



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación Docente
Convocatoria 2021/22

Nº de proyecto: 255

Renovación de las prácticas de Ecología:
Aprendiendo de Ecología Acuática

Responsable del proyecto: Cristina Herrero-Jáuregui

Facultad de CC Biológicas
Departamento: Biodiversidad, Ecología y Evolución

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El artículo 8 de la Directiva 2000/60/CE, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), señala que los Estados Miembros deberán establecer programas de seguimiento del estado de las aguas con objeto de obtener una visión general coherente y completa del estado de las aguas en cada demarcación hidrográfica. En el caso de las aguas superficiales, la transposición normativa nacional en la Ley de Aguas (TRLA) se desarrolla en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Los programas de seguimiento son la herramienta fundamental y básica para la gestión y planificación de las aguas porque aportan la información necesaria para evaluar su estado. Así por ejemplo, el programa de medidas definido en el plan hidrológico de cada demarcación hidrográfica tiene por objeto proteger, mejorar y alcanzar el buen estado de las aguas, con lo cual condiciona directamente las medidas a acometer y el coste de las mismas. En relación con la gestión del Dominio Público Hidráulico (DPH), la protección del estado determina el nivel de exigencia ejercido por la administración hidráulica en las condiciones impuestas a los titulares de las concesiones y autorizaciones sobre uso del DPH. Así mismo, las autorizaciones de vertido de las aguas residuales tienen por objeto la consecución de los objetivos medioambientales, por lo que los valores límite de emisión deberán garantizar el buen estado de las aguas o los responsables deberán enfrentarse a las sanciones correspondientes además de reparar los daños ocasionados. En consecuencia, es esencial que los resultados de los programas de seguimiento sean robustos, válidos y fiables, para lo que se precisa que los responsables de ejecutarlos sean entidades técnicamente competentes y que cumplan las especificaciones técnicas previstas en la DMA y recogidas en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre.

Los perfiles profesionales solicitados para los muestreos y determinaciones biológicas son biólogos con más de 5 años de experiencia. Las competencias necesarias también incluyen el trabajo en gabinete en las tareas de diseño de redes, estudios complementarios e interpretación de los resultados.

Para obtener el Grado en Biología se debe cursar la asignatura Ecología, que es troncal, anual y consta de 12 créditos ECTS. La asignatura se compone de una parte teórica de 4,8 créditos y una parte práctica de 4,7 créditos, 2 créditos de seminarios y 0,5 de tutorías y evaluación. En esta asignatura se estudian los fenómenos físicos y procesos ecológicos que configuran la estructura y función de la ecosfera. En la introducción se plantean las principales características de los sistemas ecológicos y procesos esenciales de la ecosfera. Se estudian a continuación las características energéticas de la ecosfera: rutas de la energía exosomática y fenómenos asociados a ellas: radiación y dinámica atmosférica y de las aguas continentales y marinas. Energía endosomática: producción y acumulación de biomasa y condicionantes ambientales de ese funcionamiento: interacciones ambiente-seres vivos, acción de los factores ambientales en medios terrestres y acuáticos. Se integra todo ello en el estudio de la organización trófica de los ecosistemas: producción, acumulación y descomposición de biomasa, su variación en diferentes ambientes y relación con distintos factores ambientales, y en el del funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos, a escalas globales, regionales y locales. Se presta después atención a la organización y dinámica de las biocenosis: diversidad biológica, dinámica de poblaciones, relaciones interespecíficas y dinámica de comunidades. Por último, se estudia la dinámica del ecosistema: sucesión ecológica, estabilidad y perturbación de sistemas ecológicos. Finalmente se estudia la incidencia humana sobre el funcionamiento de los ecosistemas, revisándose los principales

problemas ambientales actuales y las posibilidades y utilidad de la aplicación de la ecología a la gestión ambiental. Aunque existe un temario común, la teoría impartida es responsabilidad de cada docente, que tiene obviamente libertad de cátedra, por lo que el grado de profundización en temas de ecología acuática depende de la especialidad de cada docente.

