



Hoja Informativa AEELS

Estudiando los ríos de Zamora

I. El río Negro deja de ser un cauce permanente. El estiaje extremo lo transforma en un cauce temporal.

El río Negro

Se trata de un río de aguas muy transparentes y poco mineralizadas, donde las condiciones han favorecido tradicionalmente el poblamiento truchero de sus aguas. El río Negro se localiza en el oeste de la Cuenca del Duero, en el borde noroccidental de la Meseta norte ibérica, en una zona de transición climática con componentes oceánicos propios del noroeste ibérico y continentales de influencia mesetaria (detalles en Morales et al., 2004; Morales & Lizana, 2014).

Es el principal tributario del río Tera, tanto por caudal como por extensión de cuenca, y actualmente vierte aguas en él a través del embalse de Agavanzal.

El régimen natural de caudales

La subcuenca del Negro presenta dinámica hidrológica de tipo pluvial mediterráneo en condiciones climáticas de veranos frescos (continental con estiajes intensos y veranos cálidos -Csb-, clasificación de Köppen y Geiger); pero con cierta influencia atlántica, con elevadas precipitaciones de otoño y primavera, pero escasa innivación invernal.

Las orillas de todo el cauce principal están cubiertas por un espeso y maduro bosque de ribera (aliseda de *Alnus glutinosa*, con fresnos, sauces y otros árboles riparios); generalmente de escaso desarrollo transversal.



El río Negro tiene una clara deficiencia de caudal en todos los meses del año, desde hace al menos una década; pero además en el verano tiene una grave complicación para el funcionamiento de las comunidades biológicas con el aumento de la temperatura.

1. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

Todos los años el caudal del río Negro alcanza valores mínimos en el centro del verano, y por lo regular se mantienen o incluso se agravan en septiembre. Este es el patrón del río en su cauce bajo, ya que aguas arriba en tramos medios y altos mantiene un poco de flujo de agua, en una serie de datos que alcanza los 20 años y que procede la estación forométrica de Sta. Eulalia de Rionegro (estación CHD-EA113).

La serie completa de datos que se utiliza proviene tanto de los datos que se pueden consultar on-line a través de la red SAIH de Confederación Hidrográfica del Duero y del Anuario de Aforos del MITERD. La serie arranca en agosto de 2000, con la puesta en funcionamiento de la estación CHD-EA113; y por lo tanto se debe considerar como primer año hidrológico completo el correspondiente a 2001-2002. Con los datos acumulados desde entonces las aportaciones de caudal tienen máximos superiores a 12 Hm^3 durante 5 meses (de diciembre hasta abril, con valores superiores al 13% cada mes), en datos promediados. Si bien la dispersión de los valores es muy amplia.

Las aportaciones del verano en este conjunto de datos global no superan el 2,5%, con valores habituales inferiores al 1% en agosto y septiembre. Y en este caso también con grandes variaciones interanuales, y también tendencias en la serie de datos. Para el sexenio de 2002 a 2007 la mediana de aportaciones en el trimestre estival resultó de 3,39 Hm^3 , mientras que en el sexenio 2018-2023 fue de 2,69 Hm^3 ; lo que supone una reducción del 21%.

El río Negro tiene una clara deficiencia de caudal en todos los meses del año, desde hace al menos una década; pero además en el verano tiene una grave complicación para el funcionamiento de las comunidades biológicas con el aumento de la temperatura.

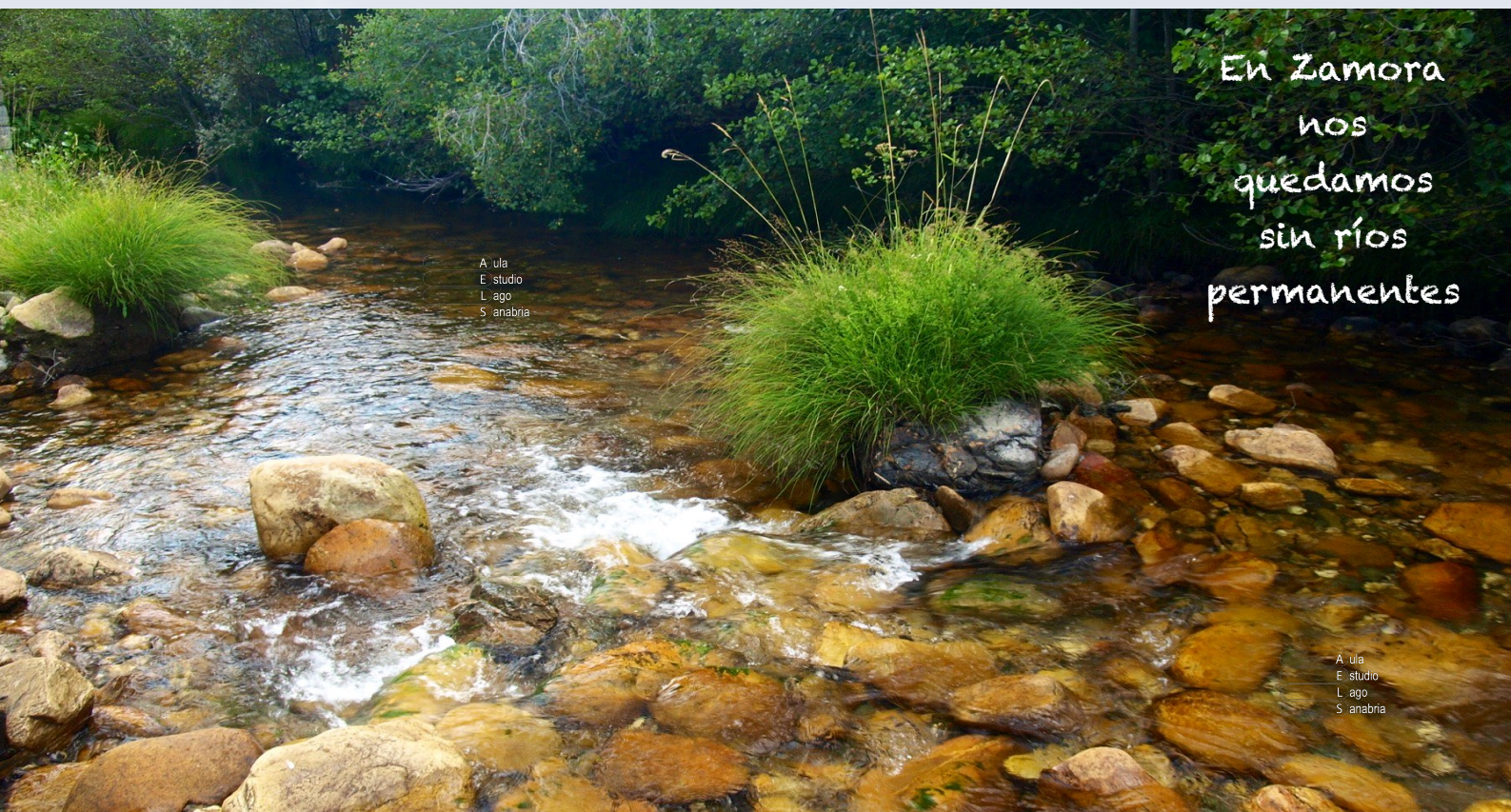
La serie completa de datos que se utiliza proviene tanto de los datos que se pueden consultar on-line a través de la red SAIH de Confederación Hidrográfica del Duero y del Anuario de Aforos del MITERD. La serie arranca en agosto de 2000, con la puesta en funcionamiento de la estación CHD-EA113; y por lo tanto se debe considerar como primer año hidrológico completo el correspondiente a 2001-2002. Con los datos acumulados desde entonces las aportaciones de caudal tienen máximos superiores a 12 Hm^3 durante 5 meses (de diciembre hasta abril, con valores superiores al 13% cada mes), en datos promediados. Si bien la dispersión de los valores es muy amplia.

