

Martí Talavera, Javier; Nova Sánchez, Raúl. Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en la cuenca del Segura: embalse de la Fuensanta-Llano de la Vida (Desembocadura del río Taibilla). *GeoGraphos* [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, 2 de septiembre de 2019, vol. 10, nº 120 p. 238-268 [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10.14198/GEOGRA2019.10.120].



<http://web.ua.es/revista-geographos-giecryal>

Vol. 10. Nº 120

Año 2019

APLICACIÓN DEL ÍNDICE HIDROGEOMORFOLÓGICO (IHG) EN LA CUENCA DEL SEGURA: EMBALSE DE LA FUENSANTA- LLANO DE LA VIDA (DESEMBOCADURA DEL RÍO TAIBILLA)

Javier Martí Talavera
Identificador ORCID: 0000-0002-1624-2843
Escuela de Doctorado de la Universidad de Alicante (España)
Doctorando en Geografía Física y Ordenación del Territorio
Correo electrónico: jmt25@alu.ua.es

Raúl Nova Sánchez
Identificador ORCID: 0000-0002-5675-6160
Graduado en Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Murcia (España)
Correo electrónico: raul.nova@um.es

Recibido: 27 de junio de 2019. Aceptado: 02 de septiembre de 2019

RESUMEN

Las numerosas infraestructuras destinadas a paliar los efectos de inundaciones y sequías en la Demarcación Hidrográfica del Segura hacen de esta la más regulada de Europa. Presas, canales, sistemas de riego y otras obras hidráulicas provocan un deterioro en la corriente fluvial, que presenta a menudo consecuencias irreversibles y, en ocasiones, desconocidas. El presente trabajo es el resultado del interés por analizar el impacto que genera la presa de un embalse en la dinámica fluvial. De esta forma, se pretende evaluar el grado de naturalidad hidrogeomorfológica de un tramo del río Segura comprendido entre el embalse de la Fuensanta y la desembocadura del río Tabilla. Para ello, se ha empleado el Índice Hidrogeomorfológico (IHG), el cual ha sido desarrollado con éxito anteriormente en la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

Palabras clave: Río Segura, calidad hidrogeomorfológica, geomorfología fluvial, entornos fluviales.

APPLICATION OF THE HYDROGEOMORFOLOGICAL INDEX (IHG) IN THE SEGURA'S CUENCA: EMBALSE DE LA FUENSANTA-LLANO DE LA VIDA (TAIBILLA'S RIVER MOUTH)

ABSTRACT

The numerous infrastructures designed to mitigate the effects of floods and droughts in the Segura River Demarcation make it the most regulated in Europe. Dams, canals, irrigation systems and other hydraulic works cause a deterioration in the fluvial current that often has irreversible and, sometimes, unknown consequences. The present essay is the result of the interest to analysing the impact that generates the dam of a reservoir on river dynamics. In this way, it the aims is to evaluate the degree of hydrogeomorphological naturalness of a section of the Segura River between the Fuensanta reservoir and the mouth of the Taibilla River. For this, we have used the Hydrogeomorphological Index (HGI), successfully developed previously in the Ebro Hydrographic Demarcation.

Keywords: Segura River, hydrogeomorphological quality, fluvial geomorphology, fluvial environments.

APLICAÇÃO DO ÍNDICE HIDROGEOMORFOLÓGICO (IHG) NA SEGURA CUENCA: PACOTE DA PLANTA LIFESTANA DA VIDA (DESCARGA DO RIO TAIBILLA)

RESUMO

As numerosas infraestruturas concebidas para aliviar os efeitos das inundações e secas na Bacia do Rio Segura tornam-na a mais regulamentada da Europa. Barragens, canais, sistemas de irrigação e outras obras hidráulicas causam uma deterioração da corrente fluvial que muitas vezes tem consequências irreversíveis e, por vezes, desconhecidas. O presente trabalho é fruto do interesse em analisar o impacto que gera a barragem de um reservatório na dinâmica fluvial. Desta forma, pretende-se avaliar o grau de naturalidade

hidrogeomorfológica de uma seção do rio Segura entre o reservatório de Fuensanta e a foz do rio Tabilla. Para isso, foi utilizado o Índice Hidrogeomorfológico (IHG), desenvolvido com sucesso anteriormente na Demarcação Hidrográfica do Ebro.

Palavras-chave: Rio Segura, qualidade hidrogeomorfológica, geomorfologia fluvial, ambientes fluviais.

INTRODUCCIÓN

Las perturbaciones antrópicas más importantes que sufre el río Segura en su curso alto son aquellas generadas por los embalses erigidos a lo largo del siglo XX. De todos ellos, el embalse de la Fuensanta fue el primero en cimentarse sobre el cauce del río Segura, en el año 1933. Levantado bajo los auspicios del Proyecto de obras de defensa frente a las inundaciones en el valle del río Segura de 1886, su finalidad consistía en regular los caudales para atender a las demandas de los aprovechamientos (abastecimiento, riego, etc.) y laminar las avenidas producidas en la cabecera. El mencionado proyecto se completaría con la construcción, tres décadas después, del contraembalse del Cenajo, el de mayor capacidad de la cuenca.

El levantamiento de una presa transversal al curso del río genera una serie de impactos que provocan un cambio en la dinámica hidrológica y geomorfológica aguas abajo de la misma. Los embalses son responsables de importantes alteraciones debido a que: aminoran la frecuencia de avenidas y crecidas ordinarias, disminuyen los caudales y modifican el régimen hidrológico laminando aguas altas y reduciendo estiajes. De igual forma, una alteración en el caudal conlleva un cambio en la potencia de la corriente y, por tanto, modifica también los procesos de erosión y sedimentación, agudizándose entre otros los de incisión en el cauce.

En este trabajo se evalúan dichos impactos para un tramo del río Segura comprendido entre el embalse de la Fuensanta y la desembocadura del río Taibilla. Con tal fin se empleará el Índice de Calidad Hidrogeomorfológica (IHG), una herramienta de valoración de los indicadores hidrogeomorfológicos que se utilizará para determinar el grado de naturalidad del sistema fluvial. La metodología de este índice se basa en la valoración de tres apartados: la calidad funcional del sistema fluvial, la calidad del cauce y la calidad de las riberas.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los primeros trabajos realizados en el ámbito de la evaluación hidromorfológica fluvial se iniciaron a principios de la década de 1990 en Estados Unidos y Reino Unido. En el país norteamericano el *Bureau of Land Management* creó un método para definir el adecuado funcionamiento de un espacio fluvial en cuanto a su hidrología, geomorfología, vegetación y suelos. A esta propuesta se la denominó “*Proper Functioning Condition, PCF*” (Prichard et al., 1993). Años después, también en Estados Unidos, el *U.S. Army Corps of Engineers* desarrollaría el modelo “*Hydrogeomorphology, HGM*” (Brinson et al., 1995), enfocado en la evaluación hidrogeomorfológica de los humedales.

En Europa, el primer índice desarrollado con el objetivo de evaluar la calidad hidromorfológica aparece en 1993 en Reino Unido, es el denominado *River Habitat Survey (RHS)*. Creado en un principio como un índice ecológico se reconvertirá una década después en un índice hidrogeomorfológico, empleando una metodología similar a la aplicada en este trabajo (Raven et al., 1998). La existencia posterior de otros protocolos de evaluación hidrogeomorfológica y ecológica de cursos fluviales en el resto de países del continente es muy amplia y diversa. Así, prácticamente cada país (Alemania, Francia, Austria, Eslovenia, Italia, etc.) ha adoptado índices propios siguiendo en numerosos casos métodos similares.

En España, el índice más antiguo y utilizado es el “*QBR-Qualitat del Bosc de Ribera*” (Munné et al., 1998), sin embargo, es un índice enfocado a un matiz más ecológico, al igual que el “*Índice de Hábitat Fluvial (IHF)*”, desarrollado en el año 2002 (Pardo et al., 2002). Ambos índices serían posteriormente utilizados junto con el “*Índice de Conectividad Fluvial (ICF)*” y el “*Índice Vegetación Fluvial (IVF)*” para la creación del protocolo HIDRI, desarrollado por la *Agència Catalana de l’Aigua* (Munné et al., 2006). Aparte del índice que se utiliza en este trabajo también es destacable el “*Índice RQI*” enfocado en una valoración de la estructura y la dinámica de las riberas fluviales con base hidrológica y geomorfológica (González del Tánago et al., 2006) A nivel regional, la Confederación Hidrográfica del Segura ha utilizado el “*Índice de Alteración de Ramblas (IAR)*”, destinado a la evaluación de ramblas y otros cursos efímeros (Suarez & Vidal-Abarca, 2008).

En el año 2013, la Confederación Hidrográfica del Ebro, dentro de la “Metodología para el Establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua”, publicaría un documento donde quedaría recogidos los protocolos de muestreo y análisis para los indicadores hidromorfológicos utilizados en todas las cuencas de España, tanto para ríos, como para lagos. En éste, además de las metodologías para la evaluación anteriormente mencionadas aparecen otras como el “*Morphological Quality Index (MQI)*” desarrollado en Italia por M. Rinaldi et al. (2012) y el “*Riparian Forest Evaluation (RFV)*” ideado por F. Magdaleno et al. (2010) para la evaluación de los bosques permanentes de las riberas de los cursos fluviales. La metodología utilizada en este trabajo sería descrita por primera vez por Ollero et al. (2007), siendo posteriormente aplicada en la Confederación Hidrográfica del Ebro (Ollero et al., 2009). No obstante, este método sufriría algunas modificaciones (Ollero et al., 2011). Recientemente, ha sido implementado en otras cuencas españolas como las de los ríos Oyarzun y Oria (Ibisate et al. 2016), en el País Vasco, así como en cuencas sudamericanas (Barboza et al., 2017; Barboza et al., 2018 y Volonté et al., 2015).

