

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Trabajo Fin de Máster

**ANÁLISIS DEL ESTADO
ECOLÓGICO DE RÍOS DE LA
CUENCA DEL ALTO
GUADALQUIVIR, A TRAVÉS DEL
ESTUDIO DE PARÁMETROS DE
HÁBITAT FLUVIAL, VEGETACIÓN
DE RIBERA Y
MACROINVERTEBRADOS**

Alumno: Enrique Solas Francés

Tutor: Prof. D. Francisco José Guerrero Ruíz
Prof. D. Francisco José Márquez Jiménez

Depto.: Departamento de Biología Animal,
Biología Vegetal y Ecología

Octubre, 2017

Análisis del Estado Ecológico de Ríos de la Cuenca del Alto Guadalquivir a través del Estudio de Parámetros de Hábitat Fluvial, Vegetación de Ribera y Macroinvertebrados

Analysis of Ecological Status of Rivers from Upper Basin through the Study of Parameters like River's Habitat, River's Vegetation and Macroinvertebrates

Resumen.

Teniendo en cuenta la gran diversidad geológica existente en la cuenca del Alto Guadalquivir, se ha planteado realizar un estudio ciertamente pormenorizado de algunos parámetros ambientales representativos de los ríos de esta cuenca.

En este caso se han seguido las instrucciones del proyecto GUADALMED surgido de la necesidad impuesta por la Directiva Marco Agua (DMA) de caracterizar los cuerpos de agua de los estados miembro de la Unión Europea. Para ello se han estudiado tres índices de calidad ambiental (IHF, QBR e IBMWP), así como los parámetros físico/químicos de algunos de los ríos más significativos de la cuenca del Alto Guadalquivir.

Estos índices pretenden caracterizar el hábitat existente en el seno del río en cuestión (IHF), teniendo en cuenta el tipo de fondo, la velocidad de la corriente, la existencia o no de deflatores, raíces, troncos, etc. Se pretende calificar también el bosque de ribera acompañante a los ríos (QBR), valorando las especies vegetales existentes, el grado de cobertura, la presencia de EEI, etc. Y por último, se pretende evaluar la biodiversidad de macroinvertebrados presente en cada uno de los muestreos (IBMWP), determinando a nivel de familia los individuos capturados.

A la hora de obtener las conclusiones preceptivas se han separado los ríos en función a su ecotipo: ríos silíceos, situados en la margen derecha del Guadalquivir, y ríos calizos situados eminentemente en la margen izquierda del Guadalquivir, considerándose así mismo el río Guadalquivir como calcáreo.

Palabras Clave: Río, Alto Guadalquivir, Estado Ecológico, IHF, QBR, IBMWP, Hábitat, Vegetación de Ribera, Macroinvertebrados.

Abstract.

Considering the great geological diversity existing in the Upper Guadalquivir Basin, it has been set out to do a study certainly detailed about some representatives environmental parameters of the rivers of these basin.

In this study, it has been followed the instructions of GUADALMED project, born of the necessity imposed by Water Framework Directive (WFD) of characterising the water bodies from the state members. For that, it has been studied three different environmental quality index (IHF, QBR and IBMWP) just like physical/chemistry parameters of some of the most meaningful rivers in upper Guadalquivir basin.

Those index aim to characterize the habitat existing in the core of the river in question (IHF) keeping in mind the type of substratum, the velocity of the flow, the existence of deflectors, roots, trunks, etc. It been aimed to characterize the gallery forest too (QBR), valuating the vegetal species existing, the level of coverage, the presence of EEI, etc. And last, it been expected evaluate the macroinvertebrates existing in each one of the samplings (IBMWP), the animals captivated had been determined to family level.

At the time to get the required conclusions, the rivers has been separated by it ecotype, siliceous rivers, sited on the right edge of Guadalquivir and lime-filled rivers, sited on the left edge of Guadalquivir, considering Guadalquivir itself as a lime-filled one.

Key words: River, Upper Guadalquivir, Ecological Status, IHF, QBR, IBMWP, Habitat, Gallery Forest, Macroinvertebrates.

Introducción

Con este trabajo se pretenden caracterizar ambientalmente algunos de los ríos más representativos de la parte alta de la cuenca del Guadalquivir. La predicción de las comunidades que se esperan en los puntos de muestreo y su comparación con los presentes en el momento de tomar las muestras es un método que se está desarrollando ampliamente en los últimos años (RIVPACS (Wright et al., 1993).

Se ha tenido en cuenta el índice ECOSTRIMED (ECological STatus River MEDiterranean), que pretende hacer una valoración global de todo el ecosistema fluvial, incluyendo la ribera y la calidad de las aguas.

Pertenece a la familia de los índices de evaluación rápida de la calidad del agua, ya que requiere una infraestructura mínima y un tiempo relativamente corto de muestreo.

El cálculo del estado ecológico de los ríos mediterráneos se obtiene combinando el valor de dos índices de calidad a los cuales se le suma un tercero en este trabajo.

1. Un índice de calidad biológica del río basado en los macroinvertebrados (FBILL o IBMWP).
2. Un índice de valoración del estado de conservación de ribera (QBR).
3. Como se ha mencionado anteriormente, en este trabajo se incluye también un tercer índice que pretende conocer la calidad del hábitat fluvial en sí. (IHF)

Las zonas ribereñas constituyen uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos sobre la tierra. Su composición biótica, geomorfología, hidrología, microclima y química son casi siempre muy diferentes.

El presente documento pretende mostrar algunos elementos y consideraciones clave sobre los ambientes ribereños y sus comunidades. (Cardona, 2008)

El hombre emplea los ecosistemas fluviales como fuente de recursos y vía para la eliminación de desechos. Esto produce un empobrecimiento de la calidad del hábitat fluvial. Para poder evaluar los efectos de las perturbaciones humanas sobre el ecosistema fluvial (rectificación fluvial, vertidos de materia orgánica, regulación de caudales, etc.) se emplea la biovaloración, que es el procedimiento por el cual se cuantifica el efecto

de una alteración en función de los cambios que ocasiona en la estructura de una comunidad. (Alonso, 2006) Algunas de las comunidades más empleadas son la de los macroinvertebrados, la vegetación riparia y el propio hábitat del río.

Es precisamente por esto, por lo que hemos pasado a evaluar el estado de las citadas comunidades en los ríos del alto Guadalquivir. Además, tenemos en cuenta la Directiva Marco Agua (DMA), una norma del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas. Nace con la vocación de garantizar la protección de las aguas y promover un uso sostenible que garantice la disponibilidad del recurso natural a largo plazo. En España la DMA fue transpuesta al marco legislativo estatal a través del artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre de 2003, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, que modificó el Texto Refundido de la Ley de Aguas (D.O.C.E., 2000).

La caracterización se ha realizado en base al estudio de algunos índices ambientales. En el seno del proyecto **Guadalmed** se ha desarrollado un Protocolo Rápido de Evaluación de la Calidad Ecológica (**PRECE**) válido para aplicar a los ríos Mediterráneos. En él se proporciona la metodología necesaria para evaluar la calidad de la vegetación de ribera mediante el índice QBR, la calidad biológica del agua mediante el índice IBMWP y la heterogeneidad del hábitat fluvial mediante el índice IHF (Jaimez-Cuéllar et. al, 2002).

Debido a que las comunidades de macroinvertebrados y otros organismos pueden variar de manera natural en función de las características geomorfológicas del punto a estudiar, la Directiva Marco del Agua, en su Anexo 2, incide en que para una determinación precisa del estado ecológico se debe realizar una tipificación de las estaciones de muestreo utilizando parámetros geomorfológicos (D.O.C.E., 2000), por ello, las diferentes localidades de estudio, se han dividido en muestreos silíceos y calizos.

La calidad de las aguas es un tema que preocupa cada vez más a nuestra sociedad, como reflejo existe una numerosa normativa ambiental para regular la calidad de los medios acuáticos. Hasta el momento los métodos de control de la calidad de las aguas reconocidos en la legislación, se han basado sólo en características fisicoquímicas y los parámetros biológicos se

han reducido a aquellos relevantes para la salud humana (Prat et al, 1999). No obstante, durante los últimos años se han realizado numerosos estudios teniendo en cuenta parámetros biológicos como los utilizados en el presente trabajo.

A modo de introducción a continuación se especifican las características más importantes de cada uno de los índices estudiados:

El IHF, pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Smith & Smith, 2000). Otro índice ambiental utilizado es el QBR descrito por Munné et. al, (1998) como un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera.

Por último, se ha empleado el IBMWP, basado en primera instancia en el índice de calidad biológica de Hellawell (1978), en la tabla original del citado índice no estaban incluidas muchas de las familias de macroinvertebrados que son comunes en la Península Ibérica, las cuales fueron incluidas asignándoles una puntuación (Alba-Tercedor & Jiménez Millán, 1985, 1987). Posteriormente surgió la necesidad de establecer un protocolo de muestreo y evaluación del estado ecológico de los ríos mediterráneos que abarcaran todo el arco del levante español, obviamente no podemos igualar las características de este tipo de ríos, incluso de los afluentes del alto Guadalquivir, a los caudalosos ríos del norte peninsular. Fue precisamente, el producto de la fusión del trabajo de diferentes equipos que estudiaban ríos mediterráneos los que dieron a luz un proyecto denominado **Guadalmed** (Prat, 2002). La idea central del proyecto era establecer un protocolo común que fuera útil a las futuras autoridades competentes de las demarcaciones hidrográficas.

Hay que resaltar que la DMA (Directiva Marco Agua) enfatiza de forma clara la necesidad de unos protocolos claros de muestreo y análisis de datos y que además explícitamente requiere que se regulen mediante las normativas UNE y ISO, actualmente en fase de elaboración (Prat, 2002). Dentro de la gran variedad temática que, en relación con la política del agua, presenta la Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua) (D.O.C.E., 2000) destaca la evaluación y protección del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos, en este caso, a los ríos mediterráneos. (Casas, 2002).

