

Actas
III Jornadas de Investigación
y Divulgación sobre Abarán
y el Valle de Ricote

del 30 de abril al
3 de mayo de 2015





JORNADAS DE
INVESTIGACIÓN Y DIVULGACIÓN
SOBRE ABARÁN Y EL VALLE DE RICOTE

Actas
III Jornadas de Investigación y
Divulgación sobre Abarán
y el Valle de Ricote

30 abril / 03 mayo, 2015

Centro Integrado Multifuncional de Abarán (CIMA)
Centro Cultural Miguel Ángel Abenza (Blanca)
Biblioteca Sancho de Llamas (Ricote)

III Jornadas de Investigación y Divulgación sobre Abarán y el Valle de Ricote

Organizan:

Comité Organizador y Científico de las Jornadas de Investigación y Divulgación sobre Abarán y el Valle de Ricote y Asociación Cultural «La Carrahila».

Comité Organizador y Científico:

Enrique Miguel Pérez Gil, Félix P. Martínez García, Héctor M. Quijada Guillamón, Jesús Joaquín López Moreno, Joaquín Caballero Soler, José M^a Gómez Manuel y José Raúl Gómez Sánchez.

Coordinadores:

Joaquín Caballero Soler y José María Gómez Manuel.

Colaboran:

Concejalía de Promoción Cultural del Excmo. Ayuntamiento de Abarán, Concejalía de Cultura del Excmo. Ayuntamiento de Blanca, Concejalía de Cultura del Excmo. Ayuntamiento de Ricote y Caramucel, naturaleza e historia.

Diseño del cartel:

Héctor M. Quijada Guillamón.

Actas III Jornadas de Investigación y Divulgación sobre Abarán y el Valle de Ricote

Edición: diciembre de 2016.

© **Asociación Cultural «La Carrahila»**

© **De los textos y sus imágenes:** los autores.

Edita:

Asociación Cultural «La Carrahila».

Coordinadores:

Joaquín Caballero Soler y José María Gómez Manuel.

Autores:

Álvaro Carpena Méndez, Álvaro Martín Pilo, Ana Ruiz Navarro, Ana Sánchez Pérez, Ángel Ríos Martínez, Cristina Lucas Rubio, David Verdiell Cubedo, Fátima Amat Trigo, Félix P. Martínez García, Francisco Alberto García Castellanos, Francisco José Oliva Paterna, Francisco López Bermúdez, Govert Westerveld, Héctor M. Quijada Guillamón, Jesús Joaquín López Moreno, Joaquín Caballero Soler, José Manuel Zamora Marín, José Molina Ruiz, José Monteagudo Fernández, Juan Carlos Trigueros Molina, LIFE + SEGURA RIVERLINK (Almansa, F.; Avilés López, C.; Barba, J. A.; Corbalán Martínez, F.; García-Castellanos, F.; García Moreno, P.; Hernández-Mármol, D.; Lafuente Sacristán, E.; M. Ródenas, J.; Oliva Paterna, F.; Olivo del Amo, R.; Sallent, A.; Sánchez Balibrea, J.; Sánchez del Alba, R.; Sánchez Pérez, A.; Sanz-Ronda, F. J. y Torralva Forero, M.), Mar Torralva Forero, M^a Luz Tudela Serrano, Vicente Montojo Montojo y Virginia Guillén Serrano.

Cubierta:

Fotografía de El Chinte desde la Puerta Falsa del Castillo de Ricote. Héctor M. Quijada Guillamón.

Maquetación:

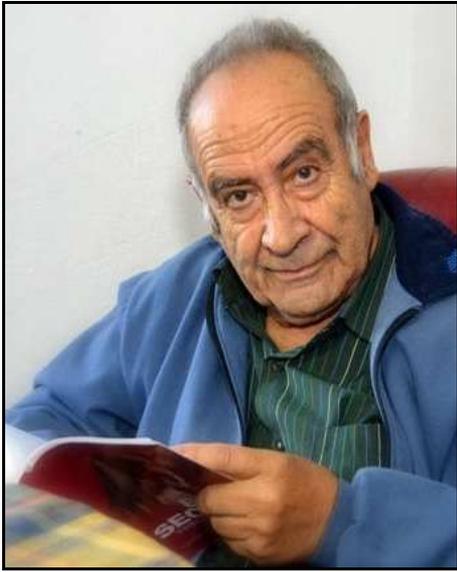
Jesús Joaquín López Moreno.

La presente edición puede consultarse en www.lacarrahila.org.

Depósito legal: MU 1282-2016

I.S.B.N: 978-84-617-7063-2

Reservados todos los derechos. De acuerdo con la legislación vigente, y bajo las sanciones en ella previstas, queda totalmente prohibida la reproducción o transmisión parcial o total de este libro, por procedimientos mecánicos o electrónicos, incluyendo fotocopia, grabación magnética, óptica o cualesquiera otros procedimientos que la técnica permita o pueda permitir en un futuro, sin la expresa autorización por escrito de los propietarios del copyright.