Por último, es oportuno destacar que la aplicación del índice IHG dentro del ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura es inédita. De hecho, los trabajos vinculados a esta materia son muy escasos pese a tratarse de una cuenca donde los cursos fluviales han sido fuertemente antropizados. No obstante, en los últimos años se ha desarrollado el “Protocolo para la caracterización hidromorfológica de masas de Agua de la categoría ríos en España (PHMF)”, desarrollado por M. Aparicio et al. (2015), en el tramo del cauce del Segura definido entre el embalse del Cenajo y el Azud de Ojós (Miralles, 2009). Años atrás, se aplicaría por primera vez el índice QBR dentro de la demarcación, utilizado para ello 42 estaciones de muestreo (Suarez y Vidal-Abarca, 2000). Posteriormente sería la empresa “*INITEC*” quien realizaría una evaluación más

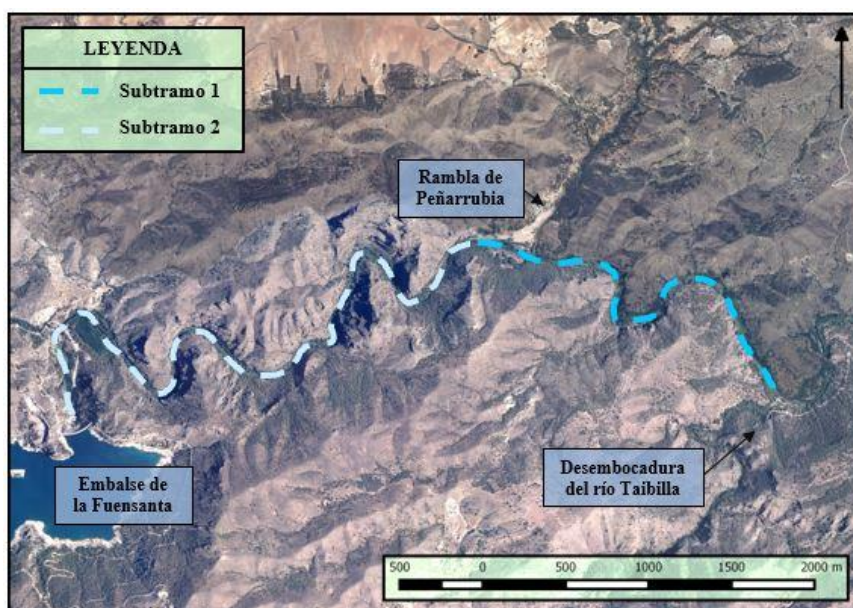
exhaustiva aumentado la muestra hasta 82 tramos de cursos fluviales utilizando la misma metodología (Vidal-Abarca, 2010).

ÁMBITO DE ESTUDIO

Se ha seleccionado un tramo del río Segura de 7,4 km de longitud comprendido entre la presa del embalse de la Fuensanta y la desembocadura del río Taibilla, en el paraje conocido como «Llano de la Vida». En el sector delimitado el río Segura sigue una dirección oeste-este (véase la Figura 1), un curso meandriforme y un cauce encajado. Este se encuentra directamente afectado por la regulación de caudal y retención de sedimentos ocasionada por la presa del embalse de la Fuensanta. Dicho embalse posee una capacidad de 209,7 hm³ y ocupa una superficie de 890 ha a cota de nivel máximo normal. Presenta una marcada forma en «V» debido a su ubicación, en la confluencia de los ríos Tus y Segura.

El sector funcional ha sido dividido a su vez en dos subtramos, estableciéndose el límite entre ellos en la desembocadura de la Rambla de Peñarrubia. El corredor fluvial se halla encajado y adopta una morfología en hoz o garganta a lo largo de la práctica totalidad del área. Este encajamiento desvanece puntualmente en determinados sectores, como en la confluencia de la citada rambla con el río Segura. Ninguno de los subtramos presenta llanura aluvial, no obstante, en uno y otro margen se constatan pequeños sectores planos o lechos episódicos de inundación. En cualquier caso, la regulación del régimen hidrológico ejercido por la presa ha disminuido considerablemente la frecuencia de desbordamientos, dejando inactivas numerosas unidades morfológicas dentro del propio sistema. Respecto al trazado, se trata de un sistema fluvial sinuoso, con curvas y lóbulos de meandro encajados. Según su grado de sinuosidad se diferencia: un primer subtramo meandriforme (IS=1,6); y un segundo sinuoso (IS=1,2), coincidentes con los sectores determinados.

Figura 1. Área de estudio: Embalse de la Fuensanta-Desembocadura del río Taibilla



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

METODOLOGÍA

La metodología adoptada se fundamenta en la propuesta de aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG), desarrollado con buenos resultados en la Cuenca del Ebro (Ollero et al., 2009). Se trata de un método basado en una labor de búsqueda o identificación de presiones e impactos, por lo que requiere de un exhaustivo trabajo de gabinete y reconocimiento de campo. El objetivo prioritario del índice es, de acuerdo con sus autores, el de solucionar o reducir los problemas ambientales de los sistemas fluviales para mejorar y conservar su funcionalidad y naturalidad, así como reivindicar sus valores hidrogeomorfológicos. El índice IHG se basa en el hecho de que todas las presiones e impactos humanos sobre el sistema fluvial, sean directos sobre el cauce o indirectos sobre cuencas y vertientes, cuentan con una respuesta en el funcionamiento hidrológico y geomorfológico del sistema y en sus propias morfologías de cauce y riberas.

Con carácter previo a la implementación del índice es necesario dividir el curso fluvial en tramos o sectores, de manera que se pueda obtener una valoración para cada uno de ellos. En este caso se ha optado por un sector de 7,4 km de longitud, dividido a su vez en dos subtramos de 4,6 km y 2,8 km. Aunque el área es homogénea en su conjunto, se ha dividido con la intención de aumentar el detalle en la escala de trabajo. Una vez tramificado el ámbito de estudio es conveniente reunir toda la información posible acerca de la cuenca, del curso fluvial y de cada uno de los tramos. Se trata fundamentalmente de información hidrológica, sobre infraestructuras, fotografías aéreas y cartografías topográficas. Llegados a este punto es oportuno destacar las fuentes utilizadas, la mayoría de ellas procedentes del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) y de su propio Plan Hidrológico. Por su parte, las ortofotografías se han extraído del Instituto Geográfico Nacional (IGN). El uso de fotografías aéreas antiguas permite aplicar el índice IHG a situaciones pretéritas, lo cual resulta de gran utilidad para evaluar los procesos de cambio. El reconocimiento de campo resulta imprescindible y ha de realizarse con posterioridad al trabajo de documentación e información. Entre las tareas que comprende esta fase se diferencian las labores de observación cualitativa y aquellas que implican mediciones.

El índice IHG se basa en la valoración de tres agrupaciones que componen la calidad hidrogeomorfológica, son la calidad funcional del sistema fluvial, la calidad del cauce y la calidad de las riberas. Estos a su vez cuentan con tres parámetros cada uno que son evaluados con una puntuación comprendida entre 0 y 10. Se comienza asignando el valor 10 si la situación es totalmente natural, pero si se observan presiones e impactos se resta puntuación. En el apartado dedicado a la calidad funcional del sistema fluvial se evalúa el funcionamiento del mismo a partir del análisis del régimen de caudal, la disponibilidad y movilidad de sedimentos y la funcionalidad de la llanura de inundación. Por otro lado, entendiendo el cauce fluvial como un elemento geomorfológico construido por el propio río para evacuar con eficiencia los caudales tanto hídricos como sólidos se estima su calidad valorando otros tres parámetros: la naturalidad del trazado y de la morfología en planta, la continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales y, por último, la naturalidad de los márgenes y de la movilidad lateral. Atendiendo a la calidad de las riberas se examinará la función hidrogeomorfológica del corredor ribereño. Para ello se analizarán: la continuidad longitudinal del corredor ribereño, la anchura del mismo y su estructura, así como la naturalidad y conectividad entre sus distintos ambientes

Finalmente, las puntuaciones obtenidas aparecerán representadas como una ficha única para cada subtramo en la que se recogerán las valoraciones de los nueve parámetros. Es preciso destacar que la máxima puntuación será de 90 puntos y que en cada apartado aparecerá la valoración correspondiente, así como las características que han restado puntos (estas aparecerán en cada tabla sombreadas en un color más oscuro). Se seguirá la escala propuesta por la guía metodológica citada, en la cual se definen cinco intervalos:

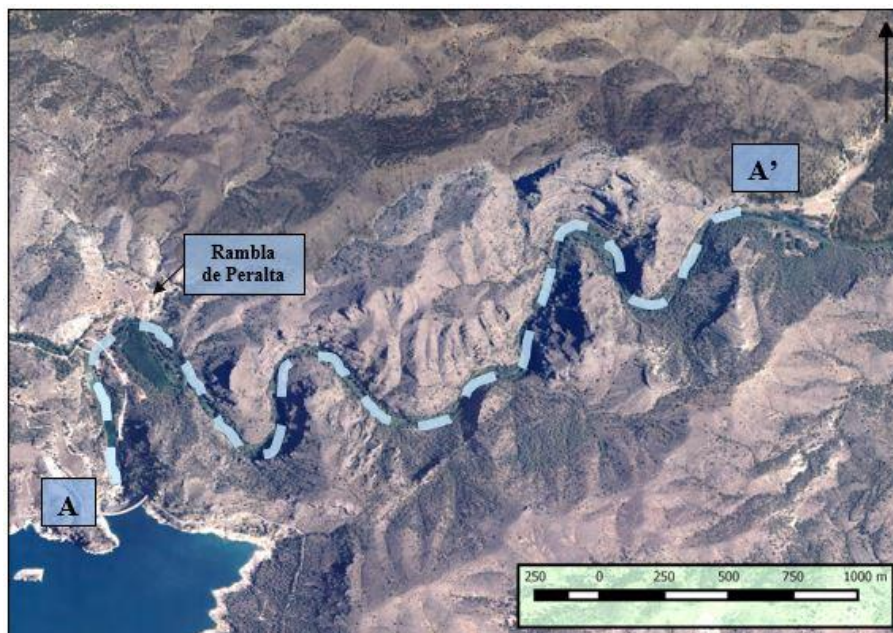
- De 75 a 90: calidad hidrogeomorfológica muy buena.
- De 60 a 74: calidad hidrogeomorfológica buena.
- De 42 a 59: calidad hidrogeomorfológica moderada.
- De 21 a 41: calidad hidrogeomorfológica deficiente.
- De 0 a 20: calidad hidrogeomorfológica muy mala.

APLICACIÓN DEL ÍNDICE IHG Y EVALUACIÓN POR SUBTRAMOS DE LA CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA DEL SISTEMA FLUVIAL EN ESTUDIO

Subtramo 1: Embalse de la Fuensanta-Rambla de Peñarrubia

El subtramo 1 (A-A') posee una longitud de 4,6 kilómetros y se extiende desde la presa del embalse de la Fuensanta hasta la desembocadura de la Rambla de Peñarrubia (véase la Figura 2).

Figura 2. Subtramo 1 (A-A'). Fotografía aérea de 2012



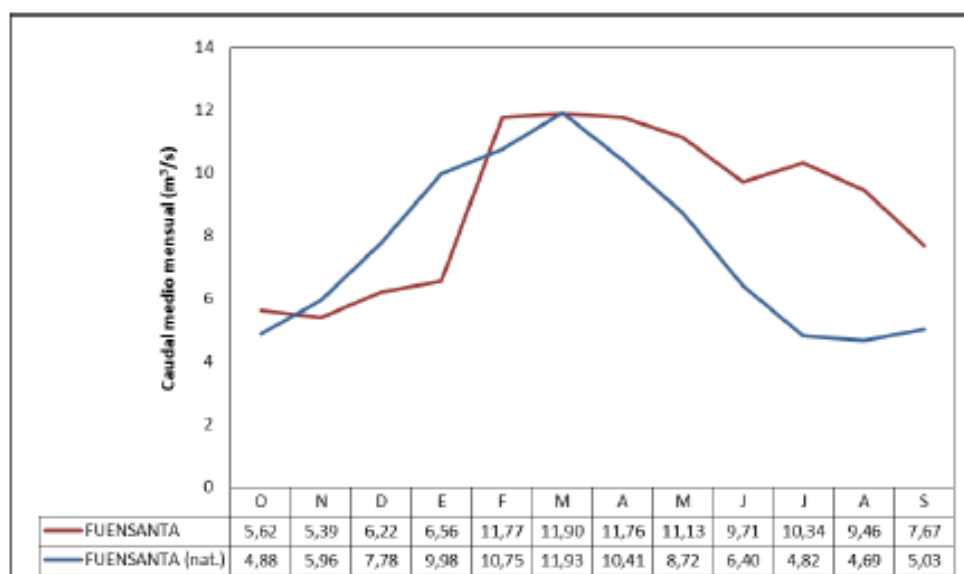
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

Calidad funcional del sistema fluvial

Naturalidad del régimen de caudal

En este primer sector se han detectado diversas presiones que alteran el funcionamiento hidrológico natural, sin embargo, el impacto más importante lo constituye la presencia inmediata de una presa aguas arriba. Como se observa en la figura 3, su efecto ha supuesto la alteración del régimen estacional natural, modificando de forma significativa el caudal del río.

Figura 3. Comparación del módulo mensual registrado en la estación foronómica del embalse de la Fuensanta —FUENSANTA— y el régimen de caudal naturalizado —FUENSANTA (nat.)—



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

El régimen de caudal naturalizado se ha obtenido uniendo los módulos mensuales disponibles en las estaciones de aforo precedentes al embalse de la Fuensanta. Estas han sido la estación foronómica de Yeste (nº 7.015), en el río Segura, y la estación foronómica ubicada en el estrecho de Argamasá (nº 7.035), sobre el río Tus. El cuadro comparativo muestra para el régimen naturalizado —línea azul— el patrón de una alimentación pluvio-nival atenuada. Esta se caracteriza por la existencia de una etapa de aguas altas durante el invierno que culminan en un máximo al comienzo de la primavera, debido al aporte de las lluvias y la fusión de la nieve. Asimismo, se percibe un periodo de estiaje durante los meses de verano, coincidiendo con la época de menor precipitación.

Como puede apreciarse, el régimen natural se invierte parcialmente —línea roja— con la construcción del embalse. Aunque también se localiza un máximo en marzo, a partir del mes de enero el caudal asciende repentinamente manteniéndose alto hasta finales de la primavera. Este hecho responde a un incremento en el caudal de desembalse como medida de prevención tras la continua acumulación de agua durante los meses de otoño e invierno. En verano aparece un máximo secundario que viene explicado por la demanda de recursos hídricos surgidos en esta época del año.

Resultaría de interés conocer la frecuencia de episodios extremos y determinar en qué medida la presencia de la presa ha mermado su número. Sin embargo, el registro de caudales máximos instantáneos (Qci) no se inició en la estación de aforo del embalse de la Fuensanta hasta 1943, año en el que la presa cumplía su primera década. En cambio, la reducción de crecidas ordinarias puede constatararse mediante la comprobación de la existencia de una mayor vegetación de ribera que en el pasado, lo cual se advierte a lo largo de todo el subtramo.

Tabla 1. Naturalidad del régimen de caudal.

Naturalidad del régimen de caudal		0
Aguas arriba o en el propio sector funcional hay actuaciones humanas (embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, urbanización de la cuenca, incendios, repoblaciones, etc.) que modifican la cantidad de caudal circulante y/o su distribución temporal.	si hay alteraciones muy importantes de caudal, de manera que se invierte el régimen estacional natural, o bien circula de forma permanente un caudal ambiental estable.	-10
	si hay alteraciones marcadas en la cantidad de caudal circulante, al menos durante algunos periodos, lo cual conlleva inversiones en el régimen estacional de caudales.	-8
	si hay variaciones en la cantidad de caudal circulante pero las modificaciones del régimen estacional son poco marcadas.	-6
	si hay algunas variaciones en la cantidad de caudal circulante pero se mantiene bien caracterizado el régimen estacional de caudal.	-4
	si hay modificaciones leves de la cantidad de caudal circulante.	-2

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Disponibilidad y movilidad de sedimentos

La función básica de cualquier sistema fluvial es, junto con el transporte hídrico, la movilización de sedimentos aguas abajo. Así, el principal impacto sobre la disponibilidad y movilidad de sedimentos en este sector recae en la existencia aguas arriba de la presa del embalse de la Fuensanta, la cual genera un déficit sedimentario en el tramo evaluado. A ella le preceden tres represas (dos en el río Segura y una en el río Tus), en la actualidad inactivas, que formaron parte de las estaciones foronómicas de Yeste (1930-1946) y de Tus (1930-1962). Estas barreras (véase la Figura 4) retienen materiales gruesos y son vaciadas periódicamente. La colonización y maduración vegetal de la ribera en las barras de sedimentos confirman la existencia de anomalías en el transporte de materiales sólidos. En consecuencia, este déficit sedimentario ha desencadenado procesos de incisión en el cauce.

Figura 4. Fotografía de la represa de la estación de aforo de Yeste, en funcionamiento desde 1930 a 1946.



Autor: Raúl Nova Sánchez (abril de 2018).

Por otro lado, el aporte lateral de materiales sólidos a través de procesos de vertiente o de cursos tributarios que desembocan en el sector constituye una fuente de sedimentos importante. En este caso, sobresale la Rambla de Peralta, con una longitud aproximada de 6,5 km no cuenta con alteraciones antrópicas reseñables en su cuenca (10,3 Km²) y converge sin interrupción en el río Segura al comienzo del subtramo.

Funcionalidad de la llanura de inundación

El curso alto del río Segura se caracteriza por el encajamiento de su cauce y la ausencia de llanura de inundación en numerosos tramos, el que nos ocupa es uno de ellos. En el primer sector únicamente el lóbulo del meandro contiguo a la estación de aforo (en la margen derecha) se asemeja a un llano inundable (s.s.). Ocupado por una plantación de *Populus nigra* (véase la Figura 5), hace décadas esta superficie debió participar de la disipación de energía de unas aguas desbordadas, por otro lado, hoy inexistentes. También en la margen derecha de la primera parte del subtramo inicial se observa una defensa continua e igualmente adyacente a la presa de aforo. Este dique longitudinal se encuentra adosado al cauce menor y abarca aproximadamente un centenar de metros, por lo que afecta a menos del 50% de la llanura de inundación.

