

# LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE UN RÍO DE LA CUENCA DEL DUERO: EL AGUISEJO

G. López Fernández<sup>2</sup>, C. González Huecas<sup>1</sup> y A. López Lafuente<sup>1</sup>

**RESUMEN:** Se han estudiado las variaciones estacionales en la calidad del agua del Río Aguiasejo, perteneciente a la cuenca del Duero. El estudio pone de manifiesto un alto nivel de contaminación en verano, causado por factores que influyen en su caudal como son la escasez de lluvias y el uso de agua para riego, junto a otros que afectan a su composición: vertidos urbanos y agropecuarios. Algunos de estos hechos se han puesto de manifiesto por los niveles de nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto y sólidos totales que muestran una variación estacional, aunque las aguas son en general de buena calidad.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la contaminación de los cursos fluviales, no sólo se acentúa en las zonas donde ya existe (entornos industriales y urbanos), sino que va alcanzando lugares hasta ahora protegidos ya sea por condiciones geográficas o por condiciones demográficas. Esta situación plantea graves deterioros en la calidad natural de las aguas e impide su utilización para satisfacer las demandas agrícolas y urbanas de aquellas poblaciones cuyo desarrollo depende de este tipo de recursos hídricos.

El río Aguiasejo constituye un claro ejemplo de entorno natural protegido, nada industrializado, por lo que no parece probable una contaminación a gran escala y donde la población, concentrada en pequeños núcleos, depende principalmente de recursos agrarios y ganaderos dispuestos en zonas muy parceladas en las que sus producciones se destinan en su gran mayoría al autoconsumo.

En este trabajo analizaremos la evolución espacio-temporal de la contaminación del río Aguiasejo, a través de las variaciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, resultado de los vertidos contaminantes (agrarios y urbanos) que sobre él se realizan. Se resaltan los estudios correspondientes a la estación de verano, período que por sus características climáticas, el descenso del caudal del río, el aumento del volumen de agua requerido para el riego y el aumento de la población por período vacacional, refleja una pérdida progresiva de su calidad.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA

### Características físicas

El área de estudio se encuentra situada en el noreste de la provincia de Segovia limítrofe con las de Soria y Guadalajara, en la confluencia de los sistemas montañosos Central e Ibérico. Se trata de una zona con topografía casi plana, sin grandes desniveles, donde destacan

dos partes perfectamente diferenciadas: la primera, en las proximidades del nacimiento, de mayores pendientes y altitudes comprendidas entre 1.100 y 1.300 m, y la segunda, con terrenos llanos de altitudes comprendidas entre 900 y 1.100 m que se extiende desde las proximidades de Entebanvela hasta Languilla, localidad donde se une al Río Riaza. Es esta orografía de pendientes, en general, suaves junto a las pequeñas vaguadas, donde están situadas las tierras de labor, quienes determinan las condiciones físicas que presenta el Río Aguiasejo.

El clima de la zona según los datos tomados en Linares del Arroyo, publicados en *Agroclimatología de España* (Eliás Castillo y Ruiz Bertrán, 1977), corresponde a Mediterráneo templado, con un régimen de humedad, Mediterráneo seco y un régimen térmico, Templado cálido. Rivas Martínez (1987), encuadra al sector estudiado dentro del piso Supramediterráneo por tener una temperatura media de 13°C y una precipitación media de 466 mm.

El material litológico de la cuenca pertenece al Terciario, correspondiendo en su mayor parte a materiales detríticos del Mioceno, constituido por arenas, arcillas y conglomerados. En las proximidades a la localidad de Grado del Pico aparecen manchas del Silúrico, formadas por esquistos y cuarcitas que preceden a los conglomerados calizos del Cretácico en el nacimiento.

El tipo de suelo es otro de los factores que condiciona la composición de las aguas. Presentan estas características que son propias de las condiciones ambientales en que se encuentran, son poco profundos, con horizonte A de escaso desarrollo, poca estabilidad estructural y predominio de materiales ricos en carbonatos. Se describen a lo largo del cauce Leptosoles rendzínicos, Regosoles eútricos, Regosoles calcáricos, Regosoles dístricos, Cambisoles háplicos y en las zonas de mayor

<sup>1</sup> Departamento de Edafología. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

<sup>2</sup> Departamento de Ordenación del Territorio ETSI Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid

Artículo publicado en *Ingeniería del Agua*. Vol.5 Num.3 (septiembre 1998), páginas 33-40, recibido el 16 de septiembre de 1997 y aceptado para su publicación el 8 de julio de 1998. Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses después de la publicación del mismo. En el caso de ser aceptadas, las discusiones serán publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores en el primer número de la revista que aparezca una vez transcurrido el plazo indicado.

acumulación de materia orgánica, y en función de la cantidad de carbonatos, se distinguen Phaeozems y Kastanozems (López Fernández et al., 1993).