Antonio Yelo Templado (1929-2015)



Ángel López Miñano (1953-2016)

IN MEMORIAM

Índice

Prólogo.....	11
El paisaje, recurso patrimonial y cultural de la sociedad..... <i>Francisco López Bermúdez</i>	15
La Huerta de Buyla entre los siglos XVI y XX: un espacio irrigado de posible origen andalusí en el territorio de Blanca (Valle de Ricote)..... <i>Jesús Joaquín López Moreno</i>	19
El Valle de Ricote: uno de los primeros lugares para el cultivo del limón en España..... <i>Govert Westerveld</i>	45
Los molinos harineros de Abarán (1507-1653)..... <i>Juan Carlos Trigueros Molina</i>	61
Los lugares de culto en Blanca..... <i>Ángel Ríos Martínez</i>	75
La ganadería en Abarán en el siglo XVIII..... <i>Joaquín Caballero Soler</i>	101
El reparto fiscal de la contribución de inmuebles, cultivo y ganadería de Abarán de 1859 como fuente del Archivo Histórico Provincial de Murcia..... <i>Vicente Montojo Montojo</i>	163
Ayer y hoy del teatro en Cieza. Recorrido histórico y artístico..... <i>Cristina Lucas Rubio</i>	183
Semana Santa abaranera: acercamiento a una tradición..... <i>Álvaro Carpena Méndez</i>	209
La evaluación de los contenidos históricos en las aulas del Valle de Ricote: análisis de programaciones y exámenes..... <i>José Monteagudo Fernández</i>	227

Variaciones del régimen pluviométrico en Abarán y usos del agua.....	243
<i>Félix P. Martínez García</i>	
LIFE + SEGURA RIVERLINK, aplicación del concepto «infraestructura verde» a la recuperación ambiental del río Segura.....	265
<i>Lafuente Sacristán, E.; Avilés López, C.; Sanz-Ronda, F. J.; Torralva Forero, M.; Oliva Paterna, F.; Sánchez Pérez, A.; Corbalán Martínez, F.; Sánchez Balibrea, J.; Olivo del Amo, R. y Almansa, F.</i>	
Evaluación inicial de la fauna riparia en el ámbito del LIFE + SEGURA RIVERLINK.....	279
<i>Sánchez Balibrea, J.; Sallent, A.; García-Castellanos, F.; M. Ródenas, J.; Barba, J. A.; Hernández-Mármol, D.; García Moreno, P. y Sánchez del Alba, R.</i>	
Los peces continentales del río Segura a su paso por el Valle de Ricote: amenazas y actuaciones de conservación.....	291
<i>José Manuel Zamora Marín, Ana Sánchez Pérez, Fátima Amat Trigo, David Verdiell Cubedo, Ana Ruiz Navarro, Mar Torralva Forero y Francisco José Oliva Paterna</i>	
Ocho años estudiando las aves del río Segura en Archena y Cieza.....	305
<i>Francisco Alberto García Castellanos</i>	
Informe sobre los usos complementarios de las vías pecuarias en el Valle de Ricote.....	333
<i>Héctor M. Quijada Guillamón</i>	
Recorriendo el Valle de Ricote: tres nuevas propuestas de itinerarios de senderismo por el municipio de Abarán.....	353
<i>Álvaro Martín Pilo, José Molina Ruiz y M^a Luz Tudela Serrano</i>	
Los itinerarios como recurso turístico en la Sierra de la Pila: dos rutas para conocer sus valores y disfrutar de su paisaje.....	371
<i>Virginia Guillén Serrano, José Molina Ruiz y M^a Luz Tudela Serrano</i>	
Anexo fotográfico.....	387



LIFE + SEGURA RIVERLINK, aplicación del concepto «infraestructura verde» a la recuperación ambiental del río Segura

Lafuente Sacristán, E. (1); Avilés López, C. (1); Sanz-Ronda, F. J. (2); Torralva Forero, M. (3); Oliva Paterna, F. (3); Sánchez Pérez, A. (3); Corbalán Martínez, F. (4); Sánchez Balibrea, J. (5); Olivo del Amo, R. (6) y Almansa, F. (7).

(1) Confederación Hidrográfica del Segura; (2) ITAGRA; (3) Universidad de Murcia; (4) Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; (5) ANSE; (6) TYPSA; (7) TRAGSATEC.

segurariverlink@chsegura.es

Resumen:

SEGURA RIVERLINK (LIFE12 ENV/1140) es un proyecto financiado por el Programa LIFE + de la Unión Europea, cuyo objetivo es recuperar la conectividad longitudinal del Río Segura en el tramo comprendido entre Cañaverosa (Calasparra) y El Jarral (Abarán), aplicando de forma novedosa en la cuenca el concepto de "infraestructura verde". Los resultados del proyecto se pretenden integrar en la planificación hidrológica de la Cuenca.

Las acciones previstas en el proyecto son la demolición de un azud en el tramo final del Río Moratalla (ya realizada), la construcción de ocho pasos para peces en azudes (en proyecto) y la sustitución de cañaverales por bosque de ribera autóctono (en ejecución). Además, el proyecto concede una relevancia capital a la implicación ciudadana, de modo que plantea la participación de propietarios y ONG's en una red de Custodia del Territorio, permite la colaboración de los ciudadanos a través del voluntariado y garantiza la divulgación a la población a través de acciones de Educación Ambiental.

