

Comportamiento del barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) en una escala de peces de vertedero sumergido con orificio de fondo

Iberian barbel (*Luciobarbus bocagei*) behaviour in a submerged notch with bottom orifice fishway

Bravo-Córdoba, Fr.J.*; Sanz-Ronda, Fr.J.; Navas-Pariente, A.; Valbuena-Castro, J.

**Unidad Docente de Hidráulica e Hidrología, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid). Avda. Madrid nº44, 34004, Palencia, España.*

Autor para correspondencia: francisco.bravo@iaf.uva.es

Resumen

Las obras transversales en los ríos, aunque necesarias en muchos casos, conllevan también impactos negativos de gran relevancia. Entre los más destacados está la dificultad al movimiento longitudinal de los peces, necesario para desarrollar sus funciones vitales. Para mitigar este problema, una de las soluciones más utilizadas son las escalas de artesas. Dichas obras, además del diseño y ejecución cuidadosa, requieren de una evaluación que asegure su idoneidad. Con el objetivo de estudiar dicha idoneidad, se ha analizado un caso frecuente en la cuenca del Duero: escala de vertedero sumergido con orificio de fondo, en el azud de una central hidroeléctrica fluyente. Se ha utilizado como especie representativa el barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*). Se han marcado 186 individuos con transpondedores pasivos (PIT) y se ha seguido su movimiento mediante antenas, durante la primavera y el verano. Se ha evaluado tanto la localización como el ascenso, en función de diferentes factores bióticos (origen y longitud) y abióticos (temperatura del agua, caudal y zona de suelta). Se ha comprobado que la localización y ascenso no suponen un retraso importante a la migración, aunque variable en función de los factores de estudio. Además, se ha constatado la importancia del mantenimiento para asegurar su funcionamiento.

Palabras clave: Ciprínido, potamódromo, escala de artesas, transpondedor, seguimiento de fauna, migración reproductiva.

Summary

Transverse barriers in rivers, although they are necessary in many cases, also they have relevant impacts on aquatic ecosystems. One of the main problems is about fish migration (which affects their vital functions), and one of the most popular solutions for them are fishways. They need not only a good design and execution, but also and assessment of their suitability. With the aim of knowing more about this suitability, it has been analyzed a common fishway type in Duero river basin: submerged notch with bottom orifice fishway, installed in the dam of a run-off-river hydropower plant. Iberian barbel (*Luciobarbus bocagei*) has been the target species. 186 individuals have been tagged with Passive Integrated Transponders (PITs), tracking their movements with antennas in spring and summer. Fishway location and ascent has been assessed, based on different biotic (source of fish and fork length) and abiotic factors. Location and ascent of the fishway did not mean an important migratory delay, although variable as a function of some research factors. Furthermore, the importance of an adequate maintenance has been verified as a key factor for the good performance of fishways.

Keywords: Cyprinid, potamodromous, pool type fishway, transponder, animal tracking, spawning migration

1. Introducción

Las obras transversales al eje del río han sido utilizadas desde hace siglos por el ser humano para los más diversos fines (presas y azudes, caños de drenaje, cimentaciones de puentes, estaciones de aforo). En la actualidad y, en especial, en ecosistemas como el Mediterráneo, nos encontramos con ríos muy compartimentados longitudinalmente debido a la multitud de obras de este tipo. Entre otros impactos, ello genera un grave problema a la migración de la ictiofauna, alterando los movimientos reproductivos que aseguran la supervivencia de muchas de las especies (Nilsson *et al.*, 2005).

La Directiva 2000/60/CE, más conocida por Directiva Marco del Agua, se ha hecho eco de este grave problema, disponiendo la “continuidad del río” como indicador de calidad de las aguas superficiales (anexo V.1.1.1). Una de las principales herramientas para solucionar este problema son las escalas o pasos de peces. En concreto, las escalas de artesas fueron uno de los primeros tipos de estructura de paso desarrollados (Guallart, 1913) y hoy en día son las soluciones más empleadas a nivel mundial (Larinier *et al.*, 1998).

En la actualidad, la evaluación biológica de las escalas para peces comienza a ser una herramienta fundamental en la mejora de su diseño hidráulico y la comprobación de su idoneidad (Keefer *et al.*, 2010). El éxito de la ascensión de los peces depende de las interacciones entre las características hidráulicas del paso, con el comportamiento del pez y su capacidad de nado (Bunt *et al.*, 2001; Makrakis *et al.*, 2011). Tales factores están asociados a parámetros ambientales como la temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, etc. y biológicos como la especie, edad, sexo y/o estado fisiológico (James & Jonhston, 1998; Plaut, 2002; Clough *et al.*, 2004).

