

MEMORIA

INDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO	5
3.	CARACTERÍSTICAS DEL RÍO	5
3.1.	HIDROLOGÍA.....	5
3.2.	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	6
4.	FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	8
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	8
5.1.	LOCALIZACIÓN.....	8
5.2.	SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	9
5.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AZUD.....	9
6.	PERMEABILIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA	11
6.1.	PARÁMETROS DE PARTIDA.....	11
6.1.1.	<i>Especies objetivo</i>	11
6.1.2.	<i>Caudales preferentes</i>	11
6.1.3.	<i>Zona de llamada y salida del paso</i>	11
6.2.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	13
6.3.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	14
7.	DISEÑO DE LA RAMPA	15
7.1.	CÁLCULO DE COTAS Y DESNIVELES.....	15
7.2.	VERTEDERO TIPO Y CAUDAL DE DISEÑO.....	15
7.3.	VERTEDERO DE ENTRADA DE AGUA AL PASO.....	17
7.4.	VERTEDERO DEL AZUD (COMPUERTAS).....	18
7.5.	REBAJE EN EL AZUD.....	18
8.	FUNCIONALIDAD	19
9.	POZA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	19
10.	SOBREDIMENSIONAMIENTO DE LOS MUROS LATERALES	19
11.	PLAZO DE LAS OBRAS	20
12.	PRESUPUESTO	20

1. ANTECEDENTES.

Con objeto de mejorar la continuidad fluvial de la cuenca del Ebro, uno de los objetivos de la Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE), en aquellas masas en riesgo de incumplimiento de los objetivos de calidad se ha realizado el siguiente trabajo "Análisis del funcionamiento de escalas de peces existentes en la cuenca del Ebro y para la propuesta de nuevas escalas en el estudio de presas y azudes en los que se necesita su instalación para alcanzar el buen estado de las aguas según la Directiva 2000/60/CE" contratado por la Confederación Hidrográfica del Ebro a Tecnomá.

Durante la fase inicial se realizó una priorización de masas con el objeto de escoger aquellas que presentaban mejores condiciones para instalar una escala de peces.

En la segunda fase o fase final el trabajo se ha centrado en el diseño de 10 escalas o pasos para peces en aquellos obstáculos impermeables que impiden sus migraciones.

2. OBJETO.

El presente Anejo tiene por objeto el diseño de un paso de fauna, acorde con la ictiofauna del río Guadalupe a su paso por el municipio de Alcañiz, que permita a los peces **potamodromos** realizar sus migraciones tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura transversal; así como la descripción y justificación de esta obra para la correcta realización de un paso para peces en su aspecto técnico, con los cálculos necesarios para su dimensionamiento y los datos básicos de partida utilizados en éste.

De esta forma, se mejorará la continuidad fluvial para la ictiofauna del río Guadalupe, con todas las ventajas que ello supone para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones piscícolas.

3. CARACTERÍSTICAS DEL RÍO.

3.1. HIDROLOGÍA.

Para el diseño del paso para peces es de vital importancia conocer los caudales circulantes en el tramo de río donde se va a diseñar el paso de fauna. Para ello se ha recurrido a la página web del CEDEX (<http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/>) donde se facilitan los caudales diarios de los aforos de la cuenca del Ebro.

Se han seleccionado los caudales diarios de la estación de aforo 015, Río Guadalupe en Alcañiz, situada inmediatamente aguas debajo de la estructura a permeabilizar.

Para el estudio de los caudales en el río Guadalupe, se partió de una serie temporal de caudales diarios de 78 años; tomados en la estación de aforo 9015.

En la siguiente gráfica se representa el régimen hidrológico de la estación de aforo seleccionada. El río Guadalupe en Alcañiz al tratarse de una masa regulada desde cabecera por dos embalses (Santolea y Calanda) presenta un régimen de caudales regular, presentando un pico de máximos comprendido entre los meses de marzo a junio.

