

La calidad del agua en ciertas estaciones de control del canal Júcar-Turia (período 1994-2001) (*)

BEAMONTE, E.; CASINO, A. Y VERES, E. J. (**)

BERMÚDEZ, J. D. (***)

1. INTRODUCCIÓN

Son dos los principales condicionantes de la composición química y biológica de las aguas superficiales y, en particular, de las de los ríos y canales. Por una parte, la disolución y arrastre de sustancias naturales que son propias de los terrenos por los que previamente han circulado las aguas, que podríamos definir como *contaminación natural*; por otra, la recepción de efluentes generados por la propia actividad humana, urbana, agrícola e industrial, que constituye la *contaminación artificial*.

Cualquier análisis químico-biológico de las aguas manifiesta en sí mismo el efecto conjunto de las dos contaminaciones anteriores, sin que resulte posible, en la mayoría de ocasiones, separarlas e identificarlas plenamente. Además, existe otro factor que influye en la valoración de las contaminaciones anteriores, el *caudal circulante* de los ríos, influido por los estiajes o momentos de riadas y avenidas que producen variaciones en la composición del agua en un mismo punto del cauce de los mismos.

De ahí la importancia que tiene el definir un concepto de *calidad* del agua que permita efectuar una abstracción total, tanto del origen

(*) Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Valencia con cargo al proyecto 20010738. Agradecemos a la Confederación Hidrográfica del Júcar la disponibilidad de la información utilizada. Los comentarios efectuados por los evaluadores han resultado de gran utilidad en la versión final de este trabajo.

(**) Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Valencia.

(***) Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Universidad de Valencia.

como de los efectos de un determinado comportamiento hidráulico, y que resulte de su composición en sí misma. Al respecto, debe entenderse que una calidad determinada ha de hacer referencia a un uso también preestablecido, presentando cada uno de ellos requerimientos específicos (Poch, 1999). Es por ello la consideración de distintas categorías según empleos, de las que las más usuales son la de las aguas prepotables, piscícolas y para el riego. Si bien el uso del agua debe considerarse desde un punto de vista agregado, dado que lo que para una actividad puede ser una pérdida, no lo sería para el sistema en su conjunto (Mateos *et al.*, 1996), el presente trabajo se centrará en el primero de los empleos citados.

Cada una de las categorías está debidamente valorada mediante indicadores recogidos en las correspondientes Directivas de la Comisión Europea y sendos manuales de interpretación (Consejo de las Comunidades Europeas, 1991 y 2000; Ministerio de Medio Ambiente, 1998a, 1998b y 1998c). Sin embargo, es evidente la inevitable dependencia y colisión de estos criterios entre sí. De hecho, la Comisión Europea señaló ya a la actividad agraria –que la sociedad española sigue percibiendo como una actividad inofensiva para el medio ambiente– como principal responsable de la pérdida de calidad de las aguas destinadas al consumo humano en el conjunto de la Unión Europea (Izcara, 2000). Existen diversos trabajos que ponen de manifiesto la existencia de un preocupante grado de contaminación de las aguas subterráneas destinadas al abastecimiento público, por sobretratamientos agrícolas, en la franja del litoral mediterráneo, caracterizada por una agricultura intensiva de regadío (Romero, 1993; Vera y Romero, 1994).

La calidad del agua según su uso se definirá, pues, en función de un conjunto de parámetros o variables, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. Aquellas aguas que cumplan con los patrones preestablecidos para el conjunto de parámetros considerados serán aptas para la finalidad a la que se las destina; en caso contrario, deberán ser objeto de tratamiento o depuración previa. Incluso, pueden establecerse diferentes categorías de clasificación de calidad, atendiendo a la existencia de parámetros con valores inadmisibles o, simplemente, mejorables.

La política comunitaria de aguas se centra, de manera prácticamente exclusiva, en la protección de su calidad. De ahí la importancia de disponer de trabajos sobre este aspecto, toda vez que en la actualidad no existen estudios sistemáticos sobre la calidad del agua, si bien algunos indicadores –ya directamente relacionados, ya correlacionados, por ejemplo el consumo de agua embotellada– proporcionan

información suficiente para considerar la calidad de las aguas como tema preocupante (Aguilera *et al.*, 1998). No obstante, y a nivel local con problemáticas muy específicas, existen ya informes que señalan el deterioro de la calidad provocado por la contaminación agrícola y urbana (Ministerio de Obras Públicas y UNESCO, 1975 y Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1981). La actitud general existente hasta los años ochenta, en la que los conflictos sociales sobre el agua fueron, sobre todo, de carácter distributivo y relacionados con la cantidad, están dando paso a un incremento de la atención al problema de la calidad (existencia de nitratos, vertido de residuos, contaminación varia, salinización de acuíferos, etc.). A pesar de ello y de su enorme influencia en el desarrollo sostenible, tampoco se conoce en la literatura la existencia de un indicador global de la calidad del agua que sea de fácil construcción y de sensible aplicación para la mayoría de situaciones y acuíferos (Hueting, 1991).

En este trabajo pretendemos comparar la calidad del agua que circula por dos puntos de control concretos (análisis transversal), en la sospecha de que no existe variación significativa, así como determinar si dicha calidad ha sufrido variación a lo largo del período de referencia de los datos disponibles (análisis longitudinal), al intuir que se ha producido una gradual mejoría en el tiempo. Los elementos para resolver ambas cuestiones se describen en los dos siguientes apartados.

2. LA RED DE ESTACIONES DE CONTROL

A fin de medir la calidad de las aguas de los ríos, los órganos de la Administración española encargados de la policía y vigilancia de las aguas públicas –las Comisarías de Aguas de las Confederaciones Hidrográficas– han establecido una red de estaciones de control en las que, de modo sistemático y con distinta periodicidad según usos, se efectúan tomas de muestras para su posterior análisis y medición.

En el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar hay establecido un conjunto de esas estaciones de control. Así, diseminadas a lo largo de toda la cuenca, existen 26 estaciones de control para el agua prepotable, 128 estaciones de control para el uso piscícola y 130 estaciones de medición de la calidad del agua para el riego. Cada una de estas estaciones tiene una ubicación fija, seleccionada como un punto del cauce de relativo fácil acceso, perfectamente definido en mapa y en coordenadas geográficas, pudiendo compartir su finalidad alguna de ellas.