En general, los procedimientos de evaluación se centran en enumerar las especies que utilizan los pasos y, en ocasiones, en el grado de éxito en su ascensión y localización (Roscoe & Hinch, 2010). Sin embargo, existe una carencia de información sobre por qué unas escalas funcionan mejor que otras y por qué algunos individuos son más eficientes que otros. Ello obliga a buscar modelos de comparación entre escalas y entre individuos, dando especial importancia al tiempo de paso o de ascenso (Castro-Santos *et al.*, 2009). El tiempo de paso, junto con otros índices de eficiencia, resultan buenos indicadores del grado de dificultad y permiten comparar una estructura frente a otra o la habilidad de diferentes especies o individuos en superar el obstáculo.

El trabajo que aquí se presenta pretende evaluar el funcionamiento de una escala de artesas de vertederos sumergidos y orificios de fondo. Se corresponde con una tipología, tanto de paso para peces, como de central hidroeléctrica asociada (tipo fluyente a pie de presa), muy común en la cuenca del Duero. Se parte de la hipótesis de que los individuos pueden verse atraídos por el canal de derivación de las turbinas debido al mayor caudal circulante por esta zona y tener problemas o retrasos a la hora de localizar la escala. Se analiza la capacidad de localización y ascenso, utilizando como especie representativa el barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) y relacionándolo con diferentes factores bióticos y abióticos. Todo ello permi-

tirá conocer el funcionamiento de este tipo de escala, proponer medidas correctoras en caso de ser necesarias y profundizar más en la biología de esta especie piscícola Ibérica emblemática.

2. Metodología

2.1. Zona de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la escala para peces construida en la Central Hidroeléctrica de San Miguel del Pino, propiedad de la empresa Iberdrola S.A., en el término municipal de Tordesillas (río Duero, Valladolid) (*Figura 1*).

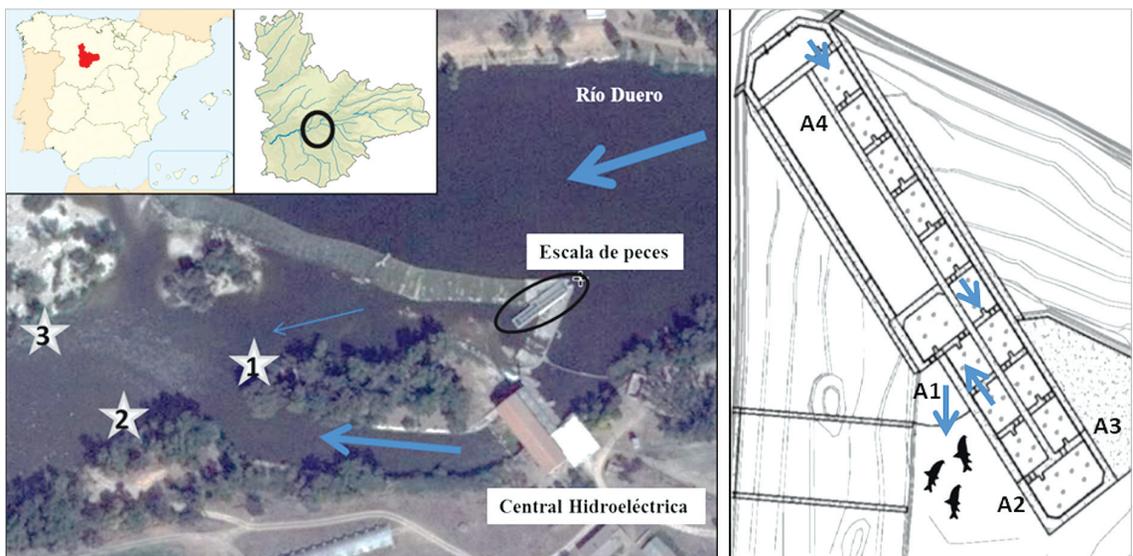


Figura 1. Izq.: Localización de la zona de estudio: escala de peces sobre el azud de la Central Hidroeléctrica de San Miguel, en el río Duero (Término Municipal de Tordesillas, Provincia de Valladolid). Las flechas indican la dirección del agua. Las estrellas indican las diferentes zonas donde fueron liberados los peces. Dcha.: Croquis en planta de la escala y ubicación de las antenas.