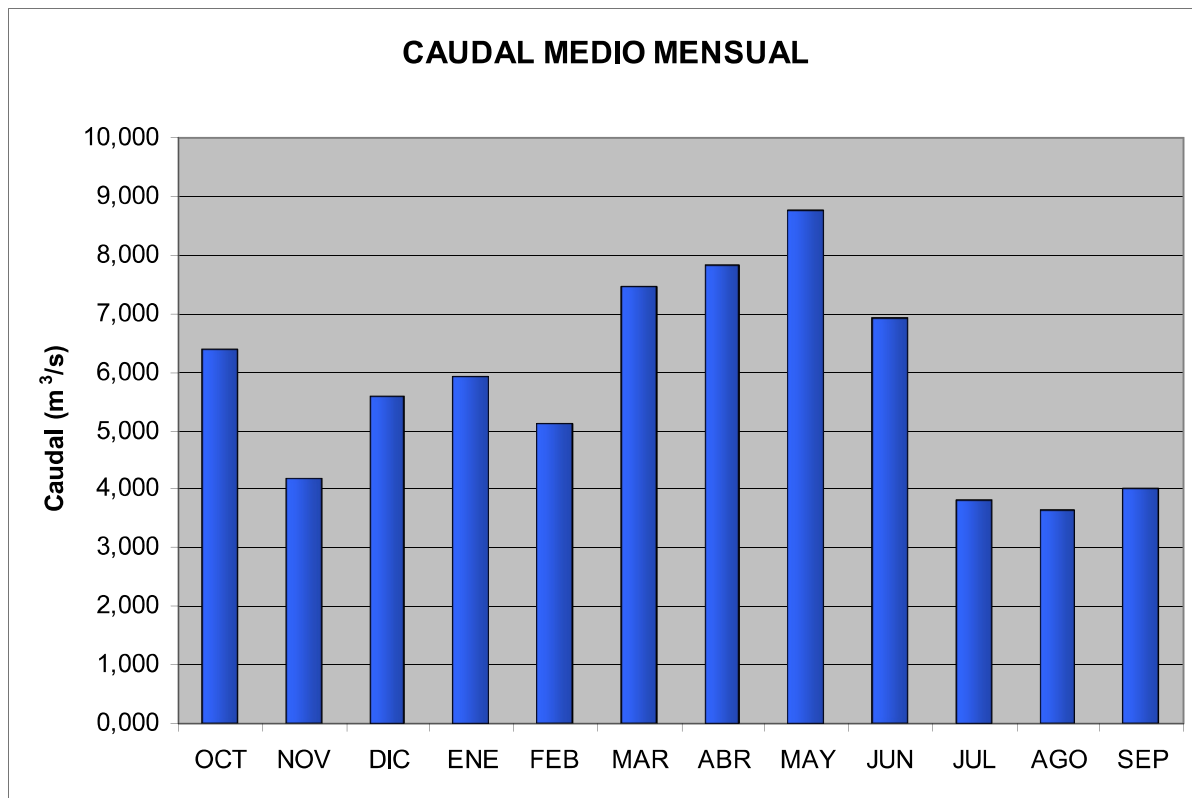


Fig. 1. Régimen anual del río Guadalupe en el Aforo 015 en Alcañiz. (Fuente CHE)

Como se puede observar en la siguiente tabla el caudal más alto de las medias mensuales se registra el mes de mayo y el mínimo el mes de agosto.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
6,374	4,164	5,579	5,924	5,123	7,473	7,820	8,763	6,907	3,813	3,647	4,021

Tabla 1. Caudales medios mensuales (m³/s) río Guadalupe

3.2. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

En el río Ebro de acuerdo con la información recogida en los muestreos de peces realizados por la Universidad de Barcelona (Muestreos IBI) nos encontramos en un tramo donde predominan las especies de ciprínidos. Destacar la identificación en el muestreo de 44 ejemplares de *Salaria fluviatilis*, especie catalogada en peligro de extinción.

A continuación se presenta una tabla donde se muestran algunas estadísticas del muestreo IBI 154 (Coordenadas UTM Huso 30 X 744.545Y 4.551.361), localizado en Mar del Puente y utilizadas en el diseño del paso.

Masa 145. Río Guadalope IBI 154

Especie	Ejemplares	Talla media	Desv Típica	Peso medio	Desv Típica	Máx Talla	Máx Peso	Biomasa
<i>Salaria fluviatilis</i>	44	7,78	1,54	6,61	4,33	11,0	20,00	291
<i>Gambusia holbrooki</i>	15	3,51	0,60	0,41	0,18	4,5	0,70	6
<i>Barbus graellsii</i>	56	14,67	5,13	69,13	197,62	44,0	1525,00	3871
<i>Chondrostoma miegii</i>	10	15,47	0,81	45,70	6,10	11,70	60,00	457
<i>Alburnus alburnus</i>	12	9,94	1,94	10,92	7,93	14,00	30,00	131
<i>Cyprinus carpio</i>	6	11,88	1,07	31,00	7,57	13,50	42,00	186
<i>Perca fluviatilis</i>	1	20,00	0,00	---	---	20,00	---	---

Tabla 2. Estadísticas del muestreo de peces IBI 154 en el río Guadalope

El grupo que mayor número de ejemplares presenta es el barbo de graellsii (*Barbus graellsii*), seguido de la salaria (*Salaria fluviatilis*) y de la gambusia (*Gambusia holbrooki*).

