

Fish passes established in the Segura river basin: fish-based assessment and preliminary data.

Pasos para peces establecidos en la Cuenca del río Segura: Plan de seguimiento piscícola y datos preliminares.

Autor: Ana Sánchez-Pérez. (ana.sanchez15@um.es)

Departamento de Zoología y Antropología Física. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, 30100, Murcia (Spain).

Otros autores: Francisco José Oliva-Paterna; José Manuel Zamora-Marín, Antonio Zamora-López, Fátima Amat-Trigo, Juan María Franco y Mar Torralva.

RESUMEN

El proyecto europeo LIFE+ Segura-Riverlink tiene como objetivo validar el correcto desarrollo de la implementación de una infraestructura verde (G) en el contexto de cuencas hidrográficas mediterráneas caracterizadas por su alto grado de impacto. La aplicación de este proyecto incrementará la conectividad longitudinal en un tramo de 54 km del cauce principal de la cuenca hidrográfica del río Segura mediante la construcción de pasos para peces en varias barreras artificiales, con el fin de mejorar y restablecer el movimiento de la comunidad de peces, aplicando además otras medidas de restauración fluvial. Desde septiembre de 2015 se han construido diversos pasos para peces, tanto ríos naturalizados como infraestructuras técnicas denominadas genéricamente escalas de artesas.

En el contexto del proyecto se ha establecido un plan de seguimiento biológico para evaluar la correcta implementación y funcionamiento de estas infraestructuras, éste incorpora dos subprogramas de seguimiento de la fauna piscícola: el primero centrado en el uso de los pasos por las poblaciones de peces residentes en el área de estudio, y un segundo subprograma específico de marcaje y recaptura con especies centinelas. En el presente trabajo, se describe brevemente la metodología aplicada en estos subprogramas y los resultados preliminares obtenidos.

Desde enero hasta julio de 2016, un total de 2973 individuos de ocho especies ictícolas fueron capturados dentro de los pasos para peces. Las especies objetivo, caracterizadas por presentar movimientos en la época reproductiva, representaron el 98% de la abundancia total: *Alburnus alburnus* (47.2%), *Gobio lozanoi* (31.3%), *Luciobarbus sclateri* (11.1%) y *Pseudochondrostoma polylepis* (8.5%). El mayor número de capturas se produjo en dos de estas estructuras de paso, el 56% se capturó en la escala de hendidura vertical T1, y el 18% en el río artificial B2.

Un total de 695 individuos de *L. sclateri* han sido marcados con Anchor-tag. Además, 735 especímenes de las cuatro especies objetivo, han sido marcados mediante VIE-tags: un 53.3% dentro de los pasos de peces y un 46.7% justo en el tramo fluvial aguas abajo de cada paso. La tasa de recaptura dentro de los pasos fue del 17.6%, y del 5.9% para segundas recapturas, siendo mayor en los pasos del tipo río artificial. *G. lozanoi* ha sido la especie dominante en las recapturas (27.3%), seguida de *L. sclateri* (19.9%). Sólo el 6.3% de las recapturas dentro de los pasos procedía de especímenes marcados aguas abajo.

En suma, ambos subprogramas de seguimiento muestran que los pasos para peces están siendo ocupados por la mayoría de las especies presentes en el sector fluvial estudiado.

Palabras clave: Ciprínidos, cuenca mediterránea, conectividad fluvial, movimiento, marcaje-recaptura, infraestructura verde.

ABSTRACT

The LIFE+ Segura-Riverlink is a project which aims to validate management measures for the development of a *Green Infrastructure* (GI) approach into the context of Mediterranean river basins characterized by high impacts. The project will increase the longitudinal connectivity in a sector of 54 km long in the Segura River implementing fish passes over several artificial barriers to improve and restore fish movements and will also support other best practices of riverine restoration. Since September 2015, several fish passes, natural-like fishways and technical fishways have been implemented.