Para ello, es conveniente seguir la secuencia de trabajos que marca la propia Directiva respecto a las cuestiones que nos ocupan. Así, habremos de distinguir las siguientes fases de trabajo:

1. Delimitación de masas de agua fluviales, como paso previo para una caracterización de las mismas. (D.O.C.E., 2000). Respecto a este punto, en el curso alto del Guadalquivir no cabe esperar grandes problemas en cuanto las mismas, a diferencia de lo que ocurre cuando se trabaja con grandes cuencas hidrográficas europeas o grandes masas lacustres. (Casas, 2002).

2. Tipología de ríos. (D.O.C.E., 2000). La Directiva ofrece dos sistemas alternativos para el establecimiento de los tipos de ríos, el Sistema A, basado en la ubicación geográfica y en la superficie y naturaleza geológica de la cuenca; y el Sistema B que comprende al Sistema A, salvo la superficie de la cuenca, sustituyendo este parámetro por “factores optativos” fisiográficos y químicos. (D.O.C.E., 2000) Debido a la especial conformación geológica de la cuenca del alto Guadalquivir, se ha escogido para la realización del presente estudio el Sistema A de caracterización fluvial.

3. Determinación de las condiciones de referencia propias de cada tipo. (D.O.C.E., 2000). Con arreglo a la DMA, no basta con llevar a cabo una simple evaluación del estado ecológico de un río, en términos absolutos, mediante el empleo de uno u otro indicador biológico, para calificar dicho estado como bueno, malo o regular en función del valor numérico obtenido. La evaluación que exige la DMA ha de ofrecer, en efecto, un valor relativo que mida el grado de desviación de las condiciones biológicas observadas en el río respecto de las mejores condiciones biológicas posibles, que son las que tendría ese río en un estado prístino o prácticamente inalterado por presiones antrópicas. Estas son las “condiciones biológicas de referencia”, tal como dice el Anexo II. 1.3.i) de la DMA. (Casas, 2002).

En el estudio que nos ocupa no se utilizarán las estaciones de referencia, ya que precisamente, uno de los objetivos es estudiar el grado de afección del río por localización, no observar el grado de desviación de las condiciones óptimas.

4. Adopción de sistemas de evaluación y clasificación de la calidad biológica de los ríos, como expresión de su estado ecológico. (D.O.C.E., 2000). Una vez que se ha adoptado una tipología de ríos y se han determinado, en su caso, los puntos de las redes de referencia,

con el subsiguiente conocimiento de las condiciones biológicas de referencia, el paso siguiente es elegir el sistema o sistemas más apropiados para evaluar y clasificar el estado ecológico de los ríos mediante indicadores de la calidad biológica. La DMA otorga plena libertad a los Estados miembros para adoptar los sistemas que consideren más convenientes (Casas, 2002). En el caso de España, es el Proyecto Guadalmed, el que recoge los sistemas escogidos. De ahí que sean los protocolos descritos en este proyecto los utilizados para la realización del presente estudio.

5. Intercalibración de los sistemas adoptados para establecimiento de las correspondientes escalas clasificatorias. (D.O.C.E., 2000). Las ambiciones de la DMA en cuanto a comparabilidad de los resultados no se limitan a establecer una escala de valores relativos, sino que obligan a realizar unos ejercicios de intercalibración de los sistemas biológicos elegidos por los Estados miembros. Estos ejercicios de intercalibración estarán dirigidos por la Comisión de la Unión Europea (CE), (Casas, 2002) tratándose quizá del punto más difícil de realizar debido a la enorme heterogeneidad de los ríos europeos.

Con la realización del presente estudio, se pretende determinar la diferencia existente entre los diferentes cuerpos de agua de la cuenca alta del Guadalquivir, en función principalmente de su geomorfología, así como caracterizar en base a los citados índices biológicos (IHF, QBR y IBMWP) la situación de los cuerpos de agua caracterizados.

Se parte de la hipótesis lógica de que en los muestreos realizados aguas más arriba, las características biológicas y fisicoquímicas, serán de mayor calidad que aguas abajo. En función de la geomorfología del terreno, se pretende llegar a discernir la potencialidad de los índices estudiados en base a la zona geológica donde se encuentran enmarcados.

Material y Métodos

Se proyectó realizar el estudio de los citados parámetros ambientales en 42 muestreos. Tres muestreos por río, concretamente en los ríos: Bedmar, Guadalbullón, Guadalén, Guadalimar, Guadalmena, Guadalquivir, Guadiana Menor, Guarrizas, Jándula, Jandulilla, Rumblar, Valdearazo, Víboras y Yeguas. No obstante, tras realizar las visitas de campo se comprobó que algunos de los muestreos prediseñados eran

inviabiles, bien por situación, por inaccesibilidad, etc. por lo que algunos de ellos se cambiaron de situación e incluso 5 tuvieron que ser suspendidos.

Finalmente se realizaron 37 muestreos, divididos entre las provincias de Jaén, Córdoba, Granada y Ciudad Real.

Se realizaron tres muestreos por río, para así intentar caracterizar los cursos, alto, medio y bajo de cada uno de ellos, incluyendo así una diferenciación entre los muestreos de un mismo cuerpo de agua. La vida fluvial se organiza linealmente, definiendo tres tramos característicos cuyas fronteras son difusas al producirse los cambios de forma continua. La comunidad de los tramos altos se conoce como **Crenon** y se caracteriza por la intermitencia de sus aguas y su escasez de nutrientes. El tramo intermedio, denominado **Ritron**, se corresponde con las zonas de cabecera y de transición, donde predominan la erosión y el transporte de sólidos. El último tramo, **Potamon**, coincide con la zona de llanura, de aguas más templadas y lentas, donde se complica la biocenosis tanto en estructura como en funcionamiento, al multiplicarse los posibles nichos y ampliarse la capacidad de adaptación a los cambios del medio (Calabuig, 2004)

Las estaciones muestreadas están englobadas en una única región biogeográfica, la ibero-mediterránea, establecida en Illies (1978), y por tanto el establecimiento de ecotipos se va a realizar dentro de la misma (Bonada et. al. 2002).

La elección de esta área de estudio se basa en la enorme diversidad geológica que existe en la misma, lo que provee a los ríos de unas características muy concretas y diferenciadas.



Figura 1: Fuente:

www.redgeografica2.blogspot.com.es

Tal y como se puede apreciar en la ilustración superior, en la Península Ibérica existen tres predominios geológicos principales (silíceo, calizo y arcilloso), estos predominios convergen en el alto Guadalquivir lo que nos ha permitido diferenciar parámetros ambientales en función de la geología de su cuenca.

El método a priori más utilizado actualmente para la clasificación de ríos es el uso de las ecoregiones (Omernik, 1995; Bailey, 1996), provincias biogeográficas (Hocutt & Wiley, 1986) o una combinación de ambas (Abell *et al.*, 2000). La clasificación es de gran utilidad en los Protocolos de Evaluación Rápida de la Calidad Ecológica (aquí referidos como PRECE, y más conocidos por sus siglas en inglés, RBP) (Resh *et al.*, 1995; Norris, 1995) ya que así se obtiene una reducción de la variabilidad natural de los datos biológicos por clases, con lo que la determinación del estado ecológico puede ser más precisa y fiable (Gerritsen *et al.*, 2000).

Como trabajo previo al trabajo de campo, se dividieron los cuerpos de agua a estudiar en función de la geología de su nacimiento (característica principal usada para la caracterización de ecotipos), ya que, tal y como se ha mencionado anteriormente en este mismo estudio, la geología de la cuenca del Alto Guadalquivir es tremendamente importante y variada, resultando un importante basamento para la redacción de este estudio, que a su vez pretende comparar las características de los ríos silíceos y de los ríos calizos.

Los estudios a nivel mundial, están centrados en aguas ácidas (Webster & Descals, 1981). A pesar de ello, en España existen algunos

trabajos publicados en ríos calizos (Proyecto Guadalmed), no obstante, la realización de la comparativa entre ambos tipos se estima tremendamente interesante.

Para ello se elaboró la siguiente tabla:

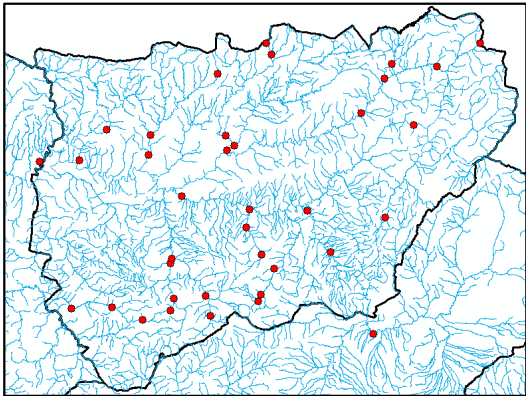
Dominancia Silícea	Dominancia Caliza
Guadalén	Bedmar
Guadalimar*	Guadalbullón
Guadalmena	Guadiana menor
Guarrizas	Guadalquivir
Jándula	Jandulilla
Rumblar	Valdearazo
Yeguas	Víboras

Tabla 1: Diferenciación geológica de los ríos objeto de estudio. *El río Guadalimar, a pesar de que nazca en terrenos calcáreos durante la mayor parte de su recorrido discurre en suelos silíceos, además sus afluentes más importantes son silíceos, por esto se ha clasificado en este grupo.

La localización exacta de los muestreos se especifica a continuación por medio de sus coordenadas geográficas, en el sistema de proyección ETRS89, el cual ha sido promovido por la Comunidad Europea, para la armonización de toda la Geoinformación de Europa, facilitando la interoperatividad entre los estados miembro (Molero *et al.* 2015).