Sin embargo, las prácticas de esta asignatura (4,7 ECTS) sí son comunes para todos los grupos. Cada una de las prácticas planteadas responde a una pregunta de investigación que se resuelve con el alumnado siguiendo el método científico. Las metodologías docentes basadas en el aprendizaje práctico por parte del alumnado, al que se plantea una cuestión y el propio alumnado la resuelve siguiendo el método científico, se ha demostrado una estrategia muy efectiva para asimilar conceptos. Las prácticas están organizadas en cinco módulos temáticos: Medio Físico, Producción Primaria, Dinámica de Sistemas, Comunidades y Ecosistemas y Paisaje. Las prácticas se imparten en sesiones de 3 horas o salidas al campo de media jornada o jornada completa. Incluyen estudios experimentales y observacionales con muestreos de campo, y análisis de datos en gabinete. Sin embargo, en la actualidad no existe ninguna práctica directamente relacionada con los ecosistemas acuáticos. Dado el interés intrínseco por el tema y la creciente demanda de profesionales en este ámbito, existe la necesidad de reforzar el conocimiento sobre la estructura y función de los ecosistemas acuáticos entre el alumnado egresado del Grado en Biología, independientemente del docente asignado o de su elección en cuarto curso del itinerario ambiental.

Con el objetivo de reforzar la docencia de ecología acuática en la asignatura troncal de Ecología, se diseñará una práctica común para todo el alumnado de tercer curso del Grado en Biología, que aborde específicamente los métodos, técnicas y herramientas necesarias para obtener y analizar información sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. La práctica deberá adaptarse a la organización actual de la asignatura, en cuanto a número de horas y docentes disponibles, para que su implementación efectiva en los cursos sucesivos sea factible. En la introducción de este texto ya se ha puesto de manifiesto la importancia que tiene formar en competencias de ecología acuática a los estudiantes del Grado en Biología. Sin embargo, los planes de estudio de Biología en la UCM tradicionalmente no han tenido asignaturas específicas dedicadas al estudio de los ecosistemas acuáticos continentales per se, sino que éstos han sido tratados en el contexto de otras asignaturas. Este hecho se sigue manteniendo en el Plan de Estudios actual de Grado en Biología (Plan 2018), consecuencia de la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), impulsado por el Proceso de Bolonia. En los planes de estudio anteriores al EEES, las prácticas de la asignatura optativa de la Especialidad Ambiental Contaminación de Ecosistemas, dedicaban 30 h/alumno a la evaluación del estado de un ecosistema acuático (río) afectado por alguna perturbación, permitiendo a algunos de los egresados (30-60 alumnos/año) adquirir algunas competencias en ecología acuática. Actualmente esas competencias sólo están representadas parcialmente y con mucha menor dedicación (5 h/alumno) en las prácticas de una asignatura también optativa de cuarto curso, la Biología de la Contaminación, en las que se realizan ejercicios sobre evaluación de la calidad ecológica de ecosistemas acuáticos continentales y el empleo de bioindicadores (aproximadamente 40-50 alumnos/año). Sin embargo, como hemos señalado anteriormente, la trasposición paulatina a la legislación española de la DMA en los últimos 3 lustros, ha producido una creciente y significativa demanda de biólogos para este sector, por lo que consideramos que incluir dichas competencias, para todos los egresados en Biología de la UCM (250-300 alumnos/año), en la asignatura troncal Ecología está totalmente justificado.

2. Objetivos alcanzados

El presente proyecto ha cumplido con un 80% de los objetivos previstos inicialmente: se ha diseñado una práctica de ecología acuática de 3 horas de duración, que ya ha sido incorporada a la programación docente de la asignatura de Ecología en el curso 2022/23. Los materiales de dicha práctica (guiones de prácticas) pueden consultarse en los Anexos 1 y 2.

Las tareas programadas inicialmente que no se realizaron, fueron: i) Elaboración de protocolos y scripts para el análisis estadístico de los datos y su representación gráfica: el motivo para no completar esta tarea fue que en el transcurso de las discusiones sobre el contenido que debería tener la práctica y cómo debería encajarse de manera coherente con el resto de prácticas planteadas en la asignatura, se decidió que no se tomarían datos para su posterior análisis estadístico en gabinete, si no que la práctica se desarrollaría en su totalidad en una sesión de 3 horas en campo; ii) Desarrollo de la práctica junto a un grupo de estudiantes piloto: el motivo para no completar esta actividad fue que la disponibilidad de no permitió seleccionar un grupo piloto y tampoco se consideró necesario completar una prueba con los estudiantes antes de incluir la práctica en el calendario general.