**Descripción de la cuenca**

Coordenadas del nacimiento:

41° 18'18" Ny3°14'40"W

Coordenadas de la desembocadura:

41°26'58" Ny3°25'12"W

Área de la Cuenca de drenaje:

2.208 km<sup>2</sup>

Longitud del río:

25 km

Pendiente media:

0,0168%

Caudal medio:

0,39m<sup>3</sup>/s

El Río Aguiasejo pertenece al Sistema Acuífero nº 11 de la Cuenca Hidrográfica del Duero (IGME,1985), es un afluente de segundo orden, ya que vierte sus aguas en el Rianza el cual desemboca en el Río Duero. Localizado al NE de la provincia de Segovia tiene su origen a 1.000 m al E de la localidad Grado del Pico, en un lugar que se conoce con el nombre de Manadero, punto de confluencia de los arroyos Valdequiciosa, Prados y de la Sima.

Discurre hacia el NO, entre tierras de labor, salvo un pequeño tramo de monte bajo cerca del nacimiento. Pasa por las localidades de Grado del Pico, Santibáñez de Ayllón y Estebanvela, donde recibe las aguas, por su lado izquierdo, del Río Cobos, a un kilómetro en Francos, e igualmente por su lado izquierdo, se incorpora el Río Villacortilla. A partir de esta localidad el Aguiasejo desaparece, excepto en el periodo invernal, al atravesar una zona kárstica constituida por calizas cretácicas, hasta las proximidades de Ayllón; llega después a Mazagatos y desemboca en el Río Rianza en el término municipal de Languilla.

Las aguas del Río Aguiasejo tienen un transcurrir lento, a 1 km del nacimiento se observa la formación de meandros y es tan solo en los alrededores de Santibáñez de Ayllón, en su curso alto, donde, debido a la naturaleza del material litológico, las pendientes son más acusadas. Esta orografía se mantiene en pocos kilómetros ya que a partir de Estebanvela y hasta su desembocadura presenta el terreno un relieve prácticamente llano constituido por materiales con mayor facilidad de meteorización—arenas y margas del Mioceno—que favorecen pendientes suaves.

Presenta un caudal medio bajo, que se mantiene constante durante todo el año, como corresponde a un río de gradiente pequeño, y sólo en verano desciende el nivel. Los ligeros incrementos que se producen a partir del kilómetro 11 del nacimiento se deben a la incorporación primero del Río Cobos y luego del Villacortilla (Figura 1.).

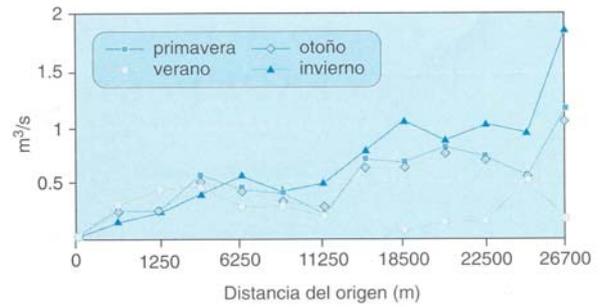


Figura 1. Variación estacional del caudal (m³/s)

**Medio social**

No se puede abordar el análisis de un territorio partiendo de situaciones vírgenes, se aplica a un espacio con unas determinadas características físicas, climatológicas, edafológicas, orográficas, botánicas y aquellas que presentan una relación con el uso de las tierras, es decir, condiciones socioeconómicas, demografía y agricultura, que van a estar en gran medida regulados por los recursos hídricos disponibles. (Fournier, 1975).

Presentamos a continuación algunos datos que describen las condiciones del medio, y nos sirven de ayuda para analizar las causas que intervienen en los procesos de contaminación de las aguas.

*Demografía:*

La población en la cuenca del Aguiasejo es de unos 2.800 habitantes, asentados de forma irregular en los distintos núcleos urbanos que hay en los dos municipios (Tabla 1). La escasa densidad de población que presenta (índice demográfico entre 0,78-0,88) es una característica general de toda la cuenca del Duero, en la que pese a su dimensión superficial, la población sólo representa el 6% de la nacional. La ausencia, en la actualidad, de industrias hace que la mayor parte de la contaminación se localice en los núcleos con mayor número de habitantes, con una producción de materia en suspensión de 114,9 kg/día, lo que anualmente supone un vertido de 41,9 T/año. En el caso la DBO5 se produce 69,1 kg/día que generan 25,2 T/año.