Igualmente, el proyecto cuenta con canales de comunicación a través de web, redes sociales, boletines y material divulgativo diverso (folleto, exposición). La idoneidad de las actuaciones está siendo evaluada a través del seguimiento del uso de las escalas de peces, de las comunidades faunísticas (peces, aves, odonatos, nutria, galápagos), del éxito de las restauraciones y de la evolución del estado ecológico de las aguas.

El proyecto cuenta con un presupuesto de 3.424.250 € y tiene una duración de cuatro años, se viene desarrollando desde agosto de 2013 y su finalización está prevista para julio de 2017.



1. El proyecto SEGURA RIVERLINK

Los obstáculos fluviales como las presas y los azudes interrumpen el flujo natural de la corriente y constituyen barreras físicas para los movimientos naturales de migración, dispersión y colonización de especies piscícolas como el barbo gitano o barbo del sur (*Luciobarbus sclateri*) entre los tramos altos y bajos del río, dando origen a graves problemas ambientales y empeorando el estado ecológico del río.

La solución idónea para mejorar la *conectividad longitudinal*, que se da desde el nacimiento hasta la desembocadura, es la demolición. Sin embargo, esto no siempre es posible ya que muchos de estos obstáculos se encuentran actualmente en uso. Como medida de mitigación, se recurre a la “permeabilización” de la infraestructura mediante la construcción de escalas para peces que les facilita la libre circulación a lo largo del río.

En aquellos lugares donde el bosque de ribera no exista o se encuentre en mal estado, será necesario mejorar la *conectividad transversal*, que une los dos márgenes del río a través de las comunidades de ribera, mediante una restauración ecológica de la vegetación de ribera.

En este contexto se enmarca el proyecto SEGURA RIVERLINK cuyo objetivo principal es mejorar y fortalecer la conectividad entre los ecosistemas naturales mediante una serie de actuaciones dirigidas a naturalizar el río creando una infraestructura verde: la permeabilización de ocho infraestructuras, la eliminación de un azud en desuso y una restauración ecológica de las riberas. Todo ello contribuirá a reforzar la implementación de la Directiva Marco del Agua y los resultados obtenidos se transferirán al resto de la cuenca a través del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura.

Uno de los principales aspectos a destacar es su alto carácter social y enfoque participativo que se le ha intentado dar. Ya en la redacción de la propuesta se intentó implicar a los diferentes agentes del río intentando transmitir el mensaje de que para conservar el patrimonio natural del río es necesaria la implicación de las administraciones locales, los propietarios de terrenos colindantes, los usuarios del agua como regantes o pescadores y la sociedad local, rompiendo así con la tradición de dejar que sean las administraciones públicas las que se encarguen en exclusiva de su cuidado. La creación de una Red de Custodia del Territorio en las zonas contiguas al río, un Programa de Voluntariado para involucrar a la ciudadanía y una Campaña de Educación Ambiental para la difusión y sensibilización son los principales canales para dar a conocer los problemas asociados a la conservación y restauración del río.

El proyecto SEGURA RIVERLINK tiene un alto carácter social y desde el principio se le ha intentado dar un enfoque participativo. Ya en la redacción de la propuesta se intentó implicar a los diferentes agentes del río intentando transmitir el mensaje de que para conservar el patrimonio natural del río es necesaria la implicación de las administraciones locales, los propietarios de terrenos colindantes, los usuarios del agua como regantes o pescadores y la sociedad local, rompiendo así con la tradición de dejar que sean las administraciones públicas las que se encarguen en exclusiva de su cuidado.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Aumentar la permeabilidad longitudinal del río mermada por el efecto de presas y azudes.
- Incrementar la biodiversidad fomentando la presencia y accesibilidad a un mayor número de hábitats para la alimentación y reproducción de las especies asociadas al río.
- Mejora del estado ecológico de las masas de agua.
- Desarrollar una red de custodia del territorio para implicar a los propietarios privados en la gestión, incrementando los lazos entre el río y los territorios colindantes.
- Aumentar la concienciación y fomentar la implicación de la sociedad en la gestión del río.



- Integrar los resultados del proyecto en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura aplicando las herramientas validadas en el proyecto.

El proyecto SEGURA RIVERLINK se desarrollará entre Agosto 2013 y Julio 2017 y tiene un presupuesto total de 3.424.250 €, está coordinado por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) a través de la Comisaría de Aguas y tiene como socios beneficiarios a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM), la Universidad de Murcia a través del Departamento Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología (UMU), el Centro Tecnológico Agrario y Alimentario (ITAGRA) y a la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE).

El ámbito de actuación del proyecto se localiza en la vega alta del río Segura, en un tramo de río Segura de aproximadamente 54 km de longitud y en el tramo final del río Moratalla (T.M. Abarán, Cieza, Calasparra y Moratalla). Este ámbito incluye algunas áreas recogidas dentro de la Red Natura 2000.

