

MEMORIA

INDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO	5
3.	CARACTERÍSTICAS DEL RÍO HIJAR	5
3.1.	HIDROLOGÍA	5
3.2.	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	6
4.	FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	7
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE AFOROS	7
5.1.	LOCALIZACIÓN.....	7
5.2.	SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	7
5.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN DE AFOROS	7
6.	PERMEABILIZACIÓN	9
6.1.	PARÁMETROS DE PARTIDA	9
6.1.1.	<i>Especies objetivo</i>	10
6.1.2.	<i>Caudales preferentes</i>	10
6.1.3.	<i>Zona de llamada</i>	10
6.2.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	11
6.2.1.	<i>Alternativa 0</i>	12
6.2.2.	<i>Alternativa 1 “Reconstrucción aforador a cota inferior”</i>	13
6.2.3.	<i>Alternativa 2 “Cambio de aforador por V-flat”</i>	13
6.2.4.	<i>Alternativa 3 “Colchón de agua”</i>	13
6.3.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	14
6.4.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	14
7.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	14
8.	PLAZO DE LAS OBRAS	15
9.	RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO	15
10.	PRESUPUESTO	16

ANEJO Nº 1 AFOROS DE CAUDALES

ANEJO Nº 2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS. DIMENSIONAMIENTO

ANEJO Nº 3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 4 FICHA AMBIENTAL

ANEJO Nº 5 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº 6 PLAN DE OBRA

ANEJO Nº 7 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 8 CÁLCULOS MECÁNICOS

1. ANTECEDENTES

Con objeto de mejorar la continuidad fluvial de la cuenca del Ebro y cumplir con uno de los objetivos de la Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE) 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 de los trabajos se realizó una priorización de masas con el objeto de escoger aquellas que presentaban mejores condiciones para instalar una escala de peces u otros sistemas de permeabilización fluvial.

La segunda fase o fase final del trabajo se ha centrado en el diseño de 10 escalas o pasos para peces en los obstáculos impermeables que se han considerado más importantes para la migración de las especies.

2. OBJETO

El principal objetivo de este proyecto es diseñar un paso de fauna, acorde con las especies presentes en el río Híjar a su paso por el municipio de Reinosa, que permita a los peces potamodromos realizar sus migraciones tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura transversal.

De esta forma, se mejorará la continuidad fluvial del río Híjar, con todas las ventajas que ello supone para la vida piscícola.

3. CARACTERÍSTICAS DEL RÍO HIJAR

3.1. HIDROLOGÍA

Para el diseño de un 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.

En el anejo nº 1 se incluye la ficha de la estación de aforo en cuestión donde se indica su localización, los años de la serie y algunas estadísticas de los caudales (media mensual, percentiles, máxima mensual, etc).

Para conocer los caudales de esta masa se ha escogido la propia estación de aforo A9023 del río Híjar en Reinosa. Esta estación se localizó en el pasado un kilómetro aguas abajo de su ubicación actual.

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica, el río Híjar a su paso por Reinosa presenta un régimen pluvial simple con un máximo en el mes de abril ($6,73 \text{ m}^3/\text{s}$) debido al deshielo y un mínimo entre julio y septiembre. Durante el periodo migratorio de los salmónidos (considerado entre noviembre y febrero) el río presenta unos caudales medios superiores a los $4 \text{ m}^3/\text{s}$ a excepción del mes de noviembre que la media mensual ronda los $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