Además, a partir del 01/01/2015, tan solo se puede publicar en este sistema de referencia, en virtud a la Disposición Transitoria Segunda del Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

Denominación Punto de Muestreo	Numera ción en Planos	Fecha Realiza ción Muestre o	Coordena das*
Bedmar A	1	24/05/2017	X-464018 Y-4182315
Bedmar B	2	24/05/2017	X-458901 Y-4191549
Bedmar C	3	24/05/2017	X-460156 Y-4197412
Jándula A	4	17/05/2017	X-412556 Y-4224058

Jándula B	5	17/05/2017	X-403450 Y-4213926	Víboras C	25	24/04/2017	X-400807 Y-4164548
Guarrizas A	6	17/06/2017	X-465697 Y-4252774	Guadalme na A	26	27/05/2017	X-507399 Y-4245930
Guarrizas B	7	17/06/2017	X-467363 Y-4249082	Guadalme na B	27	27/05/2017	X-504991 Y-4241046
Guarrizas C	8	27/04/2017	X-452169 Y-4221921	Guadalima r A	28	18/06/2017	X-536912 Y-4252754
Guadalén A	9	27/04/2017	X-454978 Y-4218795	Guadalima r B	29	18/06/2017	X-522544 Y-4245159
Guadalén B	10	27/04/2017	X-452498 Y-4217142	Guadalima r C	30	27/05/2017	X-497205 Y-4229632
Rumblar A	11	17/06/2017	X-449514 Y-4242523	Jandulilla A	31	24/05/2017	X-462892 Y-4166926
Rumblar B	12	27/04/2017	X-427141 Y-4222313	Jandulilla B	32	24/05/2017	X-463797 Y-4169195
Rumblar C	13	27/04/2017	X-426535 Y-4215609	Jandulilla C	33	24/05/2017	X-468349 Y-4177746
Valdearaz o A	14	20/04/2017	X-433806 Y-4163782	Guadiana Menor A	34	18/06/2017	X-501218 Y-4155992
Valdearaz o B	15	20/04/2017	X-434796 Y-4167784	Guadiana Menor B	35	18/06/2017	X-487211 Y-4183265
Valdearaz o C	16	19/05/2017	X-433828 Y-4179456	Guadiana Menor C	36	18/06/2017	X-479404 Y-4196945
Guadalbull ón A	17	05/04/2017	X-446967 Y-4162054	Yeguas A	37	17/05/2017	X-390090 Y-4213370
Guadalbull ón B	18	05/04/2017	X-445576 Y-4168696	Tabla 2: Situación puntos de muestreo y fecha de realización del mismo. *Todos los muestreos se encuentran en el Huso 30 Norte.			
Guadalbull ón C	19	05/04/2017	X-434258 Y-4181135				
Guadalquivir A	20	27/05/2017	X-505368 Y-4194789				
Guadalquivir B	21	27/05/2017	X-514776 Y-4225673				
Guadalquivir C	22	06/04/2017	X-437520 Y-4201813				
Víboras A	23	24/04/2017	X-424529 Y-4160714				
Víboras B	24	24/04/2017	X-414373 Y-4164929	Figura 2: Vista general en ArcGIS de los puntos de muestreo realizados.			

Para que el muestreo sea lo más representativo posible se realizó la toma de muestras en puntos que representen el tipo de hábitat de estudio, este muestreo incluyó lo establecido en el artículo escrito por Jaimez-Cuellar (2002), así como el estudio de una serie de parámetros fisicoquímicos relacionados en la hoja de campo realizada ad-hoc para este estudio (**Anexo II**).

Se seleccionaron zonas donde el agua estaba bien mezclada (zonas centrales), evitando, en la medida de lo posible, tomar agua superficial, rebosaderos de los embalses, confluencias de ríos poco importantes, lugares de pequeños vertidos, etc. ya que sólo tienen efectos muy localizados en la química del agua de ese tramo, y evaluarían incorrectamente el estado del río y las características del agua en el tramo de estudio (Jaimez-Cuellar et al. 2002).

Estas medidas directas se deben realizar, en la medida de lo posible, en el mismo río sin necesidad de recoger el agua en un recipiente ya que la manipulación de la muestra puede modificar los resultados obtenidos (Jaimez-Cuellar et al. 2002).

Los electrodos, una vez sumergidos, no deben entrar en contacto con macrófitos o algas, o quedar enterrados en el sedimento ya que esto puede desvirtuar la medida real. (Jaimez-Cuellar et al. 2002).

El orden en el que se realizaron las medidas fue el siguiente: 1-Ubicación del muestreo con GPS, 2- Medida de temperatura (exterior e interior), 3- Medida de pH, 4- Medida de visibilidad, 5- Medida de velocidad de corriente, en diferentes zonas del muestreo (al menos 3 puntos) para posteriormente realizar una media aritmética. 6- Medida conductividad. 7- Medida anchura del río. 8- Medida profundidad.

2. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

- Hoja de campo extraída de Pardo et al, 2002 (**Anexo III**).

A la hora de realizar el cálculo del Índice de Hábitat Fluvial, se siguieron las pautas propuestas por Jaimez-Cuellar et al., (2002). Para ello se evaluó un tramo de río mínimo de 100 metros. Los siete bloques de los que cuenta el IHF se tomaron como independientes, siendo la puntuación de cada uno de ellos inferior a la que se indica en la hoja de campo (100).

Una vez calculados las puntuaciones de cada uno de los muestreos, se caracterizaron los hábitats en base a la siguiente tabla,

estableciéndose tres rangos de calidad de acuerdo con las indicaciones de la Directiva Marco Agua, a los que corresponden tres colores diferentes para su representación gráfica (Vieira-Lanero, 2008).

Valor IHF	Nivel de Calidad	Color
71 - 100	Muy buena	Azul
51 - 70	Buena	Verde
≤ 50	No llega a buena	Rojo

Tabla 3. Niveles de calidad del Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

- La hoja de campo utilizada fue extraída de Pardo et al, 2002 (**Anexo III**).

3. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

Se escogió el mismo tramo de 100 metros que para los anteriores índices, si bien se consideró toda la anchura potencial del bosque de ribera.

Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno no puede ser negativa ni superior a 25. La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques (0 – 100). Cabe mencionar que tal y como especifica Jaimez-Cuellar, 2002, los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice.

Nivel de Calidad	QBR	Color
Sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural.	≥95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.	75-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	55-70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad.	30-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima.	≤25	Rojo

Tabla 4: Munné et al. (1998), rangos de calidad según el índice QBR.

- La hoja de campo utilizada fue extraída de Munneé et al., 1998 (**Anexo IV**).

4. Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP)

Para la evaluación de la calidad de las aguas teniendo en cuenta la diversidad de macroinvertebrados existen dos índices diferentes, el IBMWP y el FBILL, se estudiaron los dos en detalle llegando a la conclusión de que el índice a utilizar sería el IBMWP, encontrándose el FBILL enfocado principalmente a los ríos Besós y Llobregat (Cataluña, NE Esp) (Prat et al, 1999). De todos modos Prat, 1999 alcanzó la conclusión tras 47 muestreos en los ríos mencionados anteriormente que las características globales de la calidad del agua quedaban claramente definidas por los valores de los índices biológicos, siendo indiferente usar cualquiera de los dos índices (FBILL y IBMWP), ya que se correlacionaban perfectamente.

Para la realización del IBMWP se siguió el protocolo propuesto por Jaimez-Cuéllar (2002): Se seleccionó un tramo de río de 100 metros haciendo un recorrido visual a lo largo del tramo, para identificar los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes.

Una vez recorrida la zona, antes de introducirse en el agua, se localizaron animales esquivos que viven en la superficie, como *Gyrinidae*, *Gerridae* o *Hydrometridae*, ya que tratan de huir rápidamente y podrían pasar desapercibidos. A continuación se muestrearon todos los hábitats presentes con una red de mano de 300 micras de luz de malla y unos 30 cm de diámetro.

El modus operandi del muestreo consistió en ir colocando la malla a contracorriente y removiendo el sustrato aguas arriba de la manga con la mano, mientras se realizaba un movimiento en zigzag con la red para que todo el material removido entrase a través de ella.

Las piedras, troncos, masas de algas, etc. recogidas se limpiaron convenientemente en la batea.

Una vez aislados los individuos se introdujeron en una duquesa con formol al 10% para su identificación en laboratorio. Cuando se hubo identificado a los individuos a nivel de familia, se sumaron las puntuaciones parciales (ver

Anexo V), obteniendo de esta forma la puntuación global del punto de muestreo.

Calidad	Valor	Significado	Color
Buena	101 - 120	Aguas limpias. No contaminadas ni alteradas	Azul
Aceptable / Moderado	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Amari llo
Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
Muy Crítica	0-15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Tabla 5: Alba-Tercedor, J. Clasificación del agua según índice IBMWP.

- La hoja de campo utilizada fue extraída de Alba Tercedor, 2002 (**Anexo V**).

Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos tras los muestreos se han incluido una serie de tablas que permiten una lectura más asequible de los datos obtenidos en campo y su interpretación

Como uno de los objetivos parciales del presente estudio es el realizar una comparativa de los muestreos en base a su naturaleza geológica, se ha utilizado la clasificación realizada en la **tabla 4**. para analizar los diferentes parámetros físico/químicos en primera instancia.

En la tabla siguiente, se aprecian los parámetros medidos relacionados con el promedio de todos ellos, para que sea más intuitiva su lectura, se han representado los parámetros que están por encima de la media en color verde, mientras que en color rojo se encuentran los parámetros que están por debajo de la media.

Parámetro Físico/Químico	Media	Ríos Calizos	Ríos Silíceos
Ancho medio del muestreo (m)	13,63	5.5	24.21
Velocidad media de la corriente (m/s)	0,41	0.46	0.29

Conductividad (mS)	97,04	101,17	85,38
Profundidad media del muestreo (cm)	94,05	67,14	110,62
Visibilidad media del muestreo (cm)	58,11	55,47	61,56
Temperatura del agua (°C)	17,81	16,29	17,88
pH del agua	7,21	8.21	5.88
Temperatura del aire (°C)	23,82	22.68	25.59

Tabla 6: Resumen de los datos de los parámetros físico/químicos obtenidos por muestreo.

Tras análisis de los diferentes índices calculados se arrojaron los siguientes resultados para cada uno de ellos.

Denominación			
Punto de Muestreo	IHF	QBR	IBMWP
Bedmar A	70	60	52
Bedmar B	54	45	33
Bedmar C	48	40	49
Jándula A	75	100	50
Jándula B	54	75	56
Guarrizas A	57	80	43
Guarrizas B	58	95	12
Guarrizas C	59	15	20
Guadalén A	61	75	36
Guadalén B	52	25	6
Rumblar A	50	85	14
Rumblar B	69	100	39
Rumblar C	83	90	49
Valdearazo A	89	90	116
Valdearazo B	85	90	90
Valdearazo C	69	60	48
Guadalbullón A	51	15	25

Guadalbullón B	45	10	56
Guadalbullón C	42	70	31
Guadalquivir A	91	90	43
Guadalquivir B	78	90	70
Guadalquivir C	36	90	67
Víboras A	65	40	97
Víboras B	75	45	32
Víboras C	64	60	80
Guadalmena A	58	15	14
Guadalmena B	74	63	46
Guadalimar A	70	100	72
Guadalimar B	51	60	70
Guadalimar C	41	95	42
Jandulilla A	59	30	25
Jandulilla B	66	75	56
Jandulilla C	50	90	67
Guadiana Menor A	65	75	67
Guadiana Menor B	69	70	56
Guadiana Menor C	42	60	45
Yeguas A	75	90	43

Tabla 7: Resumen de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los índices por muestreo.