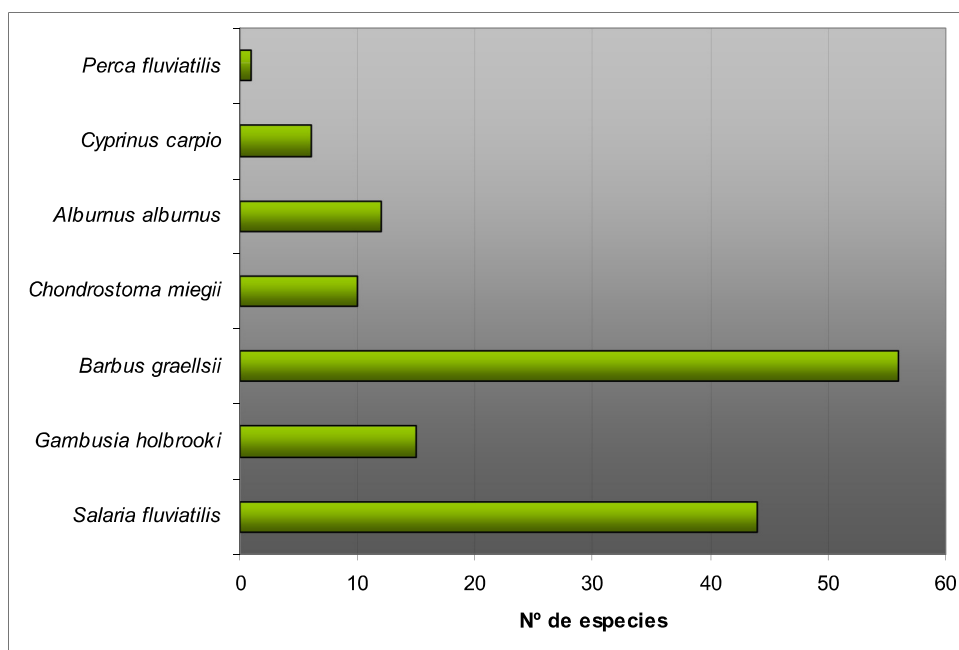


Fig. 2. Número de ejemplares por especies en el muestreo IBI154 en el río Guadalope

La especie del muestreo que mayor biomasa presenta es el barbo de graells con un peso total de 3871 gr. La media para esta especie es de 69,13 gr.

4. FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

La actuación no se encuentra dentro del Lugar de Interés Comunitario incluido en la Red Natura 2000.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

5.1. LOCALIZACIÓN

El azud se localiza dentro del núcleo urbano de Alcañiz; se trata de una estructura transversal cuyo cometido es permitir el paso del colector de la estación depuradora de aguas residuales del propio municipio, la localización exacta se da en las coordenadas UTM del Huso 30 X 740.933,286. Y 4.548.898,255.

Dicho obstáculo cuenta con una pasarela superior que permite el tránsito y facilita la conexión entre dos zonas de paseo que discurren de forma paralela a los dos márgenes del río.

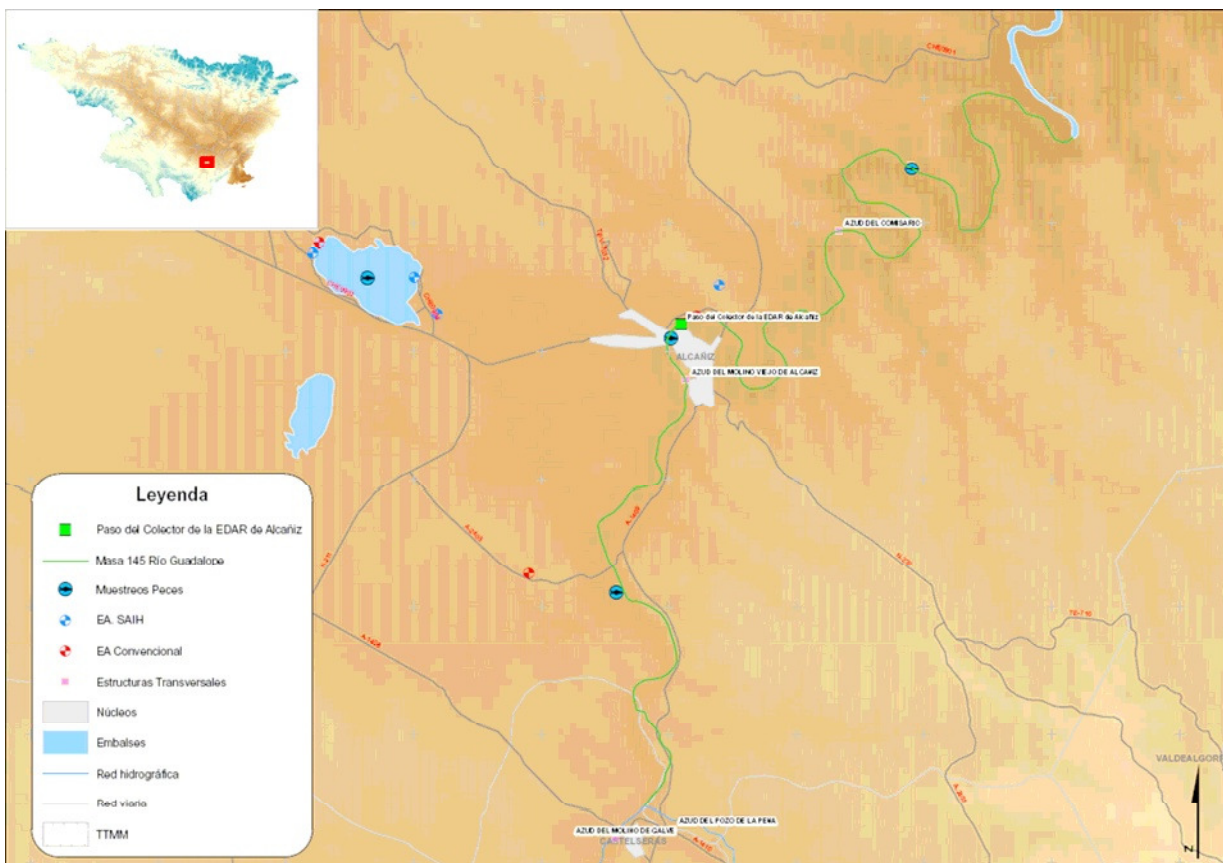


Fig. 3. localización del colector de aguas residuales sobre el río Guadalupe de Alcañiz

5.2. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

Se trata de una estructura cuyo propietario es el Ayuntamiento de Alcañiz, y cuyo cometido es permitir el paso del colector de aguas residuales hasta la estación depuradora de aguas residuales.

