

# CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES DEL RÍO MORATALLA (MURCIA, ESPAÑA) Y SUS IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN DEL AGUA.

Óscar BELMAR DÍAZ\*; Josefa VELASCO GARCÍA\*; Andrés MILLÁN SÁNCHEZ\*, Francisco MARTÍNEZ CAPEL\*\*.

\* *Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.*

\*\* *Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de las Zonas Costeras. EPS de Gandía. Universidad Politécnica de Valencia.*

## Resumen.

El río Moratalla, localizado en el noroeste de la Región de Murcia (España), cuenta con unos valores naturales que le han conferido un peso importante en la Red Natura 2000. Sin embargo, la demanda de agua para regadío y la reciente construcción de dos presas a lo largo de su cauce supone un riesgo para la continuidad de dichos valores, lo que hace necesario una caracterización del régimen natural que permita el diseño de un régimen ambiental de caudales (RAC) que compatibilice la conservación del sistema con las demandas de agua. Mientras el régimen natural se caracteriza por una alta variabilidad inter e intranual, característica de los ríos mediterráneos, el régimen actual presenta una reducción significativa de la magnitud de los caudales y de su variación estacional, siendo las sequías más frecuentes y de mayor duración. El régimen ambiental, obtenido bajo un criterio altamente conservacionista, permite abastecer las demandas actuales de agua para regadío sólo en años húmedos. Siguiendo un criterio menos conservacionista también lo permitiría en años medios, pero no en años secos, más frecuentes en las últimas décadas.

**Palabras clave:** régimen natural, régimen ambiental de caudales, río Moratalla, gestión de embalses.

## 1. Introducción.

Los sistemas fluviales del noroeste son con diferencia los mejor conservados de la Región de Murcia. Entre ellos, el río Moratalla es el que alberga la mayor biodiversidad acuática, presentando los valores más altos en cuanto a riqueza de especies, rareza y presencia de endemismos de coleópteros acuáticos, grupo indicador de la biodiversidad de macroinvertebrados (Sánchez-Fernández et al., 2004; 2006).

Con respecto a la ribera, presenta saucedas y restos de choperas, con presencia de fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y olmos (*Ulmus minor*), bien conservadas. También aparecen especies de vertebrados de interés comunitario como la nutria (*Lutra lutra* (Linnaeus, 1758)) y el galápagos leproso (*Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812)). Finalmente, por sus valores naturales, la cuenca del río Moratalla está incluida en los LIC *Sierra de la Muela*, *Sierra de Villafranca*, y *Sierras y Vega Alta del Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla*, según la Directiva Hábitats 92/43.

Sin embargo, en el año 2002 se pusieron en funcionamiento dos presas a lo largo de su cauce (la presa de la Risca, en la cabecera, y la presa de Moratalla, en el tramo final), con el objeto de laminar avenidas. Dichas infraestructuras suponen una nueva y grave amenaza para la conservación de este ecosistema, que se debe sumar a los impactos ocasionados por la demanda de agua para agricultura.

## 2. Objetivos.

Los objetivos del presente estudio son:

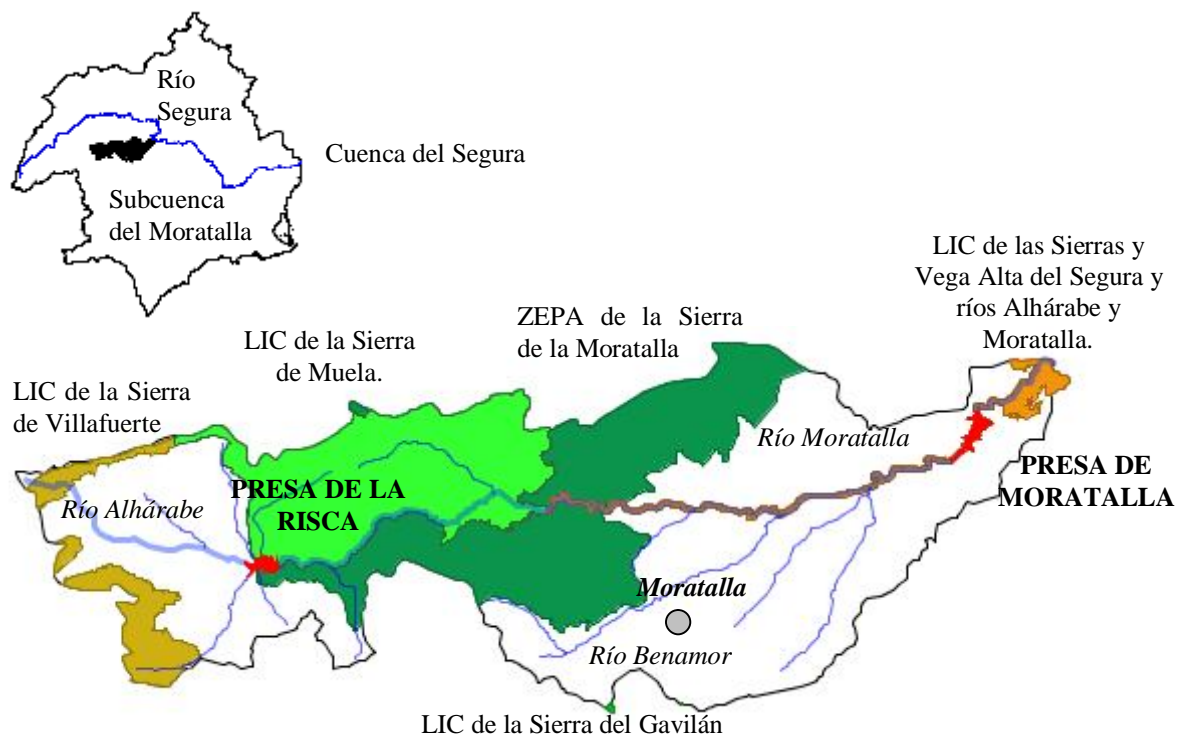
- 1) Caracterizar el régimen natural de caudales del río Moratalla.
- 2) Evaluar el grado de alteración del régimen actual respecto al régimen natural.

