el subhúmedo abarca las serranías occidentales-meridionales (Espadán); el seco subhúmedo se extiende por los valles meridionales (Palancia y Mijares), área central y llanos septentrionales; y, por último, el semiárido queda reducido a La Plana, cuenca de Alcora y Vilafamés y Ribera de Cabanes, quedando lógicamente el islote subhúmedo del Desierto de Las Palmas en su interior (SANCHO COMINS, 1982).

1.4. Hidrografía

Esquemáticamente podemos definir la red fluvial castellonense como integrada por ríos y ramblas nacidos, en su mayor parte, dentro de los límites provinciales y que vierten sus aguas directamente al mar Mediterráneo, salvo los pertenecientes al ángulo noroccidental, que las llevan al Ebro. Poseen direcciones normales W-E salvo los últimos que lo hacen en sentido S-N.

La organización de esta red se ha efectuado a lo largo de un complejo de interacciones de tipo tectónico y biogeográfico. Esta jerarquización ha sido la causa de la remodelación del paisaje. De

esta manera, a comienzos del Pleistoceno se forman las típicas cubetas y corredores estructurales, con lo que la circulación fluvial se organiza en función de dichos pasillos que, de un modo general, desembocan en el valle inferior del Ebro y en los llanos costeros a través de los pasos abiertos por las fallas y fracturas de la Cordillera Ibérica.

En el Pleistoceno la neotectónica costera y las glaciaciones cuaternarias destruyen esta red y la nueva organización tiene como principal directriz la erosión remontante de los cursos de agua mediterráneos. La red actual muestra la complejidad de estos procesos en la alternancia de orientaciones ibéricas, catalanas y mediterráneas (QUEREDA, 1985).

En resumen, cronológicamente la red fluvial castellonense tiene sus orígenes a finales del Mioceno Superior, después de las últimas fases de la orogénesis alpina, continuando su acoplamiento durante el resto del Terciario y durante el Cuaternario (SOS, 1981).

Desde el punto de vista morfológico y tectónico toda esta red fluvial es un ejemplo de subordinación de unas aguas epicontinentales a una estructura cortical preexistente ya que todos los cauces están establecidos entre líneas de falla, tanto transversales como longitudinales (Rambla de la Viuda) y sobre portillos y fisuras de bloques de sierras. Sus principales elementos son los siguientes:

1. *Río Bergantes*

Es el río del ángulo noroccidental provincial, único de los estudiados que no vierte directamente sus aguas al Mediterráneo. Colector hídrico de una cuenca (Maestrazgo y Els Ports) que llega a los 1.038 km² en Zorita.

Sus aguas son de origen kárstico y de fusión y afloran en el anfiteatro de moles calizas que aparece en las cumbres de Ares, Motsiacre y Vallivana.

En su curso alto (Morella) posee sentido ibérico aunque con sentido negativo, pero al llegar a Forcall cambia de orientación, adquiriendo la definitiva S-N que no perderá hasta desembocar en el Guadalupe, afluente del Ebro.

Recibe los caudales de los ríos Cantavieja y Forcall; en Zorita recibe un aporte de 2,8 m³/seg y posee un régimen típico mediterráneo (dentro de

esta provincia) con estiajes en verano y crecidas en otoño.

2. *Río Cenja*

Sirve, durante la mayor parte de su recorrido, de límite provincial con Tarragona (desde la Peña del Aguila hasta el mar).

Nace en el término municipal de Castell de Cabres (Puertos de Beceite), recoge las aguas de las cuencas vertientes de la Tinenza de Benifasá y de algunas zonas de Tarragona y llega hasta el embalse de Ulldecona, punto desde el cual y hasta su llegada al mar va debilitando su cauce y empobreciéndose hasta su desaparición.

Su cuenca vertiente es de 238 m². Posee un régimen típico mediterráneo e irregular, por lo que alterna grandes períodos de sequía con crecidas de hasta 84 m³/seg (1.957).

Sus aguas se pierden con facilidad al atravesar calizas y conglomerados, dando origen a una importante circulación de aguas subterráneas, de ahí la gran cantidad de pozos que existe en sus proximidades.

Los caudales aportados por este río son pobres: 0,17 m³/seg en Barranco Corruscas, 0,22 m³/seg en Masía del Vidrio y 1,14 m³/seg en el embalse de Ulldecona.

3. *Río Mijares*

El río Mijares, con sus 4.018 km² de cuenca vertiente, nace en la Sierra de Gúdar (Teruel) en las inmediaciones de Cedrillas a una altitud superior a los 1.500 m con lo que se diferencia del resto de los ríos tratados en este estudio ya que sus aguas, además de origen pluvial, también proceden del deshielo de las sierras de origen, por lo que adquiere un régimen mixto pluvio-nival.

La pluviometría de su cuenca es muy diversa ya que oscila desde los 1.000 mm de Gúdar, los 700-800 de Javalambre y Maestrazgo y área más occidental de Espadán, hasta los 500 mm del curso bajo.

En su recorrido desde Gúdar al mar, el Mijares atraviesa sobre todo terrenos calizos, aunque no dejan de tener importancia los afloramientos de tipo kárstico que aparecen al contactar las calizas con arcillas y margas (Babor, Montanejos, etc.).

Todos sus afluentes son de caudal pobre, siendo el Albetosa el de mayor significación, con un aporte de 2,7 m³/seg en Molino Horcajo, si bien todos poseen un marcado carácter mediterráneo, con crecidas en otoño y con dos excepciones, el Villahermosa y el Albetosa, que también poseen un pico en marzo que delata su origen nival.

Desde su paso por tierras turolenses las aguas del río van disminuyendo en volumen debido al gran uso que se hace de ellas sobre todo para agricultura y, además, dado el alto número de presas (cuenta con una capacidad de embalse de 212 hm³) (IGME-IRYDA, 1977), tanto para producción de energía eléctrica como embalses de represamiento, la corriente del río por su cauce natural se ve muy mermada, sobre todo en su tramo más bajo, ya que allí es donde se ubica la mayor cantidad de terrenos de regadío.

4. Río Belcaire

Nace en la Sierra de Espadán y recibe el mayor aporte al pasar por Vall d'Uxó, al recoger las aguas de la fuente de la gruta de San José, de claro origen kárstico.

Después de recibir las aportaciones de la rambla Cerverola, atraviesa La Plana penetrando en el término de Moncofar en donde desemboca formando *les gòles* de Masbó y Tamara.

También se conoce como río San José tomado de la fuente que engrosa su caudal. Antiguamente se le llamó «riu d'Uxó» sirviendo durante la época fóral de hito divisorio entre dos «Governacions», tomando una de ellas el nombre del río «Governacio dellá lo riu d'Uxó», que era la comprendida entre el río y el límite con Cataluña.

5. Río Veo

Esta corriente fluvial se forma en el vértice N de la Sierra de Espadán por la unión de varios barrancos, especialmente el de Xinquer; también se le conoce con los nombres de río de Bexí o de Burriana.

6. Río Palancia

Nace en las estribaciones de la Sierra de El Toro, aunque sólo lleva agua por la que recibe de su primer afluente, el Barranco del Resinero, debajo de Peñaescabia. Posee gran pendiente en su cabecera, si bien se amortigua con gran rapidez.

A destacar el tramo en que va canalizado y que se inicia en las inmediaciones de Teresa hasta las proximidades de Jérica.

Presenta una orientación de NW-SE aunque se aprecia la dirección contraria en su cabecera.

Es un río pobre en caudal ya que lleva poco más de 2 m³/seg en su curso medio. Sus aguas se represan en el embalse del Regajo y se pierden del cauce natural en Sor de Ferrer ya que allí las canalizan para regadío de la huerta de Sagunto, por lo que no llega al mar.

En resumen, desde el nacimiento hasta los alrededores de Bejís el Palancia recibe los aportes de algunos manantiales que constituyen el drenaje de las calizas jurásicas de la Sierra de El Toro. Tras atravesar los afloramientos triásicos de los alrededores de Bejís, el río penetra en una zona de alto potencial de infiltración, el macizo de la Cueva Santa, donde se reduce considerablemente el caudal, habiéndose recurrido a canalizar el río entre Teresa y Jérica para asegurar la alimentación al embalse del Regajo. En las proximidades de Jérica el Palancia recibe por medio del río Hurón los aportes de varias fuentes que drenan el macizo de Caudiel.

Desde Segorbe hasta Sor de Ferrer el río recoge los aportes de diversas fuentes, quedando prácticamente seco el cauce tras la toma de la acequia de Murviedro o Sagunto. A partir de esta zona y hasta la desembocadura, el nivel freático permanece por debajo del lecho del río hasta la desembocadura, actuando como fuente de recarga en los períodos muy lluviosos en los que el agua de avenida llega hasta el mar (IGME-IRYDA, 1977).

METODOLOGIA

2.1. Estaciones de muestreo

Criterios de elección

En un principio realizamos un estudio teórico sobre los planos n.º 8-6, 7-6, 8-7 y 7-7 de la serie 2 C, a escala 1:200.000 del Servicio Cartográfico del Ejército, ubicando un total de 48 estaciones de muestreo sobre los ríos Mijares, Palancia, Belcaire, Veo, Bergantes, Cenja, Montán, Maimona, Villahermosa, Rodeche, Cortes, Monleón, Servol, Lucena, Alcalá, Cabanes, San Miguel y Seco,

basándonos en el criterio que integran las siguientes premisas:

- Mínimo distanciamiento entre estaciones (dentro del mismo río).
- Puntos próximos a la confluencia río principal-afluente.
- Proximidad a núcleos urbano-industriales.
- Distanciamiento de ecosistemas forzados.

Con ello pasamos a ubicar sobre el terreno las 48 estaciones preescogidas con ayuda de los planos del S. G. E. de la Serie L a escala 1:50.000 U.T.M. siguiendo, además del criterio anterior, el que suponen estas otras premisas:

- Permanencia anual de agua en el curso.
- Aporte de arroyos y manantiales.
- Medios lóticos.
- Representatividad ecológica de cada punto.
- Características geológicas relevantes.
- Accesibilidad.
- Comunidades vegetales presentes

El resultado obtenido fue la localización de 37 estaciones de muestreo sobre la red fluvial castellonense, desechando aquellos cursos de agua que no cumplieran las premisas impuestas, sobre todo la permanencia anual del curso de agua, como es el caso de los ríos: Servol, Cervera, Alcalá, San Miguel, Seco, Cabanes y Monleón.

En las Figs. 1 y 2 se representan los perfiles de cuatro de los ríos estudiados y la situación de las estaciones correspondientes.

La situación de las 37 estaciones y sus características vienen expresadas en la Figura 3 y Tablas I y II anexas.

2.2. Toma de muestras y análisis

2.2.1. Parámetros físico-químicos

Antes de la toma de muestras hemos elegido recipientes de diversas clases y volúmenes, dependiendo su elección de los análisis a realizar.

En primer lugar, los recipientes de vidrio han sido de tipo sódico y se han utilizado cuando la concentración de los iones a analizar presentes en el agua no se vean afectados por el contacto de ésta con el vidrio. Así ha sucedido con el calcio, sulfato y cloruros, no sucediendo lo mismo con los silicatos, pues su concentración habría aumentado por disolución del vidrio.

También se emplearon envases de plástico (polietileno, politetrafluoro) los cuales pueden introducir sustancias orgánicas en las muestras. Igualmente, el ión fosfato puede desaparecer o ver disminuida su concentración en este tipo de envases, por lo que no se utilizaron para la toma de muestras de dicho parámetro.

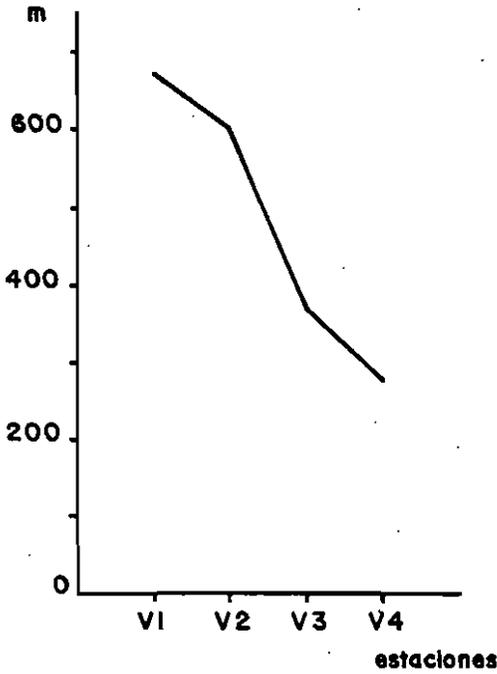
Con respecto a la limpieza de los recipientes, hemos empleado, de forma general, ácido clorhídrico 1M (10%) tanto para los envases de vidrio como para los de polietileno, enjuagando previamente dos o tres veces y luego llevándolos a la solución antedicha, dejándolos de 10-12 horas y a continuación, enjuagándolos con agua destilada.