3. Metodología empleada en el proyecto

A lo largo del proyecto se ha empleado una metodología participativa entre todos los integrantes del mismo. De manera natural, los miembros del equipo que tenían más dominio en la materia sobre la que quería diseñarse la práctica, han asumido el liderazgo en cuanto a su diseño y ejecución, instruyendo al resto del profesorado sobre el desarrollo de la práctica futura.

Ha sido necesaria la colaboración de todo el profesorado implicado para poder integrar la práctica en el calendario docente del curso 2022/23.

Todas estas tareas se han llevado a cabo a través de dos tipos de reuniones presenciales y en formato híbrido (presencial y virtual): unas con todos los miembros del equipo y otras solamente entre los tres participantes especializados en ecología acuática. Además, las actas de las reuniones, una vez elaboradas por la responsable del proyecto, han sido enriquecidas por los participantes que lo deseaban de manera colaborativa en red, a través de Google Drive.

4. Recursos humanos

El profesorado implicado en la realización de este proyecto docente pertenece a las facultades de CC. Biológicas (María Mar Sánchez Montoya, José Vicente Rovira, Felipe Morcillo, Cristina Herrero-Jáuregui, Belén Acosta Gallo, Enrique Andivia, Elena Concepción, Asier Herrero, Juan Antonio Delgado, Sara García Fungairiño, María Fe Schmitz, Alejandro Rescia, Antonio López Pintor, Marta Ortega, Juan Vicente Martín Zorrilla) y CC. Geológicas (Miren Gómez, Juaristi). También participan estudiantes de 4º curso de CC Biológicas (Paula Hernández Casado, Alicia Mellado Pineda, José Morales Martín y Laura Muñoz Oporto) y un estudiante postdoctoral (Antonio Alberto Rodríguez Sousa), así como personal externo a la facultad experto en ecología acuática (Yaiza Luque, Tragsatec).

Además, este proyecto ha sido apoyado por la Subdirección General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Esta diversidad de disciplinas y figuras docentes (TU, PCD, PAS, investigadores asociados, posdoctorales y estudiantes de grado) y profesionales, ha posibilitado el carácter inter-disciplinar y trans-generacional necesario para la ejecución del mismo.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades que se han llevado a cabo en el proyecto (diseño de una práctica de ecología acuática e inclusión en la programación docente del curso 2022/23), se han desarrollado en las siguientes fases:

Fase 1. Lluvia de ideas: todos los integrantes del equipo se reunieron de manera presencial al inicio del proyecto para exponer y discutir ideas sobre el contenido de la práctica. El acta de la reunión fue enriquecida por los participantes que así lo desearon mediante trabajo en red (GoogleDrive), desarrollando algunos de los puntos que quedaron abiertos a discusión.

Fase 2. Distribución de tareas: Acordado el tipo de práctica que se llevaría a cabo, se distribuyeron las siguientes tareas entre los componentes del grupo: i) Presupuesto/ Compra de materiales; ii) Delimitación de la ubicación para llevar a cabo la práctica (selección de un tramo de río); iii) Elaboración de protocolos y guiones de prácticas: se elaboraron dos tipos de guiones, uno extendido, para el profesorado (Anexo 1) y otro en formato de cuadernillo de prácticas para los estudiantes (Anexo 2).

Fase 3. Visita a la ubicación seleccionada: los tres participantes especialistas en ecología acuática visitaron el tramo de río previamente seleccionado de cara a validar su idoneidad para llevar a cabo la práctica con los alumnos e incluirla en la programación docente.

Fase 4. Puesta en común y montaje de la práctica: Liderados por los especialistas en ecología acuática, los integrantes del equipo se reunieron en tramo de río seleccionado para llevar a cabo un simulacro de la práctica y detectar posibles dificultades en su implementación con los alumnos.

Fase 4. Evaluación de la práctica e inclusión en el calendario de clases del curso siguiente: el profesorado participante en el proyecto se reunió para discutir la inclusión de la nueva práctica en la programación docente del curso 2022/23, para lo cual hubo que reorganizar el resto de las prácticas de la asignatura.