NOMBRE DEL OBSTACULO	X	Y	RIO	RED NATURA 2000
Azud de Moratalla (sin nombre)	611706	4235454	Moratalla	LIC
Presa de Cañaverosa	612399	4237785	Segura	LIC+ RN
Azud de Elevación Zona 1 Post-Trasvase	613801	4236645	Segura	LIC
Azud del Esparragal	617358	4234253	Segura	LIC+ZEPA
Azud de Hoya García	627264	4233672	Segura	LIC+ZEPA
Azud de los Charcos	630736	4233131	Segura	-
Azud de El Menjú	639340	4231145	Segura	-
Azud de Soto Damián	640630	4229350	Segura	-

Tabla 1: Azudes objeto de actuación en el proyecto SEGURA RIVERLINK y figuras de protección.

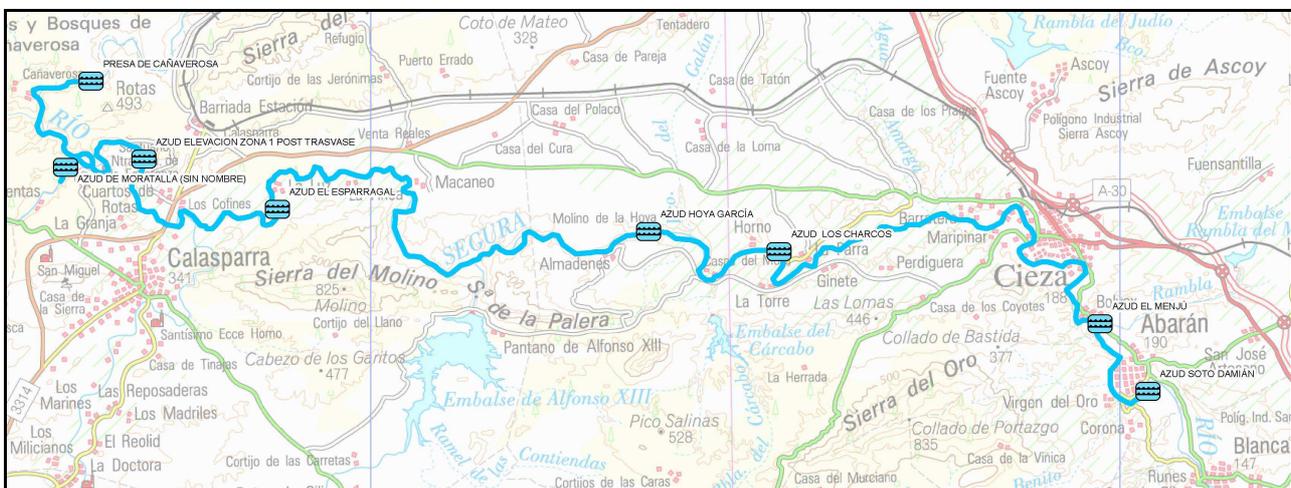


Imagen 1. Localización del tramo de actuación.



2. Trabajando por la conectividad longitudinal

El sureste de la Península Ibérica es una región árida, surcada por ríos extremadamente regulados desde tiempos remotos para el regadío y fuerza motriz. Además, alberga una diversidad piscícola interesante, acogiendo varios endemismos ibéricos de peces y una tradición de pesca deportiva bastante arraigada. Armonizar la gestión de todo este patrimonio –regadío y medio ambiente– es un reto obligado para el desarrollo del territorio.

El impacto ambiental más inmediato del regadío y la generación hidroeléctrica deriva de sus presas y azudes, que impiden los movimientos migratorios de los peces. Esta circunstancia se conoce como “efecto barrera” y ha provocado que muchas especies hayan desaparecido de las aguas españolas (esturión, anguila, sáballo, saboga, salmón, lampreas...) o se vean seriamente amenazadas (trucha, barbo, boga, cacho...). Es necesario recordar que $\frac{2}{3}$ de los peces ibéricos realizan movimientos migratorios de mayor o menor entidad (Sanz-Ronda et al., 2008).

Cuando en el río se presenta una infraestructura transversal infranqueable, las especies piscícolas que requieren acceder aguas arriba de la misma para reproducirse desaparecerán inexorablemente del río. Ésta ha sido la causa más frecuente de extinción de determinadas especies en buena parte de los ríos o tramos de ríos peninsulares (salmón, anguila, esturión, etc.). Para el resto de especies, la limitación del movimiento se traduce en no poder colonizar nuevos territorios, pérdida de hábitat aguas arriba, disminución de la diversidad genética (aislamiento de poblaciones) e incluso desaparición de la especie en la zona superior a la estructura (las avenidas pueden arrastrar a los peces aguas abajo –o un vertido hacerlos desaparecer– y posteriormente no pueden retornar).

En cambio, cuando el obstáculo resulta muy selectivo siendo remontable por pocos individuos, se producen cambios en la genética poblacional, pues se consiguen reproducir únicamente los ejemplares más vigorosos (que no tienen por qué ser los mejor adaptados al medio). Igualmente, al intentar superar el obstáculo, los peces pueden herirse y el sobreesfuerzo realizado consume las reservas energéticas destinadas a la freza, debilitándose y aumentando su predisposición a enfermedades. Por último, si los peces se retrasan en su singladura a la espera de condiciones adecuadas para sortear la estructura (caudales elevados), puede ocurrir que las condiciones óptimas para la reproducción (temperatura, profundidad y velocidad del agua, maduración de los órganos internos...) hayan pasado.