- 3) Diseñar, mediante un método hidrológico, una primera propuesta de regímenes ambientales de caudales para años húmedos, medios y secos que compatibilice la conservación del ecosistema con las demandas de agua existentes en la zona.

### 3. Área de estudio.

La cuenca del río Moratalla (Figura 1), con una extensión de 33.890 hectáreas y un perímetro de 127 kilómetros, es una de las cuencas más pequeñas que drenan al río Segura. Prácticamente la totalidad de su superficie se ubica en el municipio murciano del mismo nombre, extendiéndose desde los límites de Letur (Albacete) hasta Calasparra, contactando por el sur con Caravaca de la Cruz.

Figura 1: Cuenca y red hidrológica del río Moratalla.



La cuenca del Moratalla pertenece al dominio prebético septentrional, de relieve montañoso y accidentado que comprende territorios de las Sierras de Villafuerte, la Muela, Moratalla y del Gavilán, con elevaciones de hasta 1.400 m. Por su situación, se encuentra sometida a la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas del frente polar que penetran por la depresión del Guadalquivir, originando valores medios de precipitación anual (410 mm), temperatura (16° C) y evapotranspiración potencial (800 mm. año<sup>-1</sup>) intermedios respecto a los valores registrados en la cuenca del Segura. A lo largo del año, las precipitaciones presentan máximos en otoño y en primavera, mientras que los valores más bajos se registran en verano coincidiendo con las temperaturas más altas (Aboal, 1989).

El río Moratalla es conocido como río *Alhárabe* desde su nacimiento, en la sierra del Zacatín, hasta la confluencia con su principal afluente, el río Benamor. Esta confluencia se produce unos 5 km aguas abajo de la población de Moratalla. En la confluencia con el río Segura, tras la presa de Moratalla, el río lleva recorridos unos 50 km desde su nacimiento, siendo el cauce de orden 3, la pendiente media del 2,4% (Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia, 2008) y la sinuosidad moderada.

El río Moratalla guarda una alta relación con acuíferos asociados a litologías calcáreas (calizas y dolomías). Según la clasificación realizada por la Confederación Hidrográfica del Segura (Confederación Hidrográfica del Segura, 2005), se trata de un río mineralizado de baja montaña mediterránea. Sin embargo, posee un bajo contenido en sales en comparación con la mayoría de cuerpos de agua de la cuenca del Segura. La vegetación de la cuenca del Moratalla está compuesta en su mayoría por cultivos de secano (37%), pinares (32%), matorral (21%) y superficies de regadío (3%) (Servicio de Cartografía Ambiental de la Región de Murcia, 2008). La vegetación de ribera está bastante degradada debido a los usos agrícolas. Quedan solamente algunos vestigios de antiguas olmedas (*Aro-Ulmetum minoris*), y algún chopo, como resto de antiguas choperas (*Rubio tinctori-Populetum albae*). Las saucedas están mejor desarrolladas y en ellas conviven distintas especies: *Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *S. fragilis* y *S. atrocinerea*. Las zonas más degradadas están colonizadas por grandes helófitos que dan paso a los juncales (Aboal, 1989).