Municipio	Núcleo urbano	Nº habitantes 1990
Ayllón	Grado del Pico	33
	Estebanvela	139
	Santibáñez	77
	Francos	16
	Ayllón	848
		1.327
Languilla	Mazagatos	44
	Languilla	120

Tabla 1. Evolución Demográfica 1981-1990

**Sector agrícola:**

Prácticamente toda la población depende de los recursos agrarios, siendo la propiedad el sistema predominante de régimen de tenencia de tierra, aunque es destacable, 28%, la superficie en donde se aplica el sistema de arrendamiento. La mayoría de las explotaciones la zona son de carácter familiar con un elevado grado de parcelación, mas del 90% de las parcelas comprenden una superficie menor a 1 hectárea. (Mapa de cultivos y aprovechamientos. E. 1:50.000, Ministerio de Agricultura, 1980).

Teniendo en cuenta los criterios— pendiente de los terrenos— propuestos por la F.A.O. (1980) y basándonos en la clasificación realizada por el Servicio de Conservación de Suelos de EEUU y recogida por el Ministerio de Agricultura (1983), podemos señalar que el uso del territorio correspondiente a la Cuenca del río Aguiseo es prácticamente laborable, y sólo se localiza como uso forestal, la cabecera del río donde las pendientes alcanzan valores superiores al 30%.

En la *Tabla 2*, se recoge las superficies de cultivos y aprovechamientos por temidos municipales, según consta en la evaluación de recursos agrarios realizada por el Ministerio de Agricultura (1980).

	Ayllon (ha)	Languilla (ha)
<b>Huerta</b>	7	67
<b>Cultivos herbáceos en regadío</b>	194	75
<b>Frutales</b>	92	-
<b>Labor intensiva con y sin arbolado</b>	6.860	1.958
<b>Prados naturales</b>	221	73
<b>Viñedo</b>	8	-
<b>Pastizal y matorral con y sin arbolado</b>	1.164	225
<b>Superficie arbolada</b>	665	196
<b>Improductivo</b>	327	59
<b>Total</b>	9.538	2.638

*Tabla 2. Censo Agrario. 1980*

El 3,48% de la superficie total, corresponde a los cultivos de regadío. De ellos, cerca del 90% de la superficie es dedicada a huerta (patata, tomate y judía) y se localiza en el término municipal de Languilla. Destacan los cultivos herbáceos, que suponen el 61,84% del total dedicado a riego, normalmente se utilizan cereales (trigo y cebada), alfalfa, remolacha, patata y judía. Los frutales solo se localizan en el término municipal de Ayllón y constituyen un conjunto formado por manzano y peral.

Las áreas correspondientes a labor intensiva con o sin arbolado representan el 72,42% de la superficie total, incluyendo los terrenos destinados a cultivos herbáceos de secano (el 93% se utilizan con barbecho en blanco). Estos últimos están constituidos en su mayor parte por trigo y cebada, como consecuencia de la pequeña superficie que se semilla.

Los prados naturales ocupan el 2,41 % del territorio que se

encharca con frecuencia. Predominan especies de los géneros Phelum, Trifolium y Poa que ocupan pequeñas parcelas junto a núcleos urbanos.

El 11,45% corresponde a superficie ocupada por pastos y matorrales, donde el aprovechamiento se limita a las áreas de pasto intercaladas entre el matorral. Se trata de terrenos que han sido abandonados al cultivo por su desfavorable topografía, abundante pedregosidad, etc., siendo invadidos por matorral de Tamarix, Lavándula. Genista, Thymus, Erica, etc.. Se presenta sin arbolado, o asociados a arbolado de Quercus ilex, Quercus toza y Juniperus thurifera, exclusivamente en el término municipal de Ayllón.

Las masas forestales representan el 7% y están constituidas por las especies: Populus sp. (en los márgenes de los ríos), Quercus ilex y Quercus toza (no se localizan como masas puras de porte arbóreo, sino en asociación).

Solamente el 3% de la superficie total carece de valor agrícola. Dentro de este territorio improductivo se han considerado, entre otros núcleos urbanos, vías de comunicación, cauces fluviales y zonas rocosas.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Se han seleccionado siete puntos de muestreo a lo largo del cauce del río, (*Figura 2*), susceptibles de recibir contaminación procedente de acciones antrópicas. Corresponden a todos los núcleos de población que vierten su carga contaminante directamente al río, bien por medio de emisarios o a través de cauces naturales, acequias y regueros.

La primera estación se sitúa a pocos metros del colector de Grado del Pico (Punto 5). La segunda en Santibáñez (Punto 10), la tercera se encuentra en Estebanvela (Punto 12), la cuarta en Francos (Punto 19), la quinta en Ayllón (Punto 23), la sexta en Mazagatos (Punto 24) y por último en Languilla (Punto 25).

Las muestras fueron recogidas por duplicado al comienzo y al final de cada estación durante los años 1990 y 1991. Se realizaron por la mañana entre las diez horas y las trece horas siguiendo el curso del río, y su transporte y conservación se hizo según lo establecido por la APHA (1981).