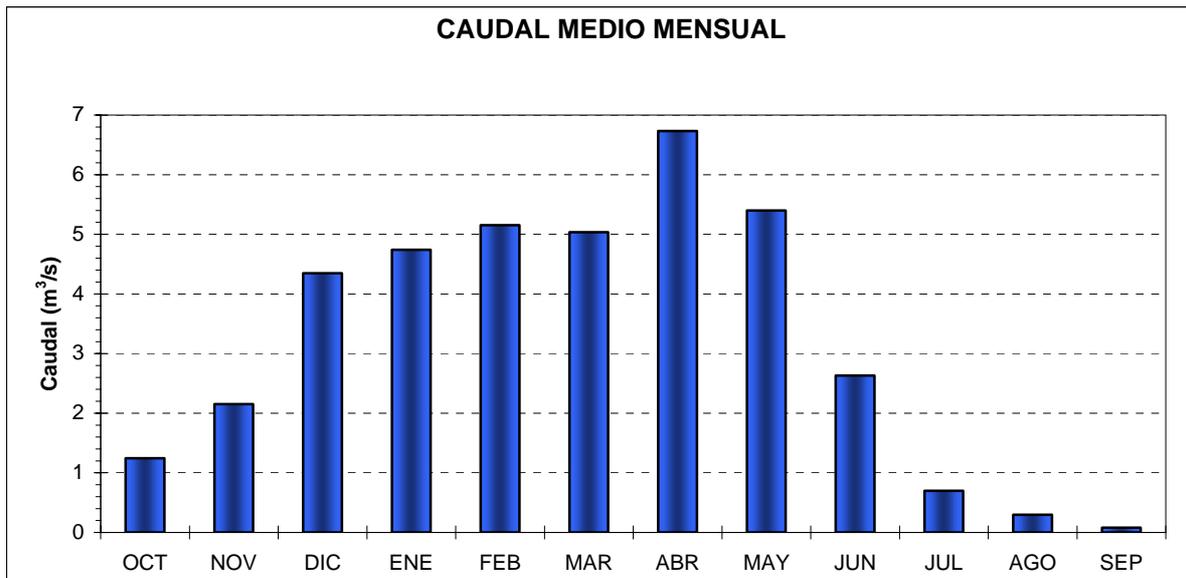


Fig. 1. Régimen fluvial del río Híjar en la estación de aforo 9203 en Reinosa

3.2. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

Entre los peces existentes en la cuenca del Ebro nos encontramos con dos grandes grupos: Los **diadromos**, se corresponden con peces migratorios que se mueven entre el mar y las aguas dulces. Pueden ser de tres tipos: Anadromos, catadromos y anfidormos.

- **Anadromos:** Son peces que pasan la mayor parte de su vida en el mar, pero entran en las aguas dulces para reproducirse (potamocos). Como la fase de mayor alimentación y crecimiento tiene lugar en el mar también se les denomina talasotrofos. En la cuenca del Ebro no existen representantes de este grupo de peces.
- **Catadromos:** Son peces que se pasan la mayor parte de su vida en las aguas dulces, pero van al mar a reproducirse (talasotocos). Como la fase de mayor alimentación y crecimiento tiene lugar en el río también se les denomina potamorfos. Un ejemplo de ellos es la anguila.
- **Anfidromos:** Son peces que se mueven entre el mar y las aguas dulces o viceversa, pero no por causas reproductoras, la estación del Híjar se sitúa muy alejada de las zonas de transición de estas especies en la cuenca del Ebro.

El grupo que mayor número de movimientos migratorios presenta en la cuenca del Ebro son los **Potamodromos**. Son peces migratorios cuyos movimientos tienen lugar exclusivamente en las aguas dulces. El ejemplo más característico es la **trucha**.

En el río Híjar, según la información recogida en los muestreos de peces realizados por la Universidad de Barcelona (Muestreo IBI 400), nos encontramos en un tramo de río seco donde no se muestreó ninguna especie durante esa campaña.

De acuerdo con criterio experto (Universidad de Barcelona) se asignaron a este río las siguientes especies: trucha común (*Salmo trutta*) y barbo colirrojo (*Barbus haasi*).

4. FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

La actuación se localiza dentro del LIC ES1300013 Río y embalse del Ebro. En la ficha descriptiva de este LIC se incluyen las siguientes especies de peces: *Chondrostoma toxostoma* y *Rutilus arcasii*. Ambas especies se incluyen en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE. Según la ficha del LIC la población y conservación de estas especies es buena y la valoración global de la especie es buena.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE AFOROS

5.1. LOCALIZACIÓN

La estación de aforo se incluye dentro de la red de información hidrológica del SAIH (Sistema de Alerta e Información Hidrológica) y se localiza en el término municipal de Reinosa en las siguientes coordenadas UTM del Huso 30 X 407652 Y 4761563 y a una cota aproximada de 850 msnm.