Localización de la estación forométrica junto al puente de Santa Eulalia de Rionegro.



Es preciso tomar esta estación oficial de aforos como única referencia, ya que no existe otra en toda la cuenca.

1. El río Negro deja de ser un cauce permanente.



Aportaciones del río Negro.

En el flujo del caudal por un río es tan importante la suma global del volumen que fluyen en un año hidrológico, como el ritmo al que lo hace; de manera que las comunidades biológicas acuáticas puedan adaptarse a ellos. A las riadas tienen múltiples mecanismos que les permiten sufrir el menor daño posible y restituirse después.

Sin embargo, para los organismos acuáticos estrictos no adaptados a la estacionalidad la pérdida del caudal durante una parte del año hidrológico supone una barrera definitiva, para la que no tienen adaptación posible.

¿Qué hacen los seres acuáticos durante 100 días sin agua?

Sobre todo, si son seres funcionalmente sésiles, que necesitan la inmersión en agua del sustrato sobre el que viven todos los días.

Sin embargo, los organismos acuáticos tienen numerosos mecanismos de adaptarse a la estacionalidad del caudal de un río.

El promedio de aportaciones de la cuenca del Negro [años 2001 a 2023] es de 142 Hm³/año, con variaciones interanuales muy amplias en el intervalo 387,4 - 23,27 Hm³/año.

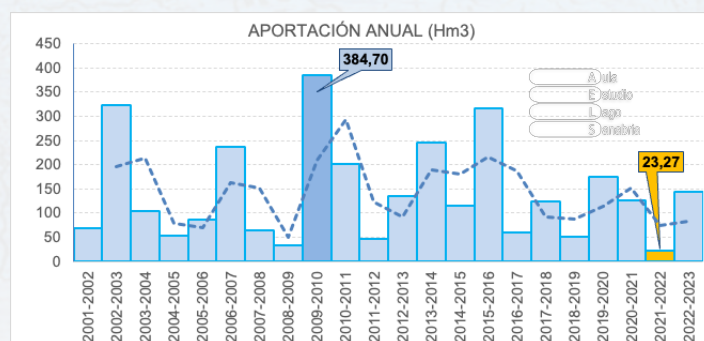


Figura 1. Aportaciones de caudales a lo largo de la serie de datos analizada.

I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

El régimen de aportaciones mensuales

Considerando la sucesión de meses en un año hidrológico los promedios de aportación (serie de datos de 20 años) son superiores al 10% sólo en los meses de invierno climático, ya que entre diciembre y abril fluye casi el 75% del agua total.

Considerando las estaciones climáticas de calendario los meses de otoño (morado en la gráfica de la Figura 2) suponen un aportación baja, al igual que en la primavera las aportaciones de mayo y junio (verde). Mientras que el trimestre de verano (naranja) apenas supone en 2,5% en promedio de las aportaciones.

Aportación media (22 años):
142 ± 102 Hm³/año



Se pueden detectar tres tipologías de régimen de aportaciones de caudal en el río Negro. En la Figura 3 se muestra el promedio (color violeta) de toda la serie de datos (2002-23), y las otras tipologías encontradas debido a la gran variabilidad climática interanual.

Una tipología **A** supone un ritmo unimodal con máximas aportaciones en enero. La tipología **B** supone un ritmo bimodal, con máxima absoluto en otoño, y luego un segundo repunte con otro máximo parcial en el centro de la primavera.

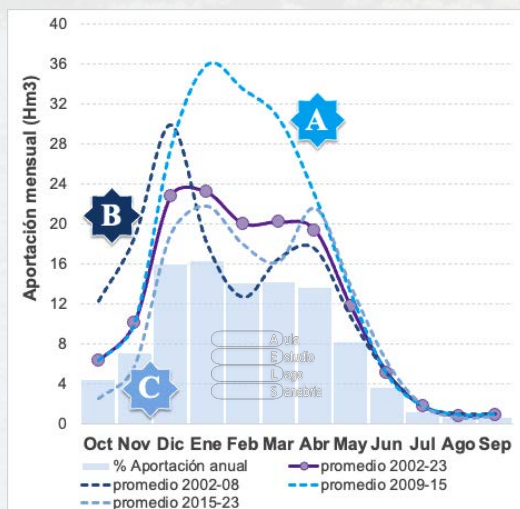


Figura 3. Tres tipologías del régimen de aportaciones.

La época de mayor aportación de agua se distribuye entre diciembre y abril, fluyendo en los meses de junio a septiembre apenas el 5% de todo el caudal anual. Los datos de mayo estadísticamente muestran una importante disponibilidad de agua para la ecología del ecosistema fluvial, y un inicio del estiaje en junio.

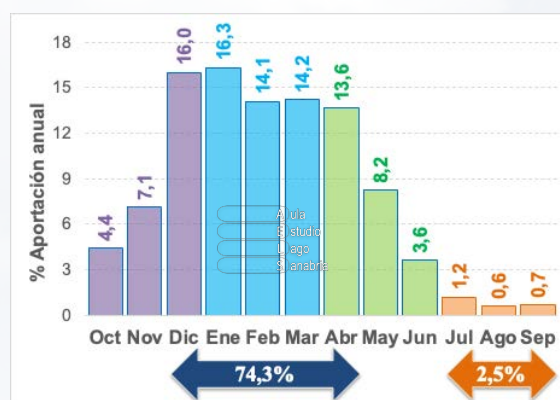


Figura 2. Repartos mensuales en las aportaciones de caudal.

Finalmente la tipología **C** responde a un patrón bimodal con dos máximos casi igual que se producen en enero y finales de abril. En todos las tipologías de aportaciones los valores de agosto y septiembre presentan datos cuantitativamente irrelevantes.