Las determinaciones analíticas se realizaron por los autores del trabajo en los Departamentos de Ordenación del Territorio, Universidad Politécnica de Madrid y de Edafología, Universidad Complutense de Madrid.

- La velocidad del agua se detectó mediante un Molinete Universal OTT C31 (10.002) A.OTT. KEMTEN, y se midió la sección del cauce para cada punto.
- Los sólidos en suspensión (SS) se obtuvieron por desecación a 110° C de la muestra de agua y cálculo gravimétrico del residuo tras filtración, expresados en mg/l.
- El oxígeno disuelto (OD) se determinó en campo utilizando un medidor marca OX1 90 (WTW) y se expresó en mg/l de O<sub>2</sub>.

- La materia orgánica se determinó mediante la oxidabilidad al permanganato y se expresó en mg/l de O<sub>2</sub> (BOE, 1982).
- Para el Amoníaco se empleó la Nesslerización directa (APHA, 1981). La medida del color se realizó en un espectrofotómetro, marca GRICEL F5, a 410 nm. Los resultados se expresaron en mg/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
- Los nitratos fueron determinados por el método colorimétrico de la Brucina sulfúrica medidos espectrofotométricamente a 410 nm y se expresaron los resultados en mg/l de NO<sub>3</sub>.
- Se realizaron las determinaciones de nitritos según el método colorimétrico del ácido sulfanílico y alfa-naftilamina (Rodier, 1978). Los resultados obtenidos en todos los casos fueron negativos.
- El nitrógeno orgánico según el método Kjeldahl expresado en mg/l de NH<sub>3</sub>.
- La determinación del fósforo total se realizó mediante método colorimétrico del ácido vanadomolibdofosfórico expresando los resultados en mg/l de P.

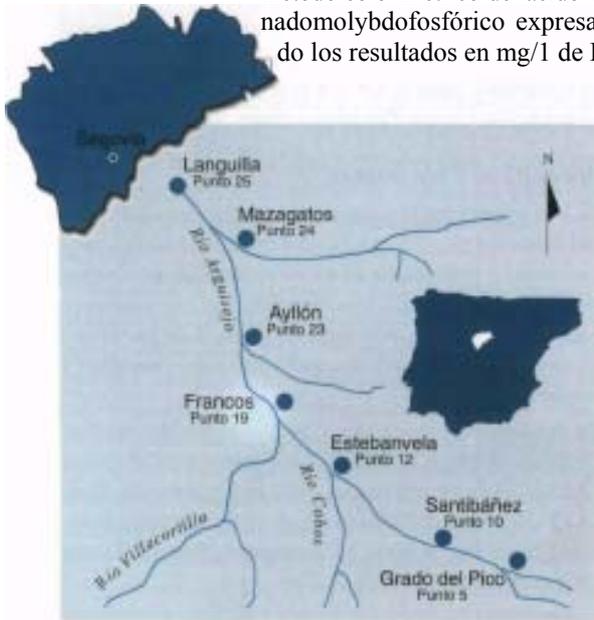


Figura 2. Localización de los puntos de muestreo

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas de la cuenca del Duero presentan una notable variación en sus características químicas, en unos casos como consecuencia de los diversos materiales geológicos que se encuentran en su transcurrir y en otros, como producto de las modificaciones introducidas por las actividades antrópicas, fundamentalmente las prácticas agrícolas, aunque no se puede olvidar que las actividades ganaderas, sobre todo ganado ovino y porcino, son también habituales en toda la zona.

Un ejemplo de esta variación lo encontramos cuando estudiamos uno de sus ríos, Aguijejo, que sin tener un cauce muy largo sí discurre atravesando litologías muy diversas y tierras dedicadas a la agricultura y ganadería.

Sus aguas reflejan una composición química que ha adquirido al estar en contacto con un material original determinado, caracterizado por presentar calizas y pizarras que clasifican al agua como bicarbonatadas calcicas, de dureza media y mineralización ligera (200-500 mg/l), (López Fernández, y col 1996). Estos datos concuerdan con la calidad química de la unidad hidrogeológica a la que pertenece el área de estudio, dentro de la cuenca del Duero.

Sin embargo en ocasiones los vertidos procedentes de actividades antrópicas han ocasionado apreciables cambios en las aguas. Estos hechos han sido esporádicos y no han modificado permanentemente sus características. Si analizamos los diferentes resultados obtenidos a lo largo del río durante el periodo de dos años, de los que presentamos su promedio, se observa que las variaciones encontradas son puntuales y obedecen a causas concretas que cuando desaparecen, bien por un cambio estacional, bien por un cambio de conducta, las aguas recuperan su carácter habitual.