5.2. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

La estación de aforos es propiedad de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

5.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN DE AFOROS

Desnivel creado	0,7 m.
Longitud	18,43 m.
Anchura de coronación	2,5 m
Ancho total de la estructura	1,85 m
Talud aguas abajo	Vertical
Material	Hormigón y láminas metálicas

Tabla. 1. Características generales de la estación de aforos

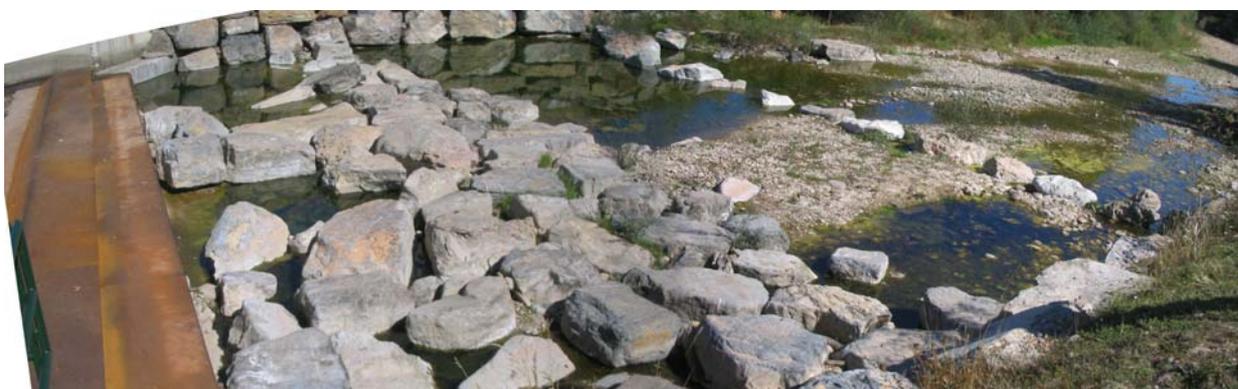


Fig. 3. Vista aguas abajo de la estación durante un periodo de estiaje

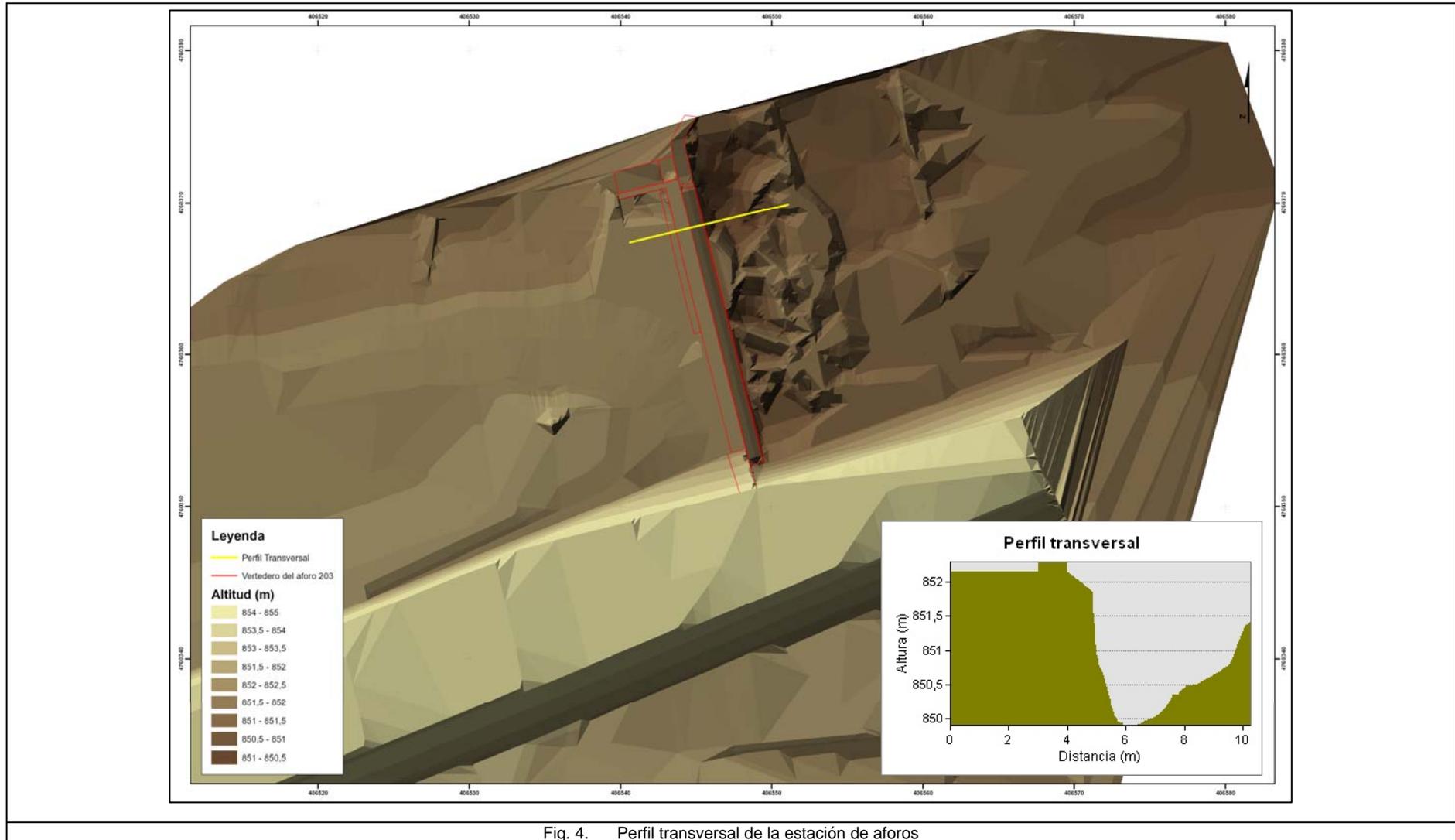


Fig. 4. Perfil transversal de la estación de aforos

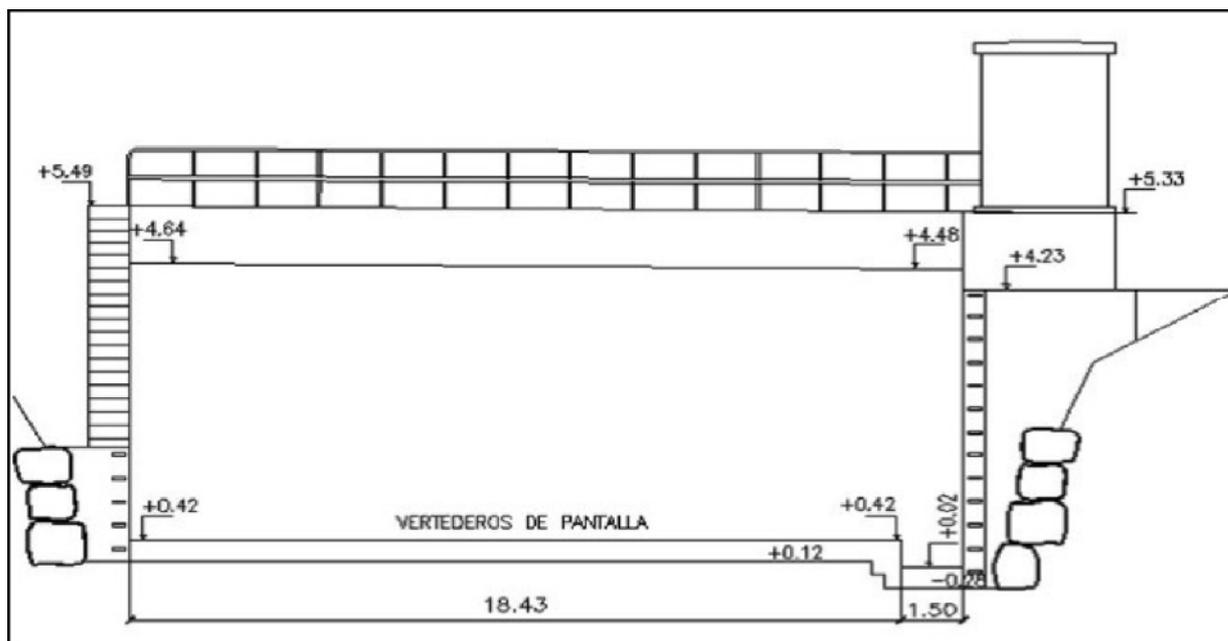


Fig. 5. Croquis de la Sección de la Estación de aforos (Fuente CEDEX)

6. PERMEABILIZACIÓN

El objeto del presente proyecto es diseñar y definir las características de una estructura que permita las migraciones de peces a través de esta estación de aforo.

Sin lugar a dudas la eliminación de la estructura (demolición) es la mejor solución. La valiosa información que suministran estas infraestructuras para el conocimiento fluvial así como para la correcta planificación de recursos y la prevención de riesgos, justifican de por sí su existencia.

Se han valorado desde la propia Confederación Hidrográfica diferentes alternativas de remodelación drástica de la infraestructura (incluida la posibilidad de reconstruir el vertedero a una cota inferior). No obstante este planteamiento supone, según los responsables de gestión del aforador, una gran intervención en el cauce por cuanto sería preciso un refuerzo o incluso reemplazo de las estructuras en ambas márgenes.