Tabla 2. Disponibilidad y movilidad de sedimentos.

Disponibilidad y movilidad de sedimentos		3
Hay presas con capacidad de retener sedimentos en la cuenca vertiente y en los sectores superiores del sistema fluvial	si más de un 75% de la cuenca hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-5
	si entre un 50% y un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-4
	si entre un 25% y un 50% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-3
	si hay presas que retienen sedimentos, aunque afectan a menos de un 25% de la cuenca vertiente hasta el sector	-2
Las vertientes del valle y los pequeños afluentes que desembocan en el sector cuentan con alteraciones antrópicas que afectan a la movilidad de sedimentos, o bien su conexión con el valle, la llanura de inundación o el propio lecho fluvial no es continua	alteraciones y/o desconexiones muy importantes	-3
	alteraciones y/o desconexiones significativas	-2
	alteraciones y/o desconexiones leves	-1
En el sector se registran extracciones de áridos o dragados que reducen la disponibilidad de sedimentos y alteran su movilidad	importantes y frecuentes	-4
	puntuales	-2
En el sector hay síntomas o indicios de dificultades en la movilidad de los sedimentos (<i>armouring</i> , <i>embeddedness</i> , alteraciones de la potencia específica, crecimiento de ciertas especies vegetales...) y pueden atribuirse a factores antrópicos	notables	-2
	leves	-1

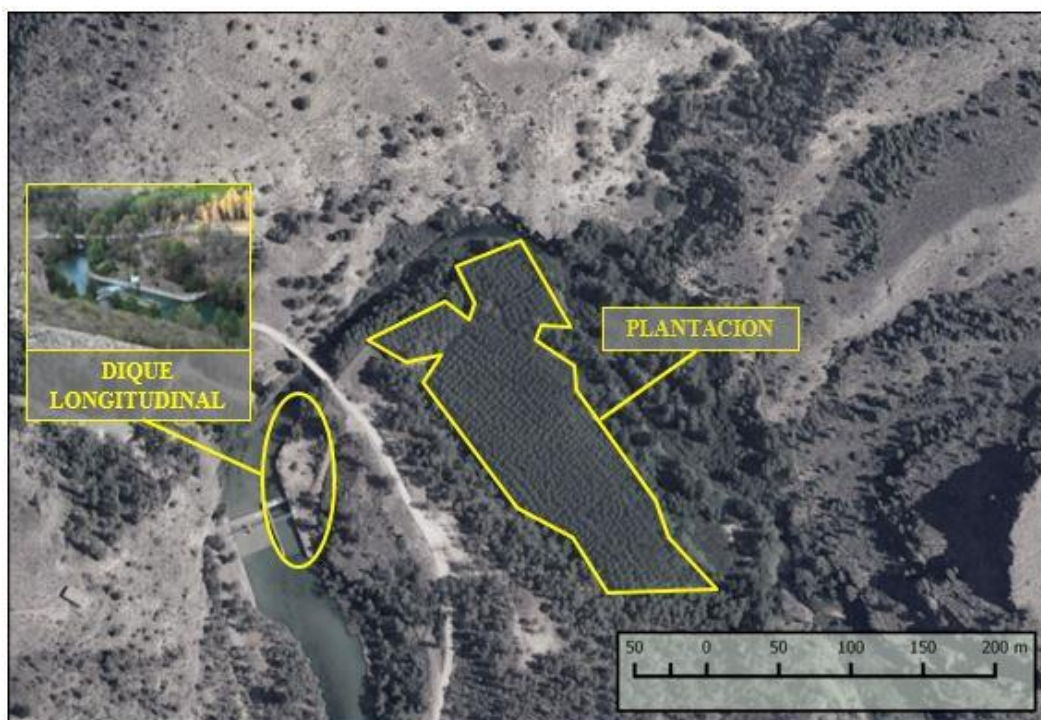
Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Calidad del cauce

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta

La superposición de fotografías aéreas pretéritas y recientes permite el desarrollo de análisis diacrónicos relativos a las modificaciones en el trazado y la morfología en planta del cauce. De esta forma, contrastando la ortofoto de 2012 con la del año 1956 (Vuelo Americano Serie B) puede advertirse como el río Segura presentaba en este primer subtramo un cauce trenzado. Esta morfología, propia de corrientes fluviales que transportan abundantes sedimentos, aparece en cursos con una elevada pendiente. El sector se dividía en canales que presentaban diversas láminas de agua separadas por barras emergentes. Esto se observa especialmente en la confluencia de la Rambla de Peralta con el río Segura donde a la carga sedimentaria del propio río se añade la procedente de la rambla (véase la Figura 7).

Figura 5. Ortofoto del año 2012, en ella se muestran los principales impactos en la llanura de inundación del subtramo 1



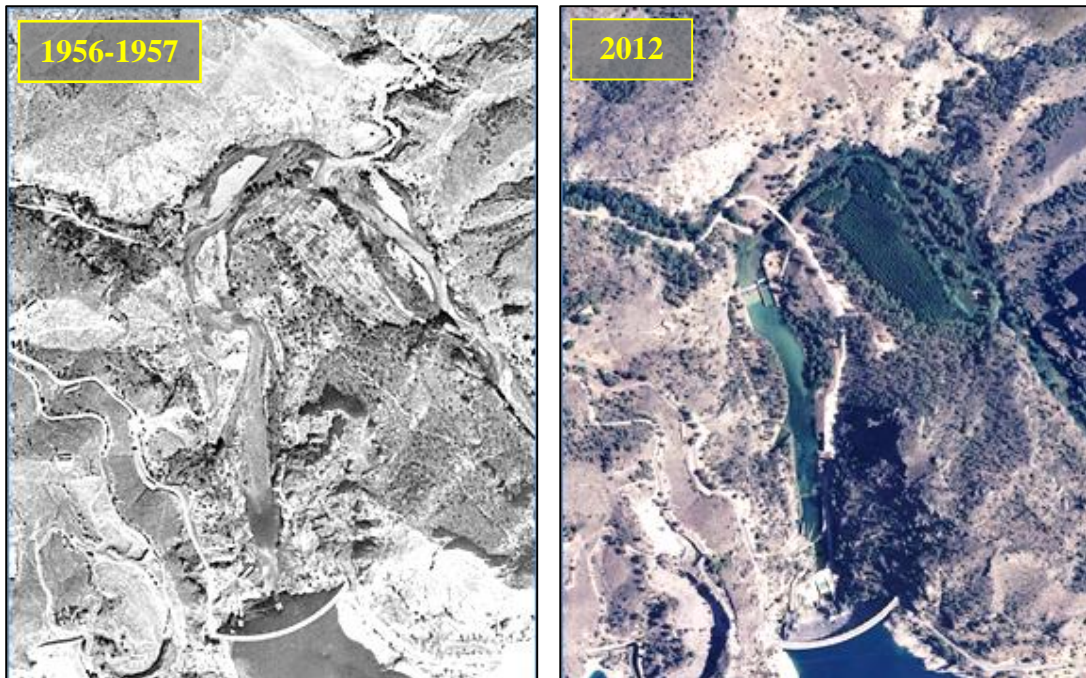
Fuente: PNOA. Elaboración propia.

Tabla 3. Funcionalidad de la llanura de inundación.

Funcionalidad de la llanura de inundación			5
La llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales que restringen las funciones naturales de laminación decantación y disipación de energía	si son defensas continuas	si son discontinuas pero superan el 50% de la longitud de la llanura de inundación	si alcanzan menos del 50% de la longitud de la llanura de inundación
si predominan defensas directamente adosadas al cauce menor	-5	-4	-3
si están separadas del cauce pero restringen más del 50% de la anchura	-4	-3	-2
si sólo hay defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-3	-2	-1
La llanura de inundación tiene obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...), generalmente transversales, que alteran los rocesos hidro-geomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida	si hay abundantes obstáculos		-2
	si hay obstáculos puntuales		-1
La llanura de inundación presenta usos del suelo que reducen su funcionalidad natural o bien ha quedado colgada por dragados o canalización del cauce	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados superan el 50% de su superficie		-3
	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados constituyen entre el 15% y el 50% de su superficie		-2
	si hay terrenos sobreelevados o impermeabilizados aunque no alcanzan el 15% de su superficie		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Figura 7. Ortofoto del Vuelo Americano Serie B (izquierda) y ortofoto del año 2012 (derecha)



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

En la fotografía realizada durante el Vuelo Americano Serie B (1956-1957) se aprecia la presa del embalse, levantada dos décadas atrás, pero aún se percibe un cauce trezado, similar al que podría presentar con anterioridad a su construcción. Por el contrario, en la ortofotografía aérea correspondiente al año 2012 se contempla como el cauce ha sufrido una simplificación y estrechamiento, proceso extensible a todo el subtramo. Ello encuentra explicación en una mayor incisión vertical producida por la carencia de aportes sedimentarios y el encauzamiento del sector comprendido entre la presa y la estación de aforo, que ocupa ambas márgenes a lo largo de unos 300 metros. Por otro lado, los cambios y desvíos en el trazado aun siendo poco notorios, también afloran, por ejemplo, en el intervalo encauzado ya mencionado o en las inmediaciones del puente emplazado en las proximidades de la represa de la estación foronómica.