#### **4. Metodología.**

La caracterización del régimen natural de caudales se ha realizado mediante la recopilación de los datos diarios de caudal de la estación de aforos 7011 de la Red Oficial de Estaciones de Aforos (ROEA), situada un kilómetro antes de la confluencia del río Moratalla con el río Segura, aguas abajo de las dos presas existentes (embalse de la Risca y embalse de Moratalla). Los datos utilizados (disponibles en el servidor *Hercules* del CEDEX (Centro de estudios y experimentación de obras públicas, 2008)) abarcan una serie histórica de 19 años completos, de 1913 a 1932. Sobre esta serie se han aplicado tres conjuntos de indicadores: “Indicators of Hydrologic Alteration” (IHA) (Richter *et al.*, 1996), “Environmental Flow Components” (EFC) (Richter *et al.*, 2005) e “Índices de Alteración Hidrológica en Ríos (IAHRIS)” (Martínez y Fernández, 2006<sup>a</sup>).

Para estimar el grado de alteración hidrológica actual se han utilizado los datos diarios de caudal disponibles tras la construcción de las presas en 2002, procedentes de dos fuentes distintas: el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Segura (Confederación Hidrográfica del Segura, 2008) y el Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008), con una serie que va desde enero de 2007 a mayo de 2008. Aunque los registros son muy escasos para obtener una buena caracterización del régimen alterado desde la construcción de las presas, los valores medios diarios de caudal se han comparado con los del régimen natural, en base al cuál se han calculado los factores de alteración hidrológica (Richter *et al.*, 2006).

Por último, siguiendo la metodología propuesta en Martínez y Fernández (2006<sup>b</sup>), se ha diseñado un Régimen Ambiental de Caudales (RAC) para años húmedos, medios y secos con dos criterios distintos para el cálculo del Factor de Variabilidad Ambiental: un criterio altamente conservacionista ( $m = 2$ ) y un criterio ligeramente menos conservacionista ( $m = 2,5$ ). Para ello se han utilizado datos de aportaciones mensuales de 30 años (la serie de 19 años utilizada anteriormente más 11 años (1933-1937, 1941, 1943-1946) disponibles en el servidor *Hercules* del CEDEX), que han permitido obtener una mejor representación e identificación de los periodos húmedos, medios y secos. Finalmente, se ha procedido a analizar la compatibilidad del RAC obtenido con las actuales demandas de agua en la cuenca.

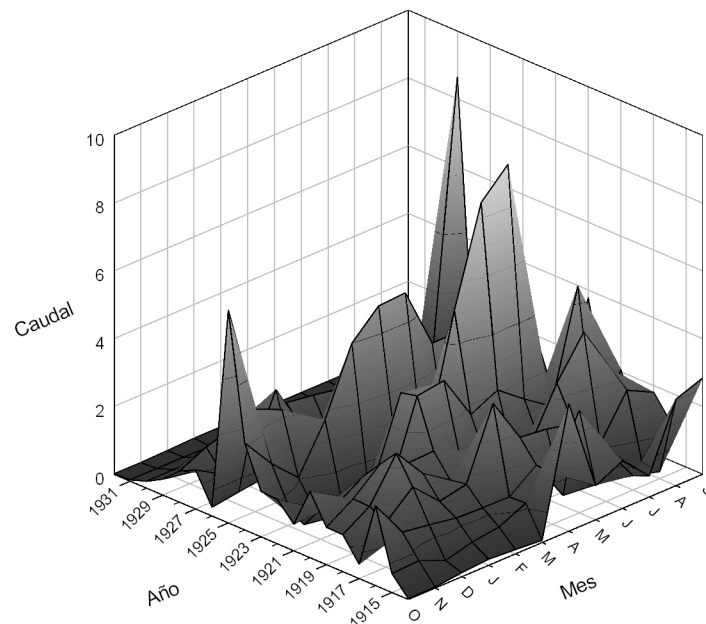
## 5. Resultados.

### 5.1 Caracterización del régimen natural de caudales.

La aportación media anual del río Moratalla es de  $38 \text{ hm}^3$ , pero varía entre  $0,82$  y  $92,84 \text{ hm}^3$  a lo largo de la serie estudiada (Tablas 1 y 2), lo que muestra una importante variabilidad interanual de los caudales ( $CV$  anual =  $3,38$  y Predecibilidad =  $0,26$ ), típica de los ríos mediterráneos. Además, el régimen natural se caracteriza por una gran variabilidad intranual consecuencia del régimen de precipitaciones, presentando los meses del final del invierno y la primavera los mayores caudales, mientras que los menores se dan en verano (Figura 2). Los caudales medios diarios presentan una magnitud reducida, con un valor medio de  $1,21 \text{ m}^3/\text{s}$ , siendo el caudal generador del cauce de una magnitud de  $59,9 \text{ m}^3/\text{s}$  y el caudal de avenida habitual de  $2,43 \text{ m}^3/\text{s}$ . El escaso caudal deriva de las reducidas dimensiones de la cuenca receptora, la cual, casi en su totalidad, está enclavada en un sector con precipitaciones que ligeramente sobrepasan los  $400 \text{ mm}$ . Las sequías son frecuentes y presentan, durante los meses de verano, numerosos días con caudal  $< Q_{95\%}$  o nulo. Por último, los coeficientes de variación de mínimos caudales diarios anuales y de sequías habituales son mayores que los de máximos caudales diarios y avenidas habituales.