En la limpieza no se han utilizado detergentes ya que pueden ser reabsorvidos tanto por el vidrio como por el material plástico. De todas formas en el campo, antes de proceder al llenado definitivo, hemos enjuagado cada botella dos o tres veces con el agua de cada punto con el fin de eliminar posibles restos.

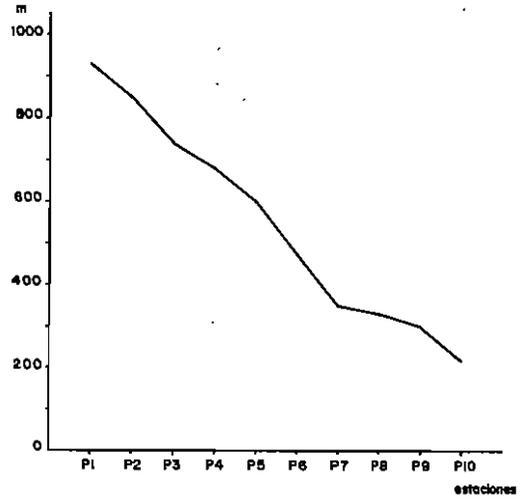
TABLA I
NUMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO,
SUPERFICIE ASOCIADA Y LONGITUD DE LOS RIOS
ESTUDIADOS. (IGME-IRYDA, 1977)

Río	Estaciones	Superficie (km ²)	Longitud (km)
Mijares	7	4.028,2*	156*
Palancia	10	911,2	85
Montán	1	58,3	10
Mairmona	2	174,6	38
Villahermosa	4	449,9	59
Rodeche	1	83,2	16,5
Cortes	1	82,6	19
Bergantes	6	1.038	—
Cenia	2	196,7	49
Veo	2	238,7	37
Lucena	1	146,1	81

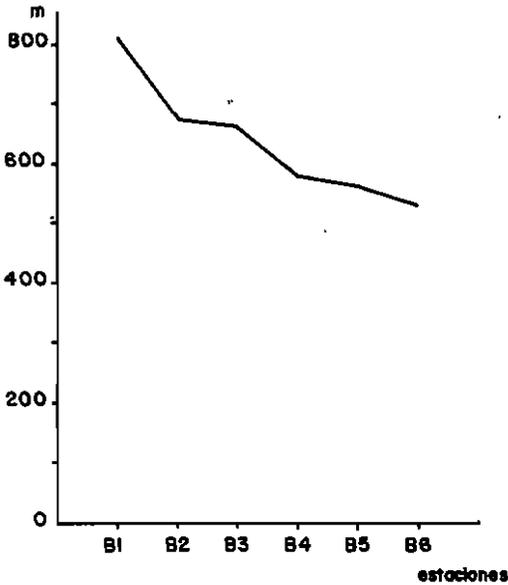
* Total.



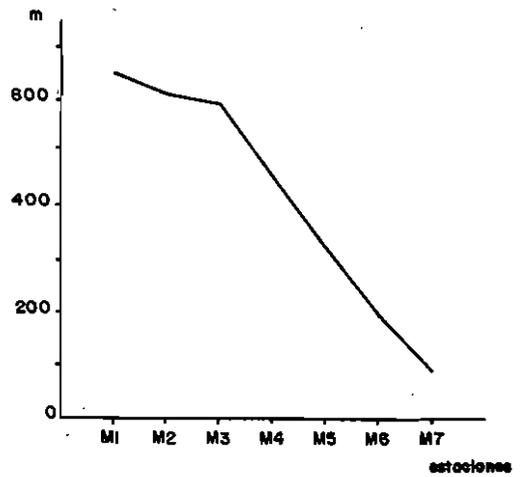
a) Perfil del río Villahermosa.



a) Perfil del río Palancia.



b) Perfil del río Bergantes.



b) Perfil del río Mijares.

Fig. 1

Fig. 2

TABLA II

DENOMINACION, COORDENADAS U.T.M. Y ALTITUD DE LAS DISTINTAS ESTACIONES CONSIDERADAS

Río/Estación	Denominación	Coordenadas U.T.M.	Altitud metros	Río/Estación	Denominación	Coordenadas U.T.M.	Altitud metros
<i>Río Mijares</i>				V-3	Argelita	30TYK2638	370
M-1	Límites provincias	30TYK0344	650	V-4	Vallac	30TYK2635	275
M-2	Los Cantos	30TYK0343	610	<i>Río Bergantes</i>			
M-3	Fuentes de Baños	30TYK1039	590	B-1	Morella	30TYL4200	810
M-4	Arañuel	30TYK1438	455	B-2	Morella II	30TYL3903	680
M-5	Citac	30TYK1637	420	B-3	Forcall	30TYL3703	660
M-6	Ribesalbes	30TYK3233	190	B-4	Bco. Rigores	30TYL3915	580
M-7	Onda-Alcora	30TYK3730	90	B-5	Cantal Badat	30TYL3917	560
<i>Río Palancia</i>				B-6	Límite provincias	30TYL4019	530
P-1	Nacimiento	30SXX9223	930	<i>Río Cenia</i>			
P-2	Los Cloticos	30SXX9322	850	C-1	Rossegadors	31TBF6606	440
P-3	Bejís	30SXX9520	740	C-2	Fuente de San Pedro	31TBF6905	420
P-4	Ventas de Bejís	30SXX9619	680	<i>Río Veo</i>			
P-5	Teresa	30SXX9919	600	Ve-1	Autopista	30TYK4522	40
P-6	Jérica	30SYK0720	475	Ve-2	Grzo Burriana	30TYK5219	3
P-7	Navajas	30SYK1218	350	<i>Río Lucena</i>			
P-8	Segorbe	30SYK1515	330	L-1	Alcora	30TYK3840	160
P-9	Geldo	30SYK1613	300	<i>Río Rodeche</i>			
P-10	Sot de Ferrer	30SYK2109	220	R-1	Límite provincias	30TYK0344	650
<i>Río Montán</i>				<i>Río Maimona</i>			
Mo-1	Montán	30TYK0732	680	Ma-1	Fuente la Reina	30TYK0538	770
<i>Río Villahermosa</i>				Ma-2	Montanejos	30TYK1038	590
V-1	Villahermosa	30TYK1953	670	<i>Río Cortés</i>			
V-2	Cedramán	30TYK2249	600	Co-1	Bco. de Palos	30TYK1240	650

Hemos considerado los siguientes parámetros físico-químicos que, según su procesamiento, dividimos en:

- a. Parámetros de obtención *in situ*.
- b. Parámetros de obtención en laboratorio.

2.2.1.a. Parámetros obtenidos *in situ*

1. TEMPERATURA DEL AGUA

Con un termómetro de escala -10° a $+50^{\circ}$ C sumergido en el agua durante tanto tiempo como duró el muestreo de la estación.

2. CONDUCTIVIDAD

Con un conductímetro CHEMTRIX mod. 700 provisto de 5 escalas que cubren una gama de valores desde 0 hasta 20.000 μ mhos/cm.

3. OXIGENO DISUELTO

Con un oxímetro de campo CHEMTRIX mod. 300 que lleva incorporado un termómetro en la misma sonda y comparando el oxígeno a saturación del aire con el del agua.

4. pH

Con un pH-metro CRISON mod. 506, introduciendo la sonda en el agua hasta estabilización del valor en pantalla.

2.2.1.b. Parámetros obtenidos en el laboratorio

Para su posterior análisis en el laboratorio, las muestras de agua fueron tomadas en frascos de poliestireno y/o vidrio oscuro de 3/4 de litro de capacidad a las que se les añadió 3 gotas de cloroformo para su fijación. Con ellas se efectuaron los análisis siguientes:

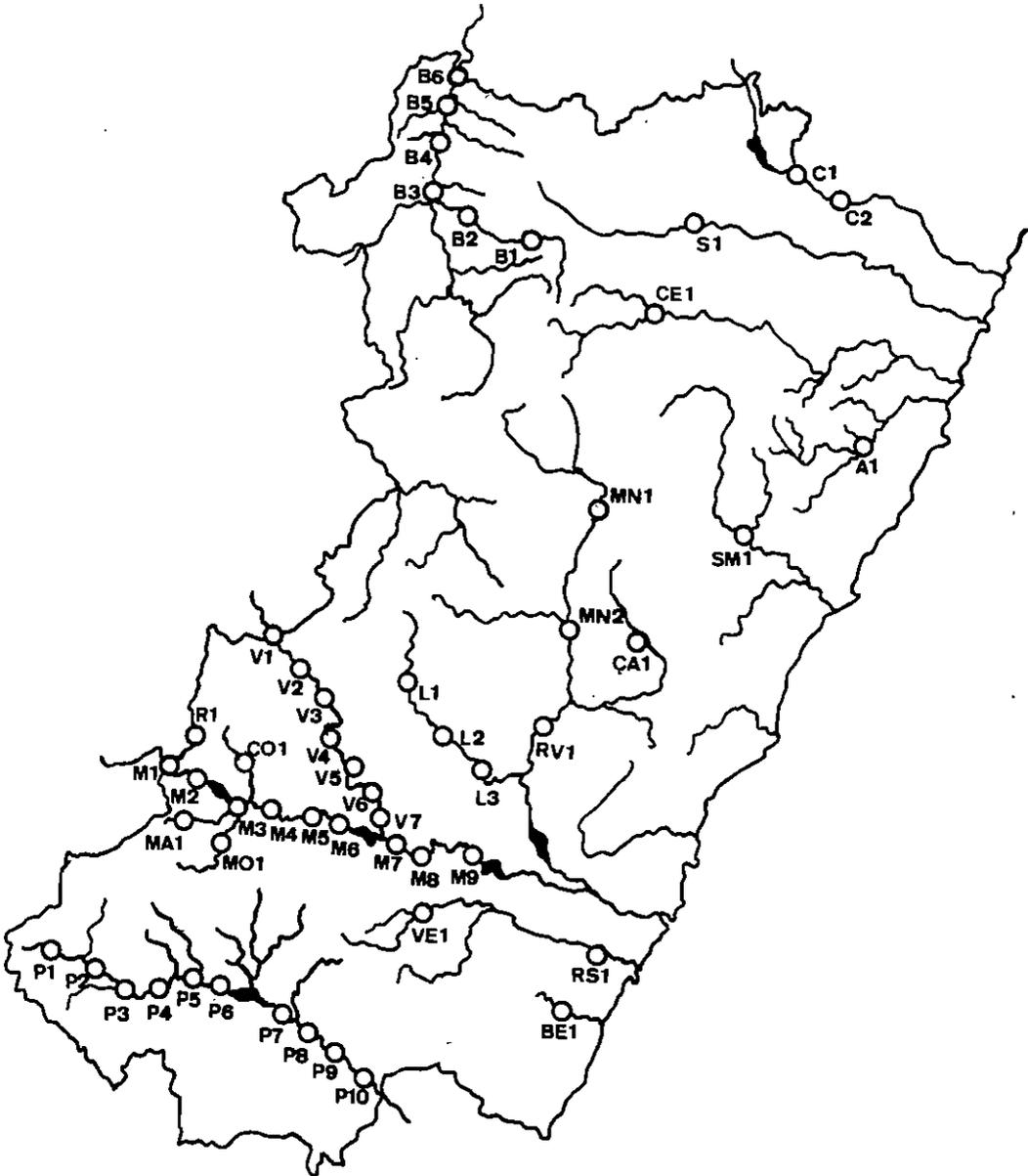


Fig. 3. Localización de las estaciones de muestreo.

1. DUREZA TOTAL

(Aquamerck, ref.: 8039). Valoración complexométrica basada en la combinación de los iones Ca^{++} y/o Mg^{++} con Titriplex III para formar un complejo, el cual se valora frente a indicador mixto.

2. DUREZA DEBIDA A CARBONATOS

(Aquamerck, ref.: 8048). Valoración acidimétrica (ácido clorhídrico) frente a indicador mixto.

3. CALCIO

(Aquamerck, ref.: 11110). Valoración complexométrica con Titriplex III frente a ácido calconcarboxílico.

4. CLORUROS

(Aquamerck, ref.: 11106). Valoración mercurimétrica con nitrato de mercurio frente a difenilcarbazona, que actúa como indicador.

5. ALCALINIDAD

(Aquamerck, ref.: 11109). Valoración acidimétrica frente a un indicador mixto (pH=4,3) y/o fenolftaleína (pH=8,2).

Además realizamos, por medio de un espectrofotómetro SPECTROQUANT SQ-113, estas otras mediciones:

6. FOSFATOS

(Spectroquant, ref.: 14788). Colorimetría del ácido α -fosfomolibdico reducido (azul de α -fosfomolibdeno).

7. SILICATOS

(Spectroquant, ref.: 14794). Colorimetría del ácido β -silicomolibdico reducido (azul de β -silicomolibdeno).