Dado su objetivo, este trabajo se centró inicialmente en cuatro estaciones de control del agua prepotable, debido a la importancia de éstas en la garantía del agua suministrada para el consumo humano, y aunque éste represente menos del 5 por ciento del consumo total de agua (Bielsa y Duarte, 2000). Concretamente, las estaciones objeto de atención son las codificadas como K520, H603, H602 e I603. Todas ellas constituyen la red de control del agua prepotable del canal Júcar-Turia, que es la canalización básica que traslada el agua de la presa de Tous, en donde se alimenta, primeramente a la planta potabilizadora de Picasent para su tratamiento al consumo de la ciudad de Valencia, llegando con posterioridad hasta la ciudad de Sagunto. Sin embargo, la estructura de los datos –poca información y con muchas lagunas y saltos internos– obligó, finalmente, a descartar las dos primeras, por lo que definitivamente los análisis estadísticos realizados se han centrado sobre la información de las estaciones H602 e I603.

Las Directivas 75/440/CEE y 79/869/CEE establecen la subdivisión de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en tres grupos: A1, A2 y A3, que corresponden a tres procesos de tratamiento tipo adecuados para la potabilización de las aguas. Así, por ejemplo, las aguas de la categoría A2 exigen un tratamiento físico y químico normales de desinfección; mientras que las calificadas como A3 tienen un nivel de exigencia mayor, al ser sus tratamientos intensivos, junto al afino y desinfección. Aguas calificadas en niveles superiores al A3 sólo pueden ser de abastecimiento a la población previa elaboración de un plan de gestión de mejora en la calidad que incluya el tratamiento adecuado, incluida la mezcla.

3. PARÁMETROS Y DATOS

Teniendo en cuenta su finalidad, cada tipo de uso del agua tiene un conjunto de parámetros para su medición, en muchas ocasiones coincidentes y/o relacionados entre sí. Es el caso, por ejemplo, del nitrato, con influencia en la medición de la calidad del agua tanto para fines de consumo humano como para el riego (Izcara, 2000). Por tanto, la calidad del agua prepotable vendrá medida a través de parámetros específicos.

Todos los parámetros que se utilizan habitualmente son indicadores de estado, según el esquema clasificatorio propuesto por la OCDE (OCDE, 1993 y 1997), en el que se distinguen los indicadores según sean de presión, de estado y de cambio. Evidentemente, hay que ser

conscientes de los problemas que presentan los indicadores de estado para evaluar los sistemas medioambientales, y que están relacionados con la falta de linealidad, con los retardos que se producen en las respuestas y con la dificultad de establecer una causalidad clara entre el factor o factores que producen el efecto y la respuesta de los ecosistemas (Peco *et al.*, 1998). De ahí que la mayoría de los indicadores agroambientales propuestos en la literatura sean indicadores de presión y no, como sería deseable, de estado (Brouwer, 1995; Hammond *et al.*, 1995).

Centrándonos en el agua prepotable, esto es, la susceptible de ser consumida por la población, existen dos grandes tipos de parámetros: los *imperativos* y los parámetros *guía*. Los valores admisibles de los primeros son obligatorios, mientras que los de los segundos son orientativos. De ahí que el diagnóstico final de la calidad del agua deba hacerse sólo a partir de los valores imperativos, si bien los parámetros guía establecen, en todo caso, posibles alarmas en la evolución de la calidad medida.

La determinación de los valores admisibles para los parámetros que configuran la calidad del agua destinada al consumo público es una materia de reciente consideración en la sociedad española, a diferencia de otras sociedades europeas que manifestaron rápidamente su preocupación por la incidencia e implicaciones de las directivas de la Unión Europea. La normativa aplicable se ha modificado profundamente en los últimos años. La Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público de 1982 -modificada en 1990 al incorporar al derecho nacional la normativa europea- era inicialmente una reglamentación mucho menos restrictiva que las Directivas 75/440/CEE y 79/689/CEE, y establecía una figura intermedia entre las aguas potables y las no potables, las *aguas sanitariamente permisibles*, cuya distribución y consumo se permitía en situaciones excepcionales, de manera que las aguas no potables eran sólo las contaminadas por productos tóxicos, radioactivos o por contaminación fecal. Frente a esta tolerancia, la existencia de parámetros imperativos en la reglamentación europea deja fuera de uso parte del agua superficial tradicionalmente utilizada con fines de consumo público. Aparte de la consideración de cíclicas sequías, este cambio normativo provoca graves problemas de escasez de agua para consumo humano, agravados por el aumento de la demanda -en zonas turísticas, en colisión con otros usos- y por su progresivo deterioro de calidad por salinización de acuíferos, sobreexplotación de acuíferos, etc. (Blanco, 1997). Resultaría interesante realizar un análisis

comparado –si bien queda fuera de los objetivos de este trabajo– de la incidencia de los criterios normativos sobre el caudal y calidad del agua susceptible de consumo por parte de la población, y su cuantificación.

El cuadro 1 recoge los parámetros imperativos tal y como son contemplados por la Directiva 75/440/CEE. Se relacionan las unidades de medida y los valores límite para cada uno de ellos y para cada nivel de calidad.

Cuadro 1

LÍMITES DE CALIDAD PARA LOS VALORES IMPERATIVOS

Parámetro	Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Coloración	<i>color</i>	mg/l escala Pt	20 (*)	100 (*)	200 (*)
Temperatura	<i>temper</i>	°C	25 (*)	25 (*)	25 (*)
Nitrato	<i>nitrat</i>	mg/l	50 (*)	50 (*)	50 (*)
Fluoruro	<i>fluoru</i>	mg/l	1,5		
Hierro disuelto	<i>fedisu</i>	mg/l	0,3	2	
Cobre	<i>cobre</i>	mg/l	0,05 (*)		
Cinc	<i>zinc</i>	mg/l	3	5	5
Arsénico	<i>arseni</i>	mg/l	0,05	0,05	0,1
Cadmio	<i>cadmio</i>	mg/l	0,005	0,005	0,005
Cromo total	<i>crotot</i>	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plomo	<i>plomo</i>	mg/l	0,05	0,05	0,05
Selenio	<i>seleni</i>	mg/l	0,01	0,01	0,01
Mercurio	<i>mercur</i>	mg/l	0,001	0,001	0,001
Bario	<i>bario</i>	mg/l	0,1	1	1
Cianuro	<i>cianur</i>	mg/l	0,05	0,05	0,05
Sulfato	<i>sulfat</i>	mg/l	250	250 (*)	250 (*)
Fenol	<i>fnols</i>	mg/l	0,001	0,005	0,1
Hidrocarb. disueltos	<i>hcdisu</i>	mg/l	0,05	0,2	1
Hidrocarb. aromáticos	<i>hcorp</i>	mg/l	0,0002	0,0002	0,001
Plaguicidas totales	<i>plagut</i>	mg/l	0,001	0,0025	0,005
Amoniaco	<i>amonía</i>	mg/l	1,5	1,5	4 (*)

(*) Valores imperativos que admiten excepciones por causas naturales.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

En este trabajo se utilizan los siguientes parámetros imperativos: amoníaco, bario, cinc, coloración, hierro disuelto, fluoruro, hidrocarburos disueltos, nitrato, sulfato y temperatura. Ello es debido a que, en las dos estaciones consideradas, prácticamente la totalidad

de las mediciones efectuadas de los parámetros desechados toman valores iguales a cero, por lo que al existir tal coincidencia no son determinantes a la hora de establecer comportamientos diferenciales entre ambas estaciones de control, objetivo perseguido por el presente trabajo.