En la Figura 3 se observa la evolución de los sólidos en suspensión a lo largo del curso del río. Presenta bajas y constantes concentraciones (< 40 mg/l), con ligeros aumentos en primavera como consecuencia de la pluviosidad registrada durante esta estación. Estos valores se deben al régimen de humedad de la cuenca, Mediterráneo seco, a la pendiente del río prácticamente llana y a la escasa población que se concentra en los núcleos urbanos.

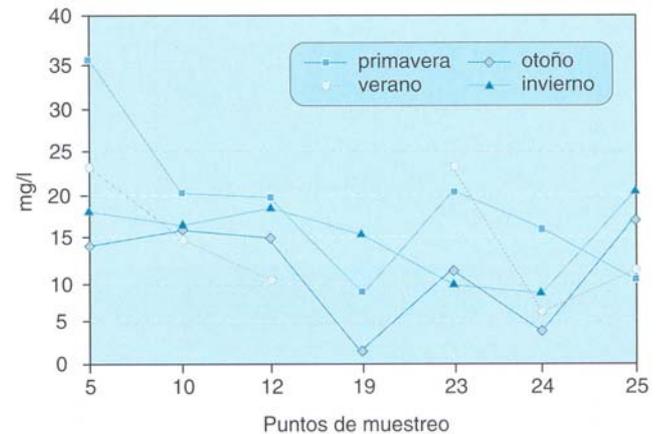


Figura 3. Variación estacional de sólidos en suspensión

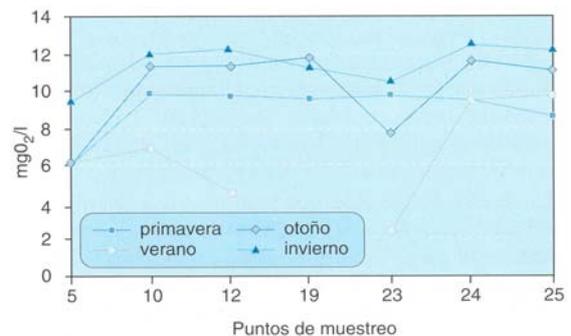


Figura 4a. Variación estacional de oxígeno disuelto

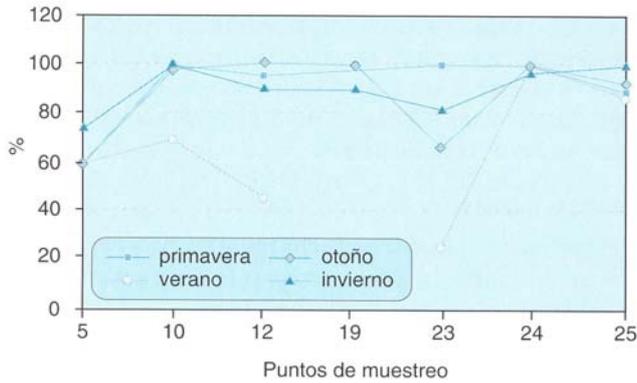


Figura 4b. Variación estacional de saturación del oxígeno disuelto

Las Figuras 4a y 4b reflejan la variación estacional de las formas de oxígeno, en ambos casos la evolución es paralela e indica un escaso grado de contaminación. Los porcentajes de saturación están próximos al 100% en todas las épocas del año. Hace excepción el periodo estival donde se aprecia un gran descenso, con valores en torno al 20%, en los puntos donde se concentra mayor población. Así mismo, esta situación se repite con los contenidos en oxígeno disuelto que están cercanos a los límites peligrosos determinados por la O.M.S. Sin embargo, debido a la débil contaminación observada, los valores se recuperan de un modo natural por procesos de autodepuración.

Los valores de materia orgánica (Figura 5) corresponden a aguas naturales sin contaminar por presentar contenidos que no sobrepasan un consumo de oxígeno de 2 mg/l (Catalán Lafuente, J. 1981). Solamente en aquellos puntos donde se observa un incremento de este consumo producido por aportes externos procedentes de pastos, pequeñas huertas y vertidos de aguas residuales —puntos 23 y 24, Ayllón, Mazagatos— las aguas según este mismo autor se clasifican como sospechosas.