Si se relacionan los valores de los índices calculados con la tipología de los ríos descrita en la **tabla 1**, obtenemos los siguientes resultados:

Tipo de Río	IHF	QBR	IBMWP
Calizo	62,52	61,66	57,38
Silíceo	61.68	72.68	38.25
Río Medio *	62,16	66,43	49,11

Tabla 8: Promedio de las puntuaciones de los índices en función de la geología de los muestreos. * Sin tener en cuenta la geología

Para que los resultados sean más visuales se han realizado una serie de planos, donde se ha representado cada muestreo con su valor en color y su localización exacta, así se puede comprobar visualmente el estado de los muestreos realizados en la cuenca del Alto Guadalquivir, Anexo VI (IHF), Anexo VII (QBR) y Anexo VIII (IBMWP)

No obstante, la representación por colores puede llevar a equívocos, ya que, por ejemplo en el caso del índice QBR, se representan con color verde (Bosque ligeramente perturbado, calidad buena) dos ríos que pueden puntuar 75 y 90 puntos respectivamente, lo que no es del todo equitativo (Munné et al. 1998).

En planos los muestreos se han codificado numéricamente del 1 al 37 tal y como ha quedado expuesto en la **tabla 2**:

Se procedió a realizar un estudio comparativo de los diferentes valores obtenidos por índice estudiado en los ríos calizos y silíceos muestreados (**ver tabla 1**).

Si comparamos el valor del Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de los diferentes muestreos en función a su ecotipo (calizos y silíceos), obtenemos los siguientes gráficos, teniendo en cuenta que la frecuencia está expresada en número de casos:

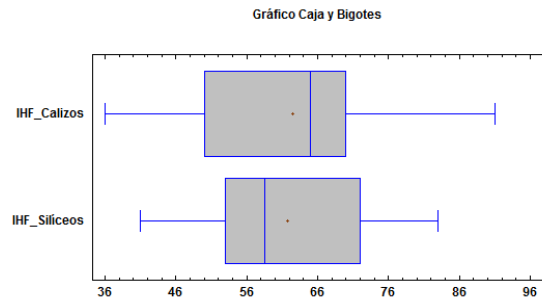
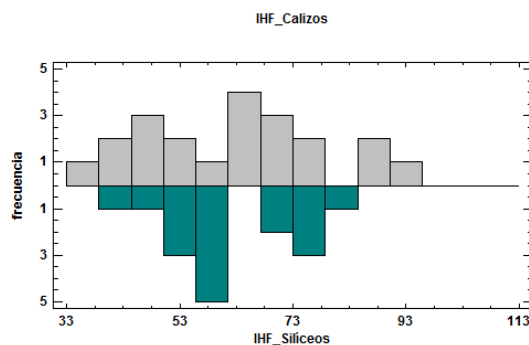


Figura 3: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre IHF de los ríos calizos y el IHF de los ríos silíceos.

El resumen estadístico de esta comparación es el siguiente:

	IHF Calizos	IHF Silíceos
Recuento	21	16
Promedio	62.5238	61.6879
Desviación Estándar	15.8386	11.4643
Coefficiente de variación	25.3321%	18.5844%
Mínimo	36	41
Máximo	91	83
Rango	55	42

Tabla 9. Resumen estadístico comparación IHF ríos calizos y ríos silíceos

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, el promedio muestra que el IHF medio en ríos calizos es superior al de los ríos silíceos, incluso existiendo una mayor desviación estándar y coeficiente de variación, estos datos no permiten inferir que la variabilidad de los hábitats en los ríos silíceos es menor a la de los ríos calizos, en los cuales encontramos una mayor variedad de hábitats. Lo cual se podía intuir a priori ya que la mayoría de los ríos silíceos muestreados se encuentran ubicados en terrenos forestales, si bien, los ríos calizos presentan una mayor heterogeneidad.

Si comparamos el valor del Índice de Calidad de Vegetación de Ribera (QBR) de los diferentes muestreos en función a su ecotipo (calizos y silíceos), obtenemos los siguientes gráficos:

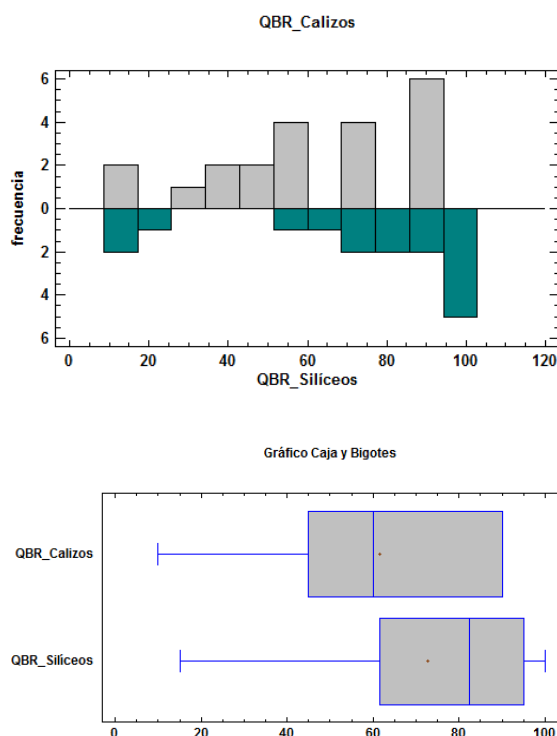


Figura 4: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre QBR de los ríos calizos y el QBR de los ríos silíceos.

El resumen estadístico de esta comparación es el siguiente:

	QBR Calizos	QBR Silíceos
Recuento	21	16
Promedio	61.6667	72.6875
Desviación Estándar	25.1661	29.7023
Coefficiente de variación	40.8099%	40.8631%
Mínimo	10	15
Máximo	90	100
Rango	80	85

Tabla 10. Resumen estadístico comparación QBR ríos calizos y ríos silíceos

La interpretación de la tabla superior, nos permite comprobar que el promedio del QBR de los ríos silíceos es mayor al de los ríos calizos, por lo que podemos estimar que el estado de los ríos silíceos, en lo que a vegetación de ribera se refiere, es mejor que el de los ríos calizos. Incluso el rango de datos obtenidos es mayor.

Finalmente, si comparamos el valor del Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP) de los diferentes muestreos en función a su ecotipo (calizos y silíceos), obtenemos los siguientes gráficos:

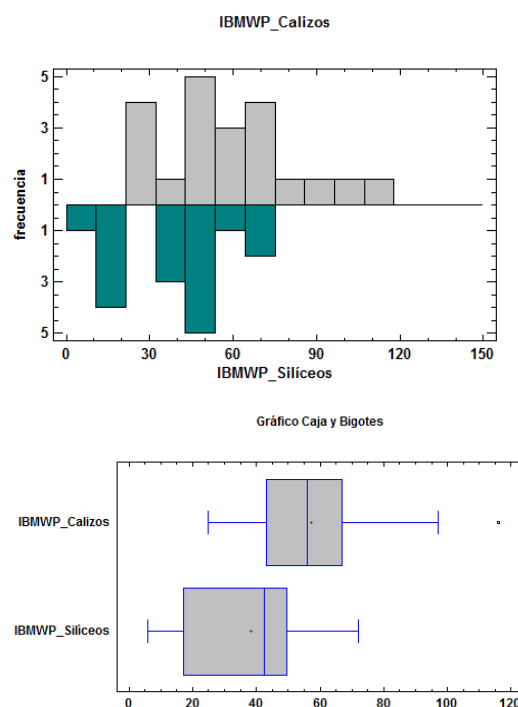


Figura 5: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre el IBMWP de los ríos calizos y el IBMWP de los ríos silíceos.

El resumen estadístico de esta comparación es el siguiente:

	IBMWP Calizos	IBMWP Silíceos
Recuento	21	16
Promedio	57.381	38.25
Desviación Estándar	24.0863	20.1312
Coefficiente de variación	41.976%	52.6307%
Mínimo	25	6
Máximo	116	72
Rango	91	66

Tabla 11. Resumen estadístico comparación IBMWP ríos calizos y ríos silíceos

En el caso del IBMWP, llama la atención que el promedio e incluso la desviación estándar es mayor en los ríos calizos. El valor máximo de todo el muestreo (116) se corresponde al valor de un río calizo (Valdearazo A), mientras que el mínimo (6) se corresponde con un muestreo silíceo (Guadalén B), por todo ello podemos inferir que la calidad de los ríos calizos es mayor si nos centramos en el índice IBMWP.

Si estudiamos los ríos individualmente y sumamos las puntuaciones de los diferentes muestreos dentro de un mismo río, podremos

llegar a inferir la calidad en cada uno de los ámbitos de estudio de los ríos estudiados. No obstante, debemos tener en cuenta que estaríamos asumiendo un error, ya que, como se ha mencionado anteriormente, cada muestreo tan solo ha ocupado 100 metros del río.

Ríos	IHF		QBR		IBMWP	
	Total	Media	Total	Media	Total	Media
Bedmar	172	57.3	145	48.33	134	44.6
Valdearazo	243	81	240	80	254	84.6
Guadalbullón	138	46	95	31.6	112	37.3
Guadalquivir	205	68.3	270	90	180	60
Viboras	204	68	145	48.3	209	69.6
Jandullilla	175	58.3	195	65	148	49.3
Guadiana Menor	176	58.6	205	68.3	168	56

Ríos	IHF		QBR		IBMWP	
	Total	Media	Total	Media	Total	Media
Jandula	129	64.5	175	87.5	106	53
Guarrizas	174	58	190	63.3	68	22.6
Guadalén	113	56.5	100	50	42	21
Rumblar	202	67.3	275	91.6	102	34
Guadalmena	132	66	78	39	60	30
Guadalimar	162	54	255	85	184	61.3
Yeguas	75	75	90	90	43	43

Figura 6: Resultados parámetros estudiados por río.