A su vez, y para completar las variables utilizadas, se han añadido en el análisis estadístico los parámetros guía que se muestran en el cuadro 2, considerados relevantes en la respectiva Directiva de la Comunidad Europea.

Cuadro 2

LÍMITES DE CALIDAD PARA LOS VALORES GUÍA

Parámetro	Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Cloruro	<i>clorur</i>	mg/l	200	200	200
Conductividad	<i>cond</i>	μS/cm a 20 °C	1.000	1.000	1.000
Demanda bioquímica de oxígeno	<i>dbo5</i>	mg/l O ₂	3	5	7
Manganeso	<i>mangan</i>	mg/l	0,05	0,1	1
Sólidos en suspensión	<i>solsus</i>	mg/l	25		

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Se ha considerado también el parámetro correspondiente al caudal circulante del río en el momento de la toma de los datos, en la sospecha de su posible incidencia sobre los valores de los demás parámetros. Sin embargo, el estudio de las correlaciones entre aquél y los parámetros imperativos y guía tratados dan como resultado la falta de correlación entre ellos, por lo que en varios de los análisis posteriores se ha prescindido del valor del caudal circulante en el momento de la toma de los demás datos.

Respecto a los datos, la Directiva 79/869/CEE establece la periodicidad en la toma de muestras de agua, atendiendo al parámetro a medir y a la tipología de la estación de control. En resumen, se muestra con más intensidad en aquellas estaciones de control cuya agua es, tradicionalmente, de peor calidad, así como se intenta obtener más información de aquellos parámetros considerados de mayor relevancia por su incidencia en la calidad del agua.

Los criterios anteriores dan lugar a cierta irregularidad en la periodicidad de los datos. De ahí que haya datos mensuales, bimensuales,

trimestrales, cuatrimestrales, semestrales e incluso anuales. Además, las estaciones de control no permanecen a lo largo de todo el período estudiado, que abarca desde marzo de 1994 hasta septiembre de 2001, apareciendo y desapareciendo sin patrones fijos a lo largo de ese período de tiempo. En efecto, criterios de oportunidad, de actualización y renovación de las instalaciones dan como resultado la desaparición temporal de ciertas estaciones de control, que retoman su actividad de medida pasado cierto lapso de tiempo.

Se ha podido constatar, comparando datos para el conjunto de todas las estaciones prepotables, que el comportamiento de las estaciones difiere entre sí, atendiendo al tramo del río o ubicación concreta de la estación. Este hecho, junto a la estructura de la información existente, ha motivado la consideración exclusiva en el trabajo de las dos estaciones ya citadas, H602 e I603.

Cuando efectuada la medición de un parámetro su pequeño valor no es detectado por el instrumento de medida, se le ha asignado el valor cero para distinguirlo de la auténtica falta de dato, justificado este proceder en que el pequeño valor de medición estaba muy alejado de su límite de significatividad.

Finalmente, la conductividad se ha medido utilizando tres parámetros físicos diferentes: *condcm*, *cond20* y *cond25*, que expresan, respectivamente, la conductividad de campo, a 20° C y a 25° C, y que están medidos en idénticas unidades, milisiemens por unidad de longitud, $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para cualquier estación, la representación gráfica temporal de los valores anteriores demuestra una distribución de ellos que no se solapa en el tiempo. Además, en el gráfico 1 se observa que, en cualquier caso, los semejantes valores de los parámetros implican la medición de una misma magnitud y, si bien la capacidad de movilidad de los iones para conducir la electricidad se ve afectada por la temperatura, las variaciones producidas en el intervalo de temperaturas no inferiores a 15° C y no superiores a 25° C no son significativas (Poch, 1999). Ello nos ha conducido a analizarlos como un mismo parámetro, sin efectuar distinción alguna entre ellos.

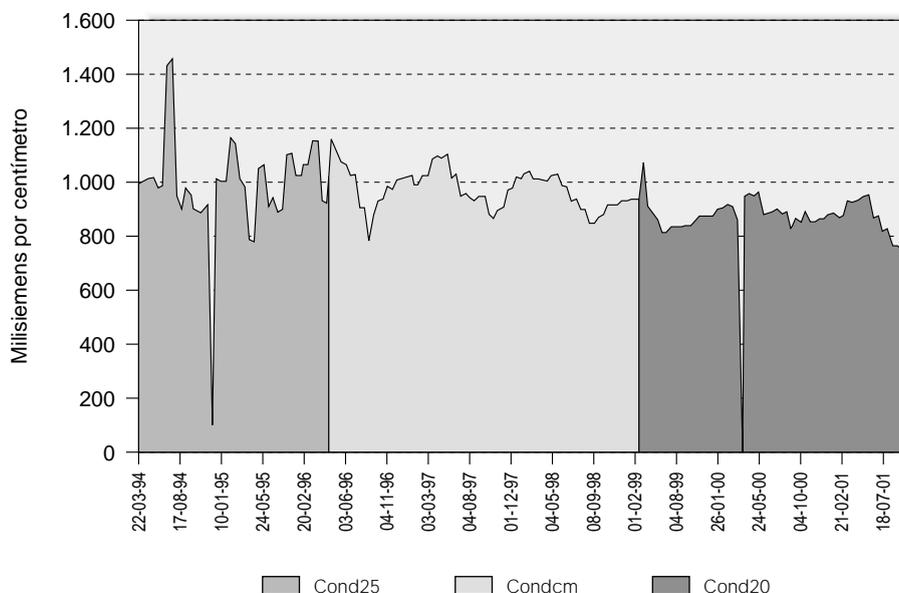
Con estos criterios, la estructura de los datos tras la selección de los quince parámetros considerados para las dos estaciones de control estudiadas, se recoge en el cuadro 3.

El cuadro 4 recoge ciertos estadísticos descriptivos de los parámetros estudiados, para el conjunto de las dos estaciones analizadas.

A destacar que casi todos los parámetros, salvo el sulfato (*sulfat*), la temperatura (*temper*), el cloruro (*clorur*) y la conductividad (*cond*) tienen como valor mínimo cero, y que también otros muchos toman en promedio valores muy pequeños.