La normativa ambiental vigente: Ley 7/2003, de 12 de noviembre, de Caza y Pesca Fluvial de la Región de Murcia y la Ley de Aguas (1985 y posteriores modificaciones -2001 y siguientes- para adaptarla a la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE), se ha hecho eco de esta problemática y obliga a los propietarios de azudes a mitigar el efecto barrera mediante sistemas de paso para peces.

Las acciones de implementación del proyecto SEGURA-RIVERLINK se enmarcan dentro de esta línea argumental. Se pretende conectar longitudinalmente un pequeño tramo del río Moratalla en el que el pasado mes de Enero se demolió un azud en desuso y un importante tramo del río Segura cortocircuitado por varios azudes, en el que próximamente se van a llevar a cabo obras de permeabilización: pasos para peces.

3. Eliminación de obstáculo en desuso: Azud de Moratalla

El método más eficiente y casi siempre más barato para recuperar la conectividad longitudinal es sin duda la eliminación del obstáculo, la demolición del azud. En España, desde



comienzo de este siglo se han realizado numerosas actuaciones similares (WWF, 2009) en pequeños azudes con concesiones extinguidas. No obstante, antes de cualquier derribo, hay que analizar los efectos ambientales (movimiento de sedimentos almacenados en el vaso de la presa, erosión remontante, variaciones locales del nivel freático), civiles (descalce de cimientos en obras hidráulicas, descuelgue de tuberías de toma, abastecimiento, riego) y sociales del mismo (historia, cultura, tradición). En cualquier caso, las implicaciones ambientales de la demolición a medio y largo plazo son siempre positivas para el ecosistema.

La Directiva Marco del Agua (DMA, 2000) plantea como objetivo conservar y recuperar el buen estado de las masas de agua para el año 2015, estando la consecución de los objetivos medioambientales supeditada a la recuperación de la integridad o estado ecológico de las masas de agua.

Para la clasificación del estado ecológico, la DMA establece tres elementos de calidad entre los que se encuentran los elementos hidromorfológicos, siendo la conectividad fluvial uno de los parámetros indicadores de la continuidad longitudinal de los ríos. De esta manera la eliminación o minimización de las alteraciones en la conectividad fluvial resulta un elemento clave para alcanzar el buen estado de una masa de agua.

La presencia de obstáculos transversales en muchos de los cauces de la cuenca hidrográfica del Segura obedece a la necesidad de irrigación en unos casos y de generación de energía hidroeléctrica en otros. Sin embargo, en el caso concreto del azud del río Moratalla, el azud a derribar se encuentra actualmente sin concesión lo que justifica la demolición, siendo esta la solución más adecuada para devolver al río su conectividad longitudinal y a la larga su integridad ecológica, cumpliendo con ello con la Directiva Marco del Agua y con la Directiva Hábitats (92/43/CEE) en cuanto a que el resultado final de la demolición será restablecer a un estado favorable, tipos de hábitats naturales y especies de fauna y flora silvestres del territorio europeo.

Con la demolición se pretenden alcanzar por tanto, los siguientes objetivos:

- Recuperar la continuidad de los flujos y la conectividad de los hábitats a lo largo del corredor fluvial, restableciendo la funcionalidad de las tres dimensiones espaciales del sistema fluvial, mediante la eliminación de barreras y disminución de las restricciones al desbordamiento,
- Recuperar la morfología del cauce considerada natural o de referencia,
- Mejora de hábitats y recuperación de las comunidades de flora y fauna dulceacuícolas consideradas de referencia,
- Recuperar la integridad de las funciones hidrológicas y ecológicas de las riberas, fomentando la regeneración natural de la vegetación autóctona, y
- Cumplir con los requisitos de la DMA, y la Directiva Hábitats (92/43CEE).

La demolición del cuerpo del azud, se llevó a cabo en las siguientes fases:

1. Toma de muestras para llevar a cabo las analíticas pertinentes de agua y sedimentos acumulados aguas arriba del azud, con el fin de descartar la posible presencia de contaminantes que tras la demolición pudieran movilizarse aguas abajo. Los parámetros analizados fueron:



En agua:

PARÁMETRO
Conductividad Eléctrica a 25 °C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
pH
DBO5 mgO ₂ /L
Nitratos (mgNO ₃ /L)
Nitritos (mgNO ₂ /L)
Amonio (mgNH ₄ /L)
Ortofosfatos (mg PO ₄ /L)

Tabla 2. Parámetros analizados en agua.

En sedimento: se analizaron aquellos parámetros cuya presencia se consideró probable dada la existencia de cultivos en los alrededores del azud. Los parámetros analizados fueron:

METRO
Hexaclorociclohexano
Hexaclorobenceno
Hexaclorobutadieno
Tributilestaño

Tabla 3. Parámetros analizados en sedimento.

2. Se realizó un estudio inicial de la presencia de comunidades piscícolas en la zona, y en concreto de especies protegidas o de especial interés socio-económico, con el fin de analizar la necesidad de proceder a su traslocación o traslado temporal aguas arriba del ámbito de actuación. Dado que no se detectaron ejemplares piscícolas en el entorno inmediato del azud en los días previos a la demolición, no hubo necesidad de actuación.

3. Se llevó a cabo dentro de la fase previa a la demolición, un inventario florístico que mostrara todas las especies del entorno del azud que pudieran verse afectadas por las obras, con el fin de evitar en la medida de lo posible, cualquier tipo de daño.

