

ESTABLECIMIENTO DE UN RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN EL RÍO GUADALHORCE AFECTADO POR EL PROYECTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA A LA CIUDAD DE MÁLAGA

Domingo Baeza Sanz. ECOHIDRAULICA S.L. Empresa de base tecnológica ligada a la UPM.

1.- INTRODUCCIÓN

El proyecto de construcción de una nueva conducción de agua desde los embalses de Guadalhorce, Conde de Guadalhorce y Guadalteba, hasta Málaga, va a suponer una modificación del régimen de caudales que circula por el tramo del río aguas abajo de estos embalses. En el presente trabajo se determinan los caudales ambientales a establecer en el tramo del río aguas abajo de estas presas, en la longitud comprendida entre los aliviaderos de estas tres grandes presas y la presa del Tajo de la Encantada. Este tramo se encuentra desde hace tiempo sometido a una fuerte regulación, por un lado la producida por las mencionadas presas en la cabecera, además de las infraestructuras aguas abajo de éstas, donde se encuentran los obstáculos de la presa del Gaitanejo y del Tajo de la Encantada, con funciones hidroeléctricas; y posteriormente por los canales de riego que trasvasan agua hacia las explotaciones agrícolas.

2.- METODOLOGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES.

A partir de los trabajos de inventariación piscícola y la consulta bibliográfica de trabajos anteriores, se ha llegado a la conclusión de que los tramos afectados en la cuenca del río Guadalhorce, tienen capacidad para albergar buenas poblaciones de peces en los tramos reófilos, especialmente la boga del Guadalquivir y el barbo gitano. Dentro del extenso grupo de métodos para determinar caudales ambientales, se eligió para actuar en el tramo el IFIM-PHABSIM, (Stalnaker, 1994; Bovee, 1982). Este criterio liga las exigencias de hábitat de las especies fluviales, con las variaciones de las características de éste en función de los caudales circulantes.

Para implementar este método es necesario tomar en campo una serie de datos geométricos. Estos serán los necesarios para topografiar el cauce y realizar una simulación hidráulica, para este cometido se ha utilizado el programa River 2D, puesto que realiza la simulación hidráulica en dos dimensiones y se obtiene un mayor detalle. Las condiciones de contorno con las que se ha ajustado el modelo hidráulico River 2D se midieron en el campo, mediante tres secciones practicadas en el cauce, la altura y el caudal en la sección de entrada, el caudal en una sección intermedia y el

caudal y la altura de agua en la sección de salida, estos valores fueron medidos en el terreno en el día que se realizó la visita al tramo.

Una vez determinado el caudal mínimo ecológico que debe circular por cada tramo del río, deberemos establecer un régimen anual, de modo que el mínimo caudal a mantener no sea siempre el mismo, sino que varíe a lo largo del año de un modo similar a como cambiaría el flujo de forma natural, es decir, si no estuviese sometido a ningún tipo de regulación. En este caso estableceremos este régimen utilizando índices mensuales basados en las medias de caudales mensuales naturales. Una de las mayores dificultades para este trabajo era encontrar una serie de caudales naturales que pudieran servir de referencia para establecer el régimen mensual de caudales ecológicos. Puesto que el caudal en el tramo está modificado por los embalses, se ha necesitado restaurar un régimen natural, que sirviera de base para diseñar el régimen de caudales ecológicos, para ello se han obtenido datos de aforos de la Confederación Hidrográfica en tramos aguas arriba de los grandes embalses que regulan el caudal, para que los datos correspondan con valores de caudales en régimen sin apenas intervenciones y estén próximos al natural, esta información se completó restaurando el régimen natural en el tramo aplicando un modelo precipitación-escorrentía. Por lo tanto, una vez obtenido un régimen mensual natural de caudales, éste se utilizó como patrón para diseñar el régimen ecológico, tomando las pautas de fluctuación del régimen natural, para que fueran seguidas de igual forma en el régimen ecológico que se propuso.

3.- RESULTADOS

3.1 Caracterización de los tramos.

Otra de las grandes dificultades del trabajo fue localizar los tramos adecuados donde realizar las determinaciones de campo, puesto que en gran parte el segmento de río sobre el que trabajamos está afectado morfológicamente por las regulaciones impuestas por los embalses. El levantamiento topográfico de detalle y la medición de caudales finalmente se produjo en un tramo con carácter reófilo a la salida de la presa del Gaijanejo y antes de entrar el río en el desfiladero de los Gaitanes. Las Coordenadas del punto dónde se colocó la estación son U.T.M.: 600158; 4262290
Altitud: 520 m

Con los datos de campo se procedió a realizar la simulación hidráulica con el programa "River 2D", utilizando como condicionante ambiental las curvas de preferencia del barbo, introduciendo varios caudales, con los que se obtuvo la solución hidráulica y la habitabilidad de ese tramo para la especie de la fauna piscícola elegida. Una vez realizadas todas las simulaciones se obtuvieron los resultados, expresados por el Área Potencial Útil (APU), área teórica utilizable por la fauna en el tramo en las

condiciones ambientales que presenta el tramo con cada caudal. En la siguiente figura aparecen los APU obtenidos para tres estados de desarrollo del barbo: el adulto, el juvenil y el alevín, y la representación de los cambios de APU con respecto al caudal.