Gráfico 1

Evolución temporal de la conductividad en las estaciones H602 e I603



Cuadro 3

NÚMERO DE OBSERVACIONES UTILIZADAS EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES H602 E I603

Parámetro	H602			I603		
	01.03.94 a 30.09.01	01.03.94 a 28.02.97	01.10.98 a 30.09.01	01.03.94 a 30.09.01	01.03.94 a 28.02.97	01.10.98 a 30.09.01
Amoniaco (<i>amotot</i>)	84	31	34	84	31	34
Bario (<i>bario</i>)	8	4	2	8	4	2
Coloración (<i>color</i>)	76	23	34	76	23	34
Hierro disuelto (<i>fedisu</i>)	30	12	12	30	12	12
Fluoruro (<i>fluoru</i>)	8	4	2	8	4	2
Hidrocarb. disueltos (<i>hcdisu</i>)	8	4	2	8	4	2
Nitrato (<i>nitrat</i>)	80	27	34	80	27	34
Sulfato (<i>sulfat</i>)	79	26	34	79	26	34
Temperatura (<i>temper</i>)	84	31	34	83	31	33
Cinc (<i>zinc</i>)	30	12	12	30	12	12
Caudal (<i>caudal</i>)	16	15	1	19	18	1
Cloruro (<i>clorur</i>)	84	31	34	84	31	34
Conductividad (<i>cond</i>)	84	31	34	83	31	33
DBO5 (<i>dbo5</i>)	83	30	34	84	31	34
Manganeso (<i>mangan</i>)	29	11	12	29	11	12
Sólidos en suspensión (<i>solsus</i>)	84	31	34	84	31	34

Cuadro 4

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS PARÁMETROS DE LAS ESTACIONES H602 E I603

	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
<i>amotot</i>	168	0	1,7	4,81E-02	0,17
<i>bario</i>	16	0	0,07	2,28E-02	2,72E-02
<i>color</i>	152	0	102	6,07	13,36
<i>fedisu</i>	60	0	0,17	8,17E-03	2,53E-02
<i>fluoru</i>	16	0	0,32	0,25	7,27E-02
<i>hcdisu</i>	16	0	0,66	6,44E-02	0,17
<i>nitrat</i>	160	0	21	5,9	3,58
<i>sulfat</i>	158	170	475	262,92	40,81
<i>temper</i>	167	8	29,3	18,28	5,56
<i>zinc</i>	60	0	0,09	6,93E-03	1,51E-02
<i>caudal</i>	35	0	5	1,87	1,17
<i>clorur</i>	168	41	300	81,13	34,69
<i>cond</i>	167	99	1.454	943,74	121,64
<i>dbo5</i>	167	0	15	1,67	2,25
<i>mangan</i>	58	0	0,06	2,78E-03	1,09E-02
<i>solsus</i>	168	0	91	9,36	11,69

4. OBJETIVOS DEL TRABAJO: FORMALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS A CONTRASTAR

El canal Júcar-Turía canaliza el agua prepotable que abastece a las ciudades de Valencia y Sagunto, previa potabilización en la planta de Picasent. El agua que circula por él tiene características diferenciadas respecto a la corriente de agua habitual en un río, dada la teórica imposibilidad de que las aguas accedan al canal si no es por medio de su regulación inicial. Este hecho debe determinar la semejanza de la calidad del agua en todas las estaciones de control situadas en el canal.

Una vez descritos los elementos que vamos a utilizar en los análisis estadísticos posteriores, el presente trabajo pretende, tal y como se ha apuntado en su introducción, un doble objetivo. En primer lugar, constatar estadísticamente la certeza de la hipótesis apuntada con anterioridad: la uniformidad de la calidad del agua a lo largo de todo el recorrido por el canal. Como son dos los puntos de control analizados en dicho canal, la hipótesis a contrastar se concreta de la siguiente forma: la calidad del agua de las estaciones H602 e I603 es la misma.

En segundo lugar, el trabajo pretende también constatar la existencia o no de igualdad en la calidad del agua a lo largo del tiempo. En definitiva, se pretende determinar si en el período de referencia de los datos ha existido una variación en la calidad del agua y, en su caso, en qué sentido. En caso de que fuera cierta la hipótesis formulada para el primer objetivo, la correspondiente hipótesis a contrastar para abordar esta segunda finalidad sería la siguiente: la calidad del agua que circula por el canal Júcar-Turia no ha variado a lo largo del período 1994-2001.

Para el segundo objetivo se han creado dos grupos temporales para las mediciones de los parámetros: las comprendidas desde marzo de 1994 a febrero de 1997 y las observadas entre octubre de 1998 y septiembre de 2001.

Para alcanzar este doble objetivo se ha utilizado un diseño de medidas repetidas, considerando como unidad experimental la fecha de medición, y en el que las dos estaciones constituyen un factor intra-unidades experimentales y los dos grupos temporales un factor entre-unidades experimentales.

Queda fuera del presente trabajo la cuantificación económica de una posible mejora en la clasificación del nivel administrativo de la calidad del agua, si bien es evidente que menores exigencias en el tratamiento del agua para su consumo por la población dan lugar a ahorros en su coste final.

5. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados se ha utilizado el paquete estadístico SPSS versión 10.0.

5.1. Análisis comparativo de la calidad del agua de las estaciones H602 e I603

En primer lugar, realizamos un estudio multivariante comparando los vectores de medias de los parámetros en los cuatro grupos (dos estaciones y dos referencias temporales). Para este estudio sólo se utilizaron aquellos parámetros para los que disponíamos de medidas mensuales: amoníaco (*amotot*), coloración (*color*), nitrato (*nitrat*), sulfato (*sulfat*), temperatura (*temper*), cloruro (*clorur*), conductividad (*cond*), demanda bioquímica de oxígeno (*dbo5*) y sólidos en suspensión (*solsus*), dado que la inclusión de los otros parámetros provocaba una drástica disminución del número útil de datos, imposibilitando su estudio multivariante. Como el factor intra-individuos sólo tiene dos niveles, la comparación entre las dos estaciones se reduce

a calcular –en cada fecha y para cada parámetro– la diferencia entre las medidas observadas en ambas estaciones y contrastar si las medias de los vectores diferencias son iguales a cero.