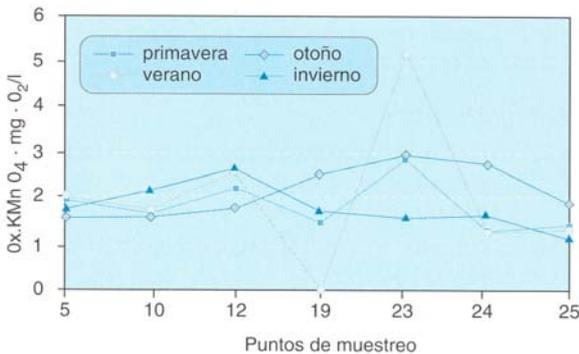


Figura 5. Variación estacional de materia orgánica

Los diagramas de los compuestos nitrogenados (Figuras 6 y 7) muestran que las aguas tienen bajos contenidos en contaminantes, puesto de manifiesto en las pequeñas proporciones de nitrógeno orgánico y nitratos. No obstante, es interesante la fluctuación encontrada en los valores de nitratos, sobre todo en otoño, debido fundamentalmente a que el río transcurre a través de tie-

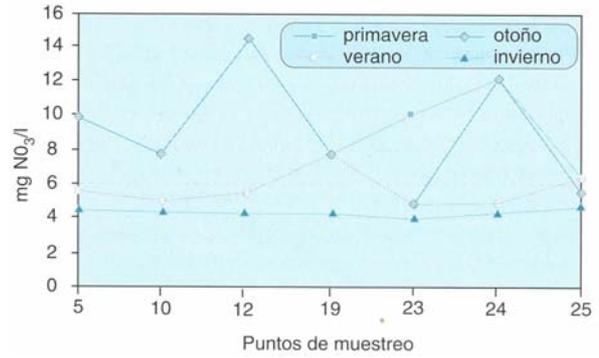


Figura 6. Variación estacional del contenido en nitratos

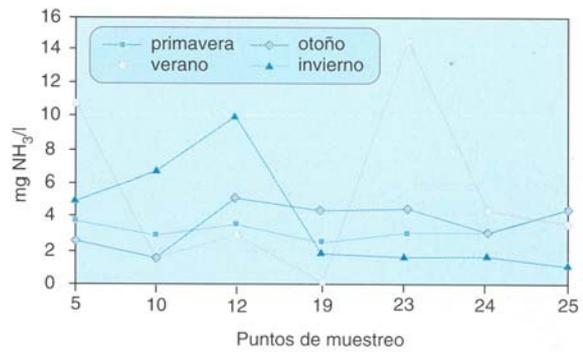


Figura 7. Variación estacional de nitrógeno orgánico

rras cultivadas y tratadas con abonos minerales. De cualquier forma, los valores encontrados a lo largo del año no sobrepasan los límites indicados por la R.T.S. lo que hace de estas aguas aptas, sin previo tratamiento, para el regadío de huertas, cultivos herbáceos y frutales, así como para usos doméstico (lavado de enseres), prácticas habituales en la zona.

La gráfica de nitrógeno orgánico muestra una gran similitud con la de materia orgánica, el ligero incremento que se produce en el punto 12, en las muestras analizadas en invierno, se debe a los aportes de agua procedentes del río Cobos.

Los valores de fósforo (Figura 8) oscilan entre 0,1-0,9 mg/l, siendo los más bajos aquellos que corresponden a las estaciones de primavera y otoño.

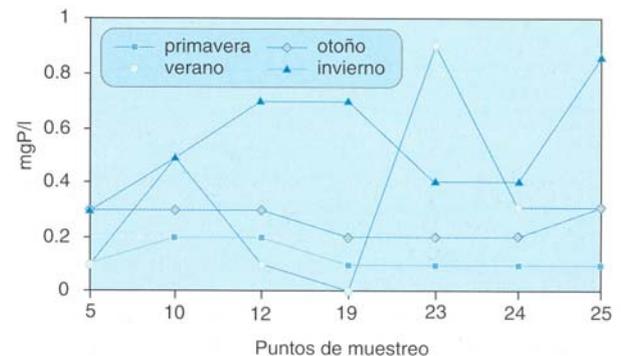


Figura 8. Variación estacional del contenido en P

Los aumentos detectados durante el invierno se deben a los aportes por agua de escorrentía que arrastran los desechos del ganado que pasta y circula por las cercanías del cauce. Este hecho hace que los contenidos en P sean elevados aunque no sobrepasan los límites tolerables por la Reglamentación Técnico Sanitaria sobre la calidad de las aguas potables para consumo público.

Para determinar la calidad del agua se ha empleado el índice ISQA (Tabla 3), propuesto por Hernández, A. (1990). Este índice puede variar en un intervalo 0 a 100, considerándose 60 como valor mínimo aceptable para la calidad de agua de un río.

Núcleo urbano	Punto	Primav.	Verano	Otoño	Invier.
Grade del Pico	5	80.6	80.8	84.2	91.9
Santibáñez	10	92.3	84.6	92.9	92.3
Estebanvela	12	91.9	75.6	92.9	91.5
Francos	19	96.8	-	94.1	97.6
Ayllón	23	92.6	65.4	86.1	96.9
Mazagatos	24	94.2	89.6	92.1	97.1
Languilla	25	92.4	90.7	68.2	96.1

Tabla 3. Variación estacional del Índice de ISQA

Del análisis realizado se desprende que las aguas del río Aguiсеjo se encuentran dentro de unos valores aceptables para agua de buena calidad, en cualquier época del año, excepto Languilla en otoño y Ayllón en verano, que están más cerca del valor mínimo permitido.