6. Anexos

Anexo 1. Guión extendido de la práctica

PROYECTO INNOVA 2021/2022 (Ref. 255)

Lugar y fecha de la práctica: Río Manzanares; El Pardo
X, X, y X de Abril 2023

ECOLOGÍA

Curso 2022/2023

PRÁCTICAS DE CAMPO

Río Manzanares



OBJETIVOS:

1. Aprender a medir los principales parámetros físico-químicos del agua y aplicar los principales índices de calidad ecológica fluvial, en base a la vegetación de ribera y comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el fin de evaluar el estado ecológico del tramo de estudio.

INDICE	Pág.
1. ANTECEDENTES	X
2.DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO	X
3. FÍSICO-QUIMICA DEL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO.	X
4.APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD PARA LA EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO	x
I. Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP). Hoja de cálculo.	x
II. Cálculo del QBR (Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera)	x
5. EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO	X

1. ANTECEDENTES

-Hasta mediados del S.XX, el río Manzanares aguas arriba de la ciudad de Madrid tenía un cauce amplio con varios canales trenzados entre bancos de arena e islas.

-En el año 1969 se construye el embalse de Santillana para suministro de agua y, en 1971 se construye el embalse de El Pardo para regulación de avenidas en la ciudad de Madrid.



Fotos aéreas entorno a la presa de El Pardo 1956 (izda.) y de 2021 (dcha.). Fuente: www.madrid.org/nomecalles/



Imagen: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/03antecedenteshistoricosdelriomanzanares_tcm30-214461.pdf

-Se producen una serie de alteraciones importantes en el régimen hidrológico:



- Reducción sustancial (>50%) de las aportaciones mensuales
- Desaparece la variabilidad estacional natural de un río mediterráneo, y las mayores aportaciones se presentan en verano.
- Además! Los sedimentos quedan retenidos en el embalse.

Imagen: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/04hidrologiaymorfologiadelriomanzanaresyarroyodelatrofa_tcm30-214482.pdf

-Que, a su vez, producen otras alteraciones en el sistema río-llanura de inundación:

- Pérdida de brazos secundarios, estrechamiento del cauce → De trenzado a sinuoso.
- Estabilización de riberas, barras e islas por la vegetación, incisión vertical del cauce.
- Reducción de la llanura de inundación



Fotos aéreas Manzanares aguas abajo de la presa de El Pardo, de izquierda a derecha: 1957 - 1980 – 2021 (www.madrid.org/nomecalles/)

-En 2016 se inicia el Proyecto de Restauración Fluvial del Río Manzanares en El Pardo:

Proyectos ejecutados y en seguimiento de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos

Identificador del Proyecto	5
Clave administrativa del Proyecto	ES-438-0752/2011
Título del Proyecto	RESTAURACIÓN FLUVIAL DEL RÍO MAJAZMARES EN EL ENTORNO REAL SITIO DE EL PARDIL MADRE
Cause de actuación	Río Majazmares, afluente de la Tola
Demonstración hidrológica a la que pertenece	Tolú
Provincia en la que se encuentra	Málaga
Comunidad autónoma en la que se encuentra	Málaga
Código de la masa de agua a la que pertenece	ES00M0P042001, ES00M0P042012
Estado administrativo del Proyecto de Restauración	En ejecución
Longitud del tramo restaurado (km)	11,30
Fecha de inicio de la obra	28/11/2010
Fecha de finalización de la obra	
Plazo de ejecución de la obra	36 meses
Presupuesto de licitación	296160,35
Presupuesto de ejecución	286160,35
Fuente de financiación	Plan FIMA Adapt. Oficina Española de Cambio Climático y Dirección General del Agua
Cofinanciación	No
Objetivos del proyecto	Creación de un corredor ambiental, disminución de riesgos de inundación en la zona, adaptación al cambio climático, recuperación ambiental, ordenación y fomento del uso público costero, mejorar la comunicación entre el río y sus usuarios.
Número de barreras transversales eliminadas	0
Longitud (km) de río conectado por la eliminación de las barreras transversales	0
Número de escalas creadas	0
Longitud (km) de río conectado tras la creación de la escala	2,30
Longitud (km) de barrera longitudinal eliminada	0
Longitud (km) de mejora de la continuidad longitudinal del río	0
Longitud (km) de barrera retrompeda	
Longitud de río (km) afectados por el retrompuer de la barrera	
Longitud (km) recuperada del cauce	0
Nº de actuaciones de mejora de la habitabilidad y la biodiversidad	4
Longitud (km) de río afectado por la mejora del hábitat psicológico	0
Superficie (ha) tratadas por plantaciones y siembras	0