A continuación se presentan unas fotografías de la estructura.

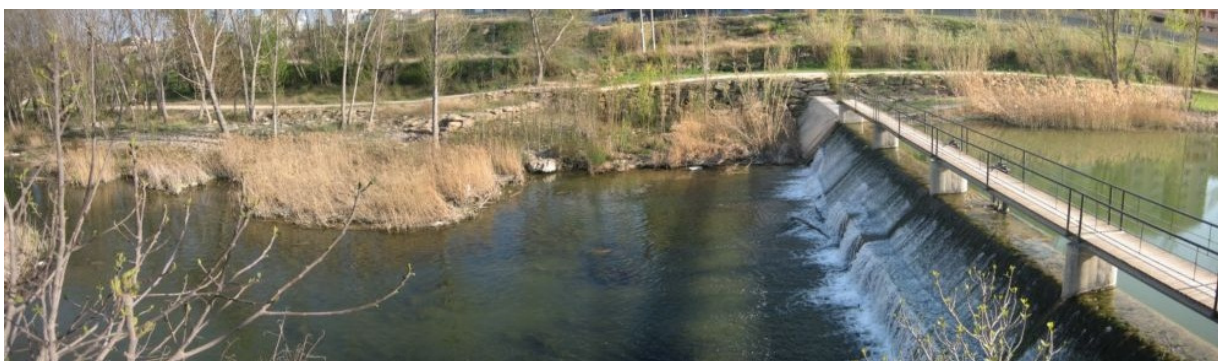


Fig. 4. vista del obstáculo desde la margen izquierda

5.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AZUD

Altura Total del Obstáculo	2,71 m
Cota rasante azud (aguas arriba)	296,370
Cota lámina de agua aguas arriba	296,610
Cota lámina de agua aguas abajo	293,900
Longitud	30 m
Anchura de coronación	1 m
Forma	H2:V1
Material	Hormigón

Tabla 3. Principales características del azud



Fig. 5. emplazamiento del colector de aguas residuales sobre el río Guadalope de Alcañiz

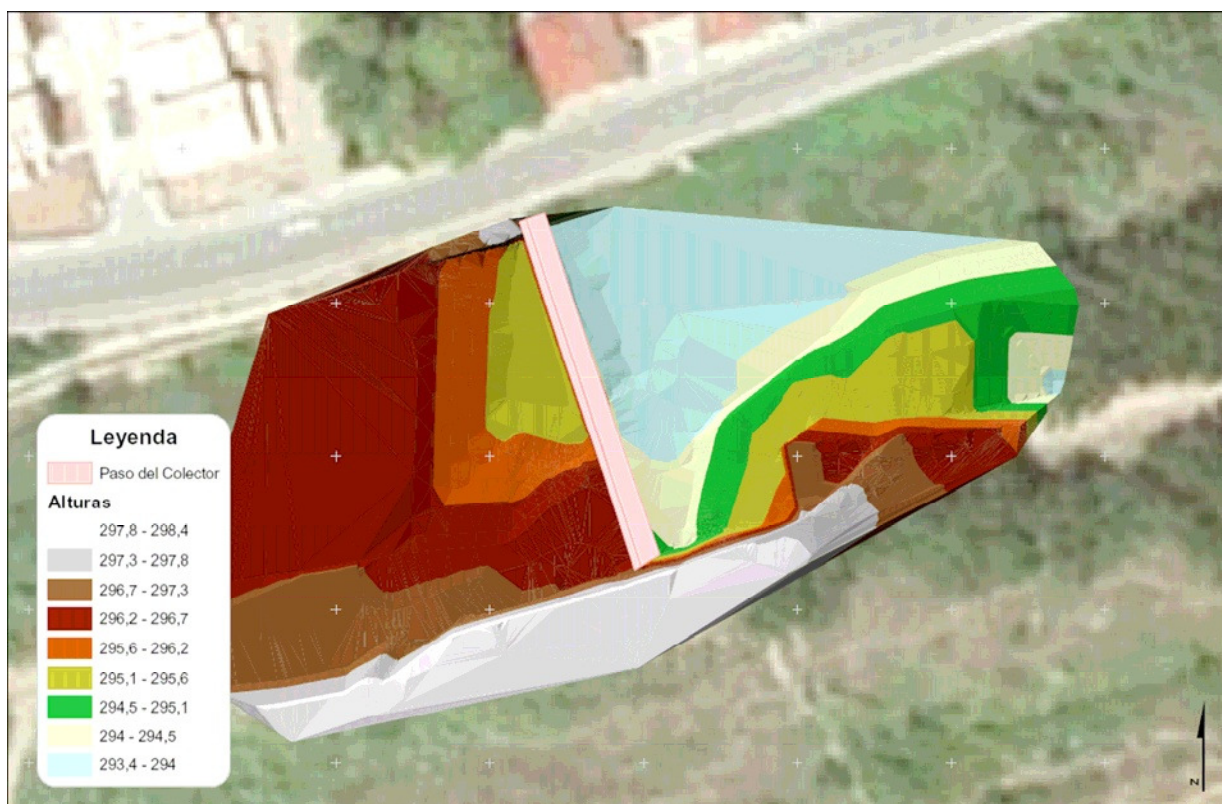


Fig. 6. Terreno de la zona de actuación

6. PERMEABILIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El objeto del presente apartado es diseñar y definir las características de una estructura que permita las migraciones de peces a través del azud, tanto de aguas abajo hacia aguas arriba como al contrario.