Como se observa en el hidrograma (Figura 2) se trata de un régimen de tipo pluvial, aunque ligeramente atenuado por las características cársticas de la cuenca, donde los caudales varían a lo largo de la serie con valores que oscilan mucho dentro de un mismo año, pero también en un mismo periodo para años distintos.

**Figura 2: Hidrograma del río Moratalla en régimen natural (caudal en  $\text{m}^3/\text{s}$ ).**



**Tabla 1: Resultados de los IAHRIS.**

	VALOR (hm <sup>3</sup> o m <sup>3</sup> /s)	
	Media de las aportaciones anuales	<b>Año húmedo:</b>
<b>Año medio:</b>		<b>35,05</b>
<b>Año seco:</b>		<b>8,05</b>
<b>Año ponderado:</b>		<b>38,17</b>
Diferencia entre aportación mensual máxima y mínima en el año	<b>Año húmedo:</b>	<b>11,99</b>
	<b>Año medio:</b>	<b>9,50</b>
	<b>Año seco:</b>	<b>1,88</b>
	<b>Año ponderado:</b>	<b>8,15</b>
Mes de máxima y mínima aportación	<b>Año húmedo:</b>	<b>MAR-JUL</b>
	<b>Año medio:</b>	<b>JUN-AGO</b>
	<b>Año seco:</b>	<b>JUN-AGO</b>
Diferencia entre los caudales medios diarios correspondientes a los percentiles de excedencia del 10% y 90%	<b>Q 10%:</b>	<b>1,87</b>
	<b>Q 90%:</b>	<b>0,27</b>
Media de los máximos caudales diarios anuales	<b>(Qc):</b>	<b>46,82</b>
Caudal generador del lecho	<b>QGL</b>	<b>59,90</b>
Caudal de conectividad	<b>QCONEC:</b>	<b>87,89</b>
Caudal de la avenida habitual (percentil de excedencia del 5%)	<b>Q 5%:</b>	<b>2,43</b>
Coefficiente de variación de máximos caudales diarios anuales	<b>CV (Qc):</b>	<b>0,97</b>
Coefficiente de variación de la serie de avenidas habituales	<b>CV (Q 5%):</b>	<b>0,81</b>
Máximo n° de días consecutivos con caudal medio diario > Q5%		<b>25,0</b>
Media de los mínimos caudales diarios anuales	<b>(Qs):</b>	<b>0,13</b>
Caudal de la sequía habitual (percentil de excedencia del 95%)	<b>Q 95%:</b>	<b>0,21</b>
Coefficiente de variación de mínimos caudales diarios anuales	<b>CV (Qs):</b>	<b>1,40</b>
Coefficiente de variación de la serie de sequías habituales	<b>CV (Q 95%):</b>	<b>1,13</b>
Máximo n° de días consecutivos con caudal medio diario < Q95%		<b>65,7</b>

	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>
<b>N° MEDIO DÍAS CON Q &gt; Q5%</b>	2,2	2,3	3,7	0,4	2,0	5,2	5,9	4,9	5,4	0,7	0,6	1,9
<b>N° MEDIO DÍAS CON Q &lt; Q95%</b>	8,5	8,1	10,4	7,6	5,7	7,2	6,7	8,3	6,8	11,9	13,8	8,9
<b>N° MEDIO DÍAS CON Q NULO</b>	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,3	0,7	3,2	3,3	1,7