La estructura a evaluar es una escala de artesas (15 estanques) del tipo orificio de fondo y vertedero sumergido. Las dimensiones del estanque tipo son de 2,40 x 1,70 x 1,10 m (largo x ancho x profundidad). Los vertederos sumergidos son de 30 cm de anchura media y 85 cm de altura a su umbral y los orificios de fondo son cuadrados, de aproximadamente 25 cm x 25 cm. El desnivel de agua entre estanques tipo es de 25 cm. El desnivel medio a superar entre láminas de agua a ambos lados del azud oscila entre los 3,60-4,00 m para los caudales medios en época de migración.

2.2. Diseño experimental

Se marcaron un total de 186 peces, todos pertenecientes a la especie autóctona

Tabla 1. Muestra de barbos (*Luciobarbus bocagei*) marcados con PIT tags. Origen: termino municipal donde han sido capturados los peces. N: número de individuos. K: Factor de Condición (100 x peso / longitud³); I.C.: Intervalo de Confianza.

Origen	N	Longitud (cm)			K		
		Media ± I.C. 95%	*	Rango	Media ± I.C. 95%	*	Rango
Dueñas	33	31,3 ± 1,6	b	12,4 – 54,5	1,37 ± 0,02	b	1,16 – 1,58
Corcos	10	21,5 ± 2,9	a	13,2 – 31,0	1,51 ± 0,04	c	1,41 – 1,57
Pesqueruela	83	22,5 ± 1,0	a	14,5 – 41,1	1,34 ± 0,01	a b	1,09 – 1,75
Simancas	6	20,3 ± 3,7	a	15,2 – 36,1	1,40 ± 0,05	a b c	1,23 – 1,53
Escala San Miguel	41	30,0 ± 1,2	b	14,5 – 55,5	1,28 ± 0,02	a	1,05 – 1,53
Pie azud San Miguel	13	37,3 ± 2,3	c	26,0 – 46,4	1,31 ± 0,03	a b	1,17 – 1,56

*Diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$) en función del origen, para la longitud y K respectivamente.

dominante en dicho tramo y con movimientos migratorios más destacables, el barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) (Tabla 1). Los individuos fueron capturados en diferentes localizaciones: aguas arriba del azud de San Miguel (escalas de peces de Dueñas, Corcos y Pesqueruela, así como pesquera de Simancas), dentro de la misma escala de San Miguel y a los pies del azud que la sustenta. La captura de los peces se efectuó mediante atarraya (red de lanzado manual) y colocando cierres y sacaderas en las escalas. Una vez eran capturados, se los mantenía estabulados en el propio río hasta completar cada muestra, siendo posteriormente transportados en recipientes oxigenados de 100 L hasta la central hidroeléctrica de San Miguel para llevar a cabo el marcaje. Los peces fueron marcados de forma individual con transpondedores tipo PIT (*Passive Integrated Transponder*, HDX RFID tags de 23 mm de longitud). Para colocar el transmisor al pez se les anestesió primero con una dosis de 50 mg/L de eugenol diluido en alcohol de 96° en proporción 1:10. Todo el material utilizado fue desinfectado con alcohol al 70%. A continuación, se practicó una incisión de unos 3 mm con un bisturí, aproximadamente en la línea imaginaria que une la aleta pectoral con la aleta pélvica, por donde se insertó el PIT en la cavidad intraperitoneal. Finalmente, los peces se estabularon en recipientes sobre el mismo río hasta su completa recuperación. Una vez recuperados fueron soltados aguas abajo de la escala de San Miguel en tres localizaciones diferentes (véase Figura 1). Para detectar el ascenso de los peces marcados se instalaron cuatro antenas en la propia escala (véase Figura 1), las cuales fueron conectadas a un lector multiplexer (HDX Oregón RFID). El equipo a su vez estaba conectado a dos baterías en paralelo de 12 V y 55 Ah cada una.