En la Figura 4 se muestran los valores promedio, frente a los dos extremos de aportaciones conocidas; la máxima en el año hidrológico 2002-03 (color violeta) y la mínima en el 2021-2022 (color naranja).

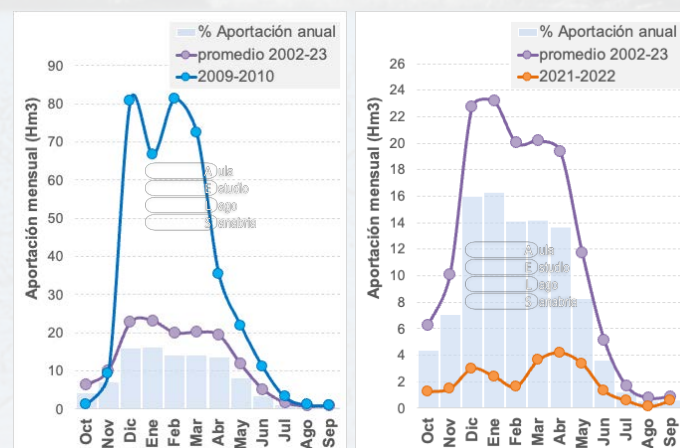


Figura 4. Modelos de aportaciones máxima y mínima respecto al promedio de la serie de datos.

1. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

Variaciones mensuales y estacionales de caudal

La serie larga de datos de la estación de aforos CHD-II3 permite comparar los cambios en el patrón mensual y estacional en periodos distintos de las últimas décadas. Comparando grupos de 4 años entre 2003-06 y 2018-22 es posible comprobar como en la actualidad hay una reducción muy intensa de caudal que afecta al verano, pero también al otoño, e incluso al invierno.

A lo largo de un periodo anual promedio sólo en 3 de los 12 meses se comprueba estabilidad o ligero aumento de

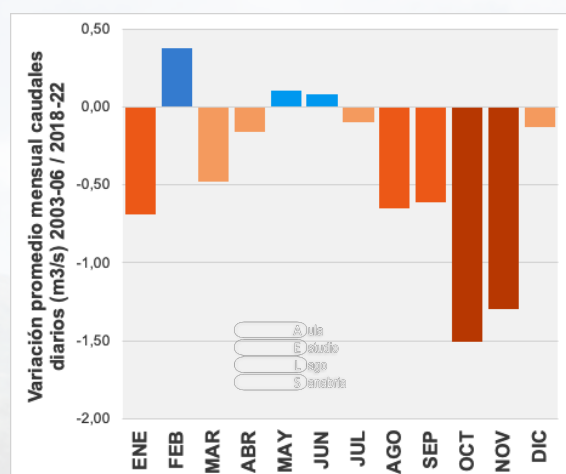


Figura 4. Cambios mensuales en los caudales entre dos periodos.

los caudales, mientras que en los otros nueve se comprueban valores mucho menores en la serie de años 2018-2022 que en la de 2003-2006.

En la variabilidad de los datos entre periodos separados una década se aprecia una reducción de los valores promedio en el invierno, verano y especialmente intensa en el otoño.

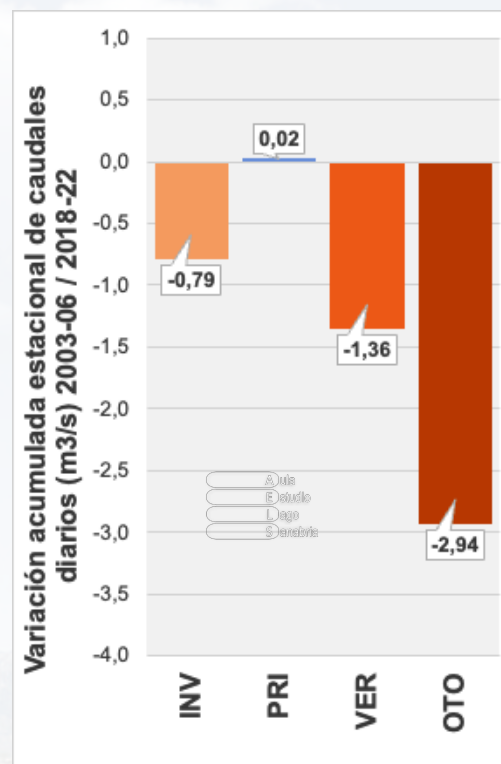


Figura 5. Cambios estacionales en los caudales entre dos periodos.

Aspecto de la estación de aforos en dos momentos muy diferentes de caudales (m^3/s) de estiaje extremo (verano 2022) y riada histórica (primavera 2006) desde el puente de Santa Eulalia de Rionegro.



I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

Variabilidad interanual

Todo esto en un escenario en el que se comprueba como la descarga anual de agua a través del cauce se ha reducido comparando los años hidrológicos en la serie de 2002-03 hasta 2022-23. EL máximo valor se obtuvo en el año hidrológico 2009-10, con valores de 384,7 Hm³/año. Y en el extremo contrario los valores mínimos de aportación de caudales fueron de 23,4 Hm³/año durante el año hidrológico 2021-22.

En la serie de datos global de los 20 años se aprecia una gran variación de datos, con alternancia de años o bianualidades muy secas (MS: < 50 Hm³/año),secas (S: 50-100 Hm³/año), normales (N: 100 – 200 Hm³/año), húmedos (H: > 200 Hm³/año) y muy húmedos (MH: > 300 Hm³/año), siendo el promedio y la dispersión de datos en 21 años hidrológicos de 142 +- 105,1 Hm³/año.

Tabla 1. Evolución de las aportaciones en mas de dos décadas de datos.

Año hidrológico	Verano		Resto	TOTAL (Hm³/año)	
2001-2002	5,0	7,2 %	64,9	69,9	S
2002-2003	3,9	1,2 %	320,3	324,2	MH
2003-2004	3,4	3,2 %	101,2	104,6	N
2004-2005	1,7	3,3 %	51,2	52,9	S
2005-2006	2,7	3,0 %	84,7	87,4	S
2006-2007	7,1	3,0 %	230,2	237,3	H
2007-2008	4,1	6,3 %	60,8	64,9	S
2008-2009	1,5	4,3 %	33,1	34,6	MS
2009-2010	5,2	1,3 %	379,6	384,7	MH
2010-2011	3,3	1,6 %	197,2	200,5	H
2011-2012	2,0	4,3 %	45,4	47,4	MS
2012-2013	2,6	1,9 %	133,3	135,9	N
2013-2014	6,3	2,6 %	238,8	245,2	H
2014-2015	2,0	1,7 %	113,8	115,8	N
2015-2016	4,3	1,4 %	311,5	315,9	MH
2016-2017	1,3	2,2 %	57,8	59,1	S
2017-2018	6,7	5,4 %	117,3	124,0	N
2018-2019	2,1	4,0 %	50,1	52,2	S
2019-2020	2,7	1,5 %	172,0	174,7	N
2020-2021	2,9	2,3 %	124,3	127,2	N
2021-2022	1,2	5,3 %	22,0	23,3	MS*
2022-2023	2,9	2,0 %	140,5	143,4	N