Los resultados estadísticos de la comparación de los ríos calizos y silíceos del tramo alto de Guadalquivir, en lo que a los índices estudiados se refiere, se pueden comprobar en los siguientes gráficos y tablas.

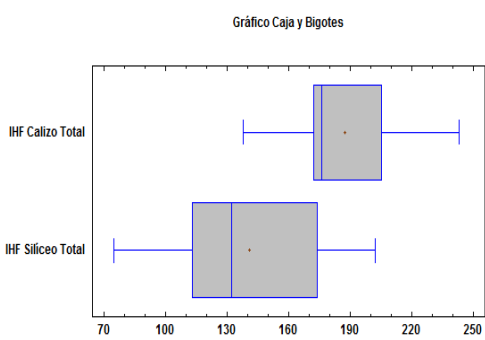
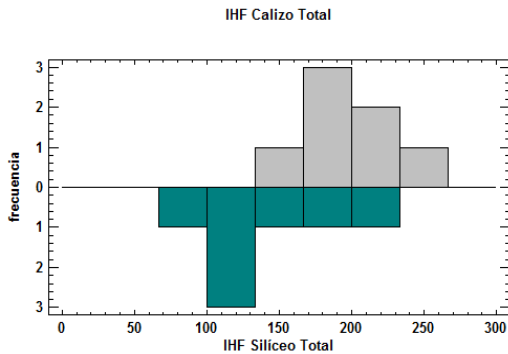


Figura 7: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre el IHF total de los ríos calizos y el IHF total de los ríos silíceos.

	IHF TOTAL Calizos	IHF TOTAL Silíceos
Recuento	7	7
Promedio	187.571	141
Desviación Estándar	33.2609	42.0634
Coefficiente de variación	17.7324%	29.8322%
Mínimo	138	75
Máximo	243	202
Rango	105	127

Tabla 12. Resumen estadístico comparación IHF total ríos calizos y ríos silíceos

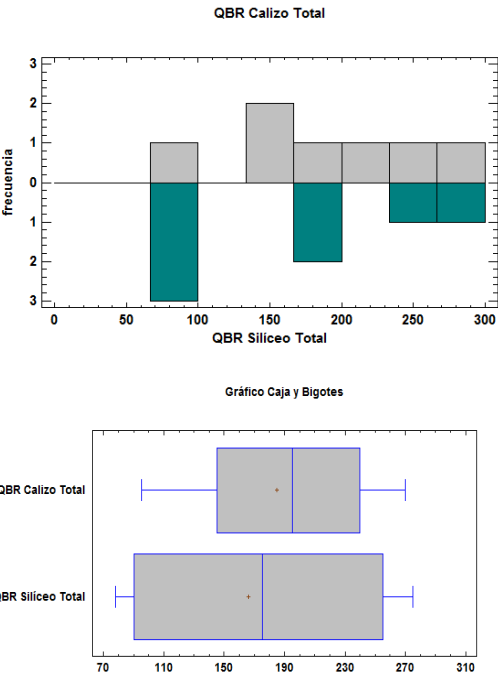


Figura 8: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre el QBR total de los ríos calizos y el QBR total de los ríos silíceos.

	QBR TOTAL Calizos	QBR TOTAL Silíceos
Recuento	7	7
Promedio	185	166.143
Desviación Estándar	60.6218	79.9321
Coefficiente de variación	32.7685%	48.1105%
Mínimo	95	78
Máximo	270	275
Rango	175	197

Tabla 13. Resumen estadístico comparación QBR total ríos calizos y ríos silíceos

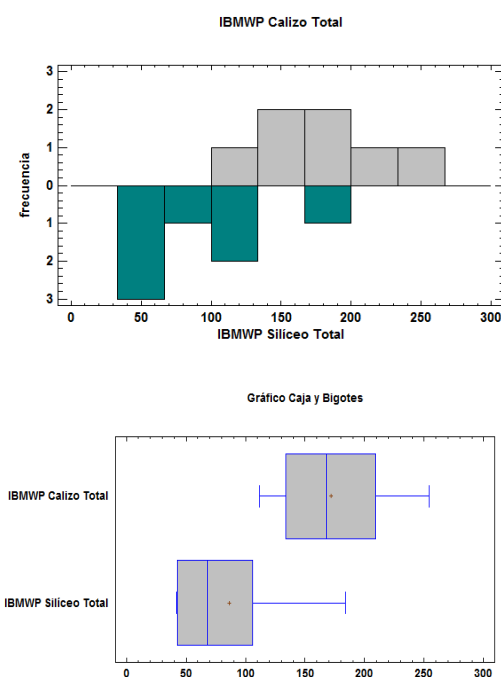


Figura 9: Relación de frecuencias y gráfico de caja y bigotes entre el IBMWP total de los ríos calizos y el IBMWP total de los ríos silíceos.

	IBMWP TOTAL Calizos	IBMWP TOTAL Silíceos
Recuento	7	7
Promedio	172.143	86.4286
Desviación Estándar	47.9459	50.0728
Coefficiente de variación	27.8524%	57.9355%
Mínimo	112	42
Máximo	254	184
Rango	142	142

Tabla 14. Resumen estadístico comparación IBMWP total ríos calizos y ríos silíceos.

Discusión de los Resultados

El uso de los índices de calidad del entorno (QBR, IHF e IBMWP) mostraron una clara idea de cómo se encontraban comparativamente las distintas estaciones estudiadas (Palma et al, 2009).

La utilización de índices de calidad, ya sea del entorno o de tipo biológicos usando macroinvertebrados bentónicos (Figuerola et al. 2007), resultan de gran utilidad debido a su bajo costo, su fácil estandarización y sobre todo por la facilidad que ofrecen a grupos de trabajos no especializados en la obtención de resultados eficaces y reales de lo que sucede en los sistemas de aguas corrientes, lo cual es uno de los objetivos de los Protocolos Rápidos de Evaluación de la Calidad Ecológica. Identificar la calidad del entorno físico y poder valorarlo cuantitativamente es uno de los objetivos de la comunidad Europea dentro de la Directiva Marco del Agua (D.O.C.E. 2000), así como determinar el estado ecológico de sus aguas continentales basándose en criterios biológicos (Jaimes-Cuellar et al. 2002). Diversas actividades humanas como asentamientos humanos, actividades industriales, deforestación, desarrollo de agricultura y pastoreo, han provocado una fuerte degradación de estos ambientes. Los resultados son incrementos en la sedimentación, formación de bancos de arenas con la consecuente alteración de la geomorfología y hábitats ribereños, pérdida de diversidad de especies, estructura y composición de macroinvertebrados, alteración de régimen hidrológico (Naiman et al. 1993).

Palma et al (2007), en el río Biobio, un afluente del río Andalién en la cuenca Mediterránea de Chile obtuvieron los siguientes resultados:

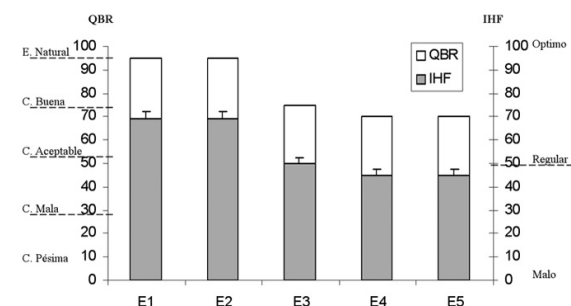


Figura 10: Resultados obtenidos por Palma et al (2007).

Tal y como se puede apreciar si comparamos los resultados de la figura anterior con los datos medios de la figura 3, detectamos que los resultados del río Biobio son más altos que los obtenidos en el Alto Guadalquivir esto es debido a que el río Biobio transcurre eminentemente por una zona forestal, mientras que los datos medios de los muestreos obtenidos en el Alto Guadalquivir incluyen zonas forestales, agrícolas e incluso semiurbanas. A pesar de ello, si eliminamos los muestreos más bajos (principalmente ubicados en zonas agrícolas) los valores de IHF y QBR obtenidos se asemejan en gran medida a los obtenidos en Chile.

El propio autor, ha realizado en el río Jarama (Madrid) una serie de muestreos para caracterizar de cara a la abundancia de macroinvertebrados la calidad del curso bajo del citado cuerpo de agua. A pesar de que el trabajo no se ha publicado aún, los datos arrojados por los citados muestreos se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Denominación Punto de Muestreo	Coordenadas	IBMWP
Jarama A (San Martín de la Vega)	X-452441 Y-4451489	33
Jarama B (Titulcia)	X-451515 Y-4444145	25
Jarama C (Aranjuez)	X-447835 Y-4436725	18

Tabla 15. Resultados muestreos río Jarama.

Tal y como apreciamos en la tabla anterior, si comparamos los resultados del río Jarama con los resultados medios para el índice IBMWP de la figura 3, apreciamos que el río Jarama, tal y como se puede pensar de inicio se encuentra en un peor estado ecológico que la mayoría de los ríos analizados en el Alto Guadalquivir, ya que en su trazado muestran una menor industrialización y urbanización.

Conclusión

En cuanto a las conclusiones obtenidas, cabe citar, que a pesar de lo ambicioso del proyecto, para la caracterización ambiental global de los ríos del tramo alto del Guadalquivir, sería necesario dedicar mucho más tiempo, intensidad

y esfuerzo de muestreo. Este estudio pretende ser orientativo y fijar una base para posteriores trabajos que caractericen al 100% la zona de estudio.

Una vez mencionado esto, dividiremos las conclusiones obtenidas en función de los índices estudiados (parámetros físicos, IHF, QBR e IBMWP).

Parámetros físico/químicos

En el caso de los parámetros físicos de los ríos muestreados, se puede concluir en base a los resultados medios especificados en la tabla 6 del presente estudio que, primeramente, el ancho y la profundidad media del muestreo fue mucho mayor en los ríos silíceos que en los calizos, sin embargo, la conductividad fue mayor en los ríos calizos. En el caso de los demás parámetros estudiados no existe tanta diferencia, dependiendo en gran medida a su vez del sitio de muestreo escogido, o incluso del día en el que se realizó el muestreo (como en el caso de la temperatura).