2.3. Análisis de datos

El tratamiento de los datos se ha llevado a cabo con diversas técnicas estadísticas. Para la comparación de variables categóricas se ha utilizado el test de independencia de la chi-cuadrado (χ^2) y en el caso de factores numéricos frente a ca-

teóricos se ha realizado la prueba de comparación de medias de la *t* de Student y la tabla ANOVA. Para los factores numéricos, en los supuestos en los que los resultados no siguen una distribución normal, se ha optado como estadístico más representativo la mediana y su comparación a través de la prueba de Kruskal-Wallis. Aquellos resultados relacionados con la variable tiempo han sido analizados a través de técnicas estadísticas de supervivencia, mediante la representación de Kaplan-Meier y los test estadísticos de comparación de medianas de Wilcoxon. El software utilizado para los análisis estadísticos ha sido Statgraphics Centurion v.XVII.

3. Resultados

En primer lugar, se ha estudiado el porcentaje de peces que son capaces de encontrar y entrar en la escala, así como el tiempo invertido en ello (ver *tabla 2*). La localización global está en torno al 45%, pero variable en función del factor de estudio. En función de la zona de suelta de los peces, se observa cómo no hay diferencias significativas entre las tres zonas analizadas de forma conjunta ($p=0,240$), aunque no se pueden descartar si se comparan específicamente la zona 1 y la 3 ($p=0,091$). El origen de los peces también muestra una influencia significativa, siendo estadísticamente mayor la localización por parte de los individuos capturados en la propia escala ($p<0,001$). Para el resto de lugares de origen no hay diferencias en la localización. En cuanto al tiempo de localización de la escala, para la variable origen, el tiempo de localización fue significativamente mayor en el caso de los procedentes de Corcos ($p<0,001$). En el caso de la zona de suelta, hay diferencias para la comparación entre los tiempos de localización de la zona 1 y la 3 ($p=0,038$).

En lo referente al éxito y tiempo de ascenso (*Tabla 2*) se puede observar cómo hay un número elevado de peces que logra superar la escala (78% de los que lo intentan). En función de las variables de estudio, en ningún caso se han producido diferencias significativas para cualquiera de las categorías o niveles de las mismas (en todos los casos $p>0,292$). Respecto a los tiempos invertidos en dicho ascenso, se ha expresado en términos relativos de tiempo por metro de desnivel, permitiendo de esta manera futuras comparaciones con otras escalas y/o especies (se ha dividido el tiempo total de ascenso entre la diferencia de nivel de agua de las antenas). Los tiempos son bastante diferentes en función de las categorías de las variables de estudio. Para el origen de los peces, significativamente los más rápidos fueron los originarios de Dueñas. Para la variable zona de suelta no ha habido diferencias en dichos tiempos ($p>0,260$ en todos los casos).

Por último, también resulta interesante conocer la actividad a lo largo de los meses en los que se han estado registrando los movimientos, asociado a los valores de caudal y temperatura del agua (*Figura 2*). En este caso, como indicativo del inicio de la actividad, se ha considerado en el análisis la primera aproximación de cada barbo a la escala. Se puede observar cómo el barbo realiza estos movimien-

Tabla 2. Resultados para el porcentaje de barbos que son capaces de encontrar la entrada de la escala, en función de las principales variables de estudio (Zonas de suelta: ver figura 1). R.I.C.: Rango Inter Cuartílico. Tiempo de ascenso referido en términos relativos por metro de desnivel (tiempo total de ascenso entre la diferencia de nivel de agua de las antenas).

Variable	Categoría	Porcentaje localización	Tiempo localización (días) Mediana (R.I.C.)	Porcentaje éxito ascenso	Tiempo ascenso (min/m desnivel) Mediana (R.I.C.)
Zona de suelta*	Zona 1	56,3% (40/71)	5,0 (2,0 – 15,8)	82,5% (33/40)	23,5 (12,5 – 37,9)
	Zona 2	49,4% (38/77)	5,9 (1,9 – 12,5)	82,1% (32/39)	20,2 (10,7 – 32,3)
	Zona 3	41,4% (24/58)	8,1 (4,1 – 27,8)	82,6% (19/23)	16,9 (10,3 – 23,0)
Origen de os peces	Corcos	40,0% (4/10)	43,1 (31,1 – 60,0)	100,0% (4/4)	19,5 (11,1 – 22,3)
	Dueñas	27,3% (9/33)	12,9 (5,7 – 21,9)	77,7% (7/9)	9,3 (5,7 – 10,9)
	Pesqueruela	42,2% (35/83)	10,4 (6,2 – 35,4)	85,7% (30/35)	16,1 (11,1 – 28,5)
	Simancas	0,0% (0/6)	--	--% (0/0)	--
	San Miguel escala	75,6% (31/41)	3,3 (1,6 – 7,7)	74,2% (22/31)	24,3 (13,0 – 44,7)
	San Miguel azud	30,8% (4/13)	7,7 (3,5 – 11,3)	50,0% (2/4)	26,0 (20,7 – 34,2)
GLOBAL		44,6%	8,2 (4,0 – 21,9)	78,3% (65/83)	19,7 (10,8 – 31,2)