A monitoring programme evaluates the performance of these actions with the hope of validating the *GI* approach to river basin management. Two main fish-based assessments have been developed to reach the aims of the monitoring: one focused on the fish population use of fish passes (1), and a specified mark-recapture program of sentinel species (2). In the present study, we briefly describe the monitoring methods and the preliminary results.

Since January to July 2016, a total of 2973 individuals of eight fish species were collected inside fishways. Target species which are characterized by reproductive seasonal movements accounted for 98% of the total abundance: *Alburnus alburnus* (47.2%), *Gobio lozanoi* (31.3%), *Luciobarbus sclateri* (11.1%) and *Pseudochondrostoma polylepis* (8.5%). Most captures were detected in two fish passes, 56% in a vertical-slot fishway, and 18% in the natural-like fishway.

In the specified mark-recapture program, a total of 695 individuals of *L. sclateri* were marked by ANCHOR-Tags. Moreover, a total of 735 specimens have been marked (4 target species) by VIE-tags, 53.3% inside the fish passes and 46.7% outside in their next downstream stretches. The rate of recaptures inside the passes was 17.6%, and 5.9% for second recaptures, both greater in nature-like fishways. *G. lozanoi* was the dominant species in recaptures (50.9%), and *L. sclateri* the second one (19.9%). Only 6.3% of recaptures inside the passes was originating from specimens marked down-stream.

The evaluation by mark-recapture programme shows that the fishways are being occupied by different species, most of the species detected in the studied fluvial sector use the different types of fishways aimed in this survey.

Key words: Cyprinid, Mediterranean basin, connectivity, movement, mark-recapture, green infrastructure.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción general al proyecto LIFE+ Riverlink

El proyecto LIFE+ SEGURA RIVERLINK (LIFE12 ENV/ES/1140) es un proyecto cofinanciado por la unión europea cuya finalidad es mejorar la continuidad de los ecosistemas fluviales para recuperar el funcionamiento del río Segura como corredor ecológico.

Se trata de un proyecto de demostración coordinado por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) en el cual participan como socios diferentes entidades: la Universidad de Murcia (UMU), el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario de la Universidad de Valladolid (ITAGRA), la Dirección General de Medio Ambiente de la Región de Murcia (CARM) y la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE).

Su principal objetivo es validar el correcto desarrollo de la implementación de una infraestructura verde en una cuenca mediterránea caracterizada por el alto grado de alteración de sus condiciones naturales. Las actuaciones principales llevadas a cabo para restablecer su funcionamiento como corredor ecológico se centran en la recuperación de la conectividad longitudinal, incrementando así la naturalidad del tramo de actuación. Con la aplicación de estas acciones, se pretende aumentar la movilidad para las diferentes especies presentes en el área de estudio, beneficiando principalmente a las comunidades de peces con hábitos potamodromos, es decir, especies con desplazamientos a lo largo de amplios tramos fluviales. En total se han permeabilizado ocho obstáculos que impedían el libre movimiento de los peces a lo largo del cauce principal del río Segura. Las actuaciones abordadas incluyen la eliminación total de barreras en desuso (recuperando el flujo migratorio de las especies), así como la creación de diferentes tipos de pasos para peces en azudes o barreras de difícil franqueabilidad para este componente faunístico. Este último tipo de medida se lleva a cabo en obstáculos donde su retirada es inviable debido a que se encuentran actualmente en uso o aprovechamiento por hidroeléctricas o derivaciones de riego (Oliva-Paterna *et al.* 2016).

Además, el proyecto cuenta con otra serie de actuaciones encaminadas a la restauración fluvial como la recuperación del bosque de ribera y el incremento de la implicación social con los objetivos del proyecto a través de custodia del territorio, programas de voluntariado y campañas de educación ambiental.

La tipología de los pasos para peces proyectados difiere según las características de cada obstáculo objetivo, e incluye desde pasos naturalizados con alto grado de integración en el hábitat fluvial (ríos artificiales y rampas de piedra) hasta pasos técnicos con un menor grado de naturalidad (escalas de orificio más vertedero y escalas de hendidura vertical) (Lafuente *et al.* 2016).