**Tabla 2: Resultados de los IHA y los EFC.**

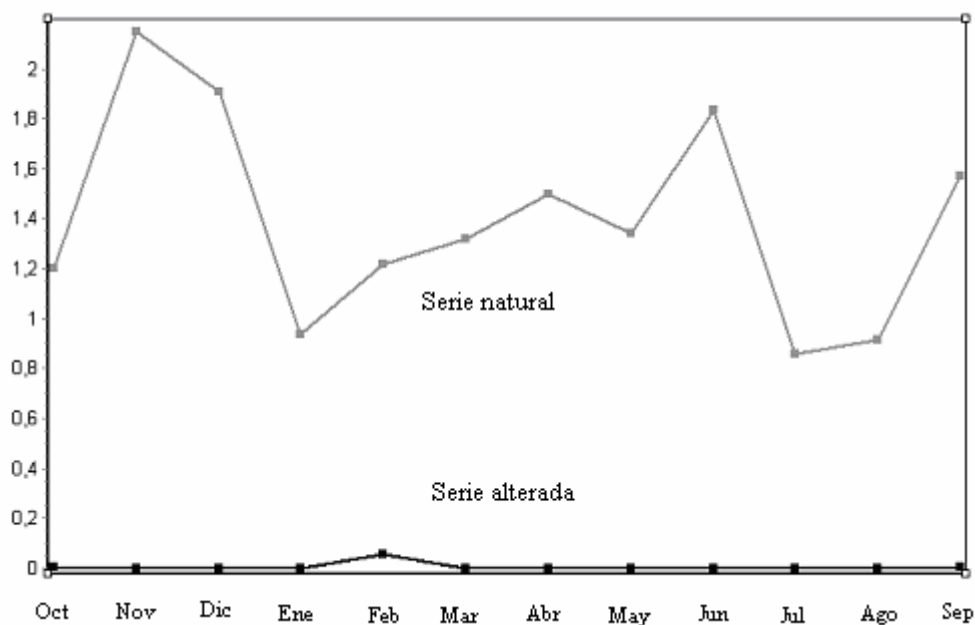
Área de la cuenca	322	
Caudal medio anual	1,21	
Caudal medio/área	0	
C. V. anual	3,38	
Predecibilidad del caudal	0,26	
Constancia/predecibilidad	0,67	
% avenid. (per. 60 días)	0,23	
Estac. sin inundaciones	0	
	<b>Medianas</b>	<b>Coef. Disp.</b>
<b>Parámetros del grupo 1</b>		
Octubre	0,7889	1,136
Noviembre	0,6732	1,387
Diciembre	0,6767	2,838
Enero	0,95	1,255
Febrero	0,95	1,413
Marzo	0,9133	1,803
Abril	1	1,082
Mayo	0,425	3,194
Junio	1,046	0,9413
Julio	0,55	1,573
Agosto	0,25	2,805
Septiembre	0,425	1,586
<b>Parámetros del grupo 2</b>		
Mínimo de 1 día	0,0394	5,533
Mínimo de 3 días	0,0394	5,491
Mínimo de 7 días	0,0394	8,782
Mínimo de 30 días	0,1919	2,704
Mínimo de 90 días	0,4381	1,482
Máximo de 1 día	39,74	1,358
Máximo de 3 días	15,71	1,587
Máximo de 7 días	7,319	1,596
Máximo de 30 días	3,403	1,2
Máximo de 90 días	2,115	1,053
Número de <i>días cero</i>	0	0
Índice de caudal base	0,05452	4,163
<b>Parámetros del grupo 3</b>		
Fecha de mínimo	233	0,3224
Fecha de máximo	234	0,2568
<b>Parámetros del grupo 4</b>		
Cuenta de pulsos bajos	1	4
Duración pulsos bajos	14,5	1,922
Cuenta de pulsos altos	6	1
Duración pulsos altos	2,5	1,85
Umbral pulsos bajos	0,13	
Umbral pulsos altos	1,12	
<b>Parámetros del grupo 5</b>		
Tasa de ascenso	0,425	1,915
Tasa de descenso	-0,1287	-2,296
Número de inversiones	28	0,7143

<b>Caudales bajos EFC</b>	<b>Medianas</b>	<b>Coef. Disp.</b>
Octubre Caudal Bajo	0,471	1,435
Noviembre Caudal Bajo	0,5204	1,553
Diciembre Caudal Bajo	0,227	3,053
Enero Caudal Bajo	0,5159	1,641
Febrero Caudal Bajo	0,573	1,523
Marzo Caudal Bajo	0,5	1,625
Abril Caudal Bajo	0,525	1,284
Mayo Caudal Bajo	0,3296	1,359
Junio Caudal Bajo	0,4964	1,317
Julio Caudal Bajo	0,529	1,008
Agosto Caudal Bajo	0,396	1,315
Septiembre Caudal Bajo	0,3375	1,723
<b>Parámetros EFC</b>		
Pico bajo extremo	0,003	1,25
Duración bajo extremo	4	9,563
Recurrencia bajo extr.	141,5	0,4037
Frecuencia bajo extr.	0	0
Pico de alto caudal	3	1,667
Duración de alto caudal	4,75	2,368
Recurrencia de alto cau.	178	0,3289
Frecuencia de alto caud.	6	1
Tasa de aumento alto c.	1,106	2,277
Tasa de descenso alto c	-0,758	-1,591
Pico pequeña avenida	46	0,587
Dur. pequeña avenida	16	2,313
Recurrencia peq. aven.	214	0,2281
Frecuencia peq avenida.	0	0
Tasa ascenso peq. av.	20,92	2,197
Tasa descenso peq av.	-8,287	-1,329
Pico gran avenida	187	
Duración gran avenida	5	
Recurrencia gran av.	263	
Frecuencia gran av.	0	0
Tasa ascenso gran av.	186,9	
Tasa descenso gran av.	-37,36	
Umbral del percentil más bajo de alto caudal EFC:		0,6186
Umbral del percentil más alto de alto caudal EFC:		1,116
Umbral del caudal extrem. bajo EFC:		0,006
Umbral del caudal pico de pequeña avenida:		39
Umbral del caudal pico de gran avenida:		92