*El total no coincide con las otras dos variables porque en este caso entran a formar parte del análisis algunos peces recapturados y soltados de nuevo en otra zona diferente.

tos principalmente desde mediados de mayo hasta los primeros días de julio, concentrándose especialmente en la primera quincena de junio.

4. Discusión

Analizando de forma global el conjunto de resultados, puede considerarse el funcionamiento de la misma como adecuado. Tanto los porcentajes y los tiempos de localización, como la tasa de éxito en el ascenso y el tiempo invertido en superar la escala están, en todos los casos, dentro del rango habitual para escalas similares (Bravo-Córdoba *et al.*, 2018b; Ovidio *et al.*, 2017). De cualquier modo, es conveniente discutir más a fondo los diferentes factores de estudio, ya que nos pueden proporcionar información adicional que ayude a entender mejor el comportamiento del barbo ibérico y el funcionamiento de este tipo de pasos para peces.

En primer lugar, consideramos al diseñar los experimentos que, debido a la configuración de esta central hidroeléctrica, era interesante estudiar el efecto de la zona de suelta sobre la localización de la entrada de la escala. Se partía de la hipótesis de que los individuos podían verse atraídos por el canal de derivación de las turbinas (el caudal circulante por esta zona es mucho mayor) y tener problemas o retrasos a la hora de localizar la escala. A este respecto, se ha observado un mayor retraso para aquellos peces liberados en la confluencia del canal de derivación y el propio río (zona 3). Los motivos no son claros y pueden estar relacionados con la interrelación entre diferentes factores, ya que en el caso de los liberados en el canal de derivación (zona 2; a priori la zona más desfavorable), no hubo diferencias en

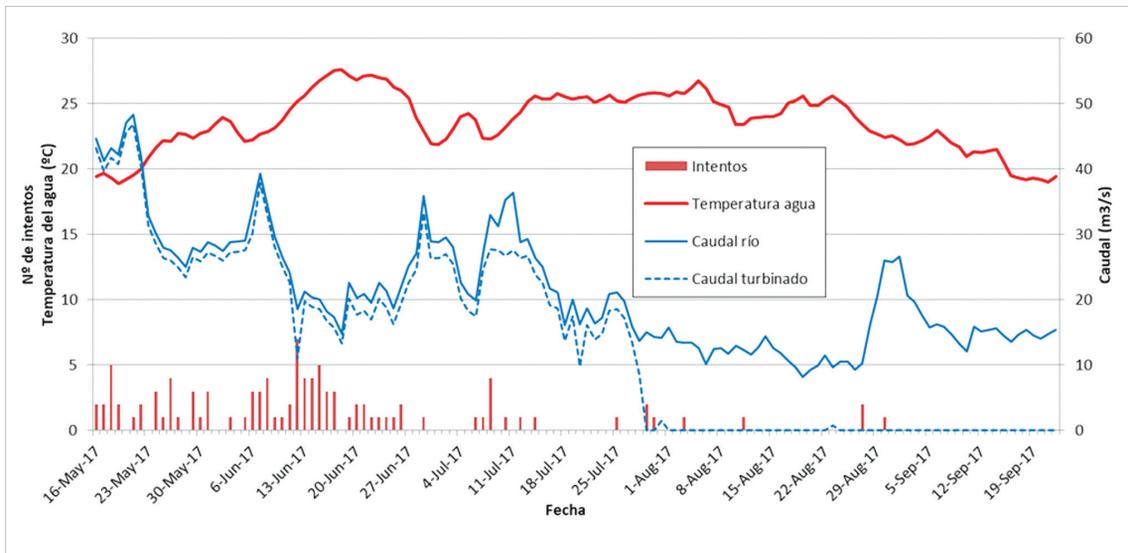


Figura 2. Distribución de movimientos durante el periodo de muestreo (del 16/5/2017 al 22/9/2017), en función del caudal y la temperatura (analizada la primera aproximación a la escala por cada individuo).

el tiempo de localización. Cabe mencionar que durante varias visitas fueron tomadas las temperaturas del agua en los diferentes puntos de suelta y en ningún caso hubo diferencias entre ellos superiores a $0,5^{\circ}\text{C}$, siendo además variable entre zonas por fechas y siempre menor a las propias oscilaciones diarias de temperatura del propio río. El estrés debido al transporte y suelta de los peces siempre tiene un efecto sobre los mismos, pero en este caso la forma de suelta ha sido muy similar en tiempo y forma entre unas zonas y otras, por lo que no se considera una posible causa.