Desde septiembre de 2015 se está realizando la evaluación de su funcionalidad para las poblaciones de peces objetivo del proyecto. Se ha establecido un plan de seguimiento para evaluar la implementación y funcionamiento de las actuaciones llevadas a cabo con la finalidad de determinar su eficacia y su influencia en la comunidad de peces y en el estado de las poblaciones. Para ello se están desarrollando dos subprogramas de seguimiento, el primero centrado en la determinación del uso de los pasos para peces por las poblaciones residentes en el tramo de estudio, el segundo consistente en un programa específico de marcaje y recaptura de especies centinelas. El programa de seguimiento se llevará a cabo durante dos ciclos completos correspondientes a los años 2016 y 2017. El trabajo que aquí se presenta tiene por objetivo mostrar los resultados preliminares obtenidos en el primer periodo de seguimiento (2016) de las comunidades y poblaciones de peces en cinco de los pasos para peces construidos en el contexto de este proyecto, así como la comunidad presente en el tramo de estudio.

1.2. Área de estudio y especies objetivo

La cuenca hidrográfica del río Segura se localiza en el Sureste de la Península Ibérica y se extiende por una superficie de 18.870 km² (CHS 2007). Se localiza en un área de clima mediterráneo semiárido y se caracteriza por una alta variabilidad de su régimen hidrológico tanto anual como interanual (Vidal-Abarca *et al.* 1992). Se trata de una cuenca sometida a una fuerte modificación tanto de sus caudales como del propio cauce, consecuencia de la demanda del recurso hídrico para regadío y aprovechamiento eléctrico (Belmar *et al.* 2011).

El área de estudio del proyecto LIFE+ Segura Riverlink abarca 54 km del cauce principal del río Segura en la parte media de la cuenca, donde se están desarrollando diferentes tipos de actuaciones para recuperar la conectividad longitudinal en el tramo. Este estudio se centra en la evaluación de cinco pasos para peces, dos ríos artificiales tipo bypass (B1 y B2) y tres pasos técnicos compuestos por una escala de hendiduras verticales (T1) y dos escalas de artesas de orificio y vertedero (T2 y T3).

Las especies centinela o indicadoras elegidas para evaluar el éxito de las actuaciones a nivel de comunidad son cuatro ciprínidos de diferente procedencia natural y que se encuentran ampliamente distribuidas por toda la cuenca (Tabla 1). Entre éstas se hayan especies nativas cuya dinámica reproductiva requiere de la recuperación de la conectividad longitudinal, así como especies alóctonas que mantienen poblaciones estables y se encuentran distribuidas en la totalidad del tramo de actuación. Los criterios empleados para la elección de estas especies han sido la abundancia dominante en el tramo objetivo, la estructura poblacional diferenciada, el carácter nativo *versus* alóctono en la cuenca, la capacidad de nado, el carácter migratorio, la inclusión en catálogos de especies protegidas y su relevancia para diferentes agentes sociales. La elección de estas especies permitirá la extrapolación de la información que se obtenga a otros tramos de características similares. Además, la información sobre la respuesta diferencial de especies autóctonas y alóctonas aporta valiosa información sobre el efecto de las actuaciones en el estado poblacional y en el conjunto de la comunidad de peces. Las especies centinela conforman un 40% de la riqueza de especies presente en el tramo objeto del proyecto (Tabla 2).

Tabla 1. Especies seleccionadas como indicadoras o centinela en el contexto del proyecto LIFE+ Segura Riverlink. Estatus en la Cuenca Hidrográfica del Segura (CHS) y en la Península Ibérica (PI).