Existen otras posibilidades que, aun con menor efectividad que la total eliminación, permiten un grado aceptable de transitabilidad para las poblaciones afectadas. Cualquier estructura de paso de peces requiere un estudio de las características de la población piscícola presente y de las propias condiciones fluviales.

6.1. PARÁMETROS DE PARTIDA

En este epígrafe se analizan cada uno de los condicionantes que el río impone en el diseño de un sistema de paso para peces.

6.1.1. Especies objetivo

Como especie objetivo para el diseño del paso se ha considerado la trucha común (*Salmo trutta*) ya que en esta estación de aforo durante los periodos migratorios prereproductivos de la trucha se han observado acumulaciones de ejemplares aguas abajo de la estructura debido a que no pueden superar el obstáculo.

6.1.2. Caudales preferentes

En la siguiente tabla se representan la mediana, el percentil 25 y el percentil 75 para el periodo reproductivo de la especie objetivo en el río en la zona de la estación de aforo 203, en Reinosa (*Salmo trutta* de noviembre a febrero).

Río Híjar. Masa 841	
A9203 Híjar en Reinosa	
Noviembre-Febrero. Periodo Salmónidos	
Mediana	2,39
Percentil 25	0,89
Percentil 75	5,16

Tabla. 2. Estadísticas de los caudales del río Híjar

En el diseño del paso se pretende que ésta tenga un óptimo funcionamiento para los caudales próximos a la mediana. Además, en el diseño de la solución se han tratado las hipótesis para que funcione en una horquilla de caudales más amplia, aproximadamente entre el percentil 25 y el percentil 75. De esta forma se asegura que el sistema de tránsito funcione más allá del 50 % de los caudales-día que circulan por el río.

6.1.3. Zona de llamada

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.

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, 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 estructuras, ni por zonas de recirculación o de aguas muertas. La entrada del paso no suele representar 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 fosa (poza) de una profundidad suficiente, para que el pez pueda permanecer al pie de la obra sin dificultad.

La situación de la entrada en el obstáculo no es el único factor a tener en cuenta. La salida del paso no tiene que estar situada ni en una zona de fuerte velocidad, ni en las proximidades de vertederos, para que el pez no pase otra vez aguas abajo, ni en una zona de aguas muertas o de recirculación en la que pueda quedar atrapado.

A continuación se presentan unos emplazamientos (correctos e incorrectos) de pasos de fauna según la disposición en planta del obstáculo.