8. NITRATOS

(Spectroquant, ref.: 14773). Los nitratos reaccionan en medio sulfúrico con el reactivo Nitrospectral, dando un compuesto de coloración roja, el cual se valora.

9. NITRITOS

(Spectroquant, ref.: 14776). Reacción de GRIES. Los nitritos reaccionan con el ácido sulfanílico y el dicloruro de N-(1-naftil)-etilendiamonio, para dar un azocolorante rojo-violeta, el cual se valora.

10. AMONIO

(Spectroquant, ref.: 14752). Tras alcalinización a pH=13, el amoniaco reacciona con el hipoclorito para dar monocloramina que, con timol, forma un indofenol azul, cuya concentración se mide fotométricamente.

11. HIDROGENOSULFURO

(Spectroquant, ref.: 14779). Reacción de CARO-FISCHER. El hidrogenosulfuro reacciona con dicloruro de N, N'-dimetil-1,4-fenilendiamonio, oxidándose con hierro (III) para dar azul de metileno, el cual se valora fotométricamente.

2.2.2. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados

Los macroinvertebrados de aguas corrientes poseen un comportamiento muy variado con respecto al sustrato; así, es muy rara la ocasión en que aparecen expuestos a la corriente, ya que prefieren nichos protegidos de muy diversa naturaleza.

La dificultad esencial de su captura radica en este hecho, al tener que muestrear toda esa gama de refugios y no poder hacer una selección de algunos de ellos (SCHOWOERBEL, 1975).

Por la misma causa anterior, para cada estación de muestreo, y dado que nuestra intención era lograr un muestreo cualitativo y no cuantitativo, tomamos como zona de muestreo un rectángulo que comprendía unos 25 m de largo y hasta el centro de la corriente de ancho aproximado, considerando que en este tramo nos aparecían bastantes microhábitats distintos donde poder realizar las capturas. No obstante, en muchas ocasiones tuvimos que ampliar estas dimensiones para obtener una mayor diversidad en cuanto a nichos ecológicos se refiere; también, y para determinados tramos, tuvimos que investigar la orilla opuesta dada la diferencia que, en cuanto a su naturaleza, presentaba.

Los principales microhábitats prospectados fueron: almohadillas de musgos, parte inferior de las piedras y cantos gruesos, matas de plantas y el mismo sustrato en donde no aparecía cubierto.

Siempre tuvo especial importancia la localización de estos microhábitats en zonas lénticas de la corriente, por presentar mayor abundancia de

especies aunque también se prospectaron, en mayor o menor grado, las zonas lóxicas.

Además, y como norma general, a la hora de establecer redes de captura de organismos que pudieran escapar, éstas se colocaron en la parte baja, realizando el muestreo en sentido de aguas arriba. De esta forma las especies dotadas de cierta movilidad no pueden escapar tan fácilmente y el muestrear aguas arriba nos asegura que los organismos que escapen o se caigan al tomar las muestras, no aparezcan en lugares a los que no pertenecen (SCHWOERBEL, 1975).

—La población de las matas de plantas

Bien las maras vegetales, bien las almohadillas de musgos, ofrecen a estos organismos un refugio seguro contra la corriente, al tiempo que actúan como verdaderos filtros.

Los organismos presentes los hemos capturado al lavar la masa vegetal en una red combinada Thieneman que consiste realmente en dos redes, una de mano de gasa de *nylon* a la que se acopla otra metálica, más basta. Así obtenemos dos fracciones de organismos de tamaños distintos y de los que sólo nos interesan los macroinvertebrados que se encuentran en la primera red. Los extraemos uno a uno y los introducimos en tubos adecuados, marcados con el número de la estación y un guarismo que nos indica el hábitat.

—La población de las piedras y cantos gruesos

Algunos macroinvertebrados se fijan fuertemente a las rocas y piedras que les ofrecen habitáculos seguros contra la corriente y depredadores. Es el caso de las larvas de Tricópteros que, además, construyen sus estuches; larvas y pupas de Dípteros como *Lyponeura* y *Simulium*; larvas aplanadas de Ephemeropterópteros que se esconden debajo, pertenecientes a los géneros *Epeorus*, *Rhitrogena*, *Heptagenia*...; Moluscos e Hirudíneos, etc...

El método de captura suele consistir en un lavado de las piedras en una manga o bien su captura directa, con posterior introducción en el tubo asignado a tal fin.

—La población del sedimento

En el sedimento distinguimos dos tipos de poblaciones perfectamente delimitadas: la población que vive sobre el sedimento y la que vive en él.

Para la primera es suficiente la captura directa siempre y cuando su tamaño lo permita (caso de la mayoría de Moluscos) y para la segunda tomamos muestras de sedimento que lavamos sobre un tamiz o serie de tamicas, apareciendo sobre él/ellos, los organismos que suelen ser, generalmente, oligoquetos y moluscos bivalvos.

Una vez obtenidas las muestras las fijamos para su posterior determinación y conservación. El método general fue la introducción en alcohol de 70° en cada tubo, pero hubo varias excepciones:

1. Caso de los Hirudíneos: Se narcotizaron con sucesivas adiciones de alcohol de 70°, de poco volumen cada una, hasta que los animales se estiraron completamente, sin reaccionar al tocarlos. Entonces se fijaron con una mezcla de alcohol al 50% y formol al 2% hasta su determinación. Su conservación se realizó en alcohol al 80% o bien con formol al 5-10% preferentemente tamponado.
2. Caso de los Turbelarios: Empleamos el líquido de Beauchamp ya que al introducirlos directamente en alcohol de 70° se encogen y distorsionan.
3. Caso de los Oligoquetos: Con formol al 10% para su determinación y alcohol de 70° para su conservación.
4. Caso de los Moluscos: Se narcotizan cuando están estirados (Pulmonados) o para que se estiren (Prosobranquios) añadiendo unas gotas de solución concentrada de mentol en un frasco lleno de agua, sin aire, que es donde están sumergidos. Tras unas 24 horas ya no reaccionan y se conservan en alcohol de 70°. Si sólo interesan las conchas, se extrae la masa visceral y se desecan las mismas en una estufa a 40°C durante 2-3 días. No se debe usar formol pues ataca a la estructura de la concha.

2.3. Índices de calidad

Los métodos biológicos para estimar el estado o grado de contaminación de las aguas presentan una serie de ventajas frente a los físicos o químicos desarrollados de forma convencional en nuestros ríos, ya que detectan y estiman las alteracio-

nes de una forma mucho más real que los anteriores. Al ser los organismos seres sensibles a los cambios producidos por los vertidos y tener un ciclo biológico más o menos largo en el río, no sólo nos indican el estado del mismo en el momento del muestreo, como sucede con los métodos químicos, sino que nos brindan información acerca del estado acuático anterior, que hizo posible su desarrollo hasta entonces. Además, son capaces de reflejar la presencia de compuestos o elementos nocivos en las aguas que pueden pasar desapercibidas en los análisis químicos y, por otra parte, evitan resultados demasiado alarmantes en los casos de contaminaciones muy concentradas y de corta duración que detectan los análisis químicos si se realizan en el momento del vertido y en cambio acusan contaminaciones más leves pero constantes que pueden pasar desapercibidas en las prospecciones de tipo químico.

Una buena catalogación de las especies (también a nivel de género y familia) en distintos tramos de un río, nos indica bastante acerca del estado o calidad de sus aguas, si conocemos previamente el grado de tolerancia a la contaminación de los distintos grupos taxonómicos.

Uno de los métodos más utilizados es el de los saprobios de KOLKWITZ y MARSSON (1908, 1909) que ha sido posteriormente modificado por numerosos autores (PANTLE y BUCK, 1955; ZELINKA y MARVAN, 1966). Se basan en el hecho de que en un río, después de un vertido, se observan varias zonas de contaminación decreciente a partir del punto donde fue producido, en virtud del poder de autodepuración del reótopo. Aparecen así las zonas polisapróbica, α -mesosapróbica, β -mesosapróbica u oligosapróbica, de modo que cada una de ellas alberga comunidades de organismos distintos y que les son característicos.

A partir de la Tabla III propuesta por diversos autores (*in* MARGALEF, 1983) y basándonos en el valor indicador de saprobiedad de los distintos grupos taxonómicos de macroinvertebrados siguiendo los estudios de GERMAIN (1931), PESSON (1976), MOUTHON (1980), LAFONT (1982) y PRAT *et al.* (1983) y nuestras propias observaciones, hemos elaborado la Tabla IV, la cual se ha empleado para la composición del mapa de calidades del agua por tramos fluviales para toda la provincia.

3. RESULTADOS

3.1. Descripción de los puntos muestreados

En la Tabla V describimos los aspectos hidrológicos y características de los cauces para cada una de las estaciones muestreadas que son las siguientes: anchura, profundidad, velocidad de la corriente, tipo de sustrato, tipo de orilla, uso del entorno, grado de eutrofia, origen, vertidos detectados, alteración de las márgenes y regulación.

3.2. Calidad de las aguas

En la Tabla VI expresamos los datos físico-químicos obtenidos en cada una de las estaciones muestreadas y en las figuras 4 a 10 (a, b, c y d) exponemos una serie de gráficas representativas de los parámetros físico-químicos de mayor valor indicador para los principales ríos de la provincia (Mijares, Palancia, Villahermosa y Bergantes).

3.3. Macroinvertebrados

En las Tablas VII a X expresamos los resultados obtenidos para los principales grupos taxonómicos de Insectos (hasta nivel género), Crustáceos, Oligoquetos, Hirudíneos y Moluscos (hasta especie), determinaciones basadas en las obras de: ADAM (1960), ASTON (1971), BALAGUER y MARTÍNEZ-LÓPEZ (1983), BERTRAND (1954), GERMAIN (1931), GROSS (1976), MARFALEF (1965 y 1983), MINELLI (1979), M.O.P.U. (1983), MOUTHON (1980 y 1981), PRAT *et al.* (1983) y WENZ (1938-44).

4. CONCLUSIONES

Antes de iniciar los comentarios concluyentes para los ríos en que ha sido posible un muestreo efectivo, debemos resaltar el alto grado de sequía sufrido por gran parte de la provincia de Castellón, lo cual nos ha impedido aportar cualquier tipo de datos sobre el estado de una serie de ríos, más abajo señalados, dado su estado de sequía absoluta o bien con alguna charca aislada en pésimas condiciones (SH^- , alta temperatura, fangos, etc.), que jamás nos aportarían correcta información.

TABLA III
POSICION DE DIVERSAS ESPECIES EN EL SISTEMA DE LOS SAPROBIOS (MARGALEF, 1983)

	Polisaprobios	Mesosaprobios	Oligosaprobios
Consumo bioquímico de oxígeno, DBO ₅ , ml O ₂ l ⁻¹	15-100	3,5-12	1-3
Consumo de permanganato, ml O ₂ l ⁻¹	33-100	12-35	5-12
Bacterias por ml	más de 2.000.000	100.000-1.000.000	menos de 100.000
	POLISAPROBIOS	MESOSAPROBIOS	OLIGOSAPROBIOS
Rotíferos	<i>Rotaria neptunia</i>	<i>Branchionus urceolaris</i> <i>Lecane lunaris</i> <i>Rotaria citrina</i>	<i>Kellicottia longispina</i>
Turbelarios		<i>Dendrocoelum lacteum</i>	<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Crenobia alpina</i>
Oligoquetos		<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> <i>Limnodrilus claparedianus</i> <i>Stylaria lacustris</i> <i>Tubifex tubifex</i>	
Hirudíneos		<i>Erpobdella octoculata</i> <i>Erpobdella punctata</i> <i>Glossiphonia complanata</i> <i>Trocheta subviridis</i>	
Crustáceos	<i>Asellus coxalis</i>	<i>Daphnia pulex</i> <i>Daphnia magna</i> <i>Moina rectirostris</i>	<i>Gammarus pulex</i>
Insectos	<i>Chironomus thummi</i> <i>Eristalis tenax</i> <i>Procladius olivacea</i> <i>Psychopoda sp.</i>	<i>Stratiomys chamaeleon</i> <i>Corynoneura ceteripes</i> <i>Psectrotanyptus hiscipennis</i> <i>Macropelopia</i> <i>Sialis lutaria</i> <i>Simulium</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Leuctra fusca</i> <i>Metricnemus knabi</i> <i>Pentaneura monilis</i> <i>Culex</i> <i>Laccophilus</i> <i>Nepa cinerea</i> <i>Notonecta glauca</i> <i>Ranatra linearis</i> <i>Gomphus</i> <i>Phryganea</i>	<i>Ephemerella</i> <i>Ecdyonurus</i> <i>Rithrogena</i> <i>Hydropsyche</i> <i>Nemoura marginata</i> <i>Perla bipunctata</i> <i>Ephemera vulgata</i> <i>Chloeon</i>
Moluscos		<i>Lymnaea stagnalis</i> <i>Sphaerium corneum</i> <i>Radix ovata</i> <i>Coretus corneus</i> <i>Bitthynia tentaculata</i>	<i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Margaritana margaritifera</i> <i>Sphaerium sp.</i> <i>Valvata</i>