Especie	Nombre común	Procedencia
<i>Luciobarbus sclateri</i> Gunther, 1868	Barbo gitano o Barbo del Sur	Nativa (CHS); Nativa (PI)
<i>Gobio lozanoi</i> Doadrio & Madeira, 2004	Gobio	Alóctona (CHS); Nativa (PI)
<i>Pseudochondrostoma polylepis</i> Steindachner, 1865	Boga del Tajo	Alóctona (CHS); Nativa (PI)
<i>Alburnus alburnus</i> Linnaeus, 1758	Alburno	Exótica (CHS); Exótica (PI)

Tabla 2. Especies presentes en el tramo de estudio del proyecto LIFE+ Segura Riverlink, modificado de Oliva-Paterna *et al.* (2014). nat: especie nativa, de origen natural en el área de estudio; introd: especie alóctona introducida por acción del hombre en el área de estudio; trans: especie nativa de la PI, pero alóctona en la CHS, que ha llegado al área de estudio a través del trasvase Tajo-Segura.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus PI	Estatus CHS	Estatus Riverlink
Cyprinidae	<i>Luciobarbus sclateri</i>	Barbo gitano	nat	nat	nat
	<i>Gobio lozanoi</i>	Gobio	nat	introd	trans
	<i>Pseudochondrostoma polylepis</i>	Boga del Tajo	nat	introd	trans
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	introd	introd	introd
	<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	introd	introd	introd
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Pez sol	introd	introd	introd
	<i>Micropterus salmoides</i>	Perca americana	introd	introd	introd
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Lucio	introd	introd	introd
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	introd	introd	introd
Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	introd	introd	introd
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	introd	introd	introd

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es mostrar los datos preliminares recabados durante la primera campaña de seguimiento del funcionamiento de los pasos para peces. La información aquí recogida permite comparar someramente el rendimiento de los pasos según su tipología, así como analizar el uso que hacen las diferentes especies de estas nuevas infraestructuras. Además, como objetivo paralelo se presenta la metodología aplicada al seguimiento, con dos subprogramas distintos que pretenden profundizar en los patrones de movimiento de las diferentes especies.

3. METODOLOGÍA

Se establece un programa de seguimiento para los dos primeros años de funcionamiento en cinco de los pasos para peces construidos. Desde febrero a julio de 2016 se han llevado a cabo muestreos continuados de la comunidad y poblaciones de especies centinelas realizados por la Línea de Investigación de *Conservación y biología de vertebrados acuáticos* del Departamento de Zoología y Antropología Física (Universidad de Murcia). En el periodo migratorio se han realizado muestreos quincenales dentro de los pasos y prospecciones mensuales en el tramo justo aguas abajo de la barrera que se ha permeabilizado.

La técnica utilizada para la obtención de las muestras fue la pesca eléctrica, el método más eficiente para la captura e inventariado de peces epicontinentales en medios acuáticos vadeables (Lobón-Cerviá 1991). El procedimiento de pesca eléctrica desarrollado en este trabajo queda descrito en la directiva CEN “Water Analysis-Fishing with electricity” (CEN 2003). Se trata de una técnica cuyo fundamento se basa en la aplicación de una corriente eléctrica dentro de la masa de agua, lo cual crea un campo eléctrico que modifica el comportamiento de los peces y facilita su captura.

Para la ejecución de los muestreos en los pasos para peces, se utiliza una red con luz de malla 0.5 cm para bloquear la entrada de los peces a la infraestructura y se cierra la compuerta de salida, consiguiendo así reducir el caudal y facilitando el desarrollo de la pesca. Se realizan dos pasadas de entre 25-35 minutos aplicando un barrido continuo y estandarizado a lo largo de todo el paso, con la finalidad de extraer el mayor número de individuos en un tiempo determinado. Para los muestreos aguas abajo, se determina una distancia mínima de muestreo de 100 metros desde el azud donde se encuentra localizado el paso para peces, realizando un muestreo estandarizado con un tiempo de 30 a 40 minutos.