Tabla 4. Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta				4
Se han registrado cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce	si afectan a más del 50% de la longitud del sector	si afectan a una longitud entre el 25% y el 50%	si afectan a una longitud entre el 10% y el 25%	si afectan a menos del 10% de la longitud del sector
si hay cambio drásticos (desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos...)	-8	-7	-6	-5
si, no habiendo cambios drásticos, sí se registran cambios menores (retanqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones...)	-6	-5	-4	-3
si, no habiendo cambios recientes drásticos o menores, sí hay cambios antiguos que el sistema fluvial ha renaturalizado parcialmente	-4	-3	-2	-1
En el sector se observan cambios retrospectivos y progresivos en la morfología en planta derivados de actividades humanas en la cuenca o del efecto de infraestructuras			notables	-2
			leves	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales

Nuevamente, el principal impacto se debe a la presencia de la presa del embalse de la Fuensanta. Se trata de una presa de 80 m de altura, carece de bypass para sedimentos y consta de una superficie de embalse de 924 ha. Como todo dique transversal a un cauce, provoca un efecto barrera que rompe la continuidad longitudinal, embalsa la corriente y origina procesos de incisión aguas abajo. La continuidad y naturalidad del lecho en este subtramo viene impuesta por los efectos de la presa del embalse de la Fuensanta sobre el régimen hidrológico del río y, por consiguiente, sobre los procesos de erosión y sedimentación. La naturalidad del lecho se ve alterada a lo largo de la primera parte del sector, sin embargo, en su avance los procesos de incisión y acreción tienden a estabilizarse y se suceden las pozas y remansos (*riffles and pools*), morfología acorde con el lecho rocoso y la pendiente del tramo. Como única infraestructura ubicada íntegramente dentro del área en estudio destaca un puente de acceso al lóbulo donde se localiza la explotación maderera. Este contribuye a una ruptura local de la continuidad longitudinal debido a que produce un estrechamiento de la corriente y agrava localmente los procesos de incisión aguas abajo. No se constatan otras actuaciones antrópicas como dragados o extracciones dentro de este sector.

Tabla 5. Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales			2
En el sector funcional hay infraestructuras transversales al cauce que rompen la continuidad del mismo	si embalsan más del 50% de la longitud del sector	si embalsan del 25% al 50% de la longitud del sector	si embalsan menos del 25% de la longitud del sector
si hay al menos una presa de más de 10 m de altura y sin <i>bypass</i> para sedimentos	-5	-4	-3
si hay varios azudes o al menos una presa de más de 10 m con <i>bypass</i> para sedimentos	-4	-3	-2
si hay un solo azud	-3	-2	-1
Hay puentes, vados u otros obstáculos menores que alteran la continuidad del cauce	más de 1 por cada km de cauce		-2
	menos de 1 por cada km de cauce		-1
La topografía del fondo del lecho, la sucesión de resaltes y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales o la vegetación acuática o pionera del lecho muestran síntomas de haber sido alterados por dragados, extracciones, solados o limpiezas	en más del 25% de la longitud del sector		-3
	en un ámbito de entre el 5 y el 25% de la longitud del sector		-2
	de forma puntual		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral

Como el curso fluvial se halla encajado la movilidad lateral se halla restringida, siendo prácticamente nula. No obstante, al inicio del sector el cauce se muestra canalizado hasta la estación de aforo. La barrera longitudinal mencionada se prolonga a lo largo de la margen derecha del primer meandro. Estas defensas abarcan aproximadamente 500 m, por lo que superan un 10% de la longitud total del sector. Estas infraestructuras marginales, que estabilizan el cauce para utilizar las orillas, pueden alterar los procesos de erosión y sedimentación y suprimir así la movilidad lateral del cauce.

Figura 8. Encauzamiento del río Segura hasta la estación foronómica (al fondo)



Autor: Raúl Nova Sánchez (abril de 2018).

Tabla 6. Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral		4
El cauce ha sufrido una canalización total o hay defensas de margen no continuas o infraestructuras (edificios, vías de comunicación, acequias...) adosadas a las márgenes	en más del 75% de la longitud del sector	-6
	entre un 50% y un 75% de la longitud del sector	-5
	entre un 25% y un 50% de la longitud del sector	-4
	entre un 10% y un 25% de la longitud del sector	-3
	entre un 5% y un 10% de la longitud del sector	-2
Las márgenes del cauce presentan elementos no naturales, escombros o intervenciones que modifican su morfología natural	en menos de un 5% de la longitud del sector	-1
	notables	-2
En el sector se observan síntomas de que la dinámica lateral está limitada o no hay un buen equilibrio entre márgenes de erosión y de sedimentación, pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba	leves	-1
	notables	-2
	leves	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Calidad de las riberas

Continuidad longitudinal

Las mismas infraestructuras que afectan a la naturalidad del trazado y su morfología en planta también repercuten en la continuidad longitudinal de la ribera. Estas construcciones están representadas por la presa del embalse y la estación de aforo, 300 metros aguas abajo. Dentro de este intervalo existe en la margen derecha un camino de acceso al interior de la presa del embalse de la Fuensanta. Aquí también se incluye el puente que atraviesa el río durante el primer sector. La longitud de estas construcciones permanentes no supera el 15% de la longitud total de la ribera. Asimismo, dentro de las presiones no permanentes sobresale la superficie ocupada por la plantación maderera.

Anchura del corredor ribereño

Al tratarse de un corredor encajado, cuya ribera no puede desarrollarse libremente, se ha considerado como tal la parte arbustiva más alejada del cauce menor, colindante con las paredes o taludes de dicho corredor. Por esta razón, en la mayor parte del área de estudio la anchura del corredor ribereño no varía. Las principales presiones localizadas en este subtramo referidas a la anchura del corredor se concentran en el primer sector.

Estructura, naturalidad y conectividad transversal

La alteración más relevante en la estructura de la vegetación ripícola la introduce la explotación de *populus nigra*.

Tabla 7. Continuidad longitudinal.

Continuidad longitudinal			8
La continuidad longitudinal de las riberas naturales puede estar interrumpida bien por usos del suelo permanentes (urbanización, naves, granjas, graveras, edificios, carreteras, puentes, defensas, acequias...) o bien por superficies con usos del suelo no permanentes (choperas, cultivos, zonas taladas, caminos...).	si más del 70% de las discontinuidades son permanentes	si entre un 30% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	si menos del 30% de las discontinuidades son permanentes
si las riberas están totalmente eliminadas	-10	-10	-10
si la longitud de las discontinuidades supera el 85% de la longitud total de las riberas	-10	-9	-8
si las discontinuidades suponen entre el 75% y el 85% de la longitud total de las riberas	-9	-8	-7
si las discontinuidades suponen entre el 65% y el 75% de la longitud total de las riberas	-8	-7	-6
si las discontinuidades suponen entre el 55% y el 65% de la longitud total de las riberas	-7	-6	-5
si las discontinuidades suponen entre el 45% y el 55% de la longitud total de las riberas	-6	-5	-4
si las discontinuidades suponen entre el 35% y el 45% de la longitud total de las riberas	-5	-4	-3
si las discontinuidades suponen entre el 25% y el 35% de la longitud total de las riberas	-4	-3	-2
si las discontinuidades suponen entre el 15% y el 25% de la longitud total de las riberas	-3	-2	-1
si las discontinuidades suponen menos del 15%	-2	-1	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Tabla 8. Anchura del corredor ribereño.

Anchura del corredor ribereño		8
La anchura de la ribera superviviente ha sido reducida por ocupación antrópica	si la anchura media del corredor ribereño actual es inferior al 40% de la potencial	-8
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 40% y el 60% de la anchura potencial	-6
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 60% y el 80% de la anchura potencial	-4
	si la anchura media del corredor ribereño actual ha sido reducida pero se mantiene por encima del 80% de la anchura potencial	-2

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Tabla 9. Estructura, naturalidad y conectividad transversal.

Estructura, naturalidad y conectividad transversal			6
Hay presiones antrópicas en las riberas (pastoreo, desbroces, talas, incendios, sobreexplotación de acuíferos, recogida de madera muerta, relleno de brazos abandonados, basuras, uso recreativo...) que alteran su estructura	si se extienden en más del 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden entre el 25% y el 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden en menos del 25% de la superficie de la ribera actual
si las alteraciones son importantes		-4	-3
si las alteraciones son leves		-3	-2
La naturalidad de la vegetación ribereña ha sido alterada por invasiones o repoblaciones	si las alteraciones son significativas		-2
	si las alteraciones son leves		-1
En el sector hay infraestructuras lineales, generalmente longitudinales o diagonales, (carreteras, defensas, acequias, pistas, caminos...) que alteran la conectividad transversal del corredor	si se distribuyen por todo el sector y la suma de sus longitudes supera el 150% de la longitud de las riberas		-4
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 100% y el 150% de la longitud de las riberas		-3
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 50% y el 100% de la longitud de las riberas		-2
	si la suma de sus longitudes es inferior al 50% de la longitud de las riberas		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Valoración del subtramo 1

La influencia que ejerce la presa del embalse de la Fuensanta se traduce en unas deficiencias importantes en los apartados relativos a la calidad funcional del sistema y la calidad del cauce. En primer lugar, se ha alterado totalmente el régimen de caudal, cuyos efectos son extrapolables río abajo. Por otro lado, la presa ocasiona un déficit importante de materiales sólidos, lo que implica a unas consecuencias hidrogeomorfológicas perceptibles a partir del estado del cauce, el cual queda afectado por procesos de simplificación. Por el contrario, las propias características geomorfológicas del tramo hacen que la calidad de las riberas sea catalogada como «buena», ya que el encajonamiento del río impide que la presa modifique su estado natural. La valoración total para el subtramo 1 es de 40 puntos, correspondiente a una calidad final «deficiente».