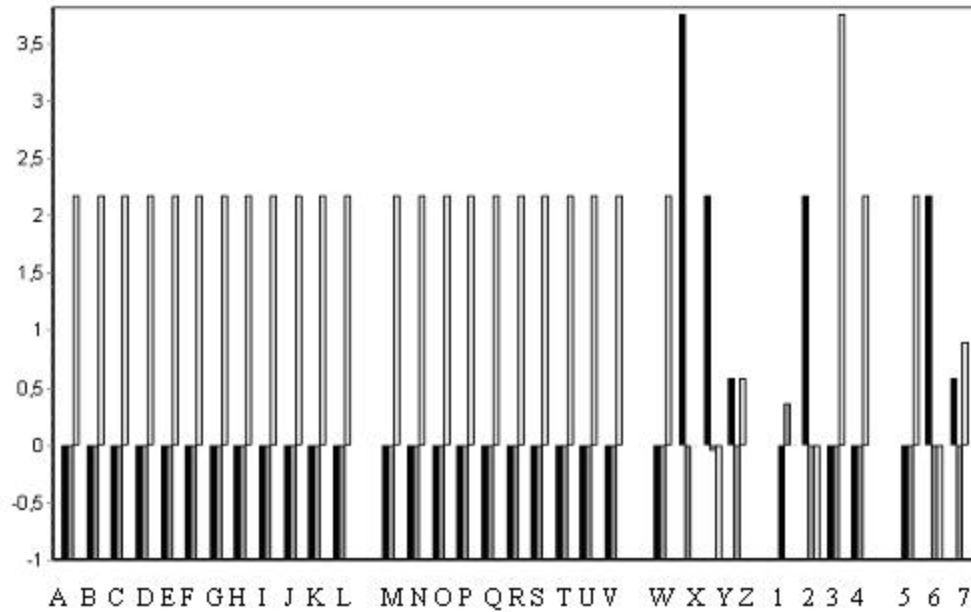
## 5.2 Evaluación del grado de alteración.

Al comparar las características del periodo en régimen natural (1913-1932) con las del periodo en régimen alterado (2007-2008) se aprecia una modificación importante del régimen de caudales (Figura 3), reduciéndose considerablemente las aportaciones medias anuales y su variación a lo largo del año. Los factores de alteración hidrológica (Figura 4) muestran la variación que han sufrido diferentes parámetros hidrológicos en los percentiles 1-33 (percentiles bajos), 34-66 (percentiles medios) y 67-100 (percentiles altos), ya sea por un incremento (valor del factor positivo) o un decremento (valor del factor negativo). En términos generales los percentiles bajos de los caudales mensuales, así como de la duración de los caudales máximos y mínimos, han sufrido un aumento, mientras que los percentiles medios y altos han disminuido. Ello refleja nuevamente una reducción en la magnitud de los caudales y su variabilidad intranual. Por otra parte, se produce la alteración de los sucesos extremos de sequía en duración y fecha de ocurrencia, aumentando considerablemente el número de días de caudal bajo y nulo. Estas alteraciones parecen deberse a la extracción de agua para riego y a la regulación de caudales por las presas, que alteran la magnitud y la variabilidad del régimen natural de caudales.

Figura 3: Medias diarias mensuales de caudal ( $m^3/s$ ) para las dos series consideradas, natural y alterada.