Todas las capturas son identificadas a nivel de especie, pesadas y medidas. Los ejemplares pertenecientes a cada una de las cuatro especies diana del proyecto con talla mayor a 8 cm de longitud furcal (FL) se marcan mediante VIE-tag (Visible Implant Elastomer) con diferente código de color para las capturas obtenidas dentro y fuera de los pasos. Todos los ejemplares de *L. sclateri* mayores de 25 cm FL se identifican mediante el uso de etiquetas con código individualizado T-Bar Anchor tag.

La manipulación de todos los ejemplares es llevada a cabo bajo anestesia y siguiendo el protocolo de buenas prácticas de manejo animal y son devueltas al medio tras un periodo de recuperación de 1-2 horas en el cual se verifica el perfecto estado de los individuos antes de ser liberados.

A su vez, se realizó una valoración *in situ* de variables descriptoras de la calidad ambiental y disponibilidad de refugio íctico en el paso objeto de muestreo. De este modo se evalúan las siguientes variables: caudal, temperatura del agua, conductividad del agua, sustrato predominante y recubrimiento vegetal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de prospección completo se ha detectado un total de 2973 ejemplares en el interior de los pasos que pertenecen a ocho especies diferentes. En cuanto a la riqueza de especies, ésta representa el 72.2% de la riqueza total presente en el tramo fluvial del proyecto (Oliva-Paterna *et al.* 2014). Las especies detectadas con una abundancia significativa dentro de los pasos se presentan en la Figura 1, además se detectó la presencia

puntual de las especies piscívoras *Exos lucius* y *Sander lucioperca*. De este total, el 98% de la abundancia se corresponde con las especies centinela seleccionadas en este estudio: *A. alburnus* (47.2%), *G. lozanoi* (31.3%), *L. sclateri* (11.1%) y *P. polylepis* (8.5%).

Respecto a la evaluación de la comunidad aguas abajo de los obstáculos donde se han construido los pasos para peces, se detecta una estructura similar a la encontrada dentro de las escalas. Así por ejemplo, las especies centinela conforman el 96.8% de la abundancia total en los tramos fluviales bajo las barreras, apreciándose diferencias significativas con respecto a la estructura detectada en el interior de los pasos: *A. alburnus* (7.8%), *G. lozanoi* (25.7%), *L. sclateri* (24.9%) y *P. polylepis* (38.5%). Este aspecto podría reflejar una predilección de algunas especies, como el alburno, a ocupar los pasos para peces, detectándose una mayor abundancia relativa dentro de pasos técnicos con respecto al cauce. No obstante, los resultados obtenidos nos muestran claramente el uso de los pasos por la totalidad de especies centinela seleccionadas en el proyecto.

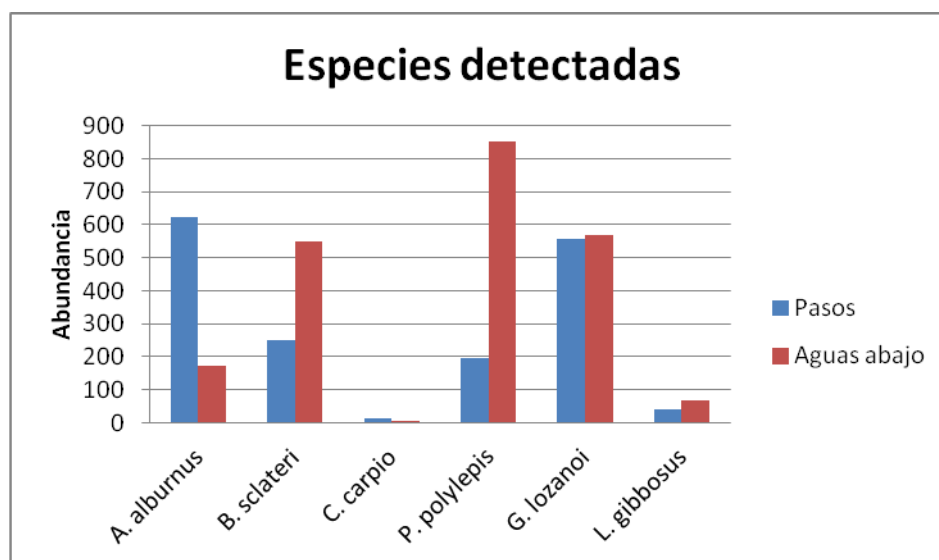


Figura 1. Especies con abundancia significativa detectada en el seguimiento de los pasos para peces y en el tramo fluvial adyacente a las nuevas infraestructuras.