Tabla 10. Tabla de valoración: subtramo 1.

TABLA DE VALORACIÓN: Subtramo 1	Puntos
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA: Deficiente	8
Naturalidad del régimen de caudal	0
Disponibilidad y movilidad de sedimentos	3
Funcionalidad de la llanura de inundación	5
CALIDAD DEL CAUCE: Deficiente	10
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta	4
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales	2
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS: Buena	22
Continuidad longitudinal de las riberas	8
Anchura del corredor ribereño	8
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño	6
VALOR FINAL: Deficiente	40

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Subtramo 2: Rambla de Peñarrubia-Desembocadura del río Taibilla

El subtramo 2 (B-B') posee una longitud de 2,8 km y engloba el intervalo comprendido entre las desembocaduras de la Rambla de Peñarrubia y el río Taibilla (Figura 9).

Figura 9. Subtramo 2 (B-B'). Fotografía aérea de 2012



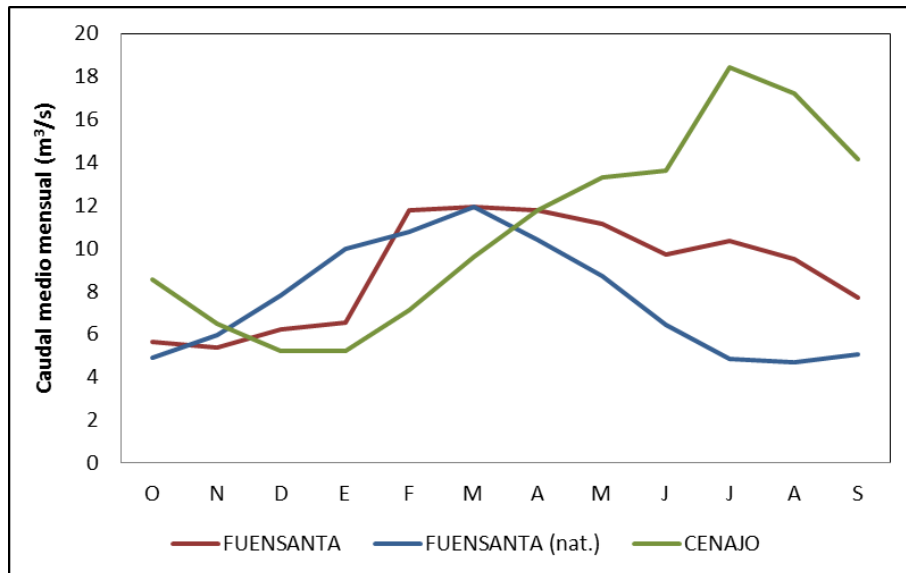
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

Calidad funcional del sistema fluvial

Naturalidad del régimen de caudal

El impacto de la presa del embalse de la Fuensanta en este subtramo es igualmente decisivo en el devenir morfológico y ecológico que en el sector anterior. El caudal del río Segura se ve modificado inicialmente con los embalses de Anchuricas (6 hm³) y La Novia o La Vieja (1 hm³), sujetos a la producción de energía hidroeléctrica. En la figura 3 (en el epígrafe dedicado al subtramo 1) se vio como el embalse de la Fuensanta alteraba parcialmente el régimen estacional, produciendo un efecto mayor que el de los dos anteriores. Sin embargo, a continuación, se muestra como la inversión estacional completa se produce tras el embalse del Cenajo (Figura10), emplazado 62 km aguas abajo.

Figura 10. Comparación de los módulos mensuales registrados en las estaciones foronómicas del embalse de la Fuensanta —FUENSANTA— y del embalse del Cenajo —CENAJO—, y el régimen de caudal naturalizado en la Fuensanta —FUENSANTA (nat.)—



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

Tabla 11. Naturalidad del régimen de caudal.

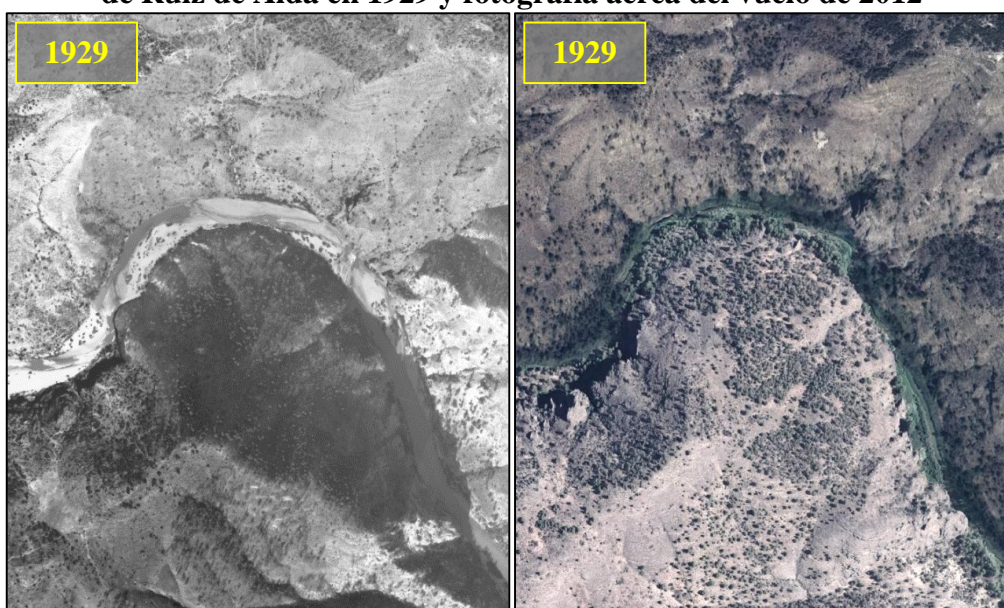
Naturalidad del régimen de caudal		0
Aguas arriba o en el propio sector funcional hay actuaciones humanas (embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, urbanización de la cuenca, incendios, repoblaciones, etc.) que modifican la cantidad de caudal circulante y/o su distribución temporal.	si hay alteraciones muy importantes de caudal, de manera que se invierte el régimen estacional natural, o bien circula de forma permanente un caudal ambiental estable.	-10
	si hay alteraciones marcadas en la cantidad de caudal circulante, al menos durante algunos periodos, lo cual conlleva inversiones en el régimen estacional de caudales.	-8
	si hay variaciones en la cantidad de caudal circulante pero las modificaciones del régimen estacional son poco marcadas.	-6
	si hay algunas variaciones en la cantidad de caudal circulante pero se mantiene bien caracterizado el régimen estacional de caudal.	-4
	si hay modificaciones leves de la cantidad de caudal circulante.	-2

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Disponibilidad y movilidad de sedimentos

Este subtramo presenta los mismos problemas de subalimentación sedimentaria que el primero. De igual forma, en él tampoco existe extracción de áridos o dragados que reduzcan la disponibilidad de materiales sólidos o alteren su movilidad. Además, se ha comprobado cómo la cubierta vegetal es mucho más abundante que en el pasado (véase la Figura 11), reflejo de una disminución de los caudales punta de avenida y, por ende, del transporte de sedimentos. La vegetación es más rala al inicio del tramo, en la desembocadura de la Rambla de Peñarrubia, debido a los aportes de la rambla durante los episodios de caudal circulante.

Figura 11. Matorralización del cauce. Imagen aérea realizada en el Vuelo de Ruiz de Alda en 1929 y fotografía aérea del vuelo de 2012



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

Tabla 12. Disponibilidad y movilidad de sedimentos.

Disponibilidad y movilidad de sedimentos		3
Hay presas con capacidad de retener sedimentos en la cuenca vertiente y en los sectores superiores del sistema fluvial	si más de un 75% de la cuenca hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-5
	si entre un 50% y un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-4
	si entre un 25% y un 50% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-3
	si hay presas que retienen sedimentos, aunque afectan a menos de un 25% de la cuenca vertiente hasta el sector	-2
Las vertientes del valle y los pequeños afluentes que desembocan en el sector cuentan con alteraciones antrópicas que afectan a la movilidad de sedimentos, o bien su conexión con el valle, la llanura de inundación o el propio lecho fluvial no es continua	alteraciones y/o desconexiones muy importantes	-3
	alteraciones y/o desconexiones significativas	-2
	alteraciones y/o desconexiones leves	-1
En el sector se registran extracciones de áridos o dragados que reducen la disponibilidad de sedimentos y alteran su movilidad	importantes y frecuentes	-4
	puntuales	-2
En el sector hay síntomas o indicios de dificultades en la movilidad de los sedimentos (<i>armouring</i> , <i>embeddedness</i> , alteraciones de la potencia específica, crecimiento de ciertas especies vegetales...) y pueden atribuirse a factores antrópicos	notables	-2
	leves	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Funcionalidad de la llanura de inundación

El subtramo 2 no incluye diques longitudinales que puedan dificultar la natural laminación de avenidas y afectar, por tanto, negativamente la calidad hidrogeomorfológica del sector.

Tabla 13. Funcionalidad de la llanura de inundación.