En cuanto al origen de los peces, se ha podido comprobar cómo, en general, los barbos capturados aguas arriba han mantenido un instinto de migración más claro, lo que se corresponde con otros trabajos similares (Bravo-Córdoba *et al.*, 2018; Ruiz-Legazpi *et al.*, 2015), seguramente debido a una necesidad por recuperar los territorios de procedencia. En el caso de peces capturados en San Miguel (escala o pie del azud), los tiempos más elevados pueden deberse al comportamiento detectado, no tanto asociado a una migración reproductiva, sino de uso de la escala como lugar de refugio, alimentación u otros (movimientos frecuentes de ascenso y descenso con patrones horarios repetidos en los días). Al respecto, comentar también la posibilidad de que la propia escala sea un buen refugio para estos peces debido a la turbulencia y presencia de tramex cubriéndola por completo, ya que con caudales bajos a los pies del azud son presa fácil de multitud de depredadores existentes en la zona (principalmente garzas y cormoranes).

En cuanto a las fechas de migración, parece que no existe una única fecha óptima para el movimiento, sino que pueden ser dos (o más) lapsos de tiempo, ya que se observan fluctuaciones y no una tendencia clara de aumento o disminución pro-

gresiva. Evidentemente, esto puede tener también una relación directa con algunos de los parámetros ambientales que más afectan al comportamiento de los peces, como son el caudal con sus niveles de agua asociados (Santos *et al.*, 2005) y las fluctuaciones temporales de temperatura (Rodríguez y Granado, 1992). En cualquier caso, son bastante similares a los resultados obtenidos de otras evaluaciones en la cuenca del Duero (Bravo-Córdoba *et al.*, 2018; Ruíz-Legazpi *et al.*, 2015; Sanz-Ronda *et al.*, 2016).

Por último, respecto a la longitud de los peces, tenemos resultados diferentes en función del parámetro estudiado. A la hora de localizar la escala parece que les resulta más sencillo a los individuos más grandes; sin embargo, el éxito de ascenso por la misma es mejor para los más pequeños. Esto puede tener relación con el uso de la escala como zona de alimento o refugio, que es más común en individuos mayores.

En cuanto a posibles recomendaciones o mejoras, cabe apuntar la conveniencia de revisar y ajustar los niveles del vertedero de salida de agua de la escala (entrada de peces), debido a la fluctuación de niveles en la zona de aguas abajo del azud. Además, es recomendable mantener un pequeño vertido por encima del labio del azud, para asegurar unas condiciones adecuadas de hábitat en las proximidades de la escala (refugio y oxigenación del agua) y mejorar el efecto de llamada de la misma.

Agradecimientos

A todo el Grupo de Ecohidráulica Aplicada-GEA por el intenso trabajo de campo llevado a cabo. A Antonio Martín Morencia (Iberdrola Renovables Energía S.A.) por su apoyo y gestiones. A la Junta de Castilla y León y en especial al servicio de agentes de pesca de Valladolid por su ayuda y orientación a la hora de obtener las muestras de peces.

5. Bibliografía

- Bravo-Córdoba, Fr.J.; Sanz-Ronda, F.J.; Ruiz-Legazpi, J.; Fernandes-Celestino, L.; Makrakis, S.; 2018. Fishway with two entrance branches: Understanding its performance for potamodromous Mediterranean barbels. *Fish. Man. Ecol.*, 25(1): 12-21. <https://doi.org/10.1111/fme.12260>
- Bravo-Córdoba, Fr.J.; Sanz-Ronda, F.J.; Sánchez Pérez, A.; García Veja, A.; Fernandes Celestino.; Torralva, M.; Oliva Paterna, F.J.; 2018b. Passage ability in stepped fishways: a demonstrative case in the Segura river basin. *VII Iberian Congress of Ichthyology, SIBIC 2018*. June 2018, Murcia, Spain. Pp: 197-198.
- Bunt, C.; Van Poorten, B.; Wong, L.; 2001. Denil fishway utilization patterns and passage of several warmwater species relative to seasonal, thermal and hydraulic dynamics. *Ecol. Freshw. Fish*, 10: 212–219. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2001.100403.x>
- Castro-Santos, T.; Cotel, A.; Webb, P.; 2009. Fishway evaluations for better bioengineering:

- an integrative approach. In: *Challenges for Diadromous Fishes in a Dynamic Global Environment* (eds A.J. Haro, K.L. Smith, R.A. Rulifson, C.M. Moffit, R.J. Klauda, M.J. Dadswell, R.A. Cunjak, J.E. Cooper, K.L. Beal and T.S. Avery). American Fisheries Society Symposium, Bethesda, MD
- Clough, S.; Lee-Elliott, I.; Turnpenny, A.; Holden, S.; Hinks, C.; 2004. *Swimming speeds in fish: phase 2*. Technical Report W2-049/TR1. Environment Agency. Bristol.
- Guallart, E.; 1913. *Pasos y escalas salmoneras*. Ricardo F. de Rojas. 83 p. Madrid.
- James, R.; Johnston, I.; 1998. Influence of spawning on swimming performance and muscle contractile properties in the short-horn sculpin. *J. Fish Biol.*, 53: 485-501. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00997.x>
- Keefer, M.; Daigle, W.; Peery, C.; Pennington, H.; Lee, S.; Moser, M.; 2010. Testing adult pacific lamprey performance at structural challenges in fishways. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 30: 376-385. <https://doi.org/10.1577/M09-099.1>
- Larinier, M.; Travade, F.; 1998. Small-scale hydropower schemes and migratory fish passage. *Houille Blanche*, 8: 46-51. <https://doi.org/10.1051/lhb/1998093>
- Makrakis, S.; Miranda, L.; Gomes, L.; Makrakis, M.; Junior, H.; 2011. Ascent of neotropical migratory fish in the Itaipu reservoir fish pass. *River Res. Appl.*, 27: 511-519. <https://doi.org/10.1002/rra.1378>
- Nilsson, C.; C.A. Reidy, C.; Dynesius, M.; Revenga, C.; 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science (New York, N.Y.)*, 308(5720):405–408. <https://doi.org/10.1126/science.1107887>
- Ovidio, M.; Sonny, D.; Dierckx, A.; Watthez, Q.; Bourguignon, S.; Court, B.; Detrait, O.; Benítez, J.P.; 2017. The use of behavioural metrics to evaluate fishway efficiency. *River Res. Appl.*, 33(9): 1484–1493. <https://doi.org/10.1002/rra.3217>
- Plaut, I.; 2002. Does pregnancy affect swimming performance of female Mosquitofish, *Gambusia affinis*? *Funct. Ecol.*, 16: 290–295. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00638.x>
- Rodríguez-Ruiza.; Granado-Lorencio C.; 1992. Spawning period and migration of three species of cyprinids in a stream with Mediterranean regimen (SW Spain). *J. Fish Biol.*, 41: 545-556. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1992.tb02682.x>
- Roscoe, D.; Hinch, S.; 2010. Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish Fish.*, 11: 12–33. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2009.00333.x>
- Ruiz-Legazpi, J.; Sanz-Ronda, F.J.; Bravo-Córdoba, F.J.; Bartolomé-San Miguel, D.; Valbuena-Castro, J.; González-Alemán, N.; Santos-Santisteban, D.; 2015. *Evaluación biológica de la escala de peces de la central hidroeléctrica de Pereruela en el río Duero (Pereruela, Zamora)*. Informe técnico. GEA.
- Santos, J.; Ferreira, M.; Godinho, F.; Bochechas, J.; 2005. Efficacy of a nature-like bypass channel in a Portuguese lowland river. *J. Appl. Ichthyol.*, 21: 381-388. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2005.00616.x>
- Sanz-Ronda, F.J.; Bravo-Córdoba, F.J.; Ruiz-Legazpi, J.; Fuentes-Pérez, J.F.; García-Vega, A.; Valbuena-Castro, J.; González-Alemán, N.; 2016. Evaluate for understanding. The case of the most evaluated fishway in Spain. *VI Iberian Congress of Ichthyology*, Murcia, 21 June 2016. Pp: 27-28.