La comparación propuesta se realiza utilizando un MANOVA de una vía de clasificación, procedimiento que proporciona un análisis de regresión y un análisis de varianza para variables dependientes múltiples, lo que permite contrastar la hipótesis sobre el efecto diferencial de los parámetros estudiados en la calidad media observada en cada estación de control (Peña, 2002a y 2002b). El resultado obtenido confirma la igualdad de la calidad del agua de las dos estaciones, no apreciándose ninguna diferencia estadísticamente significativa. Los resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5

MANOVA DE UNA VÍA DE CLASIFICACIÓN

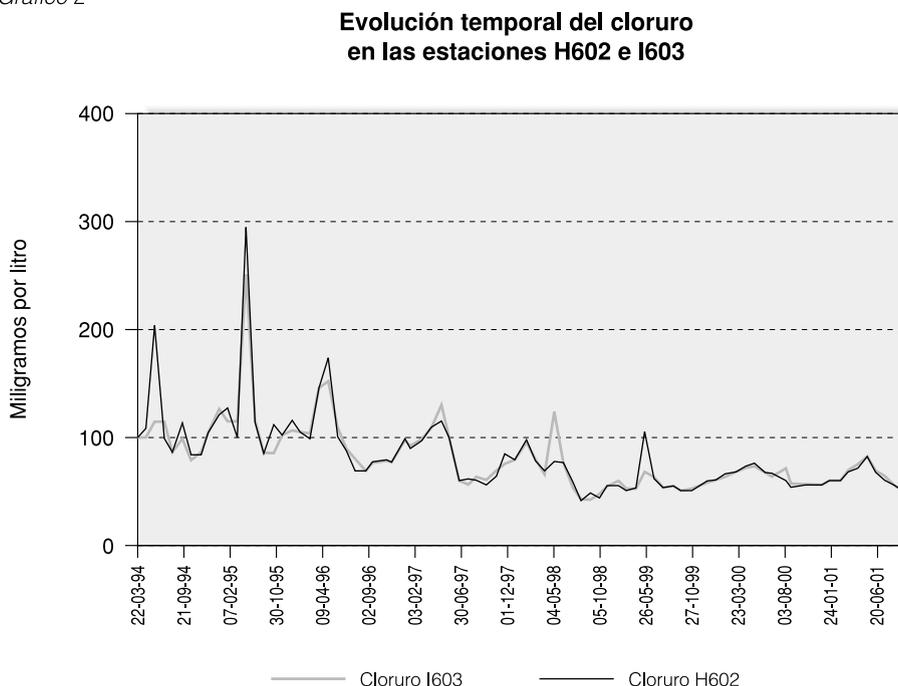
Effecto	Valor	F	Grados de libertad de la hipótesis	Grados de libertad del error	Significac.
Interceptación Traza de Pillai	0,03	0,34 ^a	9	91	0,96
Lambda de Wilks	0,97	0,34 ^a	9	91	0,96
Traza de Hotelling	0,03	0,34 ^a	9	91	0,96
Raíz mayor de Roy	0,03	0,34 ^a	9	91	0,96
Grupo temporal Traza de Pillai	0,03	0,26 ^a	9	91	0,98
Lambda de Wilks	0,97	0,26 ^a	9	91	0,98
Traza de Hotelling	0,03	0,26 ^a	9	91	0,98
Raíz mayor de Roy	0,03	0,26 ^a	9	91	0,98

a: Estadístico exacto.

A pesar de ello, también realizamos estudios univariantes comparando las dos estaciones, parámetro a parámetro, utilizando técnicas de contrastación estadística para la igualdad de medias (Peña, 2002a y 2002b), tanto paramétricas (contraste de la t de Student) como no paramétricas (test de Mann-Whitney, test de los rangos y prueba de los signos), sin encontrar ninguna diferencia entre ambas. Del análisis de las respectivas correlaciones se concluye la igualdad de prácticamente todos los parámetros estudiados. Tal vez, el único hallazgo llamativo, del que de momento no conocemos su explicación, es la escasa correlación observada entre las medidas del amoníaco (*amotot*) obtenidas en las dos estaciones. Esta correlación es de 0,148, con significatividad asociada de 0,178. Las demás correlaciones son bastante mayores, muchas de ellas superiores a 0,9. A modo de ejemplo,

el gráfico 2 muestra la práctica coincidencia de los valores observados para el cloruro (*clorur*) en ambas estaciones.

Gráfico 2



También los contrastes no paramétricos del test de los rangos y la prueba de los signos confirman la no significatividad de la diferencia de estaciones para todos los parámetros estudiados, con la única excepción de la conductividad (*cond*). A modo de ejemplo, en el cuadro 6 se recogen los estadísticos de contraste y sus significatividades en la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Cuadro 6

**ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE Y SIGNIFICATIVIDADES DEL TEST DE LOS RANGOS
CON SIGNO DE WILCOXON**

	<i>amotot</i>	<i>bario</i>	<i>color</i>	<i>fedisu</i>	<i>fluoru</i>	<i>hcdisu</i>	<i>nitrat</i>	<i>sulfat</i>
Z	-0,93 ^a	-1,1 ^a	-0,79 ^b	-1,63 ^b	-0,5 ^b	-0,73 ^b	-1,87 ^a	-0,36 ^a
Significación asintótica (bilateral)	0,35	0,27	0,43	0,1	0,62	0,47	0,06	0,72

a: Basado en los rasgos positivos.

b: Basado en los rasgos negativos.

Cuadro 6 (Continuación)

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE Y SIGNIFICATIVIDADES DEL TEST DE LOS RANGOS
CON SIGNO DE WILCOXON

	<i>temper</i>	<i>zinc</i>	<i>caudal</i>	<i>clorur</i>	<i>cond</i>	<i>dbo5</i>	<i>mangan</i>	<i>solsus</i>
Z	-1,61 ^a	-1,26 ^b	-1,6 ^b	-0,31 ^a	-2,77 ^b	-0,92 ^b	-1,6 ^b	-1,71 ^a
Significación asintótica (bilateral)	0,11	0,21	0,11	0,76	0,01	0,36	0,11	0,09

a: Basado en los rasgos positivos.

b: Basado en los rasgos negativos.

Así pues, y a la vista de los resultados obtenidos, decidimos considerar iguales las dos estaciones, en lo referente a la calidad del agua circulante por ellas, por lo que procedimos a considerar los datos conjuntos para acometer el segundo de los objetivos propuestos.

5.2. Análisis comparativo de la calidad del agua en el período 1994-2001

Decidida la igualdad de la calidad del agua en las dos estaciones del canal, pasamos a comparar las mediciones efectuadas en los dos grupos temporales comentados con anterioridad.

La estructura y disponibilidad de los datos motiva la elección de los instrumentos de análisis aquí utilizados. En efecto, no existe igual número de datos para todos los parámetros considerados, y dicho número no es suficientemente grande, imposibilitando en muchas ocasiones la utilización de técnicas de análisis temporal de series. Además, las referencias temporales de los datos no siguen una periodicidad uniforme, existiendo frecuentes lagunas temporales que impiden la detección de posibles estacionalidades. No obstante, si la estructura de la información lo permitiera cobrarían pleno sentido los análisis temporales aquí obviados como complemento metodológico a los instrumentos estadísticos utilizados en este trabajo. En Beamonte *et al.* (2002a) puede consultarse un ejemplo de aplicación de esta metodología.