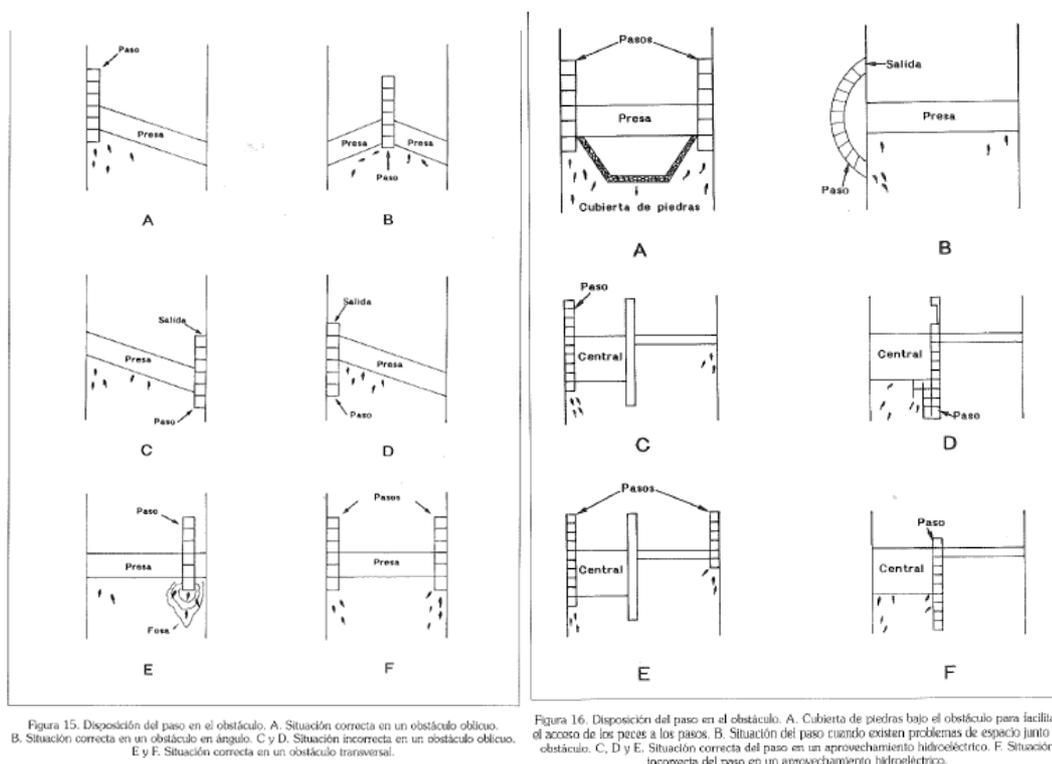


Fig. 6. tipos de emplazamientos de pasos de fauna. (CEDEX, 1998)

En este caso concreto la actuación se plantea de forma continua y transversal al cauce (colchón). El salto de llamada se presenta por tanto en toda la anchura del río, de modo que se asegura que los peces se encuentran con un obstáculo que pueden superar. De esta manera se evita la posibilidad de desgastarse tratando de superar un obstáculo que no plantea posibilidad posterior de tránsito (problema muy frecuente cuando se plantea una escala de peces de anchura muy reducida frente a todo el cauce).

La zona de llamada se considera por tanto solventada con la propuesta de un "colchón" o artesa transversal aguas abajo del vertedero. Esta estructura continua en toda la anchura del río evita que el pez se agote tratando de atravesar zonas no hábiles.

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 el salto generado en la infraestructura produciría en las especies piscícolas.

La elección del tipo de paso en este obstáculo presentaba una dificultad añadida ya que éste no podía alterar las características del aforador y en consecuencia las mediciones de caudal de la estación de aforo.

El dispositivo de medición de este aforador se encuentra dividido en dos. En la margen izquierda, el aforador de aguas bajas (estiajes), por donde el agua circula de forma exclusiva hasta valores de caudal de hasta $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (aproximadamente). A partir de este caudal el río vierte por toda la sección del aforador (siendo el vertedero de aguas altas 40 cm más alto).

Teniendo en cuenta el análisis de caudales circulantes en este punto durante la época de migración truchera (de $0,89 \text{ m}^3/\text{s}$ a más de $5,16 \text{ m}^3/\text{s}$) se hace necesario encontrar un sistema que facilite el paso de truchas en estas situaciones:

a) Paso de agua exclusivamente por el aforador de aguas bajas.

Cuando esta situación se produce las truchas tienen dificultades para prosperar por la corriente. En esta zona el lecho se ha visto más erosionado y cuando circulan caudales bajos es prácticamente imposible el tránsito de los peces. Con objeto de asegurar una buena transitabilidad se propone construir mediante el presente proyecto un “colchón de agua” que asegure la máxima cota de la lámina de agua en las inmediaciones del aforador sin con ello interferir en las mediciones del mismo.

Representatividad de esta situación. Esta circunstancia se corresponde con algo menos de la cuarta parte de los caudales-día durante la época de migración reproductiva de la trucha.

b) Vertido por toda la sección del aforador. En esta situación se produce una corriente de velocidad considerable por la sección izquierda del vertedero cuya velocidad es difícilmente superada por las truchas. El paso más fácil para las truchas es ahora por el vertedero de aguas altas, en este salto la altura es mayor pero la corriente permite acercarse sin problemas a la base del mismo.

El problema principal del paso por el vertedero de aguas altas es que, si bien las truchas salvan sin grandes dificultades los 40 cm (aprox) de salto existentes entre el “andador” y la lámina de agua aguas abajo, una vez alcanzado éste no son capaces de saltar de nuevo los 30 cm restantes hasta la lámina del río. Esta imposibilidad para la ejecución de un nuevo salto se deriva de que entre el salto de 40 cm y el de 30 cm las truchas no cuentan con un espacio donde poder retomar el último salto.

Este problema se entiende resuelto desde el momento que se asegura una lámina de agua a la altura de la rasante del andador. En este caso las truchas encuentran un único salto de 30 cm de altura hasta la lámina del río aguas arriba del vertedero. Esta circunstancia presenta el problema del salto horizontal a salvar pues la zona con calado suficiente para iniciar el salto se distancia 85 cm del vertedero de aguas altas.