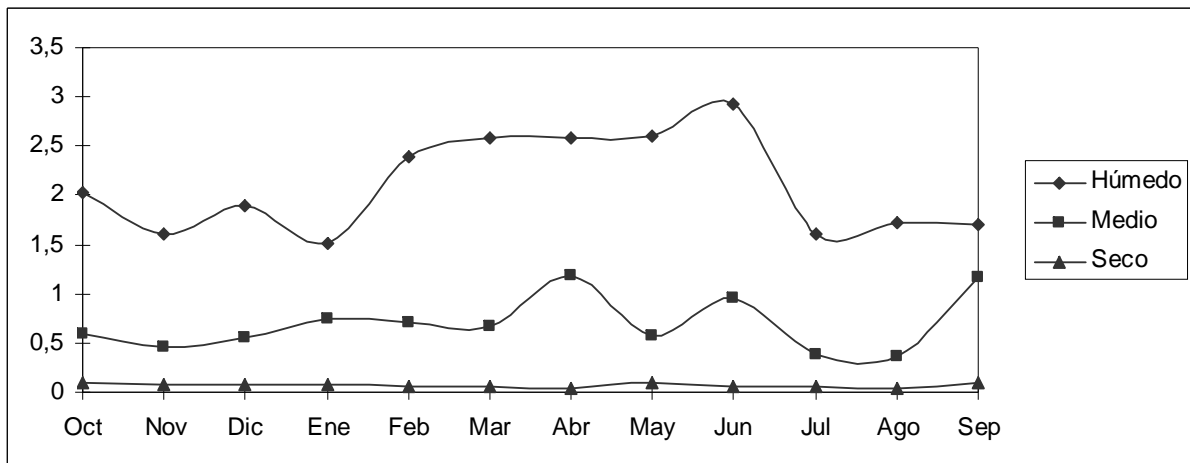
**Figura 4: Índices de alteración hidrológica para los percentiles altos (negro), medios (gris oscuro) y bajos (gris claro) de:** A-L. Mediana de los caudales de octubre a septiembre, M-Q. Caudales mínimos (de 1, 3, 7, 30 y 90 días), R-V. Caudales máximos (de 1, 3, 7, 30 y 90 días), W. Índice del caudal base, X. Número de días con caudal cero, Y. Fecha del caudal mínimo, Z. Fecha del caudal máximo, 1. Número de pulsos bajos, 2. Duración de los pulsos bajos, 3. Número de pulsos altos, 4. Duración de los pulsos altos, 5. Tasa de ascenso, 6. Tasa de descenso y 7. Número de inversiones.



### 5.3 Régimen ambiental de caudales.

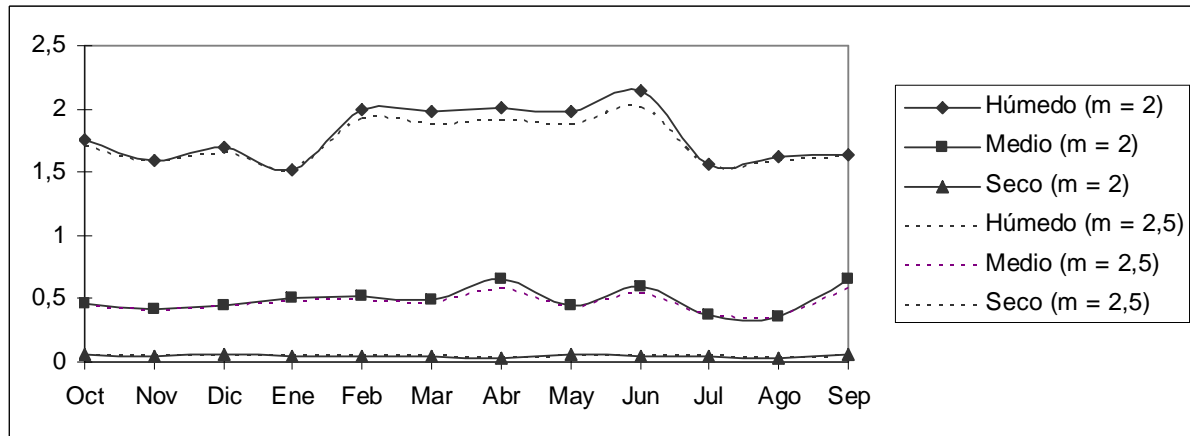
Los caudales medios en años húmedos, medios y secos obtenidos para el régimen ambiental de caudales (RAC) (Figura 6) fueron inferiores a los caudales medios en régimen natural (Figura 5) y presentaron una variabilidad ligeramente menor, aunque siguiendo el patrón natural de variación intranual.