Años muy húmedos MH: 3
Años húmedos H: 3
Años normales N: 7
Años secos S: 7
Años muy secos MS: 1
Año extremadamente seco MS*: 1

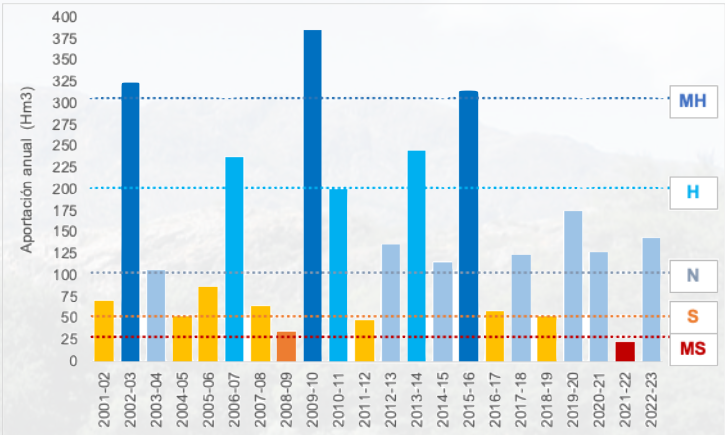


Figura 6. Sucesión de años húmedos y secos en la serie de datos completa.



1. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

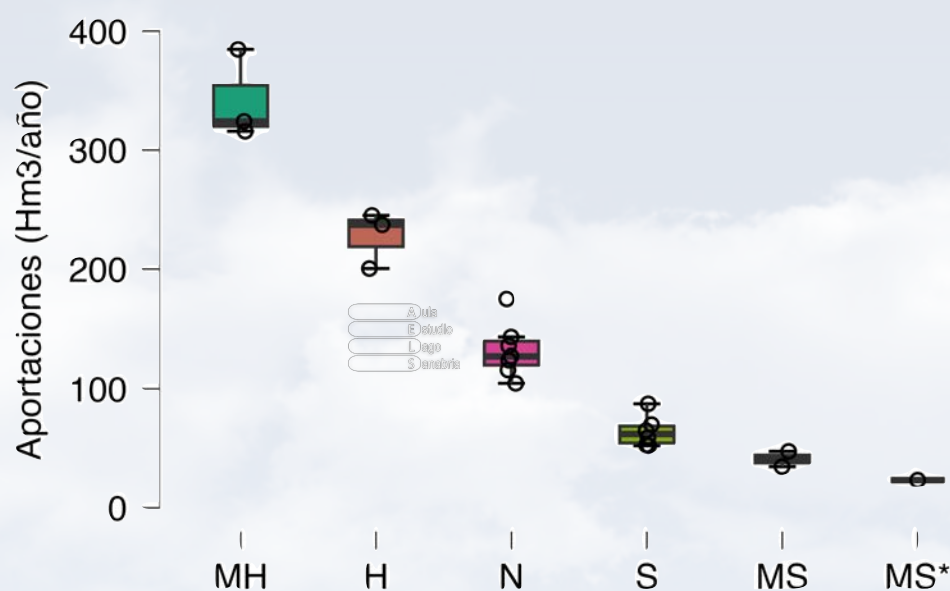
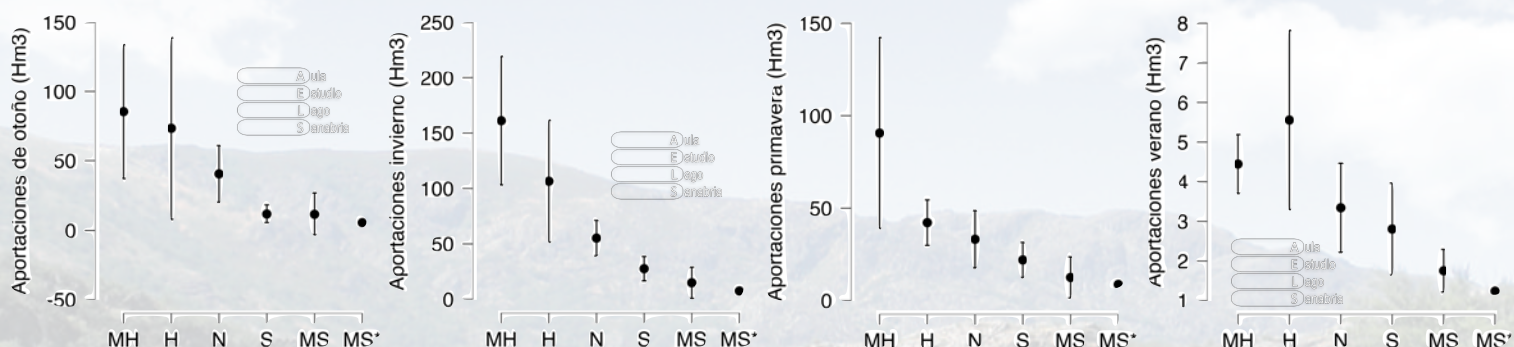


Figura 7. Clasificación de la dispersión de datos de aportaciones de caudal anual (arriba) para las distintas clasificaciones de aportación de caudales anuales (ver Tabla I); y (abajo) valores de promedio y dispersión (intervalo de confianza 95%) para las aportaciones de cada una de las cuatro estaciones de calendario.



La máxima demanda urbana de agua potable coincide con el menor caudal de todo el año

A. otoño
E. invierno
L. primavera
S. verano

I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

A pesar de la variabilidad detectada la tendencia general de las aportaciones de caudal es decente a lo largo de los 20 años de datos disponibles.

En la Figura 8 se aprecia la tendencia general de reducción para los periodos de aguas altas y de aguas bajas, siendo en ambos similar; e incluso más acusado (aunque con más variabilidad) en el periodo de octubre a junio que en el estiaje.