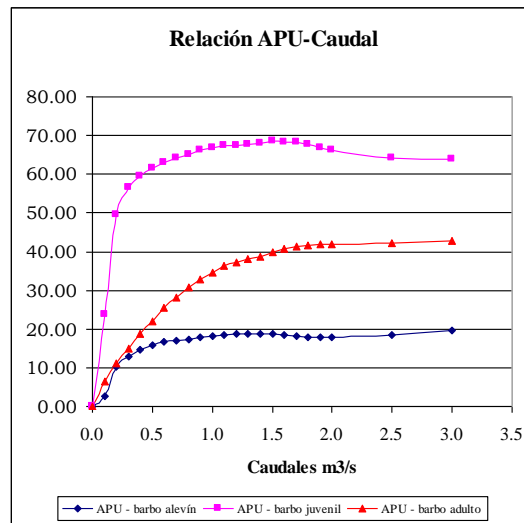


Figura 1. Relación Área Potencial Útil (APU)- caudal para los estados adulto, juvenil y alevín del barbo en la estación del Río Guadalhorce.

La elección del caudal mínimo, viene determinada por los cambios producidos en el área útil, al cambiar los caudales, normalmente se toma el menor caudal a partir del cual se produce un cambio significativo del área utilizable, y por tanto se produce una pérdida muy grande de hábitat si se disminuye su valor. Una vez uniformizadas las curvas, se eligió el estado de desarrollo que demanda mayor caudal, que en esta caso corresponde a los adultos, representamos la relación APU-Caudal normalizada a sus correspondientes caudales máximos, con esto se aprecia mejor los cambios de pendientes y se puede elegir mejor el caudal donde la disminución de hábitat es más representativa. En la gráfica siguiente hemos representado los cambios de pendiente normalizados y encontramos el valor de caudal donde la pendiente produce un cambio significativo y desciende por debajo de uno.

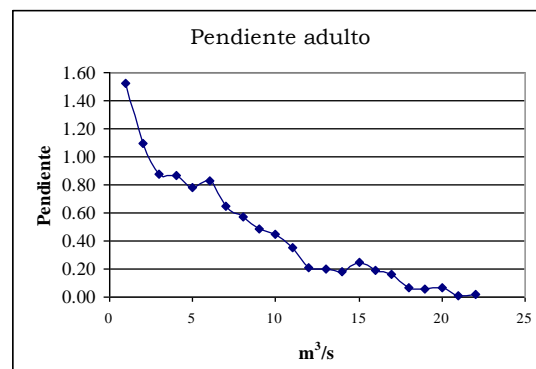


Figura 2. Pendientes de la recta APU-Caudal, se indica el caudal por debajo del cual la pendiente es menor que la unidad, así como otros cambios significativos en la misma.

Según estos valores el caudal ecológico mínimo, atendiendo a optimizar el hábitat de los alevines y juveniles se encontraría en un valor de $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que en el caso de los adultos sería de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, valores a partir de los cuales se produce una pérdida muy significativa de hábitat al disminuir el caudal. Estos valores servirán para generar el régimen de caudales ecológicos, que se diseñará para años secos y para años normales. Estos dos valores serán los valores del régimen para el más seco, los valores del resto de meses se generan a partir de los caudales medios mensuales del régimen natural, tanto para años secos como para años normales, tomando como base el caudal mínimo y el caudal óptimo ecológico.

4.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado la simulación hidráulica en el tramo elegido como representativo del segmento de río afectado por la regulación introducida como consecuencia del nuevo proyecto de conducción de agua a Málaga, con la finalidad de obtener unos caudales mínimos ambientales y un régimen ecológico de caudales.

Los caudales mínimos ecológicos obtenidos en el tramo estudiado son: $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ como caudal mínimo y $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$ como caudal ecológico óptimo para el río Guadalhorce en el segmento entre los embalses de cabecera y el Tajo de la Encantada. Entendemos que los primeros pueden ser el estado mínimo en el que puede quedar el río en situaciones excepcionales para no comprometer irreversiblemente su calidad ambiental. El segundo caudal sería aquel con el que obtendríamos una mejor habitabilidad del tramo para el estado de desarrollo más exigente, y unas mejores condiciones para la vida de los peces en los estiajes.

Se han diseñado dos pares de regímenes uno que podría utilizarse para años secos y otro en años con mayor volumen de agua acumulado en la cuenca, que tienen una base mensual y que tratan de representar los cambios mensuales que se producen en el régimen natural. Para un correcto establecimiento de estos caudales y de sus efectos sobre las poblaciones piscícolas es muy recomendable realizar unas campañas de seguimiento con muestreos sistemáticos los años sucesivos una vez implementado el régimen ecológico de caudales.