4. Despeje, desbroce y acondicionamiento de accesos al cauce: El acondicionamiento de los accesos para la maquinaria al cauce, se centró en los ya existentes, de manera que únicamente se procedió al ensanchamiento del último tramo de una anchura de 2.5 m a 3 m.

Estas labores tienen como objetivo mejorar las condiciones portantes y de rodadura con el fin de facilitar el acceso de los equipos a la zona de trabajo. Como material a emplear en las capas de rodadura, se optó por la zahorra propia del lugar.



5. La caña común *Arundo donax* cubría prácticamente la totalidad del azud a demoler por lo que, como paso previo a la demolición, se procedió a su eliminación de forma selectiva mediante la mecanización de las tareas (cazo acoplado a una retroexcavadora de cadenas), respetando siempre la presencia de especies de interés especial o vulnerables, como las pertenecientes a los géneros *Tamarix* y *Salix*. Así mismo, se eliminó cualquier resto vegetal presente en las inmediaciones del azud con el fin de evitar posibles obstrucciones al flujo.

Los restos generados de la eliminación de la caña, se depositaron en zona de Dominio Público Hidráulico, pero lejos de cauce, separando el rizoma de las partes aéreas. Con el fin de controlar posibles rebrotes, el socio del proyecto, ANSE, procede a realizar labores de vigilancia de la zona cada dos semanas, evitando de esta manera la propagación de la especie.

6. Extracción de los depósitos del vaso del azud: El azud del río Moratalla es de pequeñas dimensiones (1.25 m de altura y 3.2 m de labio fijo) y se encuentra parcialmente derruido en su parte central, por lo que la acumulación de sedimentos aguas arriba de la infraestructura resultó mínima. Tras comprobar que las analíticas de agua y sedimentos no mostraban indicios de contaminación y que los materiales existentes en el lecho eran compatibles con las texturas presentes en otros subtramos del río, se consideró que no era necesaria la eliminación de los materiales presentes en el lecho.

7. Demolición del azud: La demolición del azud se llevó a cabo el 22/01/2014. No se consideró realizar la demolición en los meses de menor caudal circulante por el río (junio-septiembre), por coincidir precisamente con el periodo reproductor de las cuatro especies de ciprínidos que habitan las aguas del río Moratalla: *Luciobarbus sclateri* (mayo-julio), *Pseudochondrostoma polylepis* (marzo-junio), *Gobio lozanoi* (mayo-agosto) y *Alburnus alburnus* (marzo-agosto). La época se seleccionó finalmente teniendo en cuenta que, además de las especies piscícolas presentes en este tramo objeto de las actuaciones, las sierras próximas al río Moratalla son también lugares de nidificación de tres rapaces rupícolas protegidas: Buho real (*Bubo bubo*), Águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) y Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cuyos periodos reproductores abarcan desde enero-febrero hasta junio.

Con el fin de evitar la desestabilización de los márgenes del río tras la eliminación de la vegetación y del cuerpo del azud, se decidió no eliminar los estribos de la infraestructura, que dado el escaso caudal del río Moratalla en este tramo, quedaban ubicados fuera de cauce inundado. El resto de elementos tanto aéreos como enterrados fueron demolidos.

La demolición produjo un volumen mínimo de residuos de mampostería que finalmente se decidió utilizar con dos objetivos concretos. Por un lado, se consideró que dada la naturaleza de los residuos, se podrían utilizar para suavizar la pendiente generada tras la demolición, entre aguas arriba y aguas abajo del azud (disminuir al mínimo la diferencia de cota), y por otro, estabilizar el talud de la margen derecha del río, de mayor pendiente y por tanto más vulnerable a la erosión, a la espera de que la vegetación de ribera se desarrolle y se encargue de la fijación del talud.

8. Finalmente se procedió a la restauración de la zona de obras, por un lado mediante la plantación de vegetación de ribera autóctona en ambas márgenes del río, y por otro restaurando a su estado inicial, el camino de acceso al río.

En ellas se utilizaron árboles, arbustos y herbáceas de la zona, asegurando su procedencia y capacidad de crecimiento mediante la recogida previa de semillas y/o estaquillas en el entorno del azud. Se restauraron un total de 1000 m², y se plantaron un total de 244 individuos distribuidos entre árboles, arbustos y herbáceas.



Imagen 2. Demolición del azud en desuso de Moratalla.

4. Construcción de escalas para peces

Cualquier solución al problema migratorio provocado por un azud pasa por la demolición del obstáculo o por construir una estructura accesoria que facilite el ascenso: un paso para peces (comúnmente denominado “escala de peces”). Generalmente, suelen ser vías de agua que resultan franqueables a los peces y que les conducen arriba del impedimento.

Como ha quedado patente, la permeabilidad longitudinal de los ríos es vital para las especies de peces: reproducción, mantenimiento de poblaciones en buen estado; evitar el aislamiento reproductor (confinamiento artificial de núcleos de población). Esta posibilidad de movimiento no ha de centrarse exclusivamente en el periodo reproductor de las especies, sino que ha de ser posible a lo largo de todo el año hidrológico.