Funcionalidad de la llanura de inundación			10
La llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales que restringen las funciones naturales de laminación decantación y disipación de energía	si son defensas continuas	si son discontinuas pero superan el 50% de la longitud de la llanura de inundación	si alcanzan menos del 50% de la longitud de la llanura de inundación
si predominan defensas directamente adosadas al cauce menor	-5	-4	-3
si están separadas del cauce pero restringen más del 50% de la anchura	-4	-3	-2
si sólo hay defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-3	-2	-1
La llanura de inundación tiene obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...), generalmente transversales, que alteran los rocesos hidro-geomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida		si hay abundantes obstáculos	-2
		si hay obstáculos puntuales	-1
La llanura de inundación presenta usos del suelo que reducen su funcionalidad natural o bien ha quedado colgada por dragados o canalización del cauce	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados superan el 50% de su superficie		-3
	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados constituyen entre el 15% y el 50% de su superficie		-2
	si hay terrenos sobreelevados o impermeabilizados aunque no alcanzan el 15% de su superficie		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Calidad del cauce

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta

El sector funcional no presenta actuaciones directas en el cauce (canalizaciones defensas, dragados, etc.). No obstante, la principal alteración referente a su morfología en planta es la simplificación de la complejidad natural del trazado. El río pasa de un cauce trenzado a describir un cauce único debido a varios factores. Por un lado, el aumento de velocidad y energía experimentado por el curso de agua derivado del salto de pendiente agudiza los procesos de incisión y degradación en el lecho del cauce (García y Puigdefabregas, 1985). Por otra parte, el material de fondo queda retenido en el embalse haciendo que el agua fluya «limpia». La pérdida de este aporte sedimentario impide la formación de barras longitudinales. Estos mecanismos son los que han producido el aspecto actual del cauce en el tramo de estudio, que ha pasado de ser trenzado a único, donde el río incide más en el lecho que en los márgenes. En consecuencia, la inactividad de las barras laterales ha permitido su consolidación y el crecimiento de vegetación en ellas.

Tabla 14. Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta				4
Se han registrado cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce	si afectan a más del 50% de la longitud del sector	si afectan a una longitud entre el 25% y el 50%	si afectan a una longitud entre el 10% y el 25%	si afectan a menos del 10% de la longitud del sector
si hay cambio drásticos (desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos...)	-8	-7	-6	-5
si, no habiendo cambios drásticos, sí se registran cambios menores (retanqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones...)	-6	-5	-4	-3
si, no habiendo cambios recientes drásticos o menores, sí hay cambios antiguos que el sistema fluvial ha renaturalizado parcialmente	-4	-3	-2	-1
En el sector se observan cambios retrospectivos y progresivos en la morfología en planta derivados de actividades humanas en la cuenca o del efecto de infraestructuras	notables			-2
	leves			-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales

La continuidad y naturalidad del lecho en este subtramo se halla impuesta por los efectos que la presa del embalse de la Fuensanta ocasiona en el régimen hidrológico del río y, por consiguiente, sobre los procesos de erosión y sedimentación. En suma, no se observan alteraciones apreciables en la ubicación de resaltes y pozas.

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral

El tramo carece de infraestructuras que modifiquen la naturalidad de las márgenes. Al tratarse de un curso fluvial encajado en el que la movilidad lateral se encuentra bastante restringida se ha puntuado con el máximo valor. Sólo la influencia de la presa del embalse de la Fuensanta sobre la dinámica geomorfológica ha mermado su valoración.

Tabla 15. Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales			4
En el sector funcional hay infraestructuras transversales al cauce que rompen la continuidad del mismo	si embalsan más del 50% de la longitud del sector	si embalsan del 25% al 50% de la longitud del sector	si embalsan menos del 25% de la longitud del sector
si hay al menos una presa de más de 10 m de altura y sin <i>bypass</i> para sedimentos	-5	-4	-3
si hay varios azudes o al menos una presa de más de 10 m con <i>bypass</i> para sedimentos	-4	-3	-2
si hay un solo azud	-3	-2	-1
Hay puentes, vados u otros obstáculos menores que alteran la continuidad del cauce	más de 1 por cada km de cauce		-2
	menos de 1 por cada km de cauce		-1
La topografía del fondo del lecho, la sucesión de resaltes y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales o la vegetación acuática o pionera del lecho muestran síntomas de haber sido alterados por dragados, extracciones, solados o limpiezas	en más del 25% de la longitud del sector		-3
	en un ámbito de entre el 5 y el 25% de la longitud del sector		-2
	de forma puntual		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Tabla 16. Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral		8
El cauce ha sufrido una canalización total o hay defensas de margen no continuas o infraestructuras (edificios, vías de comunicación, acequias...) adosadas a las márgenes	en más del 75% de la longitud del sector	-6
	entre un 50% y un 75% de la longitud del sector	-5
	entre un 25% y un 50% de la longitud del sector	-4
	entre un 10% y un 25% de la longitud del sector	-3
	entre un 5% y un 10% de la longitud del sector	-2
	en menos de un 5% de la longitud del sector	-1
Las márgenes del cauce presentan elementos no naturales, escombros o intervenciones que modifican su morfología natural	notables	-2
	leves	-1
En el sector se observan síntomas de que la dinámica lateral está limitada o no hay un buen equilibrio entre márgenes de erosión y de sedimentación, pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba	notables	-2
	leves	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Calidad de las riberas

Continuidad longitudinal

No se han detectado estructuras dentro del sector que rompan la continuidad longitudinal de la ribera. Al comienzo del subtramo se observa, en la desembocadura de la Rambla de Peñarrubia, una extensión de cultivos abandonados. Sin embargo, al tratarse de un curso fluvial encajado, el corredor ribereño es muy reducido y, en algunos puntos, inexistente. Por esta razón, las orillas o las propias paredes del valle ejercen un papel hidrogeomorfológico adecuado, equivalente al de una ribera.

Tabla 17. Continuidad longitudinal.

Continuidad longitudinal			9
La cotinuidad longitudinal de las riberas naturales puede estar interrumpida bien por usos del suelo permanentes (urbanización, naves, granjas, graveras, edificios, carreteras, puentes, defensas, acequias...) o bien por superficies con usos del suelo no permanentes (choperas, cultivos, zonas taladas, caminos...).	si más del 70% de las discontinuidades son permanentes	si entre un 30% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	si menos del 30% de las discontinuidades son permanentes
si las riberas están totalmente eliminadas	-10	-10	-10
si la longitud de las discontinuidades supera el 85% de la longitud total de las riberas	-10	-9	-8
si las discontinuidades suponen entre el 75% y el 85% de la longitud total de las riberas	-9	-8	-7
si las discontinuidades suponen entre el 65% y el 75% de la longitud total de las riberas	-8	-7	-6
si las discontinuidades suponen entre el 55% y el 65% de la longitud total de las riberas	-7	-6	-5
si las discontinuidades suponen entre el 45% y el 55% de la longitud total de las riberas	-6	-5	-4
si las discontinuidades suponen entre el 35% y el 45% de la longitud total de las riberas	-5	-4	-3
si las discontinuidades suponen entre el 25% y el 35% de la longitud total de las riberas	-4	-3	-2
si las discontinuidades suponen entre el 15% y el 25% de la longitud total de las riberas	-3	-2	-1
si las discontinuidades suponen menos del 15%	-2	-1	-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Anchura del corredor ribereño

En este tramo el corredor ribereño no se encuentra afectado por usos u ocupaciones que difieran de las propias de los dominios de la ribera. Además, conserva su anchura potencial, siendo la misma que antes de 1933 y, por ende, cumple su papel en el sistema hidrogeomorfológico.

Tabla 18. Anchura del corredor ribereño.

Anchura del corredor ribereño		10
La anchura de la ribera superviviente ha sido reducida por ocupación antrópica	si la anchura media del corredor ribereño actual es inferior al 40% de la potencial	-8
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 40% y el 60% de la anchura potencial	-6
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 60% y el 80% de la anchura potencial	-4
	si la anchura media del corredor ribereño actual ha sido reducida pero se mantiene por encima del 80% de la anchura potencial	-2

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Estructura, naturalidad y conectividad transversal

La estructura, naturalidad y conectividad transversal no se ve afectada por alteraciones antrópicas importantes en este sector.

Tabla 19. Estructura, naturalidad y conectividad transversal.

Estructura, naturalidad y conectividad transversal			9
Hay presiones antrópicas en las riberas (pastoreo, desbroces, talas, incendios, sobreexplotación de acuíferos, recogida de madera muerta, relleno de brazos abandonados, basuras, uso recreativo...) que alteran su estructura	si se extienden en más del 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden entre el 25% y el 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden en menos del 25% de la superficie de la ribera actual
si las alteraciones son importantes	-4	-3	-2
si las alteraciones son leves	-3	-2	-1
La naturalidad de la vegetación ribereña ha sido alterada por invasiones o repoblaciones	si las alteraciones son significativas		-2
	si las alteraciones son leves		-1
En el sector hay infraestructuras lineales, generalmente longitudinales o diagonales, (carreteras, defensas, acequias, pistas, caminos...) que alteran la conectividad transversal del corredor	si se distribuyen por todo el sector y la suma de sus longitudes supera el 150% de la longitud de las riberas		-4
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 100% y el 150% de la longitud de las riberas		-3
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 50% y el 100% de la longitud de las riberas		-2
	si la suma de sus longitudes es inferior al 50% de la longitud de las riberas		-1

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

Valoración del subtramo 2

En el segundo sector la calidad funcional del sistema continúa valorándose como «deficiente», a pesar de obtener la máxima puntuación en el apartado dedicado a la funcionalidad de la llanura de inundación. La calidad del cauce pasa de «deficiente» en el primer subtramo a poseer una calidad «moderada» en este, apoyada fundamentalmente en la naturalidad de los márgenes. Igualmente, la valoración de la calidad de las riberas aumenta a «muy buena», puesto que apenas se aprecian leves alteraciones. La valoración total para el segundo subtramo es de 58 puntos, equivalente a una calidad final «moderada».