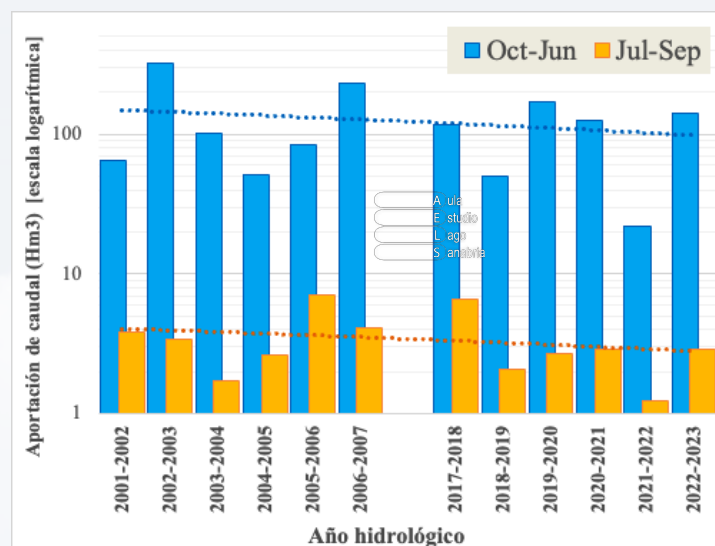


Figura 8. Evolución de las aportaciones anuales a través de grupos sexenales de datos para el verano (naranja) y el resto de los meses (azul).

Utilizando toda la serie de datos se puede apreciar esta tendencia de escasez de caudales comparando los valores promedio con la media; tanto para los valores totales como sólo para los del periodo de estiaje (julio a septiembre).

En la serie anual se comprueba superávit (colores azules) claro de caudales únicamente en 3 de los 22 años de la serie de datos; mientras en el caso de los déficit (colores naranja) son muchos más años hidrológico, con un mínimo absoluto en el 2021-22 (déficit de -118,73 Hm³ respecto al promedio de 142 Hm³).

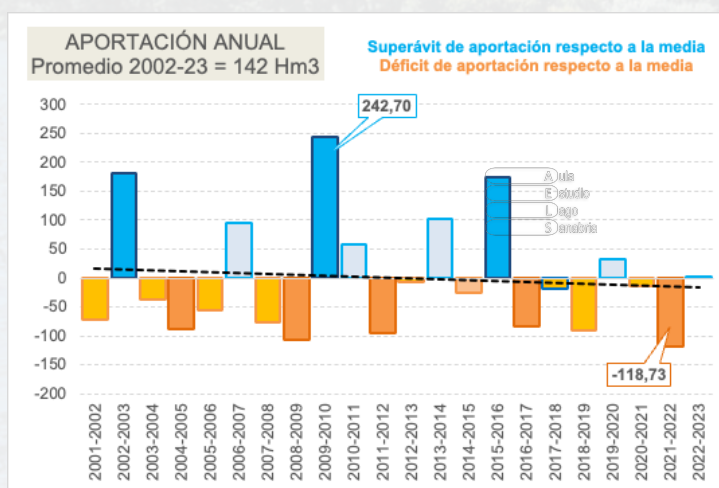


Figura 9. Sucesión de años hidrológicos con superávit o déficit de caudales.

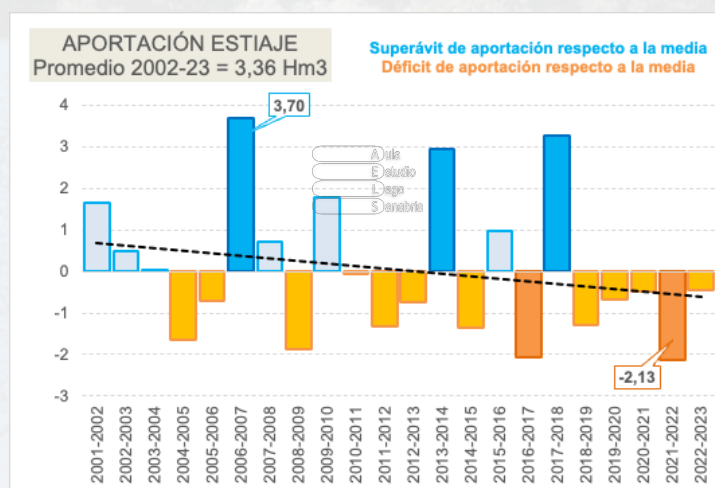


Figura 10. Sucesión de veranos con superávit o déficit de caudales.

I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

Aportaciones en el estiaje

Observando el caudal fluyente a lo largo de todos los días del año natural se aprecia un patrón de reducción evidente entre los trienios de comparación, con valores que son la actualidad (color naranja) inferiores, en general, a lo largo de toda la gráfica; pero especialmente intensos en los meses de verano y otoño; y también en parte de la primavera.

La mayor dispersión de datos de verano se produce en el mes de julio, momento en el que el río mantiene con regularidad caudales inferiores a $1 \text{ m}^3/\text{s}$, y por lo tanto el estiaje es intenso y afecta a las comunidades biológicas. Durante los meses de agosto y septiembre históricamente se ha reducido el caudal hasta límites de estiaje extremo, pero sin embargo en los últimos años se detecta una tendencia a la ampliación de los días en los que el río no cumple su funcionalidad como cauce de flujo permanente.