TABLA IV

Organismos	Poli-saprobio	α - Meso-saprobio	β - Meso-saprobio	Oligo-saprobio	Catarobio
OLIGOQUETOS					
<i>Tubifex tubifex</i>					
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>					
<i>L. profundicola</i>					
<i>L. udekemianus</i>					
<i>L. claparedrianus</i>					
<i>Potamothrix bavaricus</i>					
<i>Eiseniella tetraedra</i>					
<i>Nais elinguis</i>					
<i>Eukerria saltensis</i>					
<i>Branchiura sowerbyi</i>					
<i>Psammoryctides barbatus</i>					
<i>Stylodrilus beringianus</i>					
HIRUDINEOS					
<i>Glossiphonia complanata</i>					
<i>Helobdella stagnalis</i>					
<i>Erpobdella monostriata</i>					
<i>Dina lineata</i>					
<i>Haemopis sanguisuga</i>					
<i>Hirudo medicinalis</i>					
CRUSTACEOS					
<i>Echinogammarus berilloni</i>					
<i>Procambarus clarki</i>					
<i>Austropotamobius pallipes</i>					
<i>Palaemonetes zariquieyi</i>					
<i>Dugastella valentina</i>					
<i>Athyaphyra desmaresti</i>					
INSECTOS					
PLECOPTEROS					
<i>Nemoura</i>					
<i>Chloroperla</i>					
<i>Isoperla</i>					
<i>Perla</i>					
<i>Leuctra</i>					
EPHEMEROPTEROS					
<i>Potamanthus</i>					
<i>Caenis</i>					
<i>Brachycercus</i>					
<i>Ecdyonurus</i>					
<i>Epeorus</i>					
<i>Habrophlebia</i>					
<i>Baetis</i>					
<i>Ephemera</i>					
<i>Ameletus</i>					
TRICHOPTEROS					
<i>Centroptilum</i>					
<i>Rhyacophila</i>					
<i>Agapetus</i>					
<i>Hydropsyche</i>					

TABLA IV (Cont.)

Organismos	Poli-saprobio	α · Meso-saprobio	β · Meso-saprobio	Oligo-saprobio	Catarobio
INSECTOS					
TRICHOPTEROS					
<i>Philopotamus</i>					
<i>Notidobia</i>					
<i>Limnephilus</i>					
<i>Polycentropus</i>					
<i>Plectonemia</i>					
ODONATOS					
<i>Calopteryx</i>					
<i>Platycnemis</i>					
<i>Coenagrion</i>					
<i>Ischnura</i>					
<i>Gomphus</i>					
<i>Onychogomphus</i>					
<i>Cordulegaster</i>					
<i>Boyeria</i>					
<i>Ortbetrum</i>					
HEMIPTEROS					
<i>Hydrometra</i>					
<i>Corixa</i>					
<i>Nepa</i>					
<i>Naucoris</i>					
<i>Notonecta</i>					
<i>Gerris</i>					
DIPTEROS					
<i>Simulium</i>					
<i>Chironomus</i>					
<i>Tipula</i>					
<i>Psychoda</i>					
<i>Asberix</i>					
<i>Argyra</i>					
<i>Tetanocera</i>					
COLEOPTEROS					
<i>Dytiscus</i>					
<i>Gyrinus</i>					
<i>Hydrophilus</i>					
<i>Elmis</i>					
<i>Stenelmis</i>					
<i>Microdes</i>					
MOLUSCOS					
<i>Lymnaea peregra</i>					
<i>L. truncatula</i>					
<i>Physella acuta</i>					
<i>Gyraulus albus</i>					
<i>Ancylus fluviatilis</i>					
<i>Mercuria confusa</i>					
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>					
<i>Bythinia tentaculata</i>					
<i>Bythinella</i> sp.					
<i>Melanopsis dufouri</i>					
<i>Theodoxus fluviatilis</i>					
<i>Pisidium casertanum</i>					
<i>P. personatum</i>					

TABLA V
DESCRIPCION DE LOS PUNTOS MUESTREADOS

Estación	Anchura (m)	Profundidad (cm)	Velocidad de corriente	Sustrato	Tipo de orilla	Uso del entorno	Grado de eutrofización	Origen	Vertidos detectados	Alteraciones márgenes	Regulación
M-1	3,5	30	L	GAr	P	Bo	B	—	—	Ab	—
M-2	5	30	L	GLi	GAr	Bo	B	—	—	Cn	Rf
M-3	10	50	L	GAr	GrG	Mb	B	—	—	Ab	HE
M-4	15	150	R	GAr	PGAr	Mb	N	—	—	AbRf	—
M-5	15	30	R	GAr	PGAr	Mb	M	U	U	AbCn	HE
M-6	4	75	MI	PGAr	GrP	Mb	M	U	U	Cn	Pr
M-7	8	200	L	ArLi	ArLiAc	S	B	—	—	—	HE
P-1	4	40	R	G	GrG	Bo	N	—	—	—	—
P-2	6	30	R	GAr	PGAr	BoS	N	—	—	Ab	Az
P-3	5	50	L	GArLi	PG	S	B	UAg	UAg	Ab	—
P-4	5	50	L	PG	GrP	Mb	B	U	UAg	Ab	—
P-5	4	25	L	GAr	PG	SBa	N	—	—	AbCn	Az
P-6	10	30	MI	ArLi	G	Mb	A	UAg	UAg	CnRf	Az
P-7	4	60	Mr	PG	GrP	Mb	B	U	U	Ab	Az
P-8	2	30	Mr	PG	P	H	M	UAg	—	Rf	Az
P-9	3	20	Mr	G	G	Ba	M	Ag	—	Ab	Az
P-10	10	25	L	Ac	ArT	Ba	A	UAg	—	AbCn	Pr
Mo-1	1,5	10	L	PG	GrPCt	Mb	N	—	—	Ab	—
V-1	10	40	R	GArLi	GAr	H	M	UAgAp	UAp	Ab	Az

TABLA V (continuación)
DESCRIPCION DE LOS PUNTOS MUESTREADOS

Estración	Anchura (m)	Profundidad (cm)	Velocidad de corriente	Sustrato	Tipo de orilla	Uso del entorno	Grado de eutrofización	Origen	Vertidos detectados	Alteraciones márgenes	Regulación
V-2	3	40	R	GAr	PG	Mb	B	UAgAp	Ap	Ab	—
V-3	5	30	R	PG	PG	Mb	N	—	—	Ab	—
V-4	7	40	R	PG	PG	S	N	—	—	Ab	—
B-1	3	20	L	GAr	GAr	Mb	A	UAgI	UAp	—	—
B-2	3	50	L	ArLi	GAr	Mb	A	UAgI	UAp	ClAb	Az
B-3	—	—	—	PG	GrP	Mb	—	—	—	Ab	—
B-4	10	70	R	PGAr	GrPG	Mb	B	UAg	—	Cn	Az
B-5	6	60	R	GAr	PG	Mb	N	—	—	ClAb	—
B-6	4	60	Mr	PG	PG	Bo	N	—	—	Tl	—
C-1	4	50	R	GAr	GAr	Mb	B	—	—	Rf	Pr
C-2	5	70	Mr	PGAr	GrPG	Mb	N	—	—	CnRf	Az
Ve-1	3	30	L	ArLiAc	Ct	H	A	UAgI	UAgI	Ab	—
Ve-2	10	150	Ml	ArLiAc	Ct	H	A	UAgI	U	Cn	—
L-1	8	100	L	GArLi	GrAr	MbS	A	UAgI	UAgI	Ab	Pr
Ro-1	3	40	L	GAr	PGAr	Mb	M	AgAp	Ap	Ab	—
Ma-1	4	15	R	PG	Cr	Ba	N	—	—	Cl	—

TABLA V (continuación)
DESCRIPCION DE LOS PUNTOS MUESTREADOS

Estación	Anchura (m)	Profundidad (cm)	Velocidad de corriente	Sustrato	Tipo de orilla	Uso del entorno	Grado de eutrofización	Origen	Vertidos detectados	Alteraciones márgenes	Regulación
Ma-2	4	30	L	GAr	Cr	Mb	B	Ag	—	Ea	—
Co-1	3	40	L	PGAr	Ct	Mb	B	—	—	Cl	HE

SIMBOLOGIA EMPLEADA:

Velocidad: Mr: Muy rápida; R: Rápida; L: Lenta; Ml: Muy lenta.

Sustrato: P: Piedras; G: Gravas; Ar: Arenas; Li: Limos; Ac: Arcillas.

Tipo de orilla: Gr: Grandes rocas; P: Piedras; G: Gravas; Ar: Arenas; Li: Limos; Ac: Arcillas; T: Tierra; Cr: Cortados rocosos; Ct: Cortados de tierra.

Uso del entorno: Bo: Bosques; Mb: Monte bajo; S: Cultivo de secano; H: Cultivo de regadío; U: Urbano; I: Industrial; Ba: Baldíos.

Grado de eutrofización: A: Alto; M: Medio; B: Bajo; N: Nulo.

Origen: U: Urbano; Ag: Agrícola; I: Industrial; Ap: Ganadero.

Vertidos detectados: U: Urbano; Ag: Agrícola; I: Industrial; Ap: Ganadero.

Alteraciones en los márgenes: Tl: Talas; Cl: Aclareos; Ab: Abancalamientos; Cu: Canalización; Rf: Reforzamientos; Ea: Extracción de áridos.

Regulación: HE: Presa de Hidroeléctrica Española; Pr: Presa de regulación; Az: Azud; Mb: Motobombas.

TABLA VI

Estación	T	DT	DC	Si	SH	Cl	Ca	Alc.	O ₂	pH	C	NO ₃	NO ₂	P	NH ₄
M-1	10	28,4	10,8	3,435	0,003	64	124	3,5	92,19	8,4	1164	5,60	0,082	0,005	0,198
M-2	8	28,4	11	3,541	0,005	162	122	4,1	86,99	8,3	1309	2,64	0,098	0,004	0,276
M-3	26	32,6	9,8	4,282	0,002	170	152	3,7	110,83	7,8	1204	6,73	0,084	—	0,607
M-4	22	33	10	3,865	0,007	292	162	4,3	106,40	8,1	1117	7,40	0,088	0,001	0,814
M-5	22	30,2	9,4	3,716	0,003	68	148	3,6	94,96	8,1	1223	6,37	0,075	—	0,806
M-6	27	29,4	11	3,294	0,012	132	142	3,8	94,10	8,4	946	8,37	0,158	0,012	1,161
M-7	28	24,6	9,2	3,018	0,012	142	130	4,5	25,12	7,9	950	14,98	0,168	0,003	0,470
P-1	16	12,2	9,8	2,351	0,005	42	124	3,4	91,27	8,6	499	6,44	0,048	0,001	0,108
P-2	17	16,6	9,2	2,622	0,008	96	112	3,7	109,84	7,1	598	7,52	0,072	0,005	0,090
P-3	17	16,8	10,2	2,870	0,010	62	110	3,7	97,40	7,2	499	8,93	0,075	—	0,112
P-4	18	18,2	10,2	2,952	0,009	54	122	3,7	95,13	8	581	8,10	0,092	0,001	0,127
P-5	22	19,4	10,4	3,002	0,002	48	134	3,5	107,55	8	452	4,08	0,061	0,001	0,154
P-6	24	24,2	11,6	3,123	0,009	104	142	5,1	95,57	8,6	612	3,48	0,097	0,017	0,261
P-7	20	28	11,4	3,094	0,009	112	152	4,2	99,11	8,3	712	8,62	0,592	0,013	0,183
P-8	20	28,6	10,8	3,181	0,004	112	164	4,4	100,22	7,9	722	9,08	0,973	0,004	0,154
P-9	22	31,4	11,6	3,716	0,002	126	174	4,7	102,97	7,9	851	15,34	0,195	0,003	0,312
P-10	24	33,6	10,4	2,987	0,002	64	242	4,2	97,38	8,1	918	11,67	0,215	0,001	1,052
Mo-1	26	50,2	9,2	3,123	0,001	224	186	3,9	113,30	8,1	1223	4,81	0,081	—	0,709
V-1	16	16,8	9,2	2,670	0,013	62	66	3,7	86,20	8,5	621	6,33	0,083	0,008	0,131
V-2	10	24,6	10,6	2,883	0,0011	66	112	4,5	90,42	8,1	1142	8,17	0,078	—	0,166
V-3	20	23,8	9,6	3,105	0,011	74	120	3,9	99,11	8,1	823	6,43	0,077	0,009	0,139
V-4	20	24,8	10,7	3,167	0,011	84	145	4,1	95,13	8,1	945	6,65	0,089	0,003	0,089
B-1	20	17,8	15,6	2,864	0,005	98	116	6,1	91,40	9,1	1034	18,94	0,195	0,006	0,398
B-2	20	23,2	13,2	3,358	0,017	102	110	5,3	93,61	8,1	990	23,78	0,100	0,007	0,368
B-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-4	22	31,8	12	3,815	0,012	30	148	4,6	99,54	7,9	853	21,56	0,132	0,002	0,398
B-5	22	28,2	11,8	4,111	0,007	34	146	4,4	99,54	8,2	636	25,72	0,162	0,002	0,493
B-6	22	30,4	10,8	4,215	0,003	40	132	4,4	102,97	8,5	731	18,45	0,145	0,001	0,586