Tabla 20. Tabla de valoración: subtramo 2.

TABLA DE VALORACIÓN: Subtramo 2	Puntos
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA: Deficiente	13
Naturalidad del régimen de caudal	0
Disponibilidad y movilidad de sedimentos	3
Funcionalidad de la llanura de inundación	10
CALIDAD DEL CAUCE: Moderada	16
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta	4
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales	4
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral	8
CALIDAD DE LAS RIBERAS: Muy Buena	29
Continuidad longitudinal de las riberas	9
Anchura del corredor ribereño	10
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño	10
VALOR FINAL: Moderada	58

Fuente: Elaboración propia a partir de Ollero *et al.* (2009).

CONCLUSIONES

Tras la aplicación del índice IHG en el tramo de estudio (Embalse de la Fuensanta-Desembocadura del río Taibilla), los resultados obtenidos muestran una desnaturalización del río Segura por efecto de la presa del Embalse de la Fuensanta. Sin embargo, esta merma en la naturalidad del sistema fluvial analizado no se ha producido de forma homogénea en los tres bloques de parámetros examinados. Aquellos agrupados en torno a la calidad funcional del sistema y a la calidad del cauce han sido los que han obtenido una menor puntuación en ambos subtramos. Así, los dos sectores han arrojado una calidad funcional del sistema calificada como deficiente y una calidad del cauce deficiente en el primero y moderada en el segundo. En consecuencia, se extrae que las mayores presiones ejercidas por la presa han sido y son aquellas que atañen especialmente al caudal, tanto hidrológico como sólido, y a la morfología del cauce. En cambio, la calidad de las riberas ha ofrecido unas valoraciones positivas a nivel general. Esto se ha visto traducido en una calidad buena para en el primer sector y muy buena en el segundo. Al respecto, el encajamiento del cauce ha contribuido decisivamente a que los resultados en este ámbito no hayan sido inferiores. Del mismo modo, las abruptas vertientes han favorecido la ausencia, especialmente en el segundo subtramo, de elementos o infraestructuras antrópicas que pudieran aminorar la valoración.

Como se preveía, los procesos de desnaturalización desarrollados sobre este tramo del río Segura son en su mayoría irreparables, ya que la única solución pasaría por el desmantelamiento del dique del embalse. Sin embargo, una gestión hidrológica más natural de los embalses repercutiría en una mejora del sistema fluvial, permitiendo al río recuperar en parte su dinámica natural. Finalmente, es oportuno destacar algunas propiedades del índice que aconsejan su utilidad, entre las cuales se encontrarían: la sencillez de su utilización, la integridad metodológica y la claridad y precisión de los resultados. Por este motivo, creemos que se trata de un protocolo adecuado para hacer esta evaluación hidrogeomorfológica extensible a otros cursos fluviales de la cabecera de la cuenca del río Segura.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO, M., BALLARÍN, D., CORROCHANO, A., FERNÁNDEZ, J.A., GARCÍA, J., GONZÁLEZ, G., HORACIO, J., IBISATE, A., MAGDALENO, F., VILAN, X.M., MARTÍNEZ, C., NÚÑEZ, J.L., OLLERO, A., PÉREZ A., PUIG, A. y SÁNCHEZ, F.J. Protocolo para la caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría Ríos en España. En: *II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial - RESTAURARIOS 2015*. Pamplona, Centro Ibérico de Restauración Fluvial, 2015, pp. 198-206.

BARBOZA, E., CORROTO, F., SALAS, R., GAMARRA, O., BALLARÍN, D., y OLLERO, A. Hidrogeomorfología en áreas tropicales: aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en el río Utcubamba (Perú). *Ecología Aplicada*, 2017, vol. 16, n°1, pp. 39-47.

BARBOZA, E., SALAS, R., MENDOZA, M., OLIVA, M., y CORROTO, F. Uso actual del suelo y calidad hidrogeomorfológica del río San Antonio: alternativas para la restauración fluvial en el Norte de Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 2018, vol. 20, n°2, pp. 203-214.

BRINSON, M.M., RHEINHARDT, R.D., HAUER, F.R., LEE, L.C., NUTTER, W.L., SMITH, R.D. y WHIGHAM, D. *A guidebook for application of hydrogeomorphic assessments to riverine wetlands*. US Army Corps of Engineers, Wetlands Research Program, Vicksburg, 1995, 112 pp.

GARCÍA RUIZ, J.M. y PUIGDEFÁBREGAS, J. Efectos de la construcción de pequeñas presas en cauces anastomosados del Pirineo Central, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 1985, vol. 11, n° 1-2, pp. 91-102.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., GARCÍA DE JALÓN, D., LARA, F. y GARILLETI, R. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la Directiva Marco del Agua. *Ingeniería Civil*, 2006, n°143, pp. 97-109.

IBISATE A., OLLERO A., SÁENZ DE OLAZAGOITIA A., ACÍN V., GRANADO D., BALLARÍN D., HERRERO X., HORACIO J. y MORA D. Condiciones de referencia para la restauración de la geomorfología fluvial de los ríos de las cuencas de Oiartzun y Oria (Guipúzcoa). *Cuaternario y Geomorfología*, 2016 nº 30, pp. 49-60.

MAGDALENO, F., MARTÍNEZ, R. y ROCH, V. Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil*, 2013, nº 157, pp. 85-96.

MIRALLES, C. Aplicación del protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos para la caracterización de la continuidad longitudinal en un tramo del río Segura (Proyecto Fin de Grado). *Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural*. Madrid, 2009, 142 pp.

MUNNÉ, A., SOLÀ, C. y PRAT, N. QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 1998, nº175, pp. 20-37.

MUNNÉ, A., SOLÀ, C. y PAGÉS, J. *HIDRI: Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos*. Barcelona: Agència Catalana de l'Aigua, 2006, 160 pp.

OLLERO, A., BALLARÍN, D., DÍAZ BEA, E., MORA, D., SÁNCHEZ FABRE, M., ACÍN, V., ECHEVERRÍA, M.T., GRANADO, D., IBISATE, A., SÁNCHEZ GIL, L. y SÁNCHEZ GIL, N. Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. *Geographicalia*, 2007, nº52, pp. 113-141.

OLLERO, A., BALLARÍN, D. y MORA, D. *Guía Metodológica: aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG*. Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009, 93 pp.

OLLERO, A., GONZALO, L.E., IBISATE, A., ACÍN, V., BALLARÍN, D., DÍAZ, E., DOMENECH, S., GIMENO, S., GRANADO, D., HORACIO, J., MORA D. y SÁNCHEZ, M. The IHG Index for hydromorphological quality assessment of rivers: Updated version, working methodology and applications. *Limnética*, 2011, vol. 30 nº2, pp. 255-262.

PARDO, I., ÁLVAREZ, M., CASAS, J., MORENO, J.L., VIVAS, S., BONADA, N., ALBA-TERCEDOR, J., JÁIMEZ-CUÉLLAR, P., MOYÀ, G., PRAT, N., ROBLES, S., SUÁREZ, M.L., TORO, M. y VIDAL-ABARCA, M.R. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética*, 2002, vol. 21, nº 3-4, pp. 115- 133.

PRICHARD, D., BARRETT, H., CAGNEY, J., CLARK, R., FOGG, J., GEBHART, K., HANSEN, P.L., MITCHELL, B. y TIPPY, D. *Riparian area management. Process for*

assessing proper functioning conditions. Bureau of Land Management Service Center, Denver, USA, 1993 (rev. 1995 y 1998), 51 pp.

RAVEN, P.J., BOON, P.J., DAWSON, F.H. y FERGUSON, A.J.D. Towards an integrated approach to classifying and evaluating rivers in UK. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 1998, vol. 8, n°4, pp. 383-393.

RINALDI, M., SURLAN, N., COMITI F. y BUSSETTINI, M. *Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*. Roma: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2012, 90 pp.

SUÁREZ, M.L. y VIDAL-ABARCA, M.R. Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la Cuenca del Río Segura. *Tecnología del agua*, 2000, n° 201, pp. 33-45.

SUÁREZ, M.L. y VIDAL-ABARCA, M.R. Un índice para valorar el estado de conservación de las ramblas mediterráneas (Índice de Alteración de Ramblas = IAR). *Tecnología del agua*, 2008, n° 239, pp. 67-78.

VIDAL-ABARCA, M.R., SUARES, M.L., ESTEVE, M.A., MARTÍNEZ, S.J., ROBLDANO, F., CARREÑO, M.F., MIÑANO, J. Agua y sostenibilidad: El caso de la Cuenca del Río Segura (Sureste de España). En FRUTOS BALIBREA, L. y CASTORENA DAVIS, L. (ed.). *Uso y gestión del agua en las zonas semiáridas y áridas. El caso de la Región de Murcia (España) y de Baja California Sur (México)*. Editum, Murcia, 2010, 75 pp.

VOLONTÉ, A., CAMPO, A. M., y GIL, V. Estado ecológico de la Cuenca Baja del Arroyo San Bernardo, Sierra de la Ventana, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 2015, vol. 1, n°54, p. 135-151.

© Copyright Javier Martí Talavera, Raúl Nova Sánchez y Revista *GeoGraphos*, 2019. Este artículo se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



GIECRYAL

GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE
ESTUDIOS CRÍTICOS Y DE AMÉRICA LATINA