Por todo ello se estima que los parámetros físico/químicos, en la escala a la que se ha realizado el proyecto no presentan información significativa. Para que estos parámetros fuesen relevantes, sería necesario muestrear la totalidad del cuerpo de agua, para así poder realizar las comparaciones oportunas.

Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

El Índice del Hábitat Fluvial medio en todos los ríos estudiados (**tabla 9**) arroja un valor de 62,16 puntos, por lo que el estado medio de calidad es “bueno” según Vieira-Lanero, 2008, incluso separando los muestreos en función de su ecotipo geológico (calizo y silíceo), los valores serían 62,52 y 61,68 respectivamente, incluidos también en la categoría de calidad “buena” según Vieira-Lanero, 2008.

En la figura 3 y la **tabla 9** se relacionan estadísticamente el IHF de los muestreos calizos y silíceos pudiendo comprobar de un modo más patente que a pesar de que el promedio de los dos sea bastante similar, el rango de los resultados de los muestreos calizos es mucho mayor (55) que el de los silíceos (42), lo cual nos hace pensar que la variabilidad del hábitat

es mayor en ríos calizos que silíceos. Si bien, si nos ceñimos a parámetros de calidad, a pesar de que el máximo se haya detectado en un río calizo (Valdearazo, 91), no se puede aseverar con claridad que los muestreos de mayor calidad, en lo que al IHF se refieren, sean muestreos calizos.

Si asumimos posibles errores de extrapolación y extrapolamos los resultados obtenidos en los muestreos, al total del río, podemos relacionar el IHF total de los ríos calizos y silíceos, tal y como se ha planteado en la **figura 6** y en la **tabla 12**. En este caso se observa claramente como la calidad de los hábitats fluviales es mayor en los ríos calizos que en los silíceos, habiendo 46 puntos de diferencia entre las medias, incluso con un rango mucho menor.

No obstante se estima que la diferencia no es excesivamente acusada y que en el caso del hábitat, no se puede dar una respuesta clara de que tipo de ecotipo supone un plus respecto al otro.

Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

El Índice Calidad del Bosque de Ribera medio en todos los ríos estudiados (**figura 6**) arroja un valor de 66,43 puntos, por lo que en el estado medio de calidad existe un “Inicio de alteración importante, calidad intermedia” según Munné et. al., (1998).

Si separamos los muestreos en función de su ecotipo geológico (calizo y silíceo), los valores serían 61,66 y 72,68 respectivamente, (**tabla 10**). En este caso los ríos calizos seguirían presentando un “Inicio de alteración importante, calidad intermedia”, mientras que los ríos silíceos existiría un “Bosque ligeramente perturbado, calidad buena” según Munné et. al., 1998.

En la figura 8 y la tabla 13, se relacionan los parámetros extraídos del estudio de la calidad del bosque de ribera de los diferentes muestreos planteados, en función de su geología. En el Gráfico de Caja y Bigotes, se aprecia que la calidad del bosque de ribera de los muestreos silíceos es mayor que la de los ríos calizos, incluso detectándose en el promedio (61.66 y 72.68 respectivamente).

Si asumimos el error y extrapolamos los resultados obtenidos en los muestreos, al total del río, podemos relacionar el QBR total de los ríos calizos y silíceos, tal y como se ha planteado en el **figura 8** y en la **tabla 13**. En este caso se observa claramente como la calidad del bosque de ribera es mucho más amplia (presenta un rango de 197 puntos) en los ríos silíceos que en los ríos calizos, este amplio rango hace disminuir el promedio de los ríos silíceos (166,14, por los 185 puntos de los ríos calizos), si bien a pesar de esto se considera que el bosque de ribera de los ríos silíceos se encuentra en mejores condiciones que el de los ríos calizos.

Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP)

El Índice de macroinvertebrados presentes en el medio de los ríos estudiados arroja un valor de 49,11 puntos, por lo que el estado medio de calidad es “dudosa, existiendo contaminación en la aguas” según Alba-Tercedor (2002), incluso separando los muestreos en función de su ecotipo geológico (calizo y silíceo), los valores serían 57,38 y 38,25 respectivamente, incluidos también en la categoría de calidad “dudosa, existiendo contaminación en la aguas” según Alba-Tercedor, (2002).

Si estudiamos los muestreos en función de su geología, tal y como se especificó en la **figura 1**, apreciamos que los muestreos calizos presentan mayores valores en el IBMWP, incluso siendo el promedio (57.38 y 38.25, respectivamente) mucho mayor para los muestreos calizos.

Si tal y como se ha especificado anteriormente, asumimos el error y extrapolamos los datos obtenidos al total del río objeto de muestreo, tal y como se puede apreciar en la **figura 9** y la **tabla 14**, se observa claramente como el IBMWP es mucho mayor en los ríos calizos, presentando estos mayor calidad en lo que a macroinvertebrados se refiere.

En definitiva, si además de en los resultados numéricos expuestos anteriormente nos fijamos en los resultados cartográficos representados en los planos anexos (**Anexo VI, VII, VIII, IX, X y XI**), se concluye que en los ríos silíceos el QBR (índice de calidad de bosque de ribera)

indica que el bosque de ribera es de mayor calidad que el de los ríos calizos.

En el caso del IBMWP, los ríos calizos presentan una extraordinaria biodiversidad de macroinvertebrados, superando con creces a la existente en los ríos silíceos.

Mientras que en el caso del IHF, a pesar de que pudiera parecer que los hábitats de los ríos calizos fuesen mejores que los de los ríos silíceos, los resultados no arrojan la suficiente luz, siendo ambos parámetros muy parecidos, por lo que no se puede concluir con claridad.

Agradecimientos

Queda el autor muy agradecido de la colaboración y, sobretodo paciencia, de dos grandes profesores de la Universidad de Jaén como son D. Francisco José Guerrero Ruíz y D. Francisco José Márquez Jiménez. También es remarcable la colaboración de Carlos Carrillo Maestro gerente de CISTA S.L. que ha colaborado tanto logísticamente como con la cesión altruista de material. Mención especial, merecen todas aquellas personas sin las cuales hubiera sido imposible realizar el presente estudio, mil gracias por su tiempo a los “compañeros de muestreo” como Estrella Castillo Sánchez, Azahara Rosales Serrano, Pablo Jiménez García, Juan Carlos López Francés, Alberto Reloba Martínez, Karla Juliana Marrúas Almeida, Francisco Fuentes Quero, Putri Ayu Shalilah y Sandra Mancebo Herrero. Por último, pero no menos importante, destacar la aportación de Carlos Toribio Expósito en la identificación de macroinvertebrados.

Bibliografía

-ABELL, R. A., D. M. OLSON, E. DINERSTEIN, P.T. HURTLEY, J. T. DIGGS, W. EICHBAUM, S.WALTERS, W. WETTENGEL, T. ALLNUTT, C.J. LOUCKS & P. HEDAO. 2000. Freshwater ecoregions of North America. A conservation assessment. Washington, DC: Island Press.

-ALBA-TERCEDOR, J. & F. JIMÉNEZ MILLAN, 1987. Evaluación de las variaciones estacionales de la calidad de las aguas del Río Guadalfeo, basada en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y

de los factores físicoquímicos, En: LUCDEME 111. ICONA. Monografía 48: 1-91. Madrid.

-ALBA-TERCEDOR, J., & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4(5), 1-56.

- ALONSO, A. (2006). Valoración del efecto de la degradación ambiental sobre los macroinvertebrados bentónicos en la cabecera del río Henares. *Revista Ecosistemas*, 15(2).

-BAILEY, R. G. 1996. Ecosystem geography. New York: Springer-Verlag.

- CALABUIG, E. D. L. el ecosistema fluvial del Duero y sus ríos.

-CARDONA, G. G. (2008). Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. *Revista Tumbaga*, 1(3).

-CASAS, J. L. O. (2002). La directiva marco del agua (2000/60/CE): aspectos relevantes para el proyecto GUADALMED. *Limnetica*, 21(3-4), 5-12.

-DESCALS, E.; SANDERS, P. F. & UGALDE, U. O. 1978. Hifomicetos ingoldianos del País Vasco. *Munibe*, 29: 237-260.

-D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.

-FIGUEROA, R., A. PALMA & V.H. RUÍZ. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillan, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural* 80 (2):225-242.

-GERRITSEN, J., M. T. BARBOUR & K. KING. 2000. Apples, oranges and ecoregions: on determining pattern in aquatic assemblages. *J. N. Am Benthol. Soc.*, 19: 497-500.

-GONZÁLEZ, E. R., & GARRIDO, J. Z. Instrucciones para el formato de presentación de artículos.