Un río artificial es una de las soluciones que en mayor medida facilita la transitabilidad para las poblaciones piscícolas presentes en este tramo del río Guadalope y a las características de la estructura.

6.1. PARÁMETROS DE PARTIDA

En este epígrafe se analizan cada uno de los condicionantes que las condiciones fluviales imponen para el diseño de un sistema de paso para peces.

6.1.1. Especies objetivo

Se ha seleccionado como especie objetivo para tener en cuenta en el diseño del río, aquellas que presentan mayores dificultades a la hora de su desplazamiento, es decir la pez fraile (*Saltria fluviatilis*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*) y el barbo de graels (*Barbus graellsii*).

Esta relación de especies es adecuada por su representatividad y además por pertenecer a la familia de los ciprínidos, grupo con menor capacidad de salto, siendo accesible por tanto también al resto de las especies muestreadas.

6.1.2. Caudales preferentes

En la siguiente tabla se representan los caudales para cada uno de los periodos reproductivos de las especies presentes en el río en la zona del azud.

Caudal medio época de migración	6,739 m ³ /s
Caudal máximo mensual	7,673 m ³ /s
Caudal mínimo mensual	3,759 m ³ /s

Tabla 4. Estadísticas de los caudales del río Guadalope en Alcañiz según los periodos reproductivos

En el diseño del río artificial se pretende que éste tenga un óptimo funcionamiento para los caudales próximos a la mediana. Además, el diseño de la escala se ha sobredimensionado para que funcione en una horquilla de caudales más amplia, concretamente entre el mínimo y máximo de la serie anual de caudales medios mensuales.

6.1.3. Zona de llamada y salida del paso

Para que un paso resulte eficaz es necesario que el pez pueda encontrar la entrada y franquear el obstáculo sin retraso, estrés o daños perjudiciales en su migración río arriba. La entrada es la parte más importante del diseño de estos dispositivos, ya que de ella depende el franqueo del obstáculo (Clay 1995).

La atracción hacia un dispositivo de franqueo va a estar ligada a su localización en el obstáculo, en particular a la situación de la entrada, así como a las condiciones hidrodinámicas (caudales,

velocidades y líneas de corriente) en sus proximidades. El pez debe poder detectar el flujo de agua proveniente del paso a la mayor distancia posible de la entrada. La entrada o entradas no deben estar enmascaradas ni por las salidas de las turbinas o de los aliviaderos, ni por zonas de recirculación o de aguas muertas. La entrada del paso no representa más que una parte reducida comparada con el tamaño del obstáculo y está alimentada por un caudal constituido por una fracción limitada del caudal total del curso de agua.

Sea cual sea el tipo de paso adoptado tiene que disponer en la entrada de una poza artificial de una profundidad suficiente, para que el pez pueda permanecer al pie del paso sin dificultad y, además, pueda impulsarse para entrar en el.

La situación de la entrada en el obstáculo no es el único factor a tener en cuenta. La salida del paso se localizara en una zona de baja velocidad, alejada del aliviadero y de posibles canales de derivación, así como en zonas de aguas muertas o de recirculación, la finalidad de dicho emplazamiento es evitar que pueda desorientarse o ser arrastrado aguas abajo del obstáculo por la corriente.

En este caso se trata de una estructura perpendicular al cauce, que no presenta una zona de embudo natural a la migración de los peces se ha optado por emplazar el tío artificial en la margen derecha, ya que por un lado, presenta un mejor acceso, y por otro, una superficie aguas abajo suficientemente grande como para poder emplazar la estructura. Así pues, el propio caudal del río artificial junto con un pequeño rebaje en la rasante del azud, generaran el efecto llamada esperado en la entrada al paso.

Respecto a la salida del paso (canal de aguas arriba del azud), se ha diseñado mediante un canal sin pendiente que conecte la zona de aguas arriba con la entrada del paso, de esta forma la velocidad del flujo no será elevada y se permitirá la conexión paso-río con el mínimo de profundidad excavada; factor a tener en cuenta por presentar el obstáculo un colector interno.

6.2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El paso de peces se precisa para dar continuidad a las migraciones de especies en el río y así mitigar el efecto que produce en la continuidad fluvial para las especies piscícolas. La solución de rampas de piedras o de escala de artesas no parecen las más adecuadas, dada la anchura, altura y morfología del azud, que llevaría a la construcción de una obra muy costosa, por lo que se opta por un río artificial como la alternativa más viable, tanto económica como ambiental.

La tipología del río artificial se fundamenta, principalmente, según las especies de peces inventariadas en los muestreos más próximos al sector del río donde se enmarca la actuación y las características del cauce.

En este caso al existir ciprínidos, especies con una capacidad de salto muy reducida, se ha optado por diseñar un paso con una pendiente del 4% en la que se incorporan bloques de piedra para reducir la velocidad del flujo e incrementar el calado.