Las condiciones generales que debe satisfacer cualquier paso piscícola son las siguientes (Larinier et al., 1994; Martínez de Azagra, 1999):

- Entrada fácil de encontrar (por su situación y su llamada).
- Tránsito sencillo (sin estrés, heridas ni agotamiento excesivo).
- Salida segura (evitar desorientaciones, arrastre a vertederos o tomas peligrosas...).
- Franqueable por la totalidad de peces autóctonos (no sólo los más atléticos; pasos poco selectivos, que no sean exclusivos para una especie), preferentemente durante todo el año.



- Retraso en la migración mínimo (sin colas o amontonamientos).
- Funcional durante crecidas y estiajes.
- Mantenimiento e inspección periódicos (tras avenidas y durante la migración; limpiar, quitar obstrucciones, reparar daños, evitar la pesca furtiva).

Los condicionantes del medio donde van a instalarse las estructuras también son importantes (Sanz Ronda & Martínez de Azagra, 2009). Al respecto, cabe citar:

- Dimensiones de la estructura a superar, que obligan a desechar unos soluciones frente a otras.
- Facilidad de acceso a los azudes y al lugar de ejecución del paso (ataguías, pasos de maquinaria).
- Furtivismo, que en caso de existir, se evita dificultando el acceso de curiosos al paso de peces.
- Propiedad de las parcelas colindantes (preferentemente no se invadirán terrenos ajenos al Dominio Público Hidráulico).
- Entorno de la obra, que obliga a integrar desde un punto de vista estético la solución adoptada en el paisaje fluvial.

Así mismo, los caudales circulantes durante la migración de los peces van a influir sobre la solución a adoptar (tipo de paso y dimensiones). Además, la solución a desarrollar ha de asegurar la funcionalidad perseguida con un mínimo coste económico y no ha de interferir de ningún modo en la resistencia estructural del azud. Finalmente, siempre que sea posible, ha de evitarse modificar la capacidad de evacuación de caudales del obstáculo a permeabilizar.

Las soluciones que permiten los movimientos migratorios tienen distintos grados de complejidad, según sean las dimensiones del obstáculo y los caudales circulantes. Básicamente, podemos dividirlos en métodos de funcionamiento continuo (operativos de manera ininterrumpida) y discontinuo (el movimiento de los peces se realiza por fases: espera o captura, ascenso y suelta aguas arriba). También, existen soluciones específicas para algunas especies de peces con hábitos migratorios y aptitudes de nado peculiares, como las anguilas, las sabogas y los sábalos. Finalmente, no debemos olvidar que, cuando el pez asciende el obstáculo, se ha conseguido la mitad del objetivo perseguido. Éste y su prole han de poder moverse también aguas abajo, para completar su ciclo vital, recuperar su hábitat original o poder dispersarse.

Para nuevas instalaciones o estructuras antiguas que pretendan adaptarse a la normativa vigente, hay distintos métodos que permiten a los peces superar el obstáculo. Dentro de los métodos de funcionamiento continuo con capacidad de utilización en la cuenca del río Segura vamos a distinguir entre pasos naturalizados y pasos técnicos.

Los “**pasos naturalizados**” se denominan así por su buena integración con el entorno fluvial. Permiten un ascenso/descenso muy favorable de todos los peces, con independencia del tamaño o especie. Además, no interfieren en la obra que salvan y precisan de un bajo mantenimiento. No obstante, sólo son abordables en obstáculos de mediana altura (< 3 m de salto de agua) debido a las pendientes con las que se diseñan ($\approx 5\%$) y son sensibles a las variaciones del nivel de agua en la entrada al paso (un descenso de 0,5 m en la alimentación puede inutilizar la solución).



Río artificial: se trata de un canal lateral con una pendiente del 3 al 5 % dividido en tramos separados por remansos de agua que ofrece un camino alternativo a los peces por una de las márgenes del río para sortear el obstáculo. En su lecho se coloca piedra de escollera dispuesta de manera irregular u ordenada, con la misión de frenar la potencia hidráulica de la corriente y ofrecer descanso y abrigo a los peces.

Rampas de piedras: son canales rugosos o con tabiques interiores, con pendientes del 5 al 10 %, adosados al azud, que ralentizan el flujo del agua y permiten el paso de obstáculos no superiores a 2-3 m de desnivel. Cuando se ejecutan a todo lo ancho del obstáculo, dan el aspecto de un rápido natural y la mimetización con el río es muy buena.



Imagen 3. Río artificial en el Tormes (El Marín, Salamanca).

El segundo grupo de soluciones se suele agrupar bajo el nombre de “**pasos técnicos**”, ya que constan de un diseño hidráulico más complejo, en principio, y se construyen en hormigón y metal. La integración con el medio es menor, pero tienen desarrollos más cortos y pueden funcionar con caudales menores.

Escala de ralentizadores (o escala Denil): se trata de un canal rectilíneo de fuerte pendiente (hasta un 20%, aunque suelen rondar el 10-15 %) con unos deflectores que reducen las velocidades del flujo hasta unos valores que permiten el ascenso de los peces. Son bastante selectivas (salmónidos), por lo que su uso para los ciprínidos del río Segura debería analizarse con detenimiento.