- HELLAWELL, J.M. 1978. Biological surveillance of rivers. Water Research Center, Stevenage, 332 pp.
- HOCUTT, C. H. & E. O. WILEY. 1986. The zoogeography of North American freshwater fishes. New York: John Wiley and Sons.
- HOJA, N. Mapa Geológico de España.
- ILLIES, J. 1978. Limnofauna europaea. Amsterdam: Swets & Zeitlinger B. V.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P., VIVAS, S., BONADA, N., ROBLES, S., MELLADO, A., ÁLVAREZ, M.,... & PRAT, N. (2002). Protocolo GUADALMED (prece). *Limnetica*, 21(3-4), 187-204.
- MOLERO-MELGAREJO, E.; RODRÍGUEZ-ROJAS, M.I.; GRINDLAY-MORENO, A.L. La enseñanza del urbanismo de los ingenieros civiles y los sistemas de información geográfica. Granada: Universidad de Granada. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, 2015. [<http://hdl.handle.net/10481/36646>]
- MUNNÉ, A., SOLÁ, C., & PRAT, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua*, 175, 20-37.
- NAIMAN, R.J., H. DECAMPS & M. POLLOCK. 1993. The role of riparian corridors in maintaining biodiversity. *Ecological Applications* 2: 209-212.
- NORRIS, R. H. 1995. Biological monitoring: the dilemma of data analysis. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 14: 440-450.
- OMERNIK, J. M. 1995. Ecoregions: a framework for managing ecosystems. *George Wrigth Forum* 12: 35-50.
- PALMA, A., FIGUEROA, R., & RUÍZ, V. H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 57-63.
- PARDO, I., M. ALVAREZ, J. CASAS, J. MORENO, S. VICAS, N. BONADA, J. ALBATERCEDOR, P. JÁIMEZ-CUÉLLAR, G. MOYA, N. PRAT, S. ROBLES, M. SUAREZ, M. TORO & M. VIDAL-ABARCA. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de habitat. *Limnetica* 21: 115-132
- PRAT, N., MUNNÉ, A., SOLÁ, C., BONADA, N., & RIERADEVALL, M. (1999). Perspectivas en la utilización de los insectos acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los ríos. Aplicación a los ríos mediterráneos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58(1-2).
- PRAT, N., & BONADA, N. (2002). El proyecto GUADALMED. *Limnetica*, 21(3-4), 1-3.
- RESH, V. H., R. H. NORRIS & M. T. BARBOUR. 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Aust. J. Ecol.*, 20: 108-121.
- SMITH, R.L. & T.M. SMITH. 2000. Elements of Ecology. 4th edition update. Adison Wesley Longman, Inc.
- SPIEGELER, M., & ALEJANDRA, S. (2015). Determinación de la influencia de las características fisicoquímicas medidas a través del índice simplificado de calidad del agua (ISQA), sobre la biota medida a través del índice biótico BMWP en la microcuenca del Río Contreras del municipio de Guatemala (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- VIEIRA-LANERO, R., SERVIA, M. J., BARCA, S., COUTO, M. T., RIVAS, S., SÁNCHEZ, J., ... & LAGO, L. (2008) Índices de calidad de la vegetación de ribera y del hábitat fluvial en los afluentes de la margen española del Baixo Miño.
- WEBSTER & DESCALS, 1981. Morphology, distribution and ecology of conidial fungi in freshwater habitats. In: COLE, G. T. and KENDRICK, B. The Biology of Conidial Fungi. New York, Academic Press: 295-355.
- WRIGTH, J. F., M. T. FURSE & P. D. ARMITAGE. 1993. RIVPACS - a technique for evaluating the biological quality of rivers in the U.K. *European Water Pollution Control*, 3: 15-25.

Bibliografía Legal

-D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.

-Real Decreto 1071/2007, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España, 29 de agosto de 2007.

-Ley 42/2007, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, Sevilla, España, 13 de diciembre de 2007.

-Ley 62/2003, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España, 30 de diciembre de 2003.

-Ley 2/1989, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, Sevilla, España, 18 de julio de 1989.

Anexo I – Anexo Fotográfico.



Imagen 1. Visión general Muestreo Bedmar A (Cuadros).



Imagen 2. Heptageniidae capturado en Guadalbullón B.

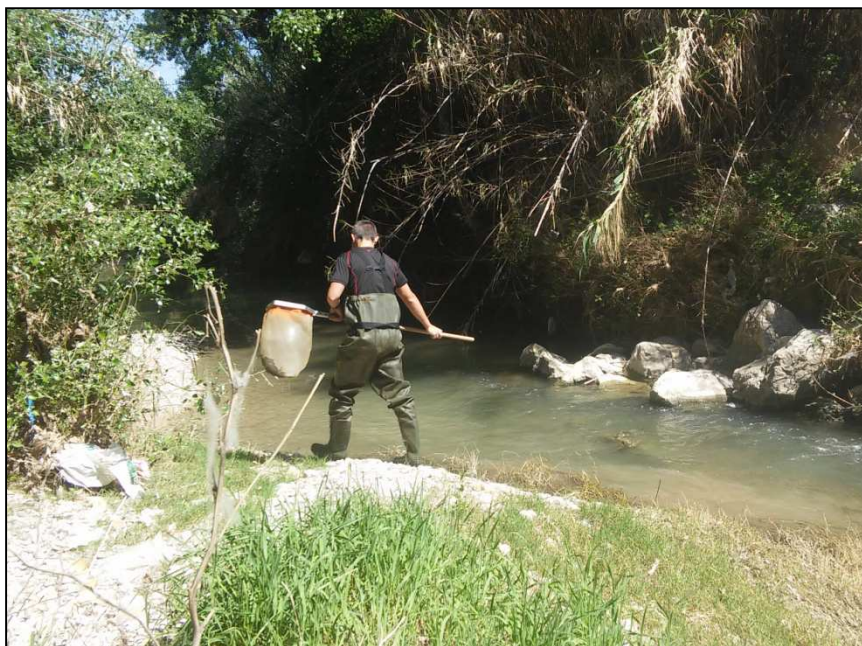


Imagen 3. Vista general de muestreo Guadalbullón C. (Puente Nuevo)



Imagen 4. Vista general de muestreo Guadalen A. (Cerca de Miralrío)



Imagen 5. Vista general de muestreo Guadalquivir C. (Cerca de Villargordo)



Imagen 6. Simulidae capturado en Guadalquivir C.



Imagen 7. Visión general del muestreo Guarrizas C (a la altura de El Piélago).

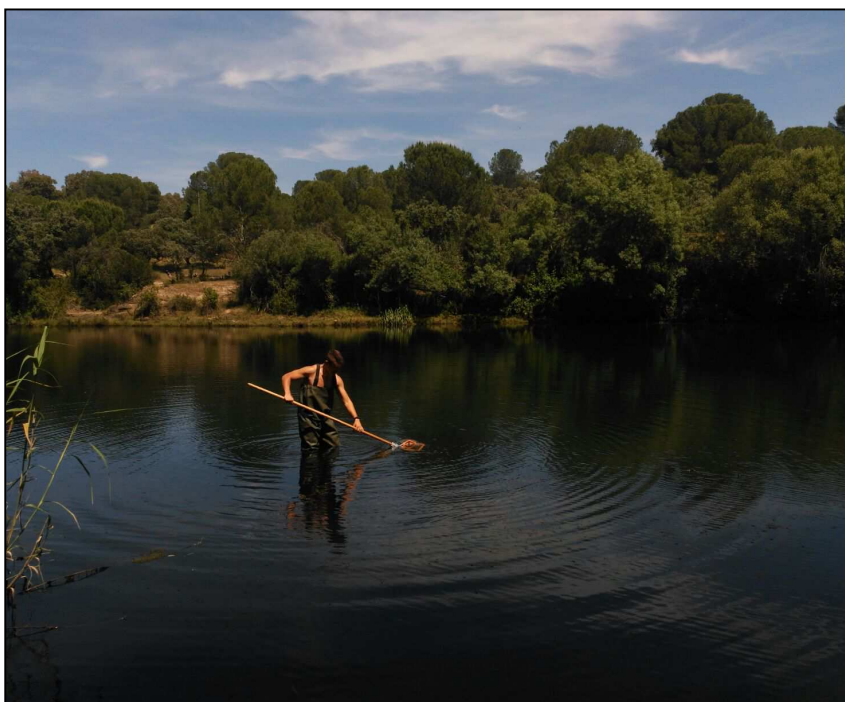


Imagen 8. Visión general del muestreo Jándula A (a la altura de la Presa del Encinarejo).



Imagen 9. Ejemplar de la familia Nepiidae capturado en el muestreo Jandulilla A.

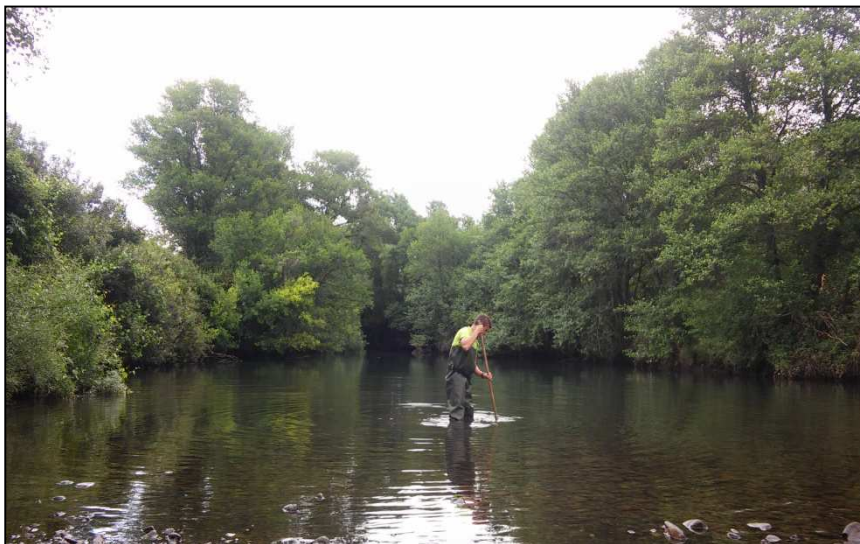


Imagen 10. Vista general del muestreo Rumblar B (Finca Burguillos).



Imagen 11. Ejemplar de la familia Tipulidae capturado en el muestreo Valdearazo A.



Imagen 12. Ejemplar de la familia Ephemerilidae capturado en el muestreo Valdearazo A.

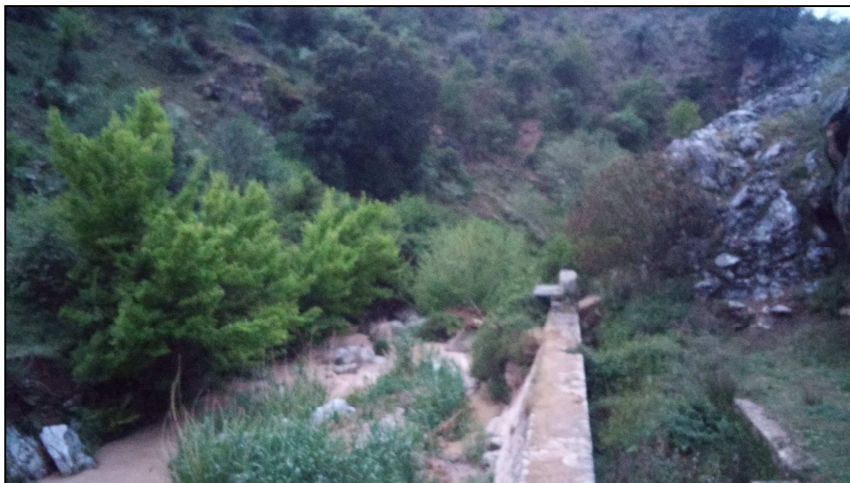


Imagen 13. Vista general del muestreo Víboras A. (Fábrica de la luz, Junta de los Ríos, Valdepeñas de Jaén)



Imagen 14. Vista general del muestreo Víboras B. (Colas del Embalse del Víboras)



Imagen 15. Vista general de algunos ejemplares capturados en el muestreo Víboras C.