El mayor número de capturas se produjo principalmente en dos pasos de peces, el 56% se capturó en la escala de hendidura vertical (T1), y el 18% en uno de los ríos artificiales (B2). En el primer caso, *A. alburnus* es la especie con mayor contribución a la abundancia total de capturas debido principalmente a los grandes cardúmenes de alevines que se refugiaban en esta infraestructura. En el resto de pasos, *G. lozanoi* es la especie dominante y su presencia parece radicar en el uso de estas infraestructuras como nuevos hábitats disponibles. Las otras dos especies centinela, que pueden alcanzar un mayor tamaño, aparecen en menor número y su presencia estacional en el interior de los pasos (datos no publicados) puede estar relacionada con su marcado carácter potamodromo.

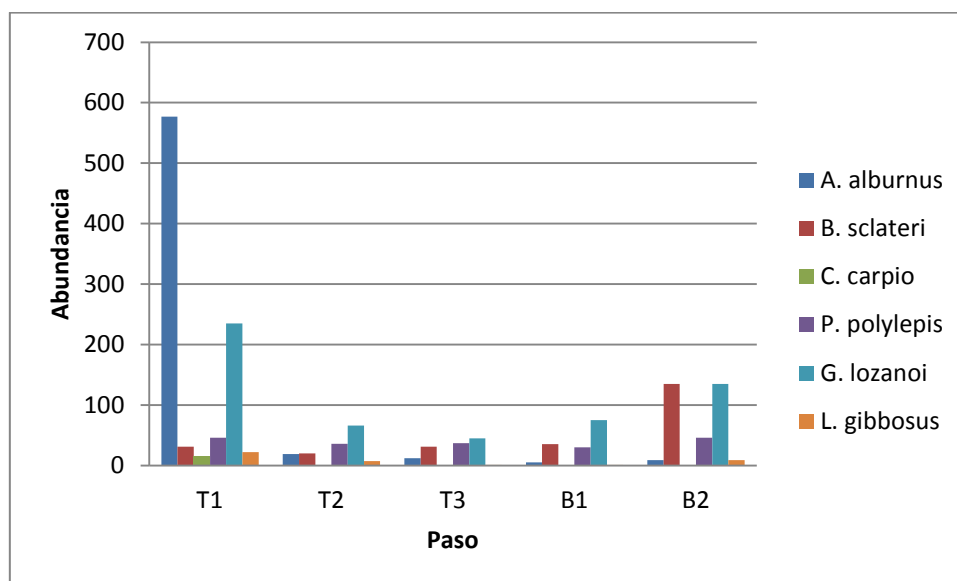


Figura 2. Abundancia total para las especies más representativas en los cinco pasos objeto del estudio.

Dentro del programa específico de marcaje y recaptura, se han marcado un total de 988 individuos de las cuatro especies centinela en los pasos T1, T2 y B2, correspondiendo un 57.7% a peces capturados dentro de los pasos y el resto (42.7%) a individuos muestreados justo en el tramo de aguas abajo (Tabla 3).

La tasa de recaptura dentro de los pasos estudiados es del 18.1% para primeras recapturas y del 5.9% para segundas recapturas, siendo *G. lozanoi* la especie que mayor tasa de recaptura presenta (27.3%), seguida por *L. sclateri* con un 19.9%. Solamente se ha registrado un 6.3% de recapturas dentro de los pasos que corresponden a individuos marcados en el tramo de aguas abajo. Estos resultados podrían confirmar el uso de los pasos por parte de *G. lozanoi* como hábitat óptimo y de amplio uso por los especímenes de esta especie.