TABLA VI (continuación)

Estación	T	DT	DC	Si	SH	Cl	Ca	Alc.	O ₂	pH	C	NO ₃	NO ₂	P	NH ₄
C-1	20	26,8	11,8	4,237	0,003	32	72	4,3	87,62	8,3	832	10,79	0,112	0,005	0,261
C-2	20	17,8	11,8	2,433	0,005	42	102	4,7	83,57	8,4	912	14,76	0,115	—	0,366
Ve-1	24	30,2	11,6	3,008	0,145	396	208	4,8	69,76	7,1	1089	97,56	2,540	0,019	1,987
Ve-2	29	34,6	13	3,132	0,068	448	246	5,9	66,10	7,5	1209	85,29	0,429	0,012	1,799
L-1	28	25,6	9,2	2,706	0,016	138	128	4,3	86,12	7,9	1378	13,53	0,168	0,006	0,868
Ro-1	24	30,2	10,6	3,146	0,010	120	148	4,2	91,40	8,1	1012	14,32	0,272	0,012	0,769
Ma-1	20	28,2	9,4	3,206	0,001	50	112	3,5	89,99	7,5	960	3,92	0,079	0,001	0,121
Ma-2	22	20,2	11	3,415	0,004	62	116	3,5	86,34	8,1	1025	9,85	0,188	0,004	0,342
Co-1	24	25,2	16,4	4,006	0,009	48	124	5,3	79,32	8,0	736	5,78	0,279	0,009	0,432

T: temperatura del agua (grados Celsius).

O₂: oxígeno disuelto (% en disolución).

DT: dureza total expresada en grados alemanes (°d).

Alc.: alcalinidad expresada en meq/l.

Cl.: cloruros (ppm).

NO₃: nitratos (ppm).

NH₄: amonio (ppm).

SH: hidrogenosulfuro.

C.: conductividad estandar a 20°C.

pH.: unidades de pH.

DC.: dureza debida a carbonatos (°d).

Ca.: calcio (ppm).

P.: fosfatos (ppm).

NO₂: nitritos (ppm).

Si.: silicatos (ppm).

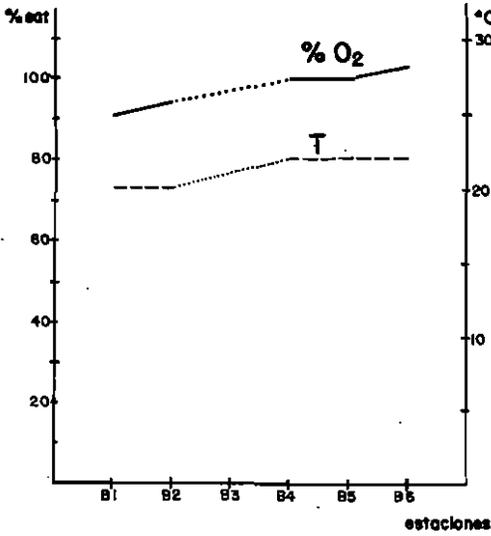


Figura 4a: Río Bergantes.

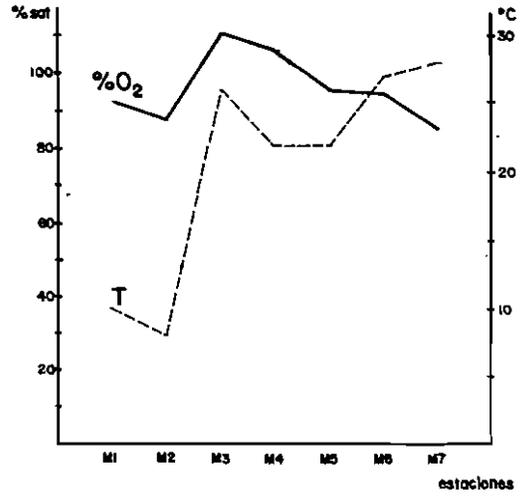


Figura 4c: Río Mijares.

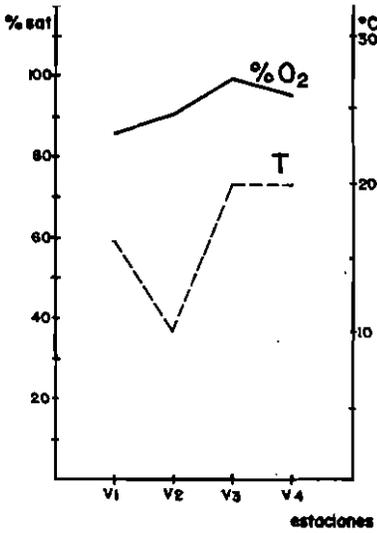


Figura 4b: Río Villahermosa.

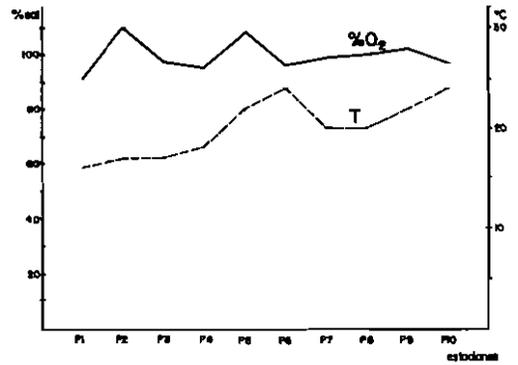


Figura 4d: Río Palancia.

Figura 4: Temperatura del agua y % de saturación de O₂ disuelto.

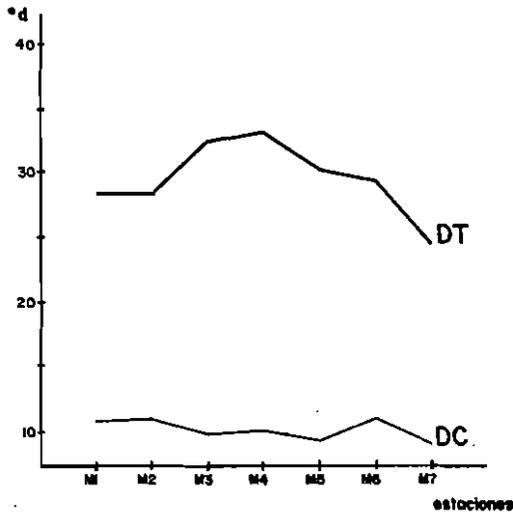


Figura 5a: Río Mijares.

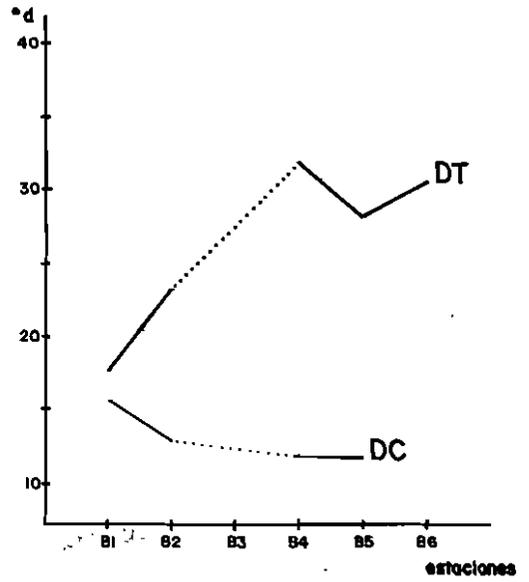


Figura 5c: Río Bergantes.

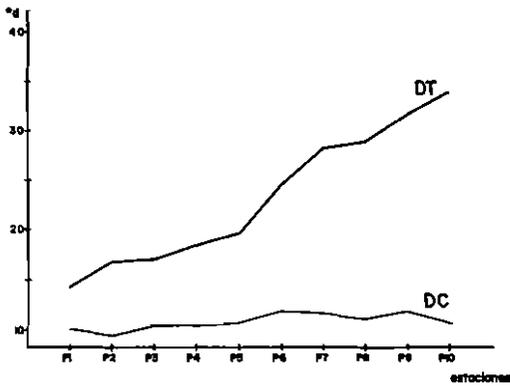


Figura 5b: Río Palencia.



Figura 5d: Río Villahermosa

Figura 5: Dureza total y Dureza debida a carbonatos.

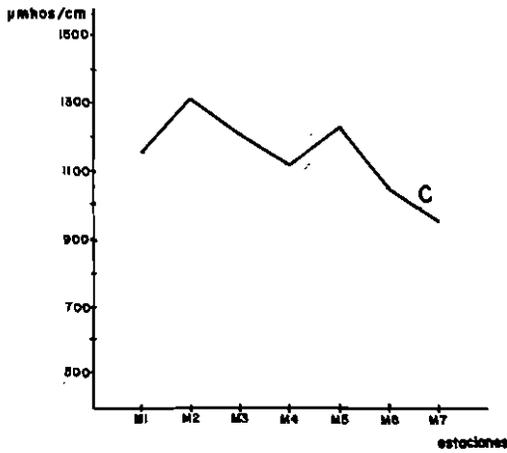


Figura 6a: Río Mijares

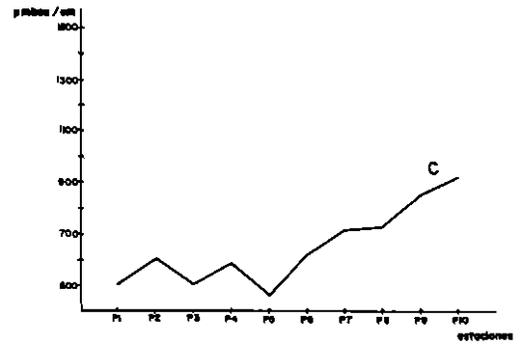


Figura 6c: Río Bergantes.

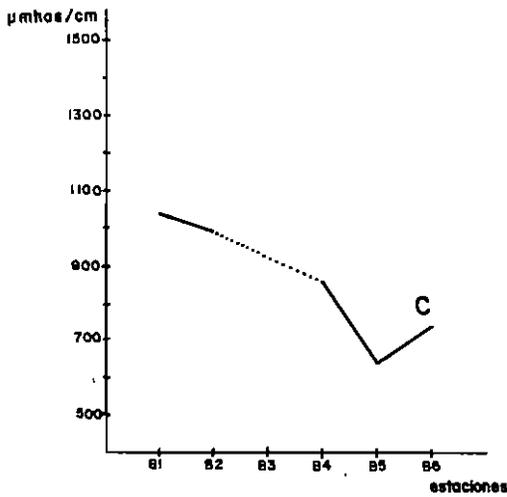


Figura 6b: Río Palancia.

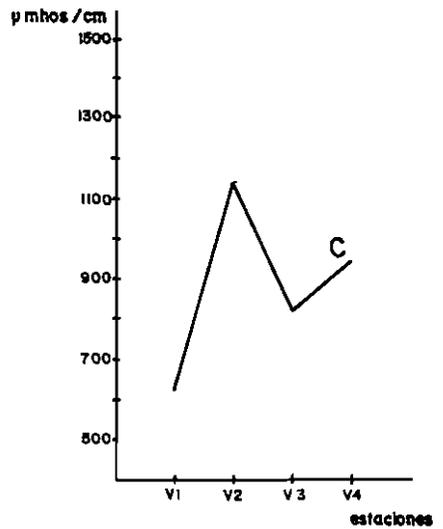


Figura 6d: Río Villahermosa.

Figura 6: Conductividad estandarizada a 25C.

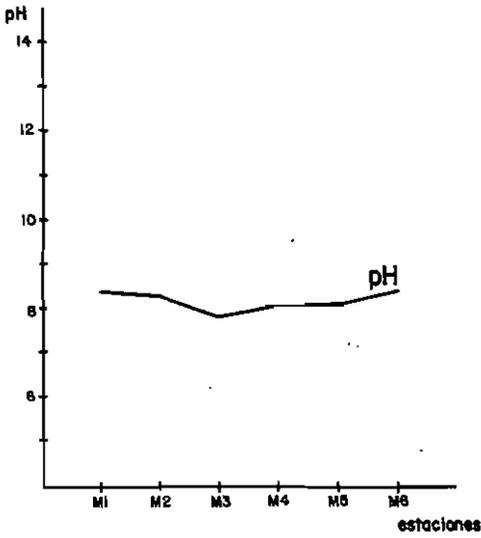


Figura 7a: Río Mijares.