Observaciones en campo. Durante las visitas de campo se observó que las truchas llegaban sin dificultad a la primera rasante del aforo pero las truchas desde esta rasante no podían superar el último salto ya que no existe una poza desde donde puedan coger impulso y saltar.

6.2.1. Alternativa 0

Tal y como se ha comentado la situación actual supone una afección significativa sobre la capacidad de remonte de las truchas en el río Híjar. La evolución de las condiciones fluviales en el tramo de influencia de la estructura no parece ser favorable sino más bien tiende a agravar las condiciones para el tránsito de peces. Se descarta por tanto esta alternativa, por no responder a las pretensiones de mejora ecológica de la masa de agua.

6.2.2. Alternativa 1 “Reconstrucción aforador a cota inferior”

Se valoró inicialmente rebajar el aforador a una cota más integrada en el actual nivel del lecho. Esta posibilidad se ha descartado por la necesidad de acompañarla de otras actuaciones muy intensas de defensa de las márgenes y de los estribos de la infraestructura de paso superior.

El elevado coste de esta actuación y el deterioro que las obras producirían en el tramo fluvial han sido los principales motivos para desecharla como alternativa.

6.2.3. Alternativa 2 “Cambio de aforador por V-flat”

También se planteó la sustitución del tipo de aforador por uno de sección en V, tipo “V-Flat”. No obstante estos aforadores son poco precisos y requieren de un mantenimiento muy continuado (continuas intervenciones en el ecosistema fluvial). No siendo funcional la infraestructura en sí para los objetivos marcados y dada la importancia de contar con aforadores que ofrezcan garantías se ha desechado la posibilidad de cambiar el modelo de estación.

6.2.4. Alternativa 3 “Colchón de agua”

Gracias al bajo desnivel que presentaba la estructura (0,7 m) y a que las truchas presentan una elevada capacidad de salto, se ha considerado una propuesta que consiste en construir una artesa aguas abajo de la lámina del vertedero de aguas altas. Esta artesa o “colchón de agua” asegura una lámina de agua a la cota del “andador”, 30 cm por debajo del vertedero de aguas altas.

De este modo los peces encuentran un primer salto de entre 40-50 cm desde el propio río hasta la artesa o “colchón de agua”. Una vez en la artesa disponen de 75 cm de profundidad y de un volumen suficiente para que la energía de la corriente se disipe, desde aquí se debe superar un salto de tan sólo 30 cm coronando el vertedero de aguas altas. Sigue manteniéndose un handicap además del salto vertical puesto que las truchas deberán salvar una distancia horizontal de 85 cm hasta el borde del vertedero de aguas altas, siendo algo mayor aunque con mayor calado en el vertedero de aguas bajas. No obstante, y según criterio experto consultado, las truchas serán capaces de salvar este obstáculo.

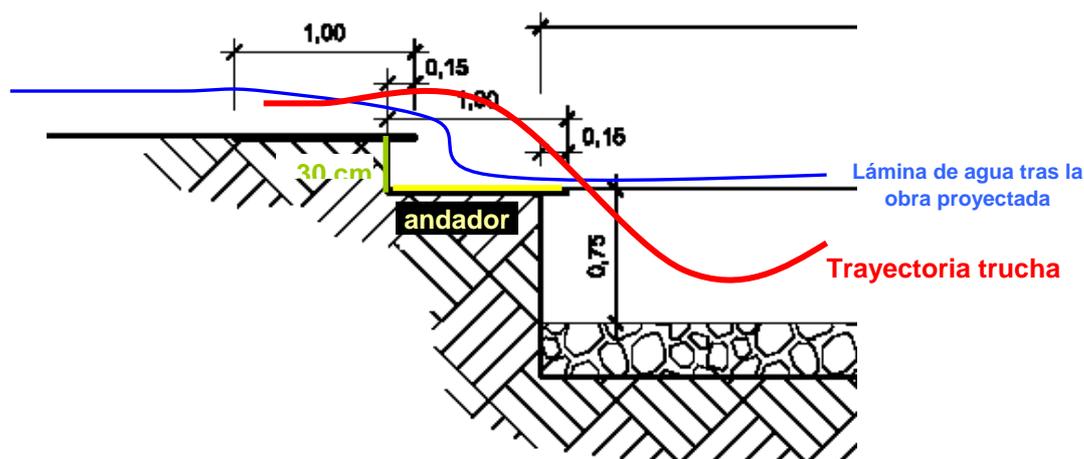


Fig. 7. Detalle de las condiciones de franqueo creadas con la alternativa 3 en toda la anchura del vertedero.