Tabla 3. Individuos marcados y recapturados de cada una de las especies centinela en los tres pasos evaluados y en los tramos inmediatamente inferiores.

TRAMO	Código especie	PASO			CAUCE		
		Marcados	1 ^a Recaptura	2 ^a Recaptura	Marcados	1 ^a Recaptura	2 ^a Recaptura
T1	<i>L. sclateri</i>	28	5	0	69	0	0
	<i>P. polylepis</i>	6	0	0	10	0	0
	<i>G. lozanoi</i>	76	11	2	9	0	0
	<i>A. alburnus</i>	14	1	0	0	0	0
TOTAL T1		124	17	2	88	0	0
T2	<i>L. sclateri</i>	18	4	0	7	0	0
	<i>P. polylepis</i>	32	4	0	38	1	0

	<i>G. lozanoi</i>	26	0	0	0	0	0
	<i>A. albus</i>	0	0	0	0	0	0
	TOTAL T2	76	8	0	45	1	0
B2	<i>L. sclateri</i>	121	23	10	146	2	0
	<i>P. polylepis</i>	44	8	2	113	4	0
	<i>G. lozanoi</i>	81	26	12	26	3	0
	<i>A. albus</i>	9	0	0	0	0	0
	TOTAL B2	255	57	24	285	9	0
	TOTAL	455	82	26	418	10	0

En este trabajo se muestran datos preliminares correspondientes a uno de los dos ciclos dentro del plan de seguimiento del proyecto LIFE+ Segura Riverlink. Los resultados obtenidos hasta la fecha muestran que los pasos para peces construidos están siendo utilizados por gran parte de las especies presentes en el sector fluvial estudiado. Las cuatro especies centinela se presentan como dominantes en este aprovechamiento, utilizando las diferentes tipologías de paso de distinta forma, condicionado esto por su comportamiento, características biológicas y necesidades ecológicas. Estas características unidas al correcto funcionamiento hidráulico de los pasos para peces, va a condicionar la efectividad de los mismos.

5. BIBLIOGRAFÍA

Belmar O, Velasco J & Martínez-Capel F. **2011**. Hydrological classification of natural flow regimes to support environment flows assessments in intensively regulated Mediterranean rivers, Segura River Basin (Spain). *Environmental Management* 47: 992-1004.

CEN document. **2003**. Water quality-Sampling of fish with electricity. CEN/TC 230.

Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). **2007**. Estudio general sobre la demarcación hidrográfica del Segura. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Lafuente E, Olivo del Amo R, Sanz-Ronda FJ, Sánchez-Balibrea J, Díaz R, Torralva M & Oliva-Paterna FJ. **2016**. Life+ Segura Riverlink: a green infraestructura approach to restore the longitudinal connectivity. VI Iberian Congress of Ichthyology.

Lobón-Cerviá J. **1991**. Dinámica de Poblaciones de Peces en Ríos. Pesca Eléctrica y Métodos de Capturas sucesivas en la estima de abundancias. Madrid: Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.

Oliva-Paterna FJ, Torralva M, Olivo del Amo R, Sanz-Ronda, FJ, Sánchez-Balibrea J & La-Fuente E. **2016**. Fish passes developed into the context of the LIFE+ SEGURA RIVER-LINK project. IUCN FFSG News letter. May 2016.

Oliva-Paterna FJ, Verdiell-Cubedo D, Ruiz-Navarro A & Torralva M. **2014**. La ictiofauna continental de la Cuenca del río Segura (S.E. Península Ibérica): décadas después de Mas (1986). *Anales de Biología* 36: 37-45. Vidal-Abarca, M.R.; Suárez, M.L. & Ramírez-Díaz, L.

1992. *Ecology of Spanish semiarid streams*. Departamento de biología animal y ecología. Universidad de Murcia.