Fig. 7. Río artificial en el río Torme (izquierda) y detalle del interior (derecha) Fuente: F.J. Sanz Ronda

De esta forma, se han descartado para el diseño los otros tipos de pasos para peces por su elevado coste o por su ineficacia para las especies de ciprínidos presentes en el río. Ascensor de peces, esclusa de peces (o esclusa Borland) y escala de ralentizadores (escala Denil).

6.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se plantea el diseño de un río artificial de tipo rápido remanso para salvar el azud.

Este tipo de paso consiste en un by-pass que conecta la zona superior del obstáculo con la parte inferior, a través de una de las márgenes del río. En esta clase de paso para recrear las condiciones necesarias para la migración de los peces, se puede recurrir a un diseño de rápidos remansos con la instalación de elementos que generen rugosidad de forma más irregular.

Este tipo de pasos, por su aspecto rústico, permite una integración paisajística muy eficaz, asemejándose a una secuencia natural de rápidos y remansos.

El uso del hormigón debe ser mínimo pero compatible con la estabilidad de las construcciones.

A todo lo anterior hay que añadirle que este tipo de pasos presentan un mantenimiento relativamente bajo y puede ser limitado a la eliminación ocasional de residuos flotantes y basuras, así como controles periódicos por los posibles daños, en particular después de los periodos extraordinarios de caudales.

Estos pasos ofrecen unas condiciones de paso mucho más adecuadas que cualquiera de los otros tipos de paso, tanto hacia aguas arriba como aguas abajo.

Garantizando unas condiciones de remonte muy favorables, con independencia del tamaño y la especie.

Presentan una integración mayor con el entorno, permiten su uso como un elemento más de evacuación de caudales, siendo, por tanto, compatible par el desagüe del caudal ecológico. Además, de evitar el furtivismo.

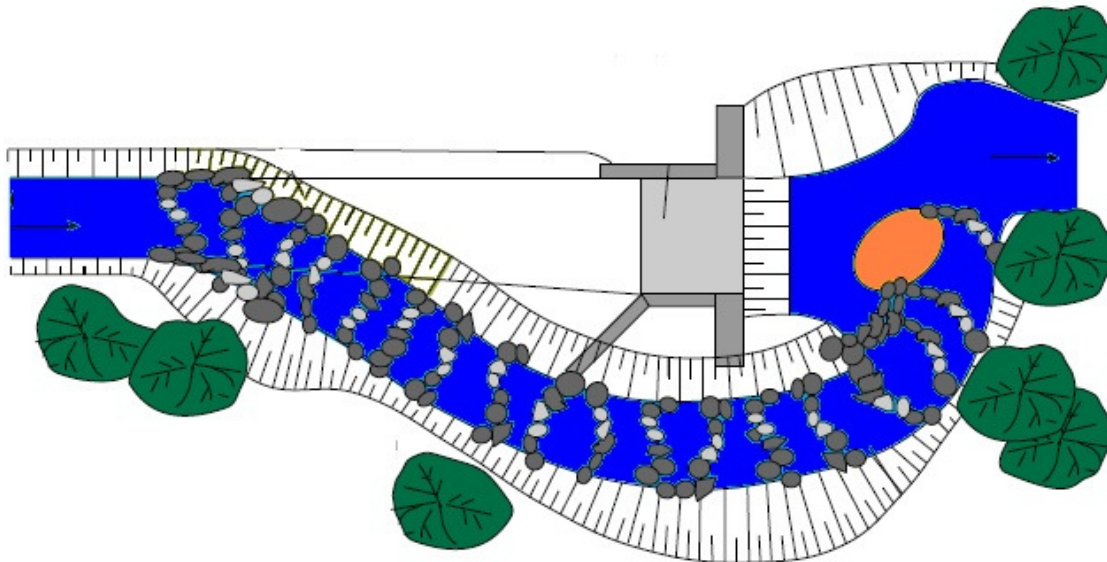


Fig. 8. Esquema de un río artificial de pozas y remansos (FAO/DVWK, 2002)

7. DISEÑO DE LA RAMPA

Para más información consultar el anejo nº 2 “Cálculos hidráulicos” donde se justifican los parámetros de diseño de la rampa.

7.1. CÁLCULO DE COTAS Y DESNIVELES

Partiendo de los datos del levantamiento topográfico podemos reconstruir la geometría del azud (tabla 3) y calcular las principales variables que influirán en el cálculo del río artificial.

Cota aguas abajo	293,900 m
Cota del labio del azud	296,370 m
Longitud vertedero	30 m

Tabla 5. Principales datos obtenidos a partir del levantamiento topográfico.

Así mismo teniendo en cuenta el caudal circulante por el río en época de migración (6,739 m³/s), el rebaje para aumentar la llamada (1,5 m de largo y 0,1 m de profundidad (véase apartado 4.5)) y el caudal de diseño del río artificial 0,302 m³/s (tabla 5) podremos calcular la lámina de agua aguas arriba y el desnivel total a salvar. De la misma forma se considerará:

$$Q_{azud} + Q_{rebaje} + Q_{escala} = 6,739 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{azud} + Q_{rebaje} = 0,4 \cdot (h - 0,1)^{1,5} \cdot 28,5 \cdot \sqrt{2 \cdot g} + 0,4 \cdot h^{1,5} \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot g} = 6,437 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = 0,34 \text{ m}$$

$$Z_{aguas\ arriba} = Z_{azud} + (h - 0,1) = 296,61 \text{ m}$$

$$H = \text{Desnivel total} = 296,61 - 293,90 = 2,71 \text{ m}$$

La cota de aguas arriba se puede ver modificada en cierta medida una vez se simule el comportamiento de la estructura diseñada y se incluya la interacción con el azud existente.