6.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se ha optado por realizar dos artesas o “colchones de agua”. El correspondiente al vertedero de aguas altas con unas dimensiones de 17,5 m de ancho, 7 m de largo y 0,75 m de profundidad y el correspondiente a la zona de aguas bajas donde se construye un colchón idéntico al anterior pero a cota relativa -0,40 m respecto al anterior y tan sólo 4,5 m de largo. Con el objeto de facilitar la evacuación de las gravas depositadas en el interior de la nueva cubeta se construirá una rampa con una inclinación comprendida entre los 30 y 45 °. Por último, para que no se produzca erosión aguas abajo de la nueva cubeta, se trasladarán los bolos de defensa del lecho presentes en la ubicación proyectada de la artesa.

6.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Para el dimensionamiento de los parámetros hidráulicos y geométricos de las escalas de peces se ha seguido la metodología descrita en la publicación “Escalas para peces” de Andrés Martínez de Azagra Paredes, publicado por el Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal de la E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid -1ª edición 1999-). Igualmente se ha tomado como referencia la publicación “*Passes à poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement*” del Conseil Supérieur de la Pêche (Francia).

Las dimensiones de la artesa se han establecido previamente a la realización de los cálculos hidráulicos en función de los caudales circulantes.

Para llevar a cabo dicho dimensionamiento se ha realizado un equilibrio de caudales. Dado que la escala se va a diseñar para salmónidos, los caudales que se han tomado son los percentiles 25, 50 y 75 de los meses comprendidos entre noviembre y febrero. Tras saber los caudales que circulan por la artesa se comprueba que la disipación en el interior de las mismas está en el rango de valores que permite la ascensión de la fauna piscícola. Toda la comprobación se puede consultar en el “Anejo nº 2 anejo nº 2 Cálculos Hidráulicos. Dimensionamiento”.

7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Las características del paso de peces son:

Rango de Caudales de funcionamiento	> 0,80 m ³ /s (75% de caudales-día)
Número de artesas	2 paralelas e independientes
Longitud artesa	4,5 y 7 m
Anchura artesa	17,5 m y 1,5 aguas arriba
Calado medio	0,75 m
Desnivel total	0,70 - 0,80 m
1º salto	0,40- 0,50 m
2ª salto	0,30m (0,85 m horizontal)

8. 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. Con el fin de minimizar las afecciones sobre el curso de agua este mes debe corresponderse con el mes de menos caudal en el río en el año.

9. RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA
ANEJO Nº 1 AFOROS DE CAUDALES
ANEJO Nº 2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS. DIMENSIONAMIENTO
ANEJO Nº 3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
ANEJO Nº 4 FICHA AMBIENTAL
ANEJO Nº 5 REPORTAJE FOTOGRÁFICO
ANEJO Nº 6 PLAN DE OBRA
ANEJO Nº 7 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANEJO Nº 8 CÁLCULOS MECÁNICOS

DOCUMENTO Nº 2 PLANOS

PLANO Nº 1 LOCALIZACIÓN
PLANO Nº 2 EMPLAZAMIENTO
PLANO Nº 3 PLANTA
PLANO Nº 4 SECCIONES TIPO
PLANO Nº 5 FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO

MEDICIONES
CUADRO DE PRECIOS
 CUADRO DE PRECIOS Nº 1
 CUADRO DE PRECIOS Nº 2
PRESUPUESTOS
 PRESUPUESTO GENERAL
 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

10. PRESUPUESTO

Con todo cuanto antecede se estima suficientemente justificado este **PROYECTO DE PERMEABILIZACIÓN A LA ICTIOFAUNA DE LA ESTACIÓN DE AFORO A9203 RÍO HÍJAR EN REINOSA, T.M. REINOSA (CANTABRIA)**, siendo su Presupuesto de Ejecución Material de TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS UN EUROS con TREINTA Y DOS CENTIMOS (35.501,32€).

Zaragoza, Febrero de 2009

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Alfredo Ferrán Adán
Ingeniero de Montes
Colegiado Número: 4.538

VºBº. LA DIRECTORA DEL PROYECTO

Fdo.: Concha Durán Lalaguna