En general podemos concluir que el río Aguiсеjo constituye un ejemplo, dentro de la cuenca del Duero, de entorno natural poco alterado donde la actividad agropecuaria afecta de forma negativa a la calidad de las aguas, pero sin que esto suponga un perjuicio irreparable para la misma. Únicamente aquellos puntos próximos a las áreas cultivadas o a las pequeñas explotaciones ganaderas son susceptibles de sufrir riesgos de contaminación que el propio río depura a lo largo del cauce.

El impacto de origen urbano sobre las aguas se ha determinado en base a la producción de residuos sólidos y vertidos líquidos que llegan a las salidas de los colectores, donde se tomaron las muestras. Se puede afirmar, que la contaminación no supone un riesgo a considerar en las condiciones actuales si exceptuamos el punto correspondiente a Ayllón donde, sobre todo en los meses de verano, presenta unos niveles de contaminación por encima de la media que aconsejaría la puesta en funcionamiento de medidas complementarias para la depuración de sus aguas.

La variación estacional en la calidad de las aguas es pequeña, no encontramos diferencias apreciables en las mismas a lo largo del año y es, solamente en verano

cuando se llega a situaciones de alerta, fundamentalmente en el tramo comprendido entre Ayllón y Languilla, lo que es debido, sobre todo, a la disminución de caudal del río, que llega a desaparecer en algunos tramos y a fenómenos de estancamientos.

## RESULTADOS

Se han establecido los resultados en las cuatro estaciones para analizar los datos por separado y comparar las características del agua a lo largo del año.

- En la Tabla 4 se recogen los análisis correspondientes a la estación de primavera. En ella se puede apreciar la homogeneidad en todos los datos obtenidos. Destaca la disminución de sólidos en suspensión en el punto 19 correspondiente a Francos, asimismo se aprecia la disminución en la proporción de saturación de oxígeno en el punto 5 que se corresponde con el menor contenido en oxígeno disuelto. En el punto 23 a la salida del colector de Ayllón encontramos unos ligeros incrementos en materia orgánica y amonio.

- En la Tabla 5 se recogen los datos de verano. En ella podemos apreciar mayor fluctuación en los valores como corresponde al periodo estacional más crítico, ya que al incremento en el número de habitantes se le une el que disminuya el caudal del río. Cabe destacar el considerable aumento en el contenido amoniacal registrado después del vertido de las aguas residuales de Ayllón, así como su alto contenido en materia orgánica y descenso en la saturación de oxígeno.

- Los datos correspondientes a la estación de otoño (Tabla 6) indican una evolución similar a lo observado en el verano, aunque con menores diferencias como consecuencia del efecto diluyente al aumentar el caudal.

- En la Tabla 7 se observa nuevamente una homogeneidad en los distintos parámetros analizados, destacando la desaparición de los contenidos en amonio a lo largo del cauce debido, fundamentalmente, a la falta de contaminación provocada por las condiciones oxidantes de esta estación.

## REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WPCF. (1981) Standard methods for the examination of water and waste water. 15th Ed. 1.134p
- Catalán Lafuente, J. (1981) Química del agua. Alonso (Ed). 423 pp
- Custodio, E. & Llamas, M.R. (1983). Hidrología subterránea. Tomo I y II. Omega (Ed). Barcelona.
- FAO (1980) Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Roma
- Fournier, F. (1975) Conservación de suelos. Consejo de Europa. Ed.Mundi-Prensa. Madrid.254pp.
- Hernández Muñoz, A.F. (1990) Depuración de aguas residuales Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección nº 9. Servicio de publicaciones de la ETSICCP. Madrid. 902 pp.

Núcleo urbano	Punto	S.S.(mg/l)	O.D. (mg/l)	O.S. (%)	M.O. (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	N.O(mg/l)	P.(mg/l)
Grado del Pico	5	36.1	6.1	59.8	1.9	0.2	5.5	3.7	0.1
Santibáñez	10	20.2	9.7	97.2	1.6	0.1	4.9	2.8	0.2
Estebanvela	12	19.3	9.7	97.2	2.2	0.1	5.5	3.5	0.2
Francos	19	8.6	9.5	99.3	1.5	0.0	7.7	2.4	0.1
Ayllón	23	20	9.7	99.4	2.9	1.7	9.9	3.1	0.1
Mazagatos	24	16	9.5	99.4	1.4	0.4	12.2	3.1	0.1
Languilla	25	11.1	8.6	89.9	1.4	0.1	6.6	4.5	0.1