7.2. VERTEDERO TIPO Y CAUDAL DE DISEÑO

El dimensionado del vertedero tipo vendrá condicionado por el caudal circulante por el río artificial. En este sentido, para las condiciones de diseño por el río artificial circularán 0,302 m³/s.

Dentro de las múltiples posibilidades, en la tabla 6 se muestra la opción que mejor se ajusta al criterio de selección (disponer de una anchura mínima, asegurar la permeabilidad y una mínima profundidad para el mayor rango de caudales).

Variable	Dimensión
Ancho del vertedero sumergido (b_{vs})	0,42 m
Ancho de la hendidura vertical (b_h)	0,20 m
Carga de vertido del vertedero sumergido (h_{vs})	0,40 m
Carga de vertido de la hendidura vertical (h_h)	0,60 m
Anchura mínima del río artificial B_{min} ¹	1,80 m
Anchura elegida para el río (B)	2,00 m
Longitud del estanque (L)	4,40 m
Espesor del vertedero (d_m)	0,60 m
Desnivel entre estanques = Desnivel entre láminas de diseño ($\Delta h_{tipo} = \Delta H$)	0,20 m
Pendiente ($I = (\Delta H / (L + d_m)) \cdot 100$)	4,00 %
Coefficiente de gasto del vertedero sumergido (c_{vs})	0,40
Coefficiente de gasto del la hendidura vertical (c_h)	0,60
Altura muros cajeros ($>> h_h$) ²	1,00 m
Altura vertederos ($> h_h$)	0,75 m

¹ 2,5 x (Suma de los anchos de los vertederos)

² La altura de los muros cajeros vendrá condicionada por la topografía de la zona.

Tabla 6. Valor de las principales dimensiones de río artificial (Vertedero tipo: hendidura vertical y vertedero sumergido).

De acuerdo a las variables de diseño (tabla 6) y teniendo en cuenta las expresiones de gasto del vertedero sumergido y la hendidura vertical, se calculará el número de vertederos requeridos y caudal circulante por el río artificial (tabla 7):

$$N^{\circ} \text{ de vertederos} = \frac{H}{\Delta h_{tipo}} + 1$$

$$Q_{vs} = k \cdot c_{vs} \cdot h_{vs} \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{vs}} \rightarrow k = \left(1 - \left(\frac{h_{vs} - \Delta h_{tipo}}{h_{vs}} \right)^{1,5} \right)^{0,385}$$

$$Q_h = c_h \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{tipo}}$$

$$Q_{\text{Total río artificial}} = Q_{vs} + Q_h$$

Q_h (m³/s)	0,143	v_h (m/s)	1,189
Q_{vs} (m³/s)	0,159	v_{vs} (m/s)	0,947
Q_{Total} (m³/s)	0,302	Nº vertederos	13,6 ≈ 14

Tabla 7. Caudal circulante por el río artificial.

En cuanto al número de vertederos es de resaltar que existirán 13 vertederos con un salto similar al de diseño y otro con un salto de 0,12 m que se hará coincidir con el vertedero de entrada de agua al paso (2,72-0,2·13).

7.3. VERTEDERO DE ENTRADA DE AGUA AL PASO

El vertedero de más aguas arriba (decimocuarto vertedero contando desde aguas abajo) consistirá en una única hendidura vertical que amortiguará en cierta medida las oscilaciones de caudal. El desnivel entre láminas de este vertedero ($\Delta h_{14}=0,11$ m) será por tanto diferente. No obstante deberá proporcionar un caudal igual al del río y asegurar la carga de vertido deseada para el siguiente vertedero tipo.

Así mismo su dimensionado irá condicionado por la conducción que transcurre por el azud, de tal modo que para evitarla y alejar los trabajos de remodelación del azud del mismo, se propone un escalón a la entrada. Dentro de las múltiples posibilidades a continuación se desarrolla el cálculo de la que mejor se ajusta a los criterios:

$$Q_h = c_h \cdot h_{14} \cdot b_h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{14}}$$

$$h_{14} = \Delta h_{14} + h_{2,14} - p \rightarrow h_{2,14} = 0,6 \text{ m}; p = 0,2 \text{ m}$$

b	Anchura del vertedero	Incógnita (m)
p	Escalón que alejará en mayor medida la entrada de la conducción que transcurre por el azud	0,2 m
Δh_{14}	Desnivel entre láminas	0,11 m
h	Carga de vertido en el vertedero	0,510 m
c	Coefficiente de gasto (aristas redondeadas)	0,8
$h_{2,14}$ ¹	Altura de la lámina aguas abajo del vertedero 14	0,6 m

¹ será igual a la carga de vertido del siguiente vertedero tipo puesto que es un estanque horizontal

Tabla 8. Datos de partida para el cálculo de la entrada.

Resolviendo el sistema obtenemos una anchura de 0,50 m.