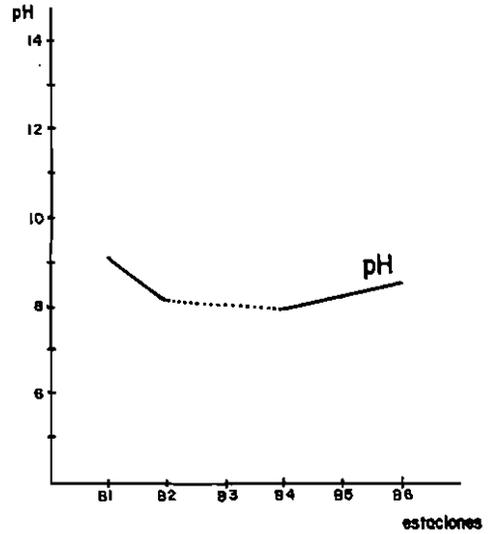


Figura 7c: Río Bergantes.

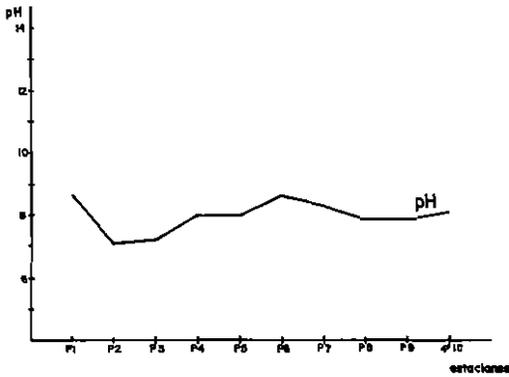


Figura 7b: Río Palancia.

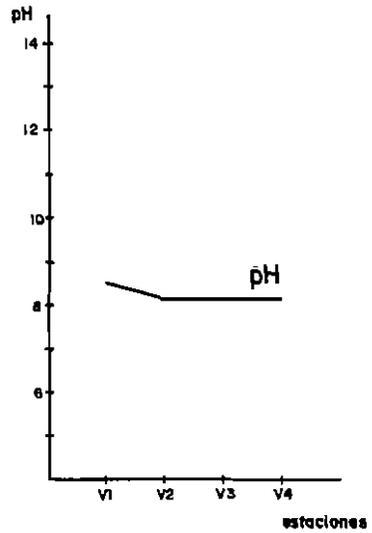


Figura 7d: Río Villahermosa.

Figura 7: Valores del pH.

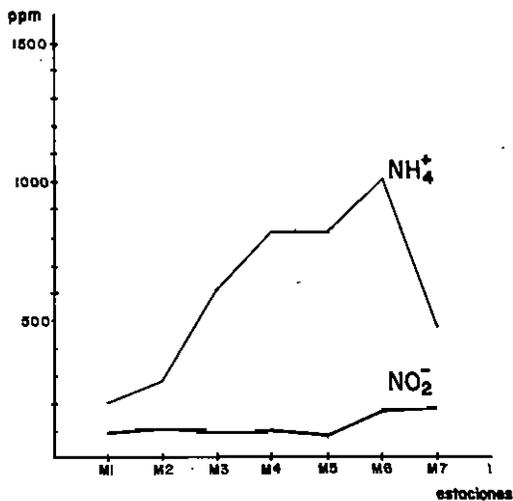


Figura 8a: Río Mijares

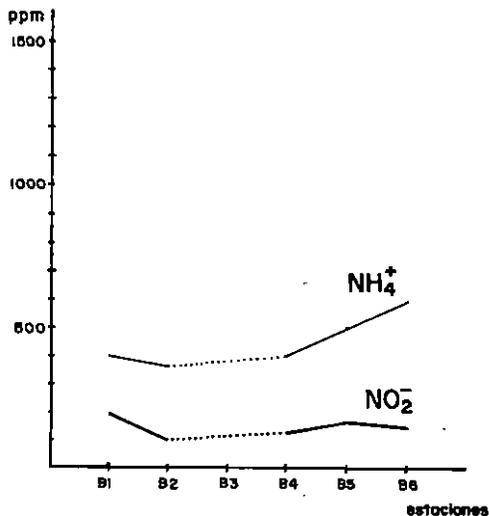


Figura 8c: Río Bergantes.

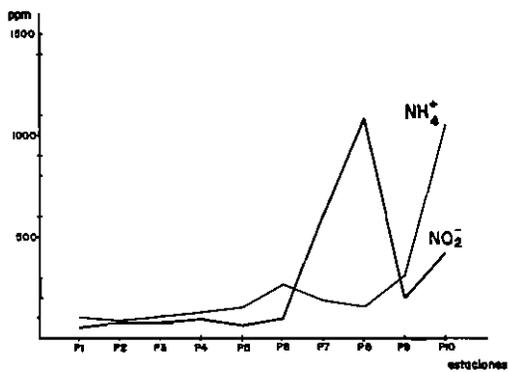


Figura 8b: Río Palancia.

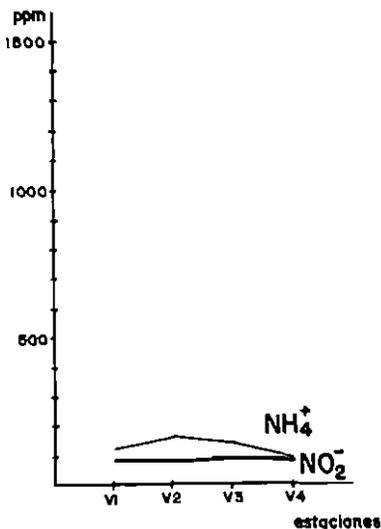


Figura 8d: Río Villahermosa.

Figura 8: Nitritos y amonio.

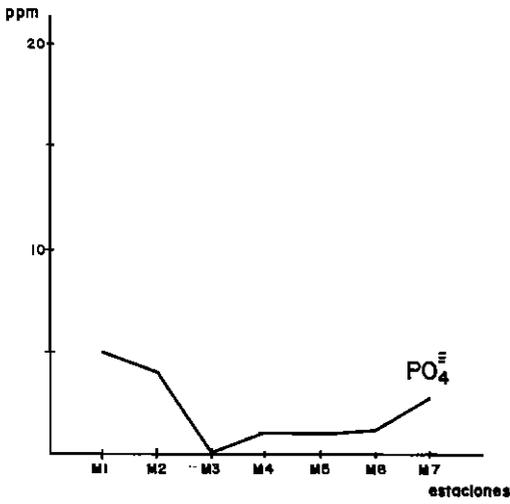


Figura 9a: Río Mijares

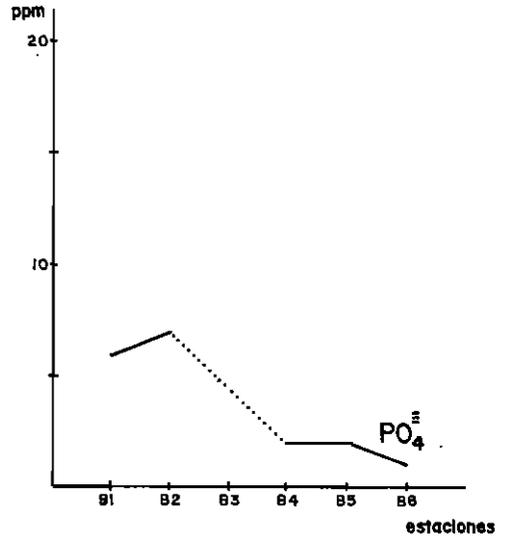


Figura 9c: Río Bergantes.

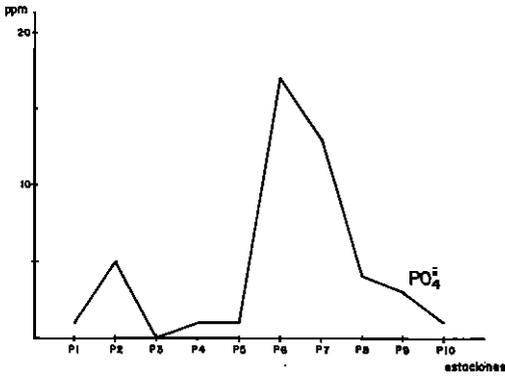


Figura 9b: Río Palancia.

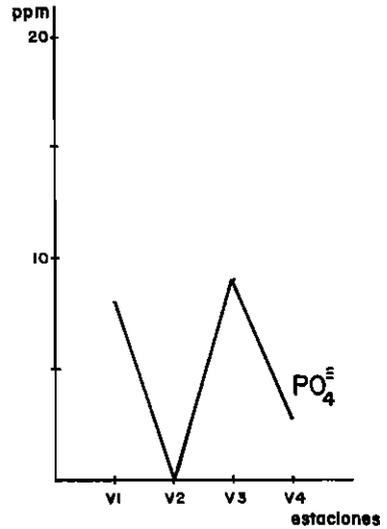


Figura 9d: Río Villahermosa.

Figura 9: Fosfatos.

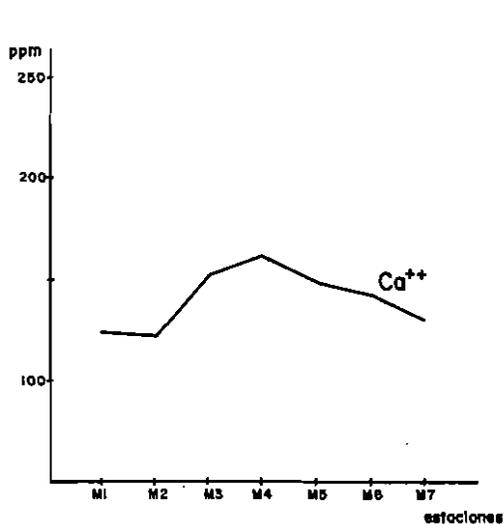


Figura 10a: Río Mijares

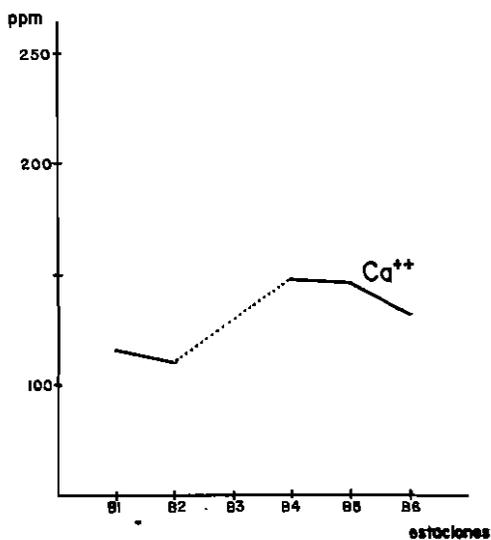


Figura 10c: Río Bergantes.

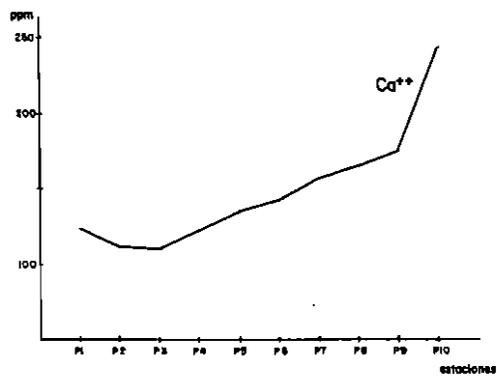


Figura 10b: Río Palancia.

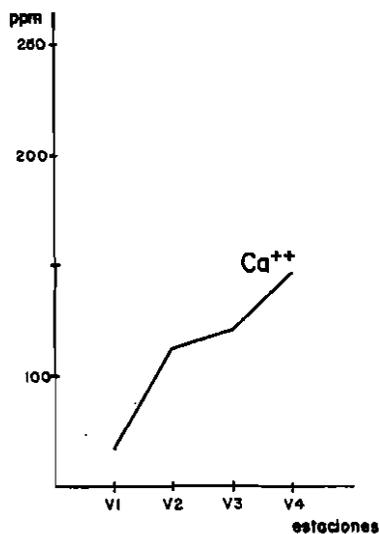


Figura 10d: Río Villahermosa.

Figura 10: Calcio.