Así pues, los datos disponibles se han agrupado en dos grandes grupos. El primero recoge la información cuya referencia temporal comprende los tres primeros años completos estudiados: de marzo de 1994 a febrero de 1997. El segundo, a su vez, recoge la información cuya referencia temporal comprende los tres últimos años completos estudiados: de octubre de 1998 a septiembre de 2001. Al mismo tiempo, y dado que el análisis estadístico finalmente elegido

consiste otra vez en la comparación de medias, el no considerar los datos del período intermedio (el que abarca desde marzo de 1997 hasta septiembre de 1998) asegura la existencia de un salto en la información que enfatiza la posible existencia o no de diferencias en el comportamiento promedio de los parámetros.

El cuadro 7 recoge el promedio y límites de control superior e inferior de los correspondientes gráficos de control de las observaciones individuales de los parámetros estudiados para las referencias temporales explicitadas.

Cuadro 7

PROMEDIO Y LÍMITE SUPERIOR (LCS) E INFERIOR (LCI) DE LOS CORRESPONDIENTES GRÁFICOS DE CONTROL

Variable	Líneas control	01.03.94-30.09.01	01.03.94-28.02.97	01.10.98-30.09.01
<i>amotot</i>	LCS	0,23	0,5	0,1
	Promedio	0,05	0,11	0,02
	LCI	0*	0*	0*
<i>bario</i>	LCS	0,06	0,08	0,05
	Promedio	0,02	0,02	0,05
	LCI	0*	0*	0,04
<i>color</i>	LCS	17,57	41,91	7,55
	Promedio	6,07	14,85	2,12
	LCI	0*	0*	0*
<i>fedisu</i>	LCS	0,03	0,08	0
	Promedio	0,01	0,02	0
	LCI	0*	0*	0
<i>fluoru</i>	LCS	0,38	0,43	0,27
	Promedio	0,25	0,24	0,25
	LCI	0,11	0,05	0,22
	LCS	0,36	0,13	0
<i>hcdisu</i>	Promedio	0,06	0,03	0
	LCI	0*	0*	0
<i>nitrat</i>	LCS	10,75	11,65	11,79
	Promedio	5,9	5,54	6,3
	LCI	1,04	0*	0,81
<i>sulfat</i>	LCS	322,08	360,02	292,09
	Promedio	262,92	269,32	265,99
	LCI	203,76	178,61	239,89
<i>temper</i>	LCS	23,52	22,24	23,34
	Promedio	18,28	17,44	17,97
	LCI	13,04	12,64	12,6
<i>zinc</i>	LCS	0,02	0,02	0,04
	Promedio	0,01	0,01	0,01
	LCI	0*	0*	0*

(*) Los límites de control inferior que han resultado ser negativos se han sustituido por 0.

Cuadro 7 (Continuación)

PROMEDIO Y LÍMITE SUPERIOR (LCS) E INFERIOR (LCI) DE LOS CORRESPONDIENTES
GRÁFICOS DE CONTROL

Variable	Líneas control	01.03.94-30.09.01	01.03.94-28.02.97	01.10.98-30.09.01
<i>clorur</i>	LCS	112,45	161,82	72,52
	Promedio	81,13	107,53	60,08
	LCI	49,81	53,24	47,65
<i>cond</i>	LCS	1.073,36	1.237,42	942,47
	Promedio	943,74	989,55	882,21
	LCI	814,12	741,68	821,95
<i>dbo5</i>	LCS	5,49	7,04	4,92
	Promedio	1,67	2,2	1,26
	LCI	0*	0*	0*
<i>mangan</i>	LCS	0,01	0,02	0
	Promedio	0	0,01	0
	LCI	0*	0*	0*
<i>solsus</i>	LCS	24,58	45,63	12,34
	Promedio	9,36	17,19	4,21
	LCI	0*	0*	0*

(*) Los límites de control inferior que han resultado ser negativos se han sustituido por 0.

Comparando los resultados obtenidos en los dos subperíodos definidos se observa que para la mayor parte de los parámetros el promedio referido al segundo subperíodo temporal es inferior al del primero. Además, los límites de control revelan que en el segundo de los subperíodos se produce, con respecto al primero, una importante reducción en la variabilidad asociada a la práctica totalidad de los parámetros.

Las conclusiones anteriores se confirman con análisis estadísticos complementarios. En efecto, nuevamente iniciamos el estudio con un análisis multivariante, comparando los vectores de medias de los parámetros en los dos grupos temporales, en donde también utilizamos solamente aquellos para los que están disponibles medidas mensuales. El test T^2 de Hotelling para la comparación de dos vectores de medias proporcionó un resultado altamente significativo ($p < 0,001$). De ahí que podamos concluir la existencia de un cambio temporal en las observaciones realizadas en el canal. Los resultados se muestran en el cuadro 8.

El estudio multivariante lo complementamos con análisis univariantes utilizando nuevamente las técnicas paramétricas y no paramétricas empleadas en el apartado anterior. Las conclusiones más destacables de las paramétricas pueden resumirse en el siguiente hecho:

Cuadro 8

TESTS MULTIVARIANTES PARA EL CONTRASTE DE LA IGUALDAD DE VECTORES DE MEDIAS

Efecto	Valor	F	Grados de libertad de la hipótesis	Grados de libertad del error	Significac.	
Interceptación	Traza de Pillai	0,99	1.338,88 ^a	9	95	0
	Lambda de Wilks	0,01	1.338,88 ^a	9	95	0
	Traza de Hotelling	126,84	1.338,88 ^a	9	95	0
	Raíz mayor de Roy	126,84	1.338,88 ^a	9	95	0
Grupo temporal	Traza de Pillai	0,57	13,93 ^a	9	95	0
	Lambda de Wilks	0,43	13,93 ^a	9	95	0
	Traza de Hotelling	1,32	13,93 ^a	9	95	0
	Raíz mayor de Roy	1,32	13,93 ^a	9	95	0

a: Estadístico exacto.

se ha encontrado una reducción estadísticamente muy significativa ($p < 0,001$) en los parámetros amoníaco (*amotot*), coloración (*color*), cloruro (*clorur*), conductividad (*cond*) y sólidos en suspensión (*sol-sus*). También se observa una reducción estadísticamente significativa en las medias de los parámetros hierro disuelto (*fedisu*), demanda bioquímica de oxígeno (*dbo5*) y manganeso (*mangan*), pero esta vez con p-valores más elevados ($p < 0,05$). El resto de parámetros no presenta variaciones significativas ($p > 0,1$).

El test de Mann-Whitney para el contraste de la igualdad de medias proporciona resultados en línea con los ya comentados, tal como se aprecia en el cuadro 9.