**Figura 5: Régimen natural de caudales ( $m^3/s$ ).**





**Figura 6: Régimen ambiental de caudales (RAC) ( $m^3/s$ ).**



La aportación anual en régimen natural fue de unos  $66,0 \text{ hm}^3$  para los años húmedos,  $21,9 \text{ hm}^3$  para los años medios y  $2,1 \text{ hm}^3$  para los años secos. En cambio, para el escenario de alta protección de los ecosistemas acuáticos ( $m = 2$ ), la aportación resultante del RAC fue de  $56,3 \text{ hm}^3$  para los años húmedos,  $15,5 \text{ hm}^3$  para los años medios y  $1,5$  para los años secos. Ello implica que el agua disponible para otros usos sería de  $9,7 \text{ hm}^3$  en los años húmedos,  $6,4 \text{ hm}^3$  en los años medios y  $0,6 \text{ hm}^3$  en los años secos. Mientras, en un escenario ligeramente menos conservacionista ( $m = 2,5$ ), la aportación del RAC fue de  $54,6 \text{ hm}^3$  para los años húmedos,  $14,6 \text{ hm}^3$  para los años medios y  $1,4 \text{ hm}^3$  para los años secos; lo que significa que el agua disponible para otros usos sería de  $11,4 \text{ hm}^3$  durante los años húmedos,  $7,4 \text{ hm}^3$  durante los años medios y  $0,7 \text{ hm}^3$  durante los años secos.

La Unidad de Demanda Agraria de Moratalla comprende los regadíos situados en la cuenca del río Moratalla y cuenta actualmente con una demanda bruta de unos  $6,6 \text{ hm}^3$  (Confederación Hidrográfica del Segura, 1998). Por tanto, para  $m = 2$ , durante los años húmedos hay suficiente agua disponible para mantener el régimen de caudales ambientales y satisfacer la demanda agrícola, si ésta no aumenta. No es así durante los años medios y secos, ya que el agua disponible resulta insuficiente, pero considerando  $m = 2,5$  habría suficiente agua para uso agrícola durante los años medios, ya que las exigencias del RAC son ligeramente menores. En ninguno de estos escenarios podrían atenderse las demandas agrícolas con aguas superficiales en años secos, ni siquiera con la regulación interanual de los embalses, ya que incluso reservando el sobrante de años húmedos y medios sólo podrían atenderse las demandas ambientales.

Las limitaciones expuestas probablemente serían mayores si se realizaran los cálculos del régimen natural con datos de los últimos 20 años (serie corta) debido a la brusca disminución que han sufrido las precipitaciones en la cuenca del Segura en las últimas dos décadas. Así, para mantener un régimen ambiental de caudales en el río Moratalla es necesario revisar la asignación de recursos hídricos para regadío y otros usos (por ejemplo, usos recreativos en el Camping de Moratalla), con el fin de adecuarlas a los recursos disponibles teniendo en cuenta su variación interanual. Es necesario, por tanto, un proceso de negociación de todas las partes implicadas con el fin de compatibilizar las demandas ambientales y humanas. La gestión de los embalses debe de asegurar la magnitud de los caudales asignados para cada mes en el régimen ambiental, la liberación puntual de caudales de mayor magnitud en años húmedos simulando avenidas habituales y extremas, y la reserva de caudales para años secos.

## Referencias bibliográficas.

- Aboal, M. (1989): "Flora algal del río Benamor (cuenca del Segura, SE de España)". *Limnética*, 5, pp. 1-11.
- Centro de estudios y experimentación de obras públicas (2008): <http://hercules.cedex.es>
- Confederación Hidrográfica del Segura (1998): *Plan Hidrológico de la cuenca del Segura*.
- Confederación Hidrográfica del Segura (2005): *Informe de los artículos 5, 6 y 7 de la DMA. Versión 3*.
- Confederación Hidrográfica del Segura (2008): <http://www.chsegura.es/chs>
- Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia (2008): "Los arroyos murcianos, donde el agua comienza su curso", *Murcia en clave ambiental*, 16, 16-19.
- Martínez, C. & Fernández, J.A. (2006<sup>a</sup>): *Índices de alteración hidrológica en ecosistemas fluviales*, Centro de estudios y experimentación de obras públicas.
- Martínez, C. & Fernández, J.A. (2006<sup>b</sup>): "Régimen ambiental de caudales (RAC): Metodología para la generación de escenarios, criterios para su valoración y pautas para su implementación", en *Actas del V Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua*. Universidad de Algarbe. Faro.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008): <http://www.marm.es/>
- Richter, B. *et al.* (1996): "A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems", *Conservation Biology*, 10, 4, pp. 1163-1174.
- Ritcher *et al.* (2005): "Indicators of hydrologic alterations Version 7 User's Manual". <http://www.nature.org/initiatives/freshwater/files/ihav7.pdf>
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Velasco, J., and Millán, A. (2004): "Selecting areas to protect the biodiversity of aquatic ecosystems in a semiarid Mediterranean region". *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14, pp. 465-479.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Mellado, A., Velasco, J., and Millán, A. (2006): "Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems? The case of the Segura river basin (SE Spain)". *Biodiversity and Conservation*, 15, pp. 4507-4520.
- Servicio de Cartografía Ambiental de la Región de Murcia (2008): <http://www.carm.es/siga/medioAmbiente/Cartogra/Cartogra.html>