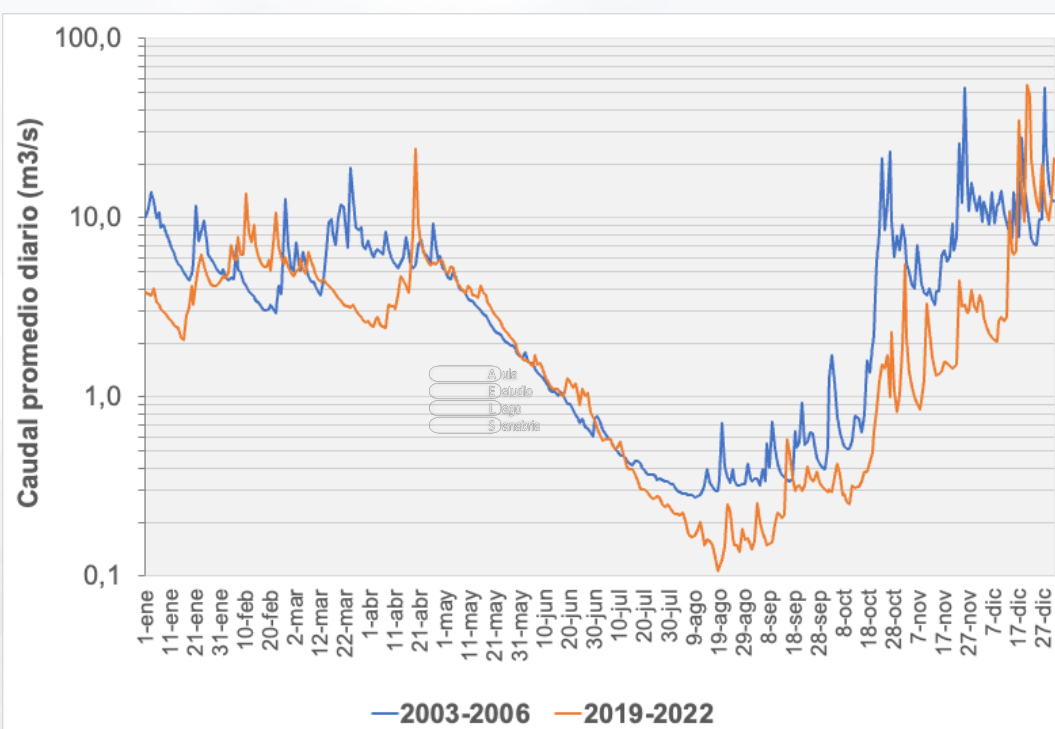


Figura II. Valores diarios promedio (escala logarítmica, base 10) de caudal a lo largo de un año natural de calendario para dos grupos de datos. Se suceden los valores $< 1 \text{ m}^3/\text{s}$ desde mediados de junio; y se mantienen hasta entrado el mes de octubre. Lo que supone un estiaje muy largo y que pone a prueba la resistencia de las comunidades acuáticas.

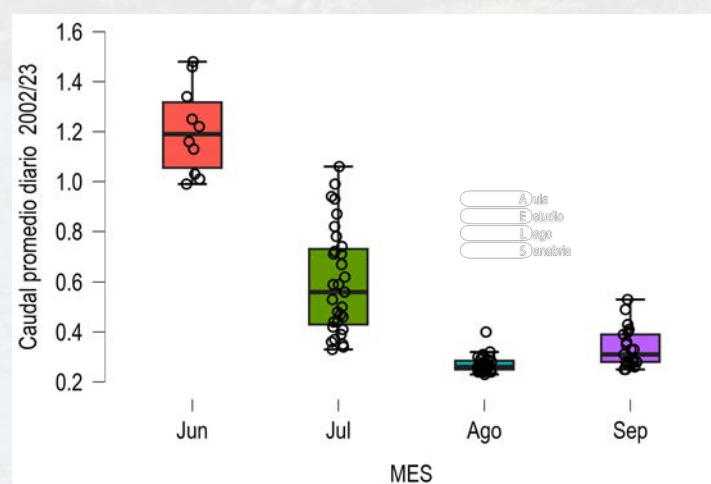


Figura I2. Valores de caudal promedio diarios para los meses del verano de calendario (21 de junio a 21 de septiembre).



I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

Se ha comprobado una tendencia decreciente de flujo de agua en el verano (meses de julio a septiembre) que se ha reducido de 3,39 a 2,69 Hm³ si comparamos los datos del primer y el último sexenio de la serie. En el primero además se aprecia una mayor variabilidad de datos, mientras que en la actualidad no hay veranos capaces de aportar valores de 3 Hm³ o superiores.

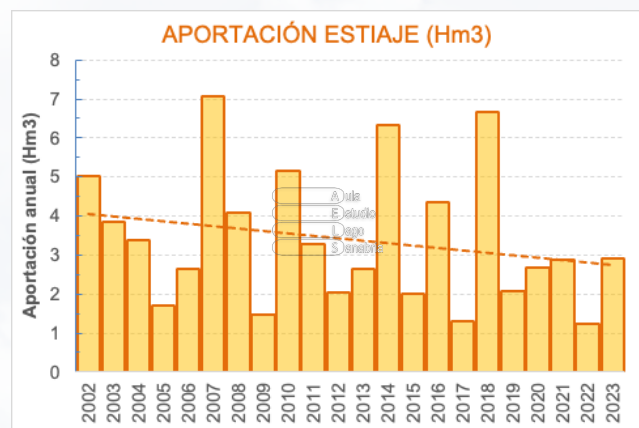


Figura 13. Aportaciones en los meses de verano a lo largo de la serie completa de datos.

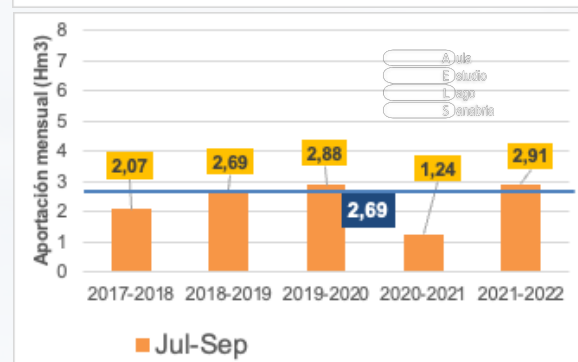
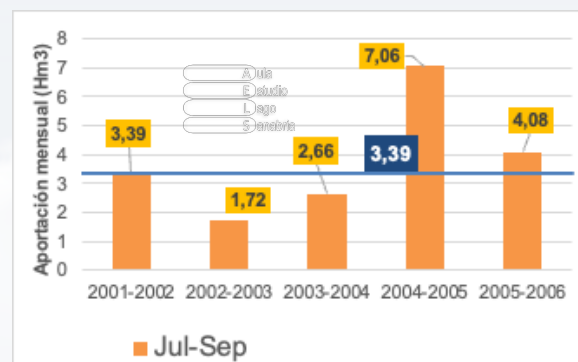


Figura 14. Evolución de los caudales promedio en los tres meses de verano para dos sexenios, separados dos décadas.

Estudio de los caudales clasificados

Para comprender tendencias generales a largo plazo a lo largo de todas las posibilidades de caudal que se producen en un año hidrológico, y poder clasificar el régimen fluvial se establecen los caudales clasificados a partir de que se superan distintos valores umbral.

Tomando valores umbral para la serie en el río Negro de caudales de aguas bajas se han obtenidos tendencias muy negativas para la cantidad de días con caudales mayores que 1 m³/s ($Q > 1$) y mayores que 0,5 m³/s; que comprometen seriamente la conservación de las comunidades acuáticas durante el periodo de aguas bajas del Río.

Asimismo la serie de días con $Q = 0$ m³/s muestra una tendencia positiva a partir de 2016, no siendo anteriormente en el sexenio 2002-06 detectados estos valores nulos de flujo de agua a la altura del cauce en el que se sitúa la estación fotométrica de Sta. Eulalia de Rionegro.



I. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

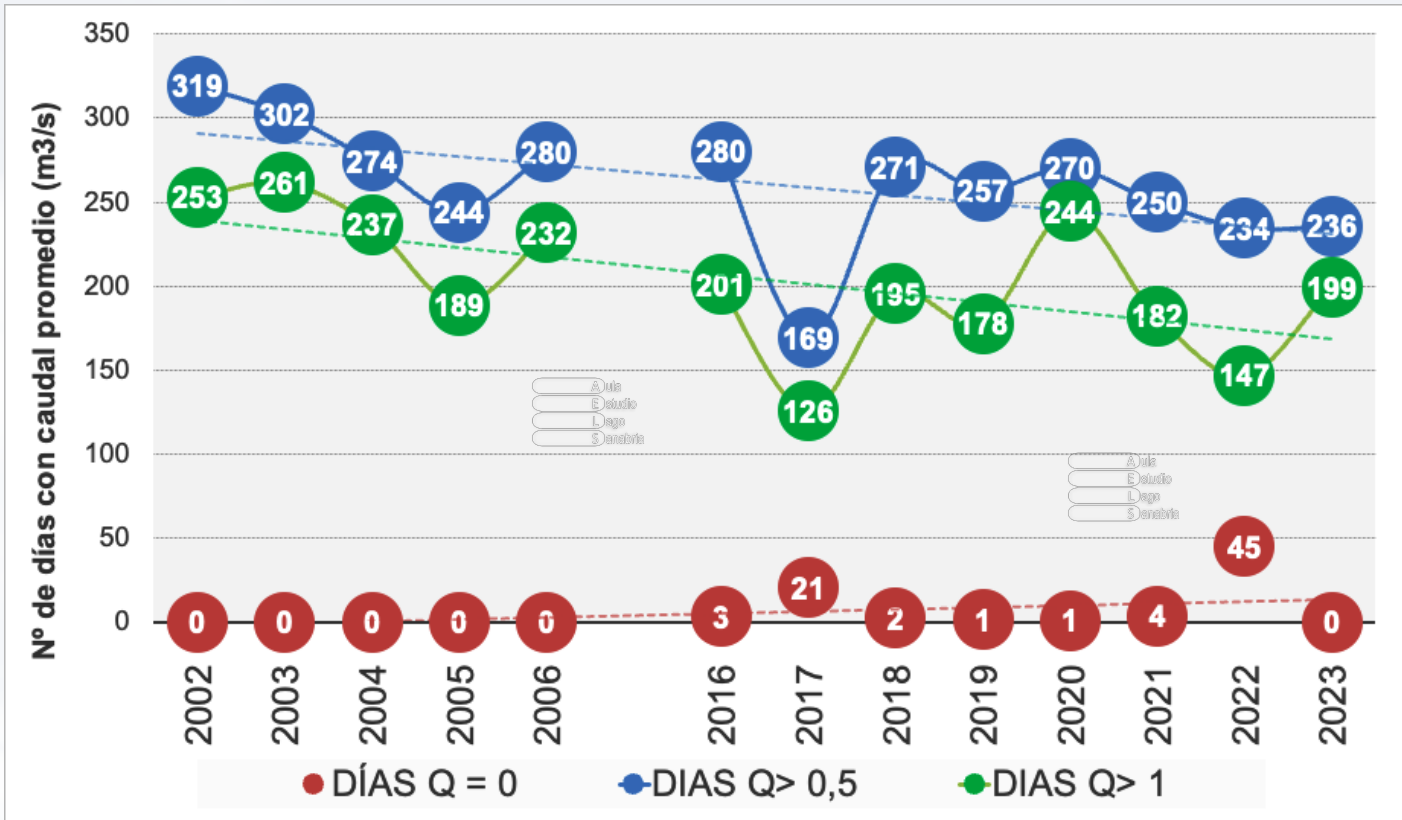


Figura 15. Valores de caudales clasificados para tres valores umbral propios de las aguas bajas del verano.

Agrupando los valores de caudales clasificados de la Tabla 2 en periodos de caudal de riada ($Q > 50 \text{ m}^3/\text{s}$), de aguas altas ($50 < Q < 5 \text{ m}^3/\text{s}$), de aguas bajas ($5 < Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$), de estiaje ordinario ($1 < Q < 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$), y de estiaje extremo ($Q < 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$) es posible relacionar (ver Figura 13) estos periodos para los años considerados normales (2023 por ejemplo), muy húmedos (2016 por ejemplo) y los considerados como muy secos (2022, por ejemplo), en cuanto a las aportaciones totales.

Caudales clasificados m3/s	2002	2003	2004	2005	2006	2018	2019	2020	2021	2022
DÍAS Q = 0	0	0	0	0	0	2	1	1	4	45
DIAS Q > 0,05	365	365	365	365	365	363	364	364	361	320
DIAS Q > 0,2	365	365	365	331	358	356	321	346	345	297
DIAS Q > 0,5	319	302	274	244	280	271	257	270	250	234
DIAS Q > 1	253	261	237	189	232	195	178	244	182	147
DIAS Q > 2	160	233	184	54	159	160	133	212	151	73
DIAS Q > 3	118	217	92	25	146	128	57	176	118	39
DIAS Q > 4	97	199	47	16	130	101	34	142	78	34
DIAS Q > 5	80	188	25	10	119	81	25	116	63	30
DIAS Q > 10	43	108	4	2	64	36	16	26	38	18
DIAS Q > 50	6	3	0	0	6	3	4	1	0	2
DIAS Q > 100	2	0	0	0	2	1	2	0	0	0
DIAS Q > 200	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
DIAS Q > 300	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
DIAS Q > 400	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Qmax	378	89	77	32	422	154	386	93	57	188

Tabla 2. Valores de caudales clasificados para dos sexenios de datos. Se indica el caudal máximo Max (promedio diario) para cada año.