Cuadro 9

TEST DE MANN-WHITNEY PARA EL CONTRASTE UNIVARIANTE DE LA IGUALDAD DE MEDIAS DE LOS PARÁMETROS

	<i>amotot</i>	<i>bario</i>	<i>color</i>	<i>fedisu</i>	<i>fluoru</i>	<i>hcdisu</i>	<i>nitrat</i>	<i>sulfat</i>
U de Mann-Whitney	1.363,5	12	932	168	8	10	1.641	1.481
W de Wilcoxon	3.709,5	48	3.278	468	18	20	3.126	2.859
Z	-4,32	-0,71	-3,77	-3,49	-1,36	-1,34	-1,01	-1,52
Signific. asintótico (bilateral)	0	0,48	0	0	-0,17	0,18	0,31	0,13
Significac. exacta 2* (signific. unilateral)		0,57 ^a			0,21 ^a	0,37 ^a		

a: No corregido para los empates.

Cuadro 9 (Continuación)

TEST DE MANN-WHITNEY PARA EL CONTRASTE UNIVARIANTE DE LA IGUALDAD
DE MEDIAS DE LOS PARÁMETROS

	<i>temper</i>	<i>zinc</i>	<i>caudal</i>	<i>clorur</i>	<i>cond</i>	<i>dbo5</i>	<i>mangan</i>	<i>solsus</i>
U de Mann-Whitney	1.953,5	284	26,5	106,5	626	1.498	225	4,64
W de Wilcoxon	3.906,5	584	29,5	2.453	2.904	3.844	525	2.810
Z	-0,58	-0,1	-0,47	-9,33	-6,84	-2,87	-1,59	-7,67
Signific. asintótico (bilateral)	0,56	0,92	-0,64	0	0	0	0,11	0
Significac. exacta 2* (signific. unilateral)			0,66 ^a					

a: No corregido para los empates.

Los resultados obtenidos confirman las apreciaciones previamente realizadas. Al dividir los datos según el eje temporal en tres partes, para la comparación de la primera (hasta febrero de 1997) y la última (a partir de octubre de 1998), no obtenemos diferencias significativas para los parámetros bario (*bario*), fluoruro (*fluoru*), hierro disuelto (*hcdisu*), nitrato (*nitrat*), sulfato (*sulfat*), temperatura (*temper*), cinc (*zinc*), caudal (*caudal*) y manganeso (*mangan*).

Finalmente, las disminuciones observadas en las medias de los parámetros se han ido produciendo de manera gradual, siguiendo una tendencia que podría considerarse lineal y sin presentar alteraciones sensibles durante todo el período observado. Buen ejemplo de ello se aprecia en el gráfico 3, que corresponde a los valores observados del cloruro (*clorur*), donde existe un comportamiento estacional claro –por la presencia de los picos– y una tendencia lineal ligeramente decreciente.

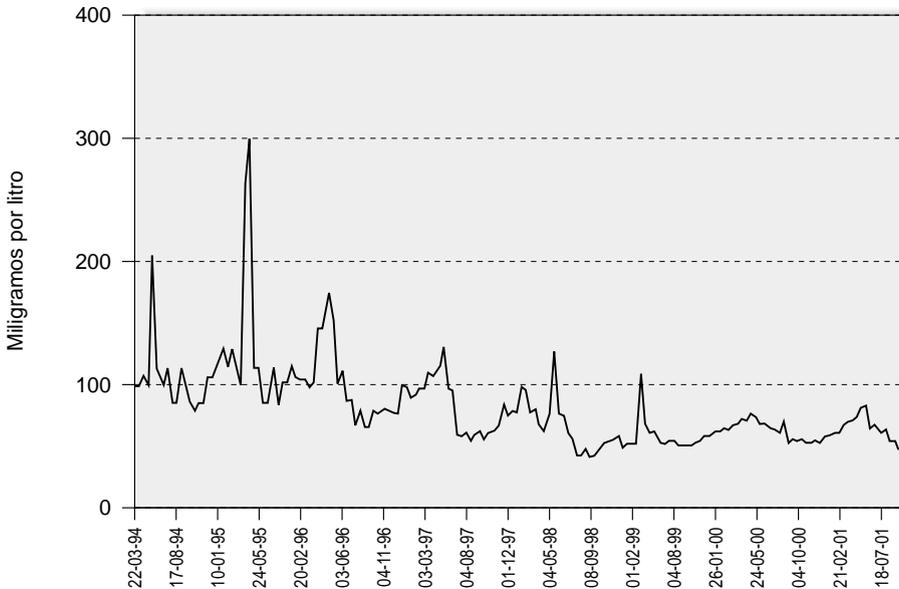
6. CONCLUSIONES

En el estudio de las dos estaciones de control de la calidad del agua H602 e I603, situadas en el canal Júcar-Turia, a partir de los datos tomados en ambas desde marzo de 1994 a septiembre de 2001, se ponen de manifiesto las siguientes conclusiones:

- 1.^a La calidad del agua que circula por ambas estaciones es la misma. No se aprecian diferencias estadísticas significativas en los parámetros estudiados (amoníaco, bario, caudal, cinc, cloruro, coloración, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, hierro disuelto, fluoruro, hidrocarburos disueltos, manganeso, nitrato, sólidos en suspensión, sulfato y temperatura), y correspondientes a las dos estaciones H602 e I603 del canal Júcar-Turia.

Gráfico 3

**Evolución temporal del cloruro
en las estaciones H602 e I603**



2.^a En los parámetros que varían en el período estudiado (desde marzo de 1994 hasta septiembre de 2001) y que definen la calidad del agua que circula por el canal, hay una disminución significativa de sus valores. Si tenemos en cuenta que una disminución de esos valores implica una mejora en la calidad del agua, concluimos que a lo largo de los últimos años ha mejorado la calidad del agua susceptible de ser destinada al consumo de las poblaciones de Valencia y Sagunto.

La segunda de las conclusiones anteriores deja abierta una nueva línea de investigación consistente en predecir, de mantenerse la gradual mejora de la calidad observada, cuándo las dos estaciones del canal podrían pasar a clasificarse como A2, con tratamientos de potabilización del agua menos estrictos que los exigidos por la actual clasificación en A3. En efecto, la tendencia decreciente observada en los valores de algunos parámetros de clasificación A3 debería conducir a su futura mejor clasificación en la categoría A2. Determinar si eso es posible y cuándo podría ocurrir esa mejora clasificatoria, incidiendo en las implicaciones económicas derivadas, constituye un nuevo paso en la investigación aquí iniciada.