No existe ninguna escala de ralentizadores prevista en el proyecto SEGURA RIVERLINK.

Escala de artesas (o de estanques sucesivos): es una escalera de agua formada por estanques de unos 2-3 m de largo y 1-2 m de ancho, conectados con saltos de 15-30 cm, por los que circula un caudal a través de unos vertederos, hendiduras verticales y/u orificios. Son las clásicas escalas salmoneras, aunque su uso es compatible con los migradores ibéricos de cualquier tamaño (Sanz Ronda et al., 2010).

Por otro lado, los métodos de funcionamiento discontinuo son muy dispares entre sí y se emplean cuando el desnivel a sortear es importante (>10 m), por motivos económicos y operativos. Destacamos las esclusas de peces (o esclusa Borland) y los Ascensores de peces / Funicular / Teleféricos. Ninguno de ellos se contempla en el proyecto SEGURA RIVERLINK.

ID	NOMBRE OBSTÁCULO	SOLUCIÓN PROPUESTA	OBSERVACIONES
1	Presa de Cañaverosa	Escala de artesas	Margen derecha por facilidad de acceso y mantenimiento.
2	Azud de Elevación Zona 1 Postravase	Escala de artesas	Margen derecha por facilidad de acceso y situarse más aguas arriba.
3	Azud El Esparragal	Escala de artesas	Margen derecha por facilidad de acceso y ser el brazo principal, concentrando la “llamada”.
4	Azud de Hoya García	Escala de artesas	Margen derecha por facilidad de acceso, mejor atracción y menores dimensiones de la obra (salto menor).
5	Azud Los Charcos	Rampa de piedras	Rampa parcial en la margen izquierda por facilidad de acceso y por reticencia del propietario de la finca que linda con la margen derecha.
6	Azud de El Menjú	Río artificial	Margen derecha por tener buena “llamada”, disponibilidad de espacio y facilidad de acceso
7	Presa Soto Damián	Escala de artesas	Margen izquierda por facilidad de acceso y situarse más aguas arriba.

Tabla 4. Soluciones definitivas proyectadas en cada obstáculo.

Una vez superado el obstáculo en cuanto a la migración ascendente, otro problema a resolver (y en modo alguno menor) se refiere a la migración descendente de alevines y progenitores. En los azudes de pequeña altura (4-8 m), los peces pueden descender por los vertederos –si hay un colchón de agua para amortiguar el impacto– o por las propias escalas, pero cuando las obras son de gran altura y el dispositivo de paso es un ascensor o la captura y transporte, el problema se agudiza. Al respecto, resulta interesante saber que la velocidad de llegada de los peces al colchón de agua inferior depende de su tamaño y de la altura del salto: los alevines pequeños alcanzan una velocidad límite de caída pequeña y tolerable mientras que los peces mayores llegan con una velocidad prohibitiva que los lesiona al entrar en el agua. En la actualidad, se experimenta con estructuras especiales, similares a esclusas o toboganes, para resolver este complicado escenario. Otra situación muy desfavorable, en el caso de centrales hidroeléctricas, es que el pez se adentre por el canal de alimentación y que pase a través de las turbinas. En estas circunstancias, las mortandades son elevadas, alcanzándose el 100 % de los peces en función del tipo de turbina y del tamaño del pez.



Existen útiles ecuaciones de pronóstico sobre mortandad para distintas especies, tamaños y turbinas. Para evitarlo hay multitud de dispositivos que impiden a la ictiofauna a meterse en los canales: barreras físicas –rejillas de paso reducido (<15 mm), sónicas, lumínicas y eléctricas.

5. Consideraciones y aspectos innovadores

Hasta la fecha, el vacío científico existente en España sobre migración de peces ibéricos y las soluciones para remontar obras transversales se han manifestado en una ausencia de actuaciones encaminadas a evitar el libre discurrir de los peces en nuestros cauces fluviales. Todo esto, ha sido mucho más acusado en las regiones con abundancia de peces poco emblemáticos deportivamente (ciprínidos), como ocurre en la cuenca del Segura, donde sólo hay una escala de peces construida y su funcionalidad es muy dudosa.

Por todo ello, las actuaciones que se tienen previstas implementar en el proyecto SEGURA-RIVERLINK van a suponer un referente fundamental en la mejora de la continuidad longitudinal orientada a ciprínidos ibéricos. A buen seguro, la experiencia y resultados que se obtendrán, van a servir de base a futuras obras de paso para peces en el sureste de la Península Ibérica.

Una vez seleccionado el paso de peces y terminada la obra, es necesario evaluar el funcionamiento de la solución adoptada (mediante trampeo, pesca eléctrica, radio-frecuencia, tele-control). Resulta vital saber si cumple los objetivos perseguidos, conocer las especies y tamaños que la utilizan, la facilidad de localización, el porcentaje de éxito, las épocas de funcionamiento... Cuando los peces no ascienden por la escala, hay que analizar las causas (frecuentemente, una deficiente atracción o “llamada” o un mal diseño hidráulico) y corregirlas. Con las evaluaciones que se tienen previsto acometer sobre el nivel de eficiencia de los pasos para peces implementados y su seguimiento en el tiempo, se va a obtener información biológica fundamental para el diseño de futuras estructuras de paso.