TABLA VII
 DISTRIBUCION POR GENEROS PARA CADA PUNTO DE MUESTREO
 INSECTOS

INSECTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	MO-1	V-1	V-2	V-3	V-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	VE-1	VE-2	L-1	RO-1	MA-1	MA-2	CO-1			
<i>Perla</i> sp.					///					///								///												///										
<i>Leutra</i> sp.	///									///											///									///										
<i>Potamanthus</i> sp.						///						///										///				///														
<i>Perla Ecdyonurus</i> sp.			///									///									///					///														
<i>Habrophlebia</i> sp.					///						///					///								///			///				///								///	
<i>Ephemera</i> sp.		///			///						///							///								///				///										
<i>Brachycercus</i> sp.			///		///	///					///	///	///	///											///		///			///										
<i>Caenis</i> sp.			///		///	///					///	///	///													///	///	///											///	
<i>Centroptilum</i> sp.					///	///			///		///														///		///									///				
<i>Calopteryx</i> sp.					///	///				///	///				///			///							///	///	///										///			
<i>Platynemis</i> sp.					///	///					///	///	///												///	///	///													
<i>Coenagrion</i> sp.	///								///										///							///	///	///			///									
<i>Cordulegaster</i> sp.						///							///													///		///												
<i>Boyeria</i> sp.											///	///							///	///							///	///	///			///					///			
<i>Nepa</i> sp.	///	///		///		///	///			///	///				///	///			///			///		///	///	///	///	///		///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	
<i>Gerris</i> sp.		///	///	///	///	///				///	///	///	///	///	///			///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	

 PRESENCIA  AUSENCIA

TABLA VII (Cont.)
DISTRIBUCION POR GENEROS PARA CADA PUNTO DE MUESTREO
INSECTOS

INSECTOS (cont.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	MO-1	V-1	V-2	V-3	V-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	VE-1	VE-2	I-1	RO-1	MA-1	MA-2	CO-1				
<i>Notonecta</i> sp.	■			■		■				■	■	■		■	■			■		■		■	■	■			■		■	■	■										
<i>Hydrometra</i> sp.	■					■	■		■		■	■					■										■													■	
<i>Corixa</i> sp.			■		■		■					■			■							■					■														
<i>Rhyacophila</i> sp.	■		■		■		■			■																■			■	■											
<i>Hydropsyche</i> sp.	■				■	■			■	■								■		■	■						■	■								■	■				
<i>Phylopotamus</i> sp.						■						■		■													■													■	
<i>Orthesrum</i> sp.						■						■																■													
<i>Simulium</i> sp.			■		■	■	■		■	■	■							■			■			■	■		■	■							■	■	■				■
<i>Chironomus</i> sp.					■	■	■					■	■		■	■	■	■	■	■					■	■		■							■	■					
<i>Tipula</i> sp.	■								■										■					■					■												■
<i>Dytiscus</i> sp.						■	■				■		■		■						■			■											■	■					
<i>Gyrinus</i> sp.	■	■	■						■	■								■									■									■	■				■
<i>Hydrophilus</i> sp.	■	■									■																■														



PRESENCIA



AUSENCIA

TABLA VIII
DISTRIBUCION POR ESPECIES PARA CADA PUNTO DE MUESTREO
OLIGOQUETOS

OLIGOQUETOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37					
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	MO-1	V-1	V-2	V-3	V-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	VE-1	VE-2	L-1	RO-1	MA-1	MA-2	CO-1					
<i>Tubifex tubifex</i>	■		■		■		■		■	■			■				■		■				■	■			■			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>			■		■	■	■		■				■				■		■	■				■	■						■	■	■	■				■	■	■	■	
<i>Limnodrilus udekemianus</i>									■	■			■										■									■	■									
<i>Limnodrilus profundicola</i>				■				■				■									■						■			■	■						■					
<i>Psammoryctides barbatus</i>							■						■					■							■							■	■			■						
<i>Nais elinguis</i>		■			■					■	■							■							■								■	■								
<i>Stylodrilus beringlanus</i>				■			■				■	■						■										■	■	■								■				
<i>Eiseniella tetraedra</i>	■		■			■					■	■	■			■		■	■	■	■			■	■		■		■			■			■			■	■	■	■	

■ PRESENCIA
□ AUSENCIA

TABLA IX
DISTRIBUCION POR ESPECIES PARA CADA PUNTO DE MUESTREO
CRUSTACEOS E HIRUDINEOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	MO-1	V-1	V-2	V-3	V-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	VE-1	VE-2	L-1	RO-1	MA-1	MA-2	CO-1			
CRUSTACEOS	<i>Echinogammarus berilloni</i>	■									■	■			■	■	■		■		■	■	■				■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
	<i>Palaemonetes zariquetyi</i>																																								
	<i>Asbyaephyra desmaresti</i>															■												■	■	■											
	<i>Austropotamobius pallipes</i>										■	■							■												■	■							■		■
	<i>Procambarus clarki</i>		■	■	■	■	■	■									■						■																		
HIRUDINEOS	<i>Helobdella stagnalis</i>					■	■				■					■	■	■							■									■							
	<i>Dina lineata</i>		■	■	■		■				■			■	■	■	■							■			■														
	<i>Haemopis sanguisuga</i>																									■															

 PRESENCIA

 AUSENCIA

TABLA X
DISTRIBUCION POR ESPECIES PARA CADA PUNTO DE MUESTREO
MOLUSCOS

MOLUSCOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	MO-1	V-1	V-2	V-3	V-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-1	C-2	VE-1	VE-2	L-1	RO-1	MA-1	MA-2	CO-1	
<i>Theodoxus fluviatilis</i>			■							■				■																								■
<i>Melanopsis dufourei</i>			■	■	■									■	■						■	■												■			■	
<i>Bitynia tentaculata</i>																																						
<i>Potamoxyrgus jenkinsi</i>		■			■					■	■					■				■							■											
<i>Mercuria confusa</i>										■		■																										
<i>Ancylus fluviatilis</i>											■								■	■	■			■		■	■	■										
<i>Physella acuta</i>	■	■		■		■	■	■	■		■	■	■		■	■	■	■	■	■			■	■		■	■	■							■	■		
<i>Lymnaea truncatula</i>	■								■						■																				■	■		
<i>Lymnaea peregra</i>	■	■		■	■	■				■	■	■			■			■	■	■			■	■		■	■	■						■	■			
<i>Gyraulus albus</i>										■																												
<i>Pisidium casertanum</i>				■																						■	■											
<i>Pisidium personatum</i>											■																											



PRESENCIA



AUSENCIA

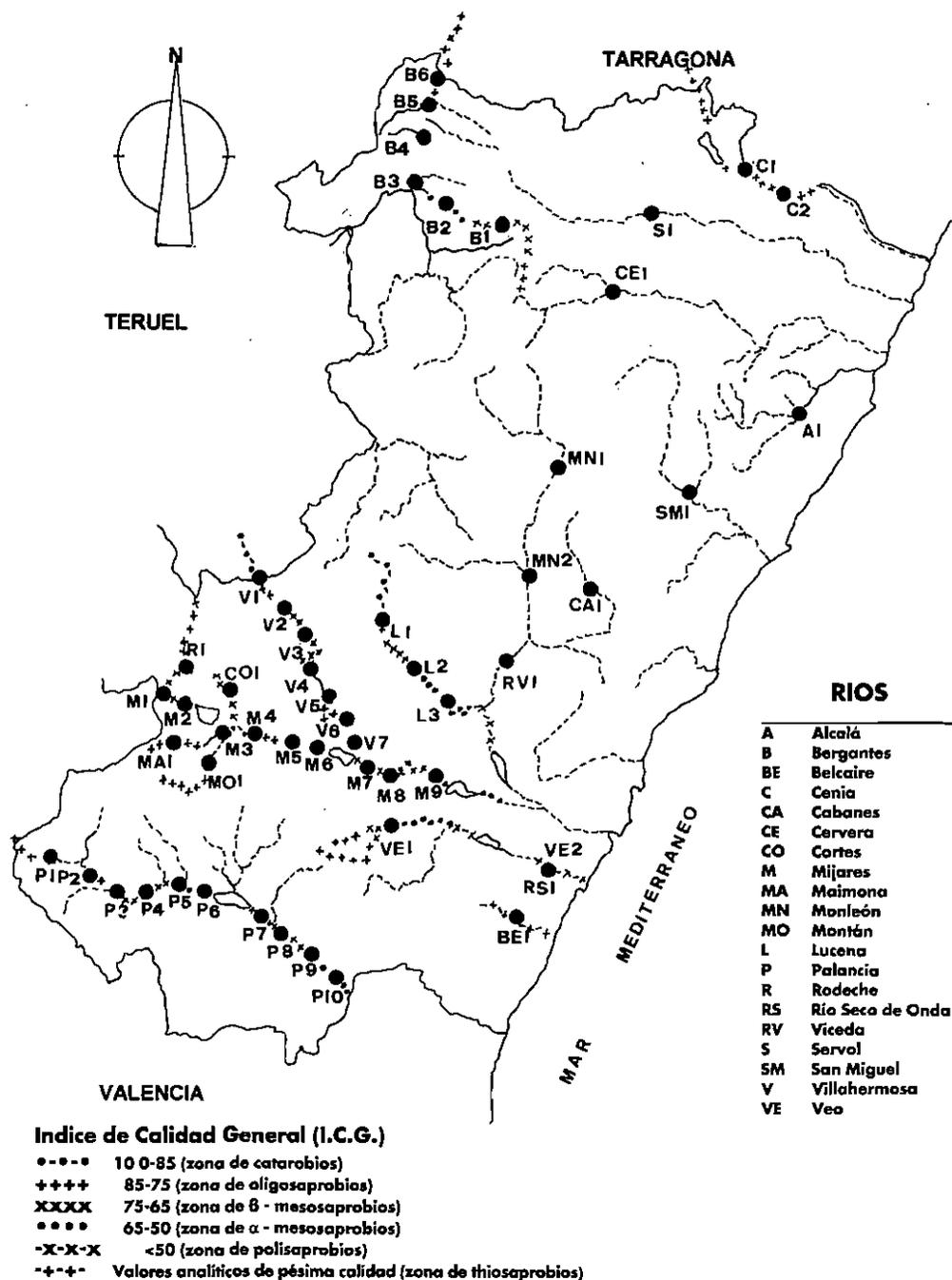


Figura 11.

Dicha sequía afectaría de un modo total a los ríos: Servol, Cervera, Alcalá, San Miguel, Monleón, Cabanes, Rambla de la Viuda, Belcaire (sólo con afluentes de fábricas y curtidos y aguas negras de Val de Uxó) y de un modo parcial a tramos finales de los ríos Cenía, Lucena, Mijares, así como tramos parciales de los ríos Belcaire, Palancia, Veo, Villahermosa, Maimona y Montán.

4.1. Aspectos físico-químicos

1. *Temperatura del agua.* Osciló entre los 8°C de la estación M-2 y los 29°C de la Ve-2. Sin embargo, la mayor parte de los valores se sitúan entre los 18 a 22°C.

No existe una relación de aumento con la distancia, que sería el fenómeno normal, por varias razones:

- a) presencia de presas de regulación en el cauce.
- b) entrada de afluentes en el río principal.
- c) aporte de fuentes y manantiales de tipo termal.
- d) vertidos.

El río Mijares presenta estas cuatro alteraciones si bien, a partir de Montanejos, tiene ya una conducta normal. En un principio sufre un descenso de 2°C debido al aporte de agua por parte de la Central Hidroeléctrica de los Cantos. A continuación se observa un brusco incremento a la altura de Fuente de Baños (Montanejos, M-3) dado su marcado carácter kárstico-termal y, a medida que nos aproximamos al embalse de Sichar, las aguas se van enfriando para, posteriormente, incrementar sus valores (M-6 y M-7).

El río Palancia presenta una conducta similar aunque sólo se observa un incremento de la temperatura en la estación P-6 (Teresa), ya que las aguas se van filtrando y, por lo tanto, el cauce disminuye en caudal, con lo que disminuye también la velocidad de la corriente, dando lugar a la formación de charcas en donde las aguas se calientan por acción solar.

El río Bergantes presenta un comportamiento bastante homogéneo, sobre todo a partir de su resurgir al cauce en la estación B-4, no alterando ya su valor.

El Villahermosa sigue una pauta similar al Bergantes si bien sus temperaturas en cabecera (crenon) son bastante bajas dada la influencia nival que posee este afluente.

Para los demás ríos, los valores son más o menos normales y esperados y más si tenemos en cuenta el escaso número de estaciones de muestreo en ellos ubicadas.

2. *Oxígeno disuelto.* De una forma general, ofrece valores elevados e incluso que sobrepasan el nivel de saturación, sobre todo en tramos de cabecera.

El río Mijares presenta un valor medio de 95,79% de saturación con valores que sobrepasan esta cifra y el nivel de saturación en las estaciones centrales (M-3 y M-4) en las que es bien patente el afloramiento kárstico. Después, tras su paso por distintos embalses, estos valores van disminuyendo, hasta llegar a la última estación en que se presenta el mínimo valor obtenido (85,12%).

En el río Palancia se observa una media próxima a la saturación (99,64%) presentando este río valores muy dispares entre puntos consecutivos debido a tres razones:

- a) la infiltración de la corriente en Teresa con lo que el valor disminuye desde 107,55% a 95,57%.
- b) la fuerte pendiente existente en algunos tramos (P-1 y P-2).
- c) los vertidos detectados en su último tramo (rhitron) antes de su canalización en Sot de Ferrer.