S.S. Sólidos en suspensión O.D. Oxígeno disuelto O.S. Oxígeno de saturación M.O. Materia orgánica (oxidabilidad al permanganato) N.O. Nitrógeno orgánico P. Fósforo total

Tabla 4. Primavera. Análisis químicos

Núcleo urbano	Punto	S.S.(mg/l)	O.D. (mg/l)	O.S. (%)	M.O. (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	N.O(mg/l)	P.(mg/l)
Grado del Pico	5	23.1	6	59.4	2.1	0.0	5.5	10.8	0.1
Santibáñez	10	14.4	6.8	68.1	1.7	0.0	5	1.7	0.5
Estebanvela	12	11	4.4	46	2.6	0.0	5.5	2.8	0.1
Francos	19	-	-	-	-	-	-	-	-
Ayllón	23	18.1	2.5	26.7	5.2	28.9	4.4	14.7	0.9
Mazagatos	24	6.5	9.4	100.3	1.3	0.0	5	4.5	0.3
Languilla	25	12	9.7	98.3	1.3	0.0	6.6	3.5	0.3

S.S. Sólidos en suspensión O.D. Oxígeno disuelto O.S. Oxígeno de saturación M.O. Materia orgánica (oxidabilidad al permanganato) N.O. Nitrógeno orgánico P. Fósforo total

Tabla 5. Verano. Análisis químicos

Núcleo urbano	Punto	S.S.(mg/l)	O.D. (mg/l)	O.S. (%)	M.O. (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	N.O(mg/l)	P.(mg/l)
Grado del Pico	5	14.3	6.2	58.1	1.6	0.0	10	2.7	0.3
Santibáñez	10	16.1	11.3	99.5	1.6	0.0	7.7	1.4	0.3
Estebanvela	12	15	11.3	99.7	1.8	0.0	14.4	5.2	0.3
Francos	19	2.1	11.8	99.3	2.5	0.0	7.7	4.5	0.2
Ayllón	23	12.1	7.6	65.1	3	11.7	5	4.5	0.2
Mazagatos	24	3.2	11.5	97	2.8	0.0	12.2	3.1	0.2
Languilla	25	15	11.1	95	1.9	0.0	5.8	3.8	0.3

S.S. Sólidos en suspensión O.D. Oxígeno disuelto O.S. Oxígeno de saturación M.O. Materia orgánica (oxidabilidad al permanganato) N.O. Nitrógeno orgánico P. Fósforo total

Tabla 6. Otoño. Análisis químicos

Núcleo urbano	Punto	S.S.(mg/l)	O.D. (mg/l)	O.S. (%)	M.O. (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	N.O(mg/l)	P.(mg/l)
Grado del Pico	5	18.1	9.5	74.8	1.8	0.0	4.4	4.9	0.3
Santibáñez	10	16	12	99.5	2.2	0.0	4.4	7	0.5
Estebanvela	12	18	12.5	90.8	2.7	0.0	4.4	10.1	0.7
Francos	19	15	11.5	90.5	1.7	0.0	4.4	1.7	0.7
Ayllón	23	10.2	10.7	81.9	1.6	0.0	4.2	1.7	0.4
Mazagatos	24	9.1	12.8	98	1.6	0.0	4.4	5.2	0.4
Languilla	25	18.1	12.4	100.2	1.2	0.0	4.8	1	0.9

S.S. Sólidos en suspensión O.D. Oxígeno disuelto O.S. Oxígeno de saturación M.O. Materia orgánica (oxidabilidad al permanganato) N.O. Nitrógeno orgánico P. Fósforo total

Tabla 7. Invierno. Análisis químicos

- IGME (1985). Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España. Informe de Síntesis. Ministerio de Industria y Energía. Madrid
- López Fernández, G.; López Lafuente, A. y González Huecas, C (1993) Contribución a la caracterización de la cuenca del Río Aguiasejo (Segovia). Retama. Medio Ambiente. Marzo/Abril 100-104 pp.
- López Fernández, G.; López Lafuente, A. y González Huecas, C. (1996) Influence of soil characteristics on the surface water quality in Mediterranean areas. Agro Food Industry. Ed. Teknoscienze. Vol 7. January-February. pp: 40-43.
- Metcalf & Eddy, Inc.(1985) Ingeniería sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Labor S. A. (Ed). 969 pp. Barcelona.
- Ministerio de Agricultura (1980) Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. Escala 1:50.000. Hoja 404. Ayllón.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1983) Sinaderes: sistema de información edafológica y agronómica de España: Manual para la descripción codificada de suelos en el campo. Madrid.
- Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C. (1994) Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa (Ed). 807 pp. Madrid.
- Rivas Martínez, S. (1987) Memorias del mapa de vegetación potencial de España. ICONA Madrid.
- Rodier, J. (1981) Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar. Omega (ed). Barcelona.