Imagen 16. Vista general de la mesa de trabajo para la identificación de individuos capturados.

ESTUDIO ESTADO RÍOS GUADALQUIVIR

Fotografía del entorno	
Sí	No

Nombre observadores: Enrique Solas Francés

	Inicio	Recogida		
Fecha:			Nombre de la Estación:	
Hora inicio:			Cuenca:	Subcuenca:
Hora de fin:			Termino municipal:	
Coordenadas	UTM X:	Huso:		
	UTM Y:	Sistema Proyección:	ED50 ☐ ETRS89 ☒ WGS84 ☐	
Croquis de la colocación de los esfuerzo en la Estación			Tipo de Esfuerzo:	
			☐	
			Red de mano ☐	
			Red Surber ☐	
			Nasa ☐	

VIENTO: Nulo ☐ Suave ☐ Moderado ☒ Fuerte ☐	Tª (°C):	LLUVIA: Sí ☐ No ☐
NIEBLA Sí ☐ No ☐	COBERTURA NUBES: 0% 25% 50 % 75 % 100%	

Descripción de la Estación:

pH:	Tª Agua (°C):	Visibilidad(cm):	Profundidad(cm):
Conductividad:	Velocidad de Corriente (m/s)		Ancho del río (m)

Fauna y Flora Detectada	
Fauna	Flora (Braun Blanquet)

Observaciones:

ANEXO III – HOJA DE CAMPO IHF

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF

		Estación	
		Fecha	
		Operador	

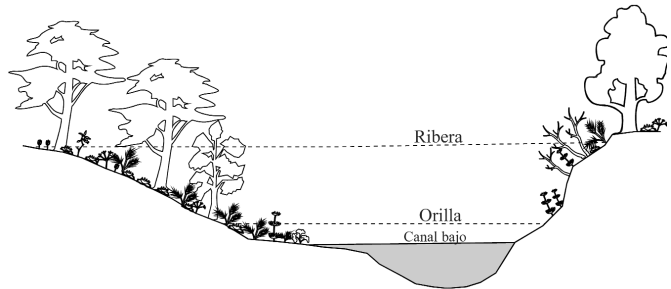
Bloques	Puntuación	
1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas		
Rápidos		
Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas		
Sedimentación 0 - 30%	10	
Sedimentación 30 - 60%	5	
Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)		
2. Frecuencia de rápidos		
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)		
3. Composición del sustrato		
% Bloques y piedras	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Cantos y gravas	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Arena	1 - 10%	2
	> 10%	5
% Limo y arcilla	1 - 10%	2
	> 10%	5
TOTAL (sumar categorías)		
4. Regímenes de velocidad / profundidad		
somero:< 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10
lento:< 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8
	Sólo 2 de las 4	6
	Sólo 1 de las cuatro	4
TOTAL (una categoría)		
5. Porcentaje de sombra en el cauce		
Sombreado con ventanas	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	
TOTAL (una categoría)		
6. Elementos heterogeneidad		
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4
	< 10% ó > 75%	2
Presencia de troncos y ramas		2
Raíces expuestas		2
Diques naturales		2
TOTAL (sumar categorías)		
7. Cobertura de vegetación acuática		
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
% Pecton	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10
	< 10% ó > 50%	5
TOTAL (sumar categorías)		
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)		
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:		
Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10	
Frecuencia de rápidos	10	
Composición del sustrato	20	
Régimen velocidad / profundidad	10	
Porcentaje de sombra en el cauce	10	
Elementos de heterogeneidad	10	
Cobertura de vegetación acuática	30	

ANEXO IV – HOJA DE CAMPO QBR

CALIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES. ÍNDICE QBR

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha). Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación _____

Fecha _____

Grado de cubierta de la zona de ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
-5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
-5	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
-5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-10	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+5	si el número de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
-5	si hay estructuras construidas por el hombre			
-5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto alóctono** aislada			
-10	si hay sp. de árboles y/o arbustos alóctonos** formando comunidades			
-10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

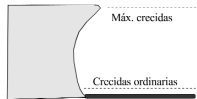
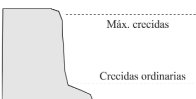
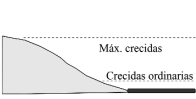
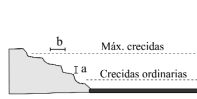
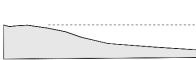
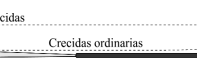
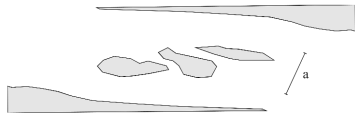
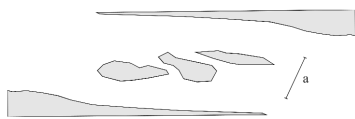
Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
-10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-10	si existe alguna presa <O> U otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

		Puntuación		
Tipos de desnivel de la zona riparia		Izquierda	Derecha	
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			6	6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y llana.			1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río				
Anchura conjunta “a” > 5 m.		- 2		
Anchura conjunta “a” entre 1 y 5 m.		- 1		
Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente				
> 80 %		No se puede medir		
60 - 80 %		+ 6		
30 - 60 %		+ 4		
20 - 30 %		+ 2		
Puntuación total				
Tipo geomorfológico según la puntuación				
> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera		
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos		
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso		

** Especies frecuentes y consideradas alóctonas

Salix babylonica
Nicotiana sp.
Castanea sativa

Arundo donax
Robinia pseudo-acacia
Frutales

Ficus sp.
Ceratonia siliqua

Ailanthus altissima
Platanus x hispanica

1) El índice no es aplicable en las zonas más altas de las cuencas en las que no existe de forma natural vegetación arbórea.

2) En las zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, se entiende que se contemplan los arbustos con porte arbóreo como los árboles que se consideran en esta hoja de campo.

(Para este último caso, ver la aplicación del índice realizado en Murcia y publicado en Tecnología del Agua)

ANEXO V – HOJA DE CAMPO IBMWP

Anexo. Hojas de campo del IBMWP, IHF y QBR usadas en el proyecto GUADALMED. *Field sheets for the IBMWP, IHF and QBR indices used in the Guadarmed project.*

IBMWP

Río:			Fecha:			Localidad:			Identificado por:		
TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund			
TRICLADIDA			ODONATA			TRICHOPTERA					
Dendrocoelidae	5		Aeshnidae	8		Beraeidae	10				
Dugesidae	5		Calopterygidae	8		Brachycentridae	10				
Planariidae	5		Coenagrionidae	6		Calamoceratidae	10				
OLIGOCHAETA	1		Cordulegasteridae	8		Ecnomidae	7				
HIRUDINEA			Corduliidae	8		Glossosomatidae	8				
Erpobdellidae	3		Gomphidae	8		Goeridae	10				
Glossiphoniidae	3		Lestidae	8		Hydropsychidae	5				
Hirudidae	3		Libellulidae	8		Hydroptilidae	6				
Piscicolidae	4		Platynemididae	6		Lepidostomatidae	10				
MOLLUSCA			PLECOPTERA			Leptoceridae	10				
Ancylidae	6		Capniidae	10		Limnephilidae	7				
Bithyniidae	3		Chloroperlidae	10		Molannidae	10				
Ferrissidae	6		Leuctridae	10		Odontoceridae	10				
Hydrobiidae	3		Nemouridae	7		Philopotamidae	8				
Lymnaeidae	3		Perlidae	10		Phryganeidae	10				
Neritidae	6		Perlodidae	10		Polycentropodidae	10				
Physidae	3		Taeniopterygidae	10		Psychomyiidae	8				
Planorbidae	3		HETEROPTERA			Rhyacophilidae	7				
Sphaeriidae	3		Aphelocheiridae	10		Sericostomatidae	10				
Thiaridae	6		Corixidae	3		Thremmatidae	10				
Unionidae	6		Gerridae	3		LEPIDOPTERA					
Valvatidae	3		Hydrometridae	3		Pyrallidae	4				
Viviparidae	6		Mesoveliidae	3		DIPTERA					
HYDRACARINA	4		Naucoridae	3		Athericidae	10				
OSTRACODA	3		Nepidae	3		Blephariceridae	10				
AMPHIPODA			Notonectidae	3		Ceratopogonidae	4				
Corophiidae	6		Pleidae	3		Chironomidae	2				
Gammaridae	6		Veliidae	3		Culicidae	2				
ISOPODA			NEUROPTERA			Dixidae	4				
Asellidae	3		Sialidae	4		Dolichopodidae	4				
DECAPODA			COLEOPTERA			Empididae	4				
Astacidae	8		Chrysomelidae	4		Ephydriidae	2				
Atyidae	6		Curculionidae	4		Limoniidae	4				
Palaemonidae	6		Dryopidae	5		Muscidae	4				
EPHEMEROPTERA			Dytiscidae	3		Psychodidae	4				
Baetidae	4		Elmidae	5		Ptychopteridae	4				
Caenidae	4		Gyrinidae	3		Rhagionidae	4				
Ephemerellidae	7		Haliplidae	4		Sciomyzidae	4				
Ephemeridae	10		Helodidae	3		Simuliidae	5				
Heptageniidae	10		Hydraenidae	5		Stratiomyidae	4				
Leptophlebiidae	10		Hydrochidae	5		Syrphidae	1				
Oligoneuriidae	5		Hydrophilidae	3		Tabanidae	4				
Polymitarcidae	5		Hygrobidae	3		Thaumaleidae	2				
Potamanthidae	10		Noteridae	3		Tipulidae	5				
Prosopistomatidae	7		Psephenidae	3							
Siphonuridae	10		Scirtidae	3							

Número ind.	Abund.	Otros organismos
1-3	1	Cambaridae
4-10	2	Dreissenidae
11-100	3	Hydridae
> 100	4	