Tanto el Villahermosa como el Bergantes presentan un comportamiento que no concuerda con la tendencia general del contenido de oxígeno, a disminuir con la distancia, si bien la pendiente existente y, sobre todo, el tipo de sustrato (grandes piedras) ayudan a incrementar su valor.

Por otro lado, destacan el río Cenía y el Veo; el primero presenta valores bajos media de 85,59%, ya que las estaciones están situadas tras el paso de la corriente por el embalse de Ulldecona, con lo que las aguas salen de esta presa con una carga muy débil. En el segundo caso observamos la influencia negativa de dos fenómenos,

la eutrofización en Ve-2 y la polución en Ve-1, por lo que el % de O₂ disuelto disminuye ostensiblemente, dando un valor medio de 67,83%.

3. *pH*. Los valores presentados por el pH no condicionan la viabilidad de los organismos acuáticos por estar presentes entre el intervalo 9,1 y 7,5 unidades, con un máximo de estaciones alrededor de 8 unidades por lo que, con respecto a este parámetro, las condiciones que presentan las aguas de la red fluvial castellonense son aptas para la vida en ellas.

4. *Dureza*. Todas las aguas de la presente red fluvial se pueden calificar de duras, ya que sobrepasan con creces los 18°d que marca la escala de laboratorios MERCK para la detección de este valor. De todas formas, en las cabeceras de algunos ríos (Palancia, Villahermosa, Bergantes y Cenía) aparece un carácter de semidureza debido, sin duda, al escaso poder de disolución que presentan las corrientes en dichos puntos así como a la naturaleza de los terrenos drenados.

Por la misma causa anterior también aparecen puntos con aguas muy duras, como es el caso del río Montán (50,2°d) aunque si tenemos en cuenta los vertidos producidos en los últimos kilómetros de cauce de los ríos Palancia y Veo, nos podemos explicar ese brusco incremento de su dureza total (33,6°d en P-10 y 34,6°d en Ve-2).

La dureza debida a carbonatos oscila entre 9,2°d y 16°d lo cual nos indica que los terrenos drenados por los distintos ríos de esta red son muy similares, al tiempo que explica los bruscos incrementos de la dureza total como debidos a vertidos y no a fenómenos de disolución de sustrato. Sólo aparece una excepción que veremos más tarde y se trata del río Bergantes, que posee una media de 12,68°d dentro de un intervalo que no baja de los 10,8°d y supera los 15°d.

5. *Cloruros*. El ión cloruro es un anión que interviene poco en los ciclos biológicos y no es resultado de la meteorización. Por lo tanto, en reótopos no perturbados, los flujos de entrada han de ser iguales a los de salida. Como en todas las cuencas estudiadas se da una pérdida por evapotranspiración, la concentración de este anión resultará incrementada por un factor que dependerá de la importancia de ésta y este incremento

de su concentración aparece como resultado de un lavado del ión acumulado en el suelo durante el estiaje o bien de un vertido urbano.

El río Mijares, al no tratarse de una corriente continua, sino que se ve interrumpida por un buen número de embalses y represamientos, además de gran cantidad de afluentes y manantiales, posee unas cantidades variables de cloruros en disolución que disminuyen a la salida de los embalses y se incrementan a su paso por núcleos urbanos y/o agropecuarios.

Sin embargo, el río Palancia presenta un comportamiento normal con respecto a la concentración de este parámetro ya que aumenta su valor con la distancia al origen. En su cabecera y primera parte de su tramo medio (rhitron) los valores son bajos excepto a su paso por Bejís en donde se incrementan por vertidos urbanos. En las estaciones siguientes se dan procesos de evapotranspiración muy acusados al perder el río gran parte de su caudal de infiltración, por lo que las concentraciones aumentan. Y ya en su tramo final es donde se producen los vertidos más acusados con lo que nos aparecen los valores más altos. Sin embargo, en la última estación se observa una brusca disminución de estos valores que está originada por la naturaleza de los productos vertidos (detergentes y aceites) que enmascaran el resultado de este parámetro, ya que observamos un descenso de 62 ppm entre P-9 y P-10.

6. *Nitratos*. Los valores obtenidos para los nitratos suelen ser de ámbito normal al no superar los 40 ppm, salvo en el caso del río Veo que sí lo hace con valores de 97 y 85 ppm, lo cual indica un grado alto de polución en su curso.

7. *Nitritos y amonio*. El caso de los nitritos y del amonio, formas reducidas del ión nitrato, no es el mismo ya que deberían aparecer valores inferiores a las 0,5 ppm para nitritos y de 0,4 ppm para el amonio (según norma general) y en las tablas de resultados vemos que no es así.

La causa fundamental de estas altas concentraciones es, entre otras, el bajo caudal circulante, con lo cual el agua tiende a estancarse, favoreciendo el proceso de reducción de los nitratos (cuyo origen principal es agropecuario).

Por la razón antedicha, las concentraciones de nitritos y amonio con la distancia no guardan una estrecha relación ya que constantemente se reducen nitritos a amonio y se oxida el ión amonio para dar nitritos, de ahí que aparezcan representados ambos parámetros en las mismas gráficas.

De todas formas, las concentraciones más altas aparecen en los tramos finales de cada uno de los cursos así, el río Palancia presenta 0,215 ppm de nitritos frente a 1,052 ppm de amonio; el río Veo presenta una media de 1,484 ppm de nitritos frente a una media de amonio de 1,893 ppm, etc...

8. *Conductividad.* La conductividad presenta valores comprendidos entre 612 y 1.378 μ nhos/cm con una tendencia general a incrementarse con la distancia ya que este parámetro es una medida indirecta del contenido de sales disueltas y, por lo tanto, del poder de disolución de estas aguas.

A tener en cuenta que en la salida de los embalses, las aguas poseen poca conductividad ya que en el interior de los mismos van depositando sus sales. Además, el aporte de los afluentes navales y manantiales también suele rebajar su valor en el cauce principal. No obstante, en las proximidades de vertidos de tipo inorgánico su valor crece y en cambio, si se trata de vertidos de moléculas de origen orgánico, con frecuencia enmascaran la carga mineral total en disolución.

9. *Fosfatos.* Los fosfatos no son apreciables en líneas generales, dada su escasa concentración en

las muestras, aunque en algunos puntos pueden llegar a concentraciones de hasta 0,019 ppm dando claras muestras del estado eutrófico en que se hallan las aguas en dichos puntos (río Veo en «El Clot» de Burriana). Salvo este caso aislado, no aparecen fenómenos de eutrofización muy patentes, aunque sí se observan indicios de la misma en algunos puntos en que la corriente disminuye de forma acentuada como en los ríos Mijares en M-6 y Palancia en P-6 y P-7.

10. *Silicatos:* Con respecto a los silicatos disueltos es obvio que su origen está en la disolución, en determinadas condiciones, de las rocas que los contienen. Aparecen concentraciones muy similares para todos los puntos de la red fluvial, del orden de 2,5 a 3,1 ppm salvo en los ríos de la zona septentrional, el Cenía y Bergantes, con una concentración mayor. Sin duda, este aumento en la concentración de silicatos viene determinado por la distinta geología de la zona.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado con la ayuda correspondiente al Convenio de Investigación entre la Universidad de Valencia y la Consellería de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana en 1986.

Colaboraron en este estudio los siguientes biólogos: A. Salvador, F. Amela, V. Balaguer, J. Jiménez, A. Sanz, V. V. Escobar y P. Alacid.

SUMMARY

A physico-chemical and biological study of the main river basin from Castellón province (Spain) has been conducted. 48 sampling sites were selected, but only 37 were analysed because of the drought. Sites were sampled during autumn 1986 and spring-summer 1987. 15 physico-chemical parameters were measured. Macroinvertebrate benthonic fauna belonged to five index systematic groups. Fauna was identified to genus and species if it was possible. Water quality was established by the General Quality Index, based on different saprobic levels of macroinvertebrate communities and physico-chemical values. Results are shown on the quality map for sections for each rheotope.

BIBLIOGRAFIA

ADAM W. 1960: *Mollusques terrestres et dulcicoles. Tome 1: Faune de Belgique.* Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Bruxelles. 369 pp.

- ASTON R. J. 1971: «The Oligochaete worms of four Welsh mountain streams». *Nature Wales*, 12: 213-220.
- BALAGUER V. y MARTÍNEZ-LÓPEZ F. 1983: «Datos autoecológicos de *Eiseniella tetraedra* (SAVIGNY, 1826) en la cuenca del río Turia». *VI Bienal de la R.S.E.H.N.* Santiago de Compostela, septiembre 1983.
- BERTRAND H. 1954: *Insectos acuáticos de Europa*. Ed. Paul Lechevalier, París. Vol. I: 556 pp. y vol. II: 547 pp.
- GERMAIN L. 1931: *Faune de France. Tome 22: Mollusques terrestres et fluviatiles*. Librairie de la Fac. des Sciences, París. 896 pp.
- GROSS F. 1976: «Les communautés d'Oligochaetes d'une ruisseau de Plaine. Leur utilisation comme indicateur de la pollution». *Anns. Limnol.*, 12(1): 75-87.
- IGME-IRYDA 1977: *Plan Nacional de Investigación de aguas subterráneas: Investigación hidrogeológica de la cuenca media y baja del Júcar*. Informes técnicos n: 0, 2, 3, 4 y 7. Ed. IGME-IRYDA, Madrid.
- KOLKWITZ R. y MARSSON M. 1908: «Oekologie der pflanzlichen saprobien». *Ber. d. Dent. Bot. Gesells.* 26: 505-519.
- KOLKWITZ R. y MARSSON M. 1908: «Oekologie der tierischen saprobien». *Int. Rerges. Hydrobiol.* 2: 126-152.
- LAFONT L. 1982: *Etude des methodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Informe C.M.A.G.R.E.F., 218 pp.
- MARGALEF R. 1965: *Los organismos indicadores en la Limnología: Biología de las aguas continentales*. XII. Inst. Forestal de Inv. y Experiencias, Madrid, 300 pp.
- MARGALEF R. 1977: *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona. 951 pp.
- MARGALEF R. 1983: *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. 1010 pp.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F. *et al.* 1987: *Estudio de la red fluvial de la provincia de Valencia: Calidad de aguas e Ictiofauna*. Convenio de Investigación entre la Universidad Literaria de Valencia y la Consellería de Agricultura y Pesca de la Generalidad Valenciana. 201 pp.
- MINELLI A. 1979: *Fauna d'Italia: Hirudínea*. Ed. Calderini, Bologna, 152 pp.
- M.O.P.U. 1981: *La vigilancia de la contaminación. I: Tratamiento de los datos de control analítico*. Ed. M.O.P.U., Madrid. 100 pp.
- M.O.P.U. 1983: *Curso sobre indicadores biológicos de calidad de agua*. Ed. M.O.P.U., Madrid. Vol. I: 69 pp. y vol. II: 78 pp.
- MOUTHON J. 1980: *Contribution à l'ecologie des Mollusques des eaux courantes*. Thèse 3^e cycle, Univ. París VI. 169 pp.
- MOUTHON J. 1981: «Typologie des Mollusques des eaux courantes: Organización biotipológica et groupements socioecológicos». *Anns. Limnol.*, 17(2): 143-162.
- PESSON P. 1976: *La pollution des eaux continentales*. Gauthier-Villars Ed. 285 pp.
- PRAT N. *et al.* 1983: «Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat. II: El poblament faunístic i la seva relació amb la qualitat de les aigües». *Estudis i Monografies del Servei del Medi Ambient Dip. Barcelona*, 9: 164 pp.
- QUEREDA J. 1985: *Geomorfología y Clima e Hidrología. La provincia de Castellón de La Plana: Tierras y gentes*. Ed. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón. 450 pp.
- SANCHO 1982: *Atlas de la provincia de Castellón*. Ed. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón.
- SANFELIU T. 1975: «Aportación a la Geología del Valle del Mijares». *Millars*, 2: 193-217.
- SCHOWOERBEL J. 1975: *Métodos de Hidrobiología*. Ed. Blume, Madrid. 262 pp.
- SOS V. 1981: *Geología de la provincia de Castellón*. Ed. Caja de Ahorros de Castellón. 402 pp.
- WENZ W. 1938-1944: «Gastropoda. Teil 1: Allgemeiner teil und prosobranchia». In: O. H. SCHINDEWOLF (ed.). *Handbusch der Paläozoologie* 6, Gebrüger Borntraeger, Berlín. 948 pp.
- ZELINKA M. y MARVAN P. 1966: «Bermeking zu neuen Methoden der saprobiologischen Wasserverteilung». *Verth. int. Verein theor. angew. Limnol.* 16: 817-822.