Finalmente, proponemos como segunda línea de ampliación de la investigación el estudio comparativo de la calidad del agua con la de otras cuencas nacionales. En el caso de ciertas subcuencas dentro de la Confederación Hidrográfica del Júcar puede consultarse Beamonte *et al.* (2002b).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, F.; PÉREZ, E. y SÁNCHEZ, J. (1998): «Valoración ambiental del agua subterránea en un contexto insular: el caso de Tenerife (Islas Canarias)». *Agricultura y Sociedad*, 86: pp: 223-248.
- BEAMONTE, E.; BERMÚDEZ, J.; CASINO, A. y VERES, E. (2002b): «Calidad del agua prepotable: estudio estadístico de la estación de medición situada en el canal de Benagéber (Villar del Arzobispo, Valencia)». En *Actas de la XXVIII Reunión de Estudios Regionales*, Murcia.
- BEAMONTE, E.; BERMÚDEZ, J.; CASINO, A. y VERES, E. (2002a): «Análisis estadístico de la calidad del agua: el caso de una estación de muestreo de la red ICA». En *Actas de la XXVIII Reunión de Estudios Regionales*, Murcia.
- BIELSA, J. y DUARTE, R. (2000): «La eficiencia técnica de riego: Análisis de las conexiones y la utilidad de sus diversas definiciones». *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 189: pp: 103-118.
- BLANCO, J. L. (1997): «Problemática de la gestión del agua en España». En Naredo, J. M. (ed.), *La economía del agua en España*. Fundación Argentina-Visor. Madrid.
- BROUWER, F. M. (1995): *Indicators to monitor agri-environmental policy in the Netherlands*. Agricultural Economics Research Institute. The Hague.
- CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1991): *Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura*. Diario Oficial L 375, de 31-12-1991.
- CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000): *Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Diario Oficial L 327, de 22-12-2000.
- HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D. y WOODWARD, R. (1995): *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context Sustainable Development*. World Resources Institute. Washington.
- HUETING, R. (1991): «Correcting national income for environmental losses: a practical solution for a theoretical dilemma». En Constanza, R. (ed.), *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press. New York, pp: 194-213.
- IZCARA, S. P. (2000): «La directiva nitratos en España (el ejemplo del Campo de Dalías, Almería)». *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 186: pp: 203-226.
- MATEOS, L.; FERERES, E. y LOSADA, A. (1996): «Eficiencia del riego y modernización de regadíos». En *actas del XIV Congreso Nacional de Riegos*, Aguadulce, Almería: pp: 481-488.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998a): *Manual de interpretación y elaboración de informes. Directivas 75/440/CEE y 79/869/CEE relativas a la calidad y métodos de medición, frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable*. Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998b): *Manual de interpretación y elaboración de informes. Directiva 78/659/CEE relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces*. Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998c): *Manual de interpretación y elaboración de informes. Directiva 76/464/CEE y derivadas, relativas a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático*. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y UNESCO (1975): *Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515)*. CEDEX. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (1981): *Proyecto de planificación y exploración de los recursos del agua de las Islas Canarias (MAC- 21)*. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (1983): *La vigilancia de la contaminación fluvial*. Madrid.
- OCDE (1993): «OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews». *Environmental Monograph*, 83. París.
- OCDE (1997): *Environmental indicators for agriculture*. París.
- PECO, B.; SUÁREZ, F.; OÑATE, J. J.; MALO, J. E.; AGUIRRE, J. y CUMMINGS, C. (1998): «Definición y utilización de indicadores agroambientales: la experiencia de un proyecto FAIR». *Agricultura y Sociedad*, 86: pp: 207-220.
- PEÑA (2002a). *Análisis de datos multivariantes*. McGraw-Hill. Madrid.
- PEÑA (2002b). *Regresión y Diseño de Experimentos*. Alianza Editorial. Madrid.
- POCH, M. (1999): *Las calidades del agua*. Rubes Editorial, S.L. Barcelona.
- ROMERO, J. (1993): «Problemas estructurales de la agricultura española en el contexto comunitario». En Arnalte, E; García Álvarez-Coque, J.M.; Romero, J y Sorní, J. (eds.), *Agricultura y políticas agrarias en el sur de Europa*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- VERA, F. y ROMERO, J. (1994): «Impacto ambiental de la actividad agraria». *Agricultura y Sociedad*, 71: pp: 153-181.

RESUMEN

La calidad del agua en ciertas estaciones de control del canal Júcar-Turia (período 1994-2001)

El control de la calidad de las aguas ha sido objeto de atención reciente por parte de los responsables de la política medioambiental española (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1983). En la actualidad, la calidad del agua prepotable es analizada y controlada por la red integral de la calidad de las aguas (red ICA) gestionada por las Confederaciones Hidrográficas. A lo largo de los distintos cauces de los ríos, han sido ubicadas una serie de estaciones de aforo y medición, a fin de realizar análisis periódicos sobre distintos parámetros que determinan la posible potabilidad –y, consecuentemente, la posible contaminación– de sus aguas.

El presente trabajo analiza la situación de dos de estas estaciones de medición dependientes de la Confederación Hidrográfica del Júcar, situadas en el canal Júcar-Turia. Controlan la calidad del agua prepotable, que es la destinada al consumo final de la población y que, por lo tanto, exige un seguimiento de los patrones mínimos legalmente establecidos para su uso final.

El objetivo pretendido en este trabajo es doble: por una parte, constatar la igualdad en cuanto a la calidad del agua se refiere- del agua circulante por ambas estaciones; por otra parte, establecer si a lo largo del período estudiado (1994 a 2001) son apreciables las diferencias encontradas en la evolución de los parámetros medidos o si, por el contrario, durante esos años los parámetros medidos pueden considerarse estadísticamente iguales.

PALABRAS CLAVE: Análisis de datos, calidad del agua, contaminación, Red ICA.

SUMMARY

Water quality in some control stations of Júcar-Turia canal (1994-2001 period)

Water quality control has recently attracted the attention of the responsible for the Spanish environmental policy (*Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*, 1983). Nowadays, the quality of the water intended for the abstraction of drinking water is analysed and controlled by the integral network of the water quality (ICA network), managed by the *Confederaciones Hidrográficas*. Throughout the riverbeds, some control stations have been located with the aim of giving periodical data about different parameters which determine the possibility that water is drinkable and, consequently, the possible contamination of the water.

This paper analyses the situation of two of these control stations operated by the *Confederación Hidrográfica del Júcar*, located in the *Júcar-Turia canal*. These stations control the quality of the water intended for the abstraction of drinking water that is the one intended for final consumption of population and, therefore, requires monitoring the minimal standard quality levels established by the law for its final use.

The objective of this paper is double: on the one hand, to confirm the equality -with regard to the quality- of the water circulating along both stations and, on the other hand, to establish whether during the studied period (1994 to 2001) the differences found in the evolution of the measured parameters are appreciable or, on the contrary, during those years the measured parameters can be considered statistically equal.

KEYWORDS: Data analysis, water quality, contamination, ICA network.