El desnivel superado real por tanto lo podremos definir en función del número de vertederos tipo:

$$H = \Delta h_{\text{tipo}} \times n + \Delta h_{14} \Rightarrow \text{si } n = 13 \Rightarrow H = 2,71 \text{ m}$$

Por lo tanto, el desnivel total final entre láminas (Hfinal) será de 2,71 m y el número de vertederos será de 13 + 1. Es decir, 13 vertederos tipo con un desnivel entre estanques y láminas de 0,2 m y uno de entrada con un desnivel entre láminas de 0,11 m y estanque horizontal (con un escalón de 0,2 m (figura 11)).

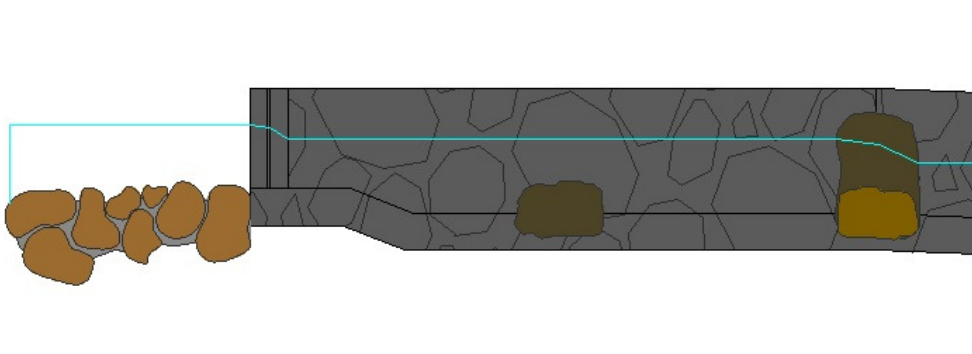


Fig. 9. Entrada de agua al río artificial.

7.4. VERTEDERO DEL AZUD (COMPUERTAS)

El azud cuenta con dos compuertas que de forma habitual permanecerán cerradas. Por lo que se podrán despreciar en todo momento.

7.5. REBAJE EN EL AZUD

Con objeto de aumentar la atracción de la ictiofauna hacia el paso, se deberá realizar un rebaje en el azud paralelo a la poza de disipación de energía (véase plano). En este sentido se propone un rebaje de 1,5 m de largo y 0,1 m de profundidad, que concentrará a la entrada de la escala aguas abajo (de acuerdo a las simulaciones) un caudal extra de 0,525 m³/s.

El caudal específico se determina a través de la ecuación de gasto de un vertedero con vertido libre, donde C_{vl} se toma como 0,4, la anchura b=1,5 m y la altura h = 0,1 m.

$$Q_{vl} = C_{vl} \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = C_{vl} \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}^{1,5}$$

8. FUNCIONALIDAD

Además de que el paso presente un comportamiento hidráulico adecuado, deberá presentar una potencia disipada menor a 150 W/m³ y unas velocidades menores a 2 m/s para que las especies objeto puedan transcurrir sin mayor problema por el paso. En la siguiente tabla se muestran los valores medios máximos esperados a partir de los datos obtenidos en la simulación.

$$P_{uv} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{\text{Volumen}} \quad V_{media} = \frac{Q}{\text{Sección}}$$

Caudal (m ³ /s)	P _{uv} (W/m ³)	V _{media} Entrada (m/s)	V _{media} hendidura V. tipo (m/s)	V _{media} v. sumergido V. tipo (m/s)
6,739	119,83	1,18	1,19	0,95
7,673	125,25	1,19	1,20	0,96
3,759	118,04	1,15	1,19	0,91

Tabla 9. Valores máximos de potencia disipada y velocidad de acuerdo a los datos de simulación obtenidos.

Por lo tanto en ningún momento se alcanzarán los valores máximos recomendados de potencia disipada y velocidad en todo el rango de caudales estudiado.

9. POZA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Aguas abajo de la escala y para evitar la socavación que provocan las aguas, es necesario disponer de un disipador de energía. Se optará por el tipo poza recubierta por escollera para que no se produzca el resalto hidráulico (es decir, que se produzca una transición más o menos continua) y para que los peces puedan descansar a la hora de enfrentarse a la ascensión por la escala.

Según Gebler (1990) la longitud mínima de la poza para que pueda disipar la energía hidráulica ha de estar entre 3 y 5 m. La profundidad de la poza oscilará entre 1/2 a 1/3 de la altura que salva la escala.

En nuestro caso, tomaremos como profundidad de la poza 0,5 m y como longitud 3,5 m. Las pendientes que conforman la poza serán de 2H:1V.

10. SOBREDIMENSIONAMIENTO DE LOS MUROS LATERALES

Con objeto de que no se desborde el paso se han sobredimensionado los muros laterales del paso, concretamente estos muros se han recrecido 0,25 m por encima de la rasante de los vertederos; cuya altura es de 0,75 cm.

Esta altura es variable y se vera condicionada por la topografía de la zona.

11. PLAZO DE LAS OBRAS

De acuerdo con el plan de obra previsto en el anejo nº 6, el plazo de ejecución de las obras es de UN (1) mes .

12. PRESUPUESTO

Con todo cuanto antecede se estima suficientemente justificado este **PROYECTO DE RÍO ARTIFICIAL EN EL RÍO GUADALOPE, T.M. ALCAÑIZ (TERUEL)**, siendo su Presupuesto de Ejecución Material de CUARENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS (**48.431,67 €**).

Zaragoza, Diciembre de 2010

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Pedro Rivas Salvador
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado Número: 16.602