1. El río Negro deja de ser un cauce permanente.

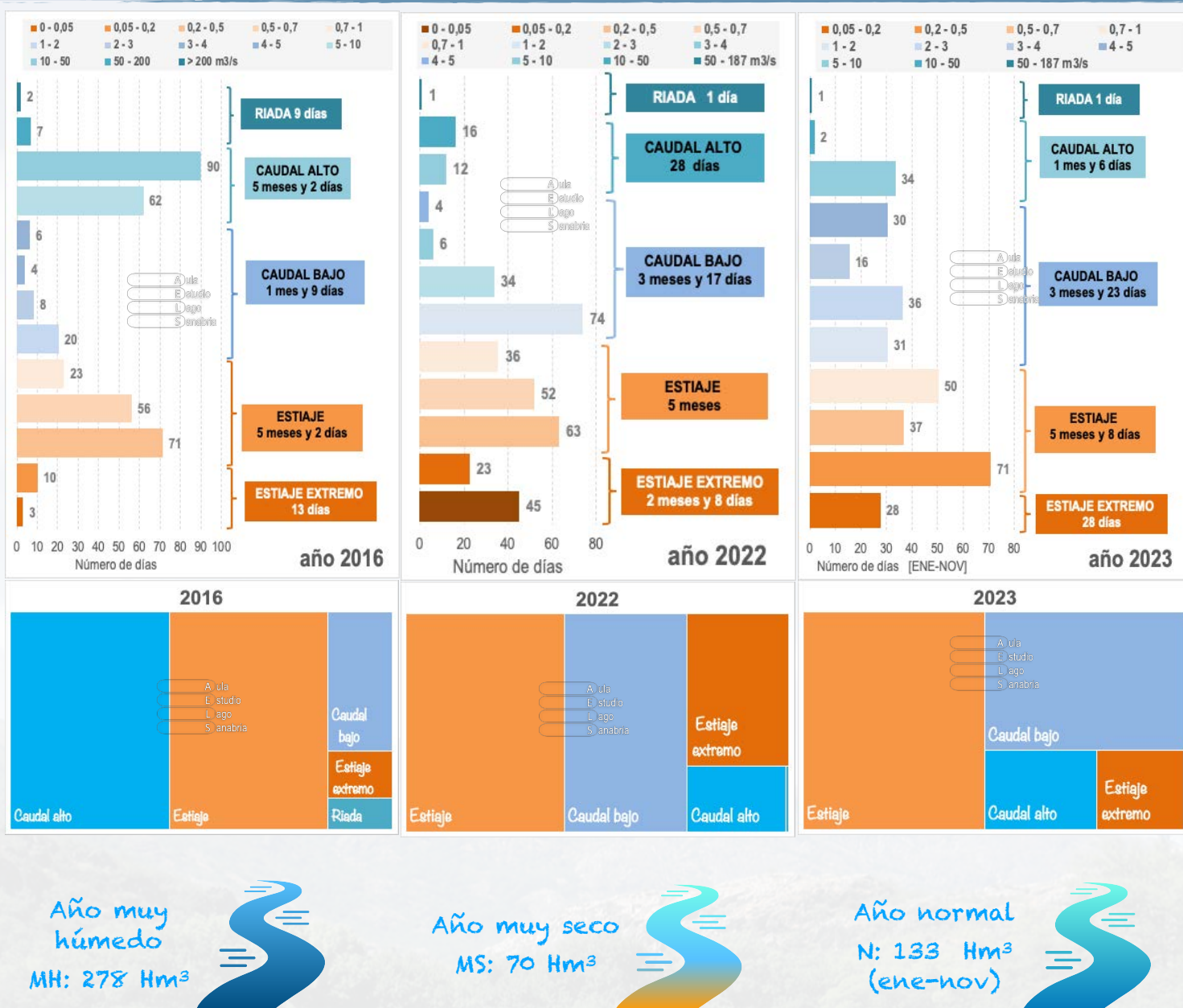


Figura 16. Esquemas de la duración de los distintos periodos de tiempo a lo largo del año en tres tipos de aportaciones de caudal en los años que se indican.



Todos los datos utilizados fueron tomados de la estación CHD-EA113 de Confederación Hidrológica del Duero (red SAIH-Duero) y del Anuario de Aforos.

Fuente: «© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico»



#sinCiencia
no hay futuro

Resumen y conclusiones

Observando el caudal fluyente a lo largo de una serie de datos de más de dos décadas se observa un patrón de reducción de la cantidad del agua, en todas las épocas pero especialmente en el verano; así como una elevada irregularidad, tanto inter como intra-anual en los datos. Lo que son síntomas claros de la influencia del cambio climático global sobre esta zona montañosa del noroeste de Zamora, y su mayor continentalidad en tiempos recientes.

- ➔ Hay menos caudal todo el año, pero sobre todo en verano y otoño. Se ha comprobado únicamente con dos décadas de datos.
- ➔ Los años húmedos y secos tienen un similar comportamiento en cuanto a sufrir intensos estiajes, que comprometen la ecología de las comunidades biológicas más ligadas al agua.
- ➔ Los estiajes extremos se agravan en los últimos años de la serie, ya que el flujo del agua es menor y sucede durante un periodo de días mayor. Se adelantan en primavera las condiciones típicas de estiaje, y además ahora se alargan más a lo largo de octubre.
- ➔ Las condiciones extremas de sequía inducen en el cauce un flujo de caudales muy bajo, e incluso intermitente en los tramos medios y bajos de la cuenca. En 2022 el tramo bajo permaneció más de 90 días seco.
- ➔ La cuenca del Negro sufre ahora un grave déficit de agua todos los años, que afecta tanto a la ecología del Valle, como a los servicios de suministro a las poblaciones humanas durante muchas semanas del verano.
- ➔ El futuro del ecosistema tal y como lo conocemos ahora está en peligro si no se implementan medidas rápidas de gestión conservativa.
- ➔ Es necesaria la actuación urgente para salvaguardar el caudal necesario en el verano para la supervivencia de las comunidades biológicas del río y garantizar al mismo tiempo el suministro de agua potable en los momentos de crisis debido a que es simultánea la máxima demanda de agua potable y el menor caudal del todo el año.

Referencias bibliográficas

- Morales, J., Negro, A. I., Lizana, M., Martínez, A. & Palacios, J. 2004. Preliminary study of the endangered populations of pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the river Tera (north-west Spain): habitat analysis and management considerations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 587-596. <https://doi.org/10.1002/aqc.624>
- Morales, J. & Lizana, M. 2014. Efectos negativos del cambio climático aceleran la extinción de la principal población de la náyade *Margaritifera margaritifera* L., 1758 en la cuenca del Duero. *Munibe*, 62: 103-127.
- Morales, J. 2023. Caracterización preliminar de la población del cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) en el río Negro (NO de Zamora, España) y seguimiento de la depredación sobre *Margaritifera margaritifera* Linnaeus, 1758 en un tramo lótico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 117 : 3-13. <https://doi.org/10.29077/bol.2023.117.morales>

- Morales, J. 2023. The signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) (Crustacea, Decapoda) is threatening the near future of *Margaritifera margaritifera* Linnaeus, 1758 (Bivalvia, Unionoida) in the Negro River (NW Zamora, Spain) . *Animal Biodiversity and Conservation* 46.2 . Doi:10.32800/abc.2023.46.0165

Recursos web

- ★ SAIH Duero. [<https://www.saihduero.es>]
- ★ Anuario de Aforos [<https://sig.mapama.gob.es/>]
- ★ OMF Observatorio de Malacología y ecología Fluvial [<https://riosynayades.wordpress.com>]



Riosynayades



Dr. Javier Morales
Grupo de Investigación Universidad de Salamanca
"Diversidad biológica / diversidad humana"

Noviembre de 2023

Dr. en Ciencias Biológicas y especialista en fauna acuática y semiacuática de ríos y lagos, tanto de vertebrados como de invertebrados, y especialmente en ríos de Castilla y León. Ha participado durante más de 30 años en numerosos proyectos y trabajos relacionados con la biodiversidad dulceacuática, el rescate de especies protegidas, la conservación y protección de especies amenazadas de fauna, la calidad de los ecosistemas acuáticos y también en la lucha contra las especies exóticas invasoras.