Longitud del río (km) tratado por plantaciones y siembras	2,30
Longitud (km) del río tratado por tratamientos silvícolas	0
Longitud (km) de río tratado por la limpieza de especies invasoras	6,30
Superficie (ha) en la que se ha realizado limpieza de restos antrópicos	6,100
Longitud (km) de río en el que se ha realizado limpieza de restos antrópicos	0
Actuaciones realizadas en los proyectos de restauración	Restauración de la vegetación de ribera, retirada de zarzapo y enebro, rebaje de la zona de antigua estación de aguas, instalación de campo de paces, retirada de sedimentos del arroyo de la tola, retirada de retenes, adecuación de caminos y senderos.
Inclusión en Espacio Natural Protegido	SI. Red Natura

<https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>

2. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO

-El río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo se ha visto afectado a lo largo de los años por una serie de alteraciones de carácter hidromorfológico que han motivado cambios importantes en las condiciones tanto del cauce como de su ribera, perdiendo principalmente espacio fluvial, diversidad de hábitats, conectividad longitudinal y transversal, además de accesibilidad a las orillas.

-La masa se designa como muy modificada conforme al apartado 2.2.2.1.1.1 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (BOE, 2008). Tipo 1. Presas y azudes- Efecto aguas abajo – Efecto barrera. Si fuera masa de agua natural pertenecería al tipo 15. EJES MEDITERRÁNEO- CONTINENTALES POCO MINERALIZADOS. Esta masa de agua forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Demarcación Hidrográfica del Tago dentro de la siguiente categoría: Zona de protección de hábitats o especies (Directivas 92/43/CEE y 2009/147/CEE)



3. FISICO-QUIMICA DEL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO.

PROTOCOLO PARA LA CARACTERIZACIÓN FISICO-QUIMICA DEL TRAMO DE RÍO

1	Seleccionar zonas donde el agua esté bien mezclada (zonas centrales)
2	Con la sonda paramétrica medir: Temperatura del agua; Oxígeno disuelto y Saturación de oxígeno, pH; Conductividad y Salinidad
3	Tomar una muestra de agua y medir con el espectrofotómetro de campo: Nitratos; Amonio y Fósforo.

1	Pasos a seguir
	Para que el muestreo sea lo más representativo posible se debe realizar la toma de muestras en puntos que Representen el tipo de hábitat de estudio. Seleccionar zonas donde el agua esté bien mezclada (zonas centrales), evitando 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. Muestrear antes del comienzo de los trabajos que puedan modificar las características del agua (en especial el muestreo biológico). Otra posibilidad es realizarlo posteriormente, aguas arriba de la zona perturbada.
2	Medidas instantáneas con equipos portátiles
	Se realiza mediante medidor multiparamétrico HANNA® (HI-9828 o similar), provisto de sensores de temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto. Es necesario calibrar los sensores de conductividad, oxígeno disuelto (in situ) y el de pH el día previo a cada salida. Se miden simultáneamente las características fisicoquímicas del agua: temperatura del agua (t, °C), pH, conductividad eléctrica (CE, µS/cm) y concentración de oxígeno disuelto (OD, mg/L) y su porcentaje de saturación (SatOD, %). La determinación del pH se realiza in situ mediante método potenciométrico. Se emplea la compensación automática de temperatura (CAT). La conductividad específica del agua circulante del río se realiza por potenciometría y CAT. Simultáneamente a las medidas de los dos anteriores parámetros, se mide la temperatura del agua (t, °C). La determinación del oxígeno disuelto en el agua (OD) se obtiene al mismo tiempo, mediante un sensor galvánico integrado en la sonda. El instrumento mide la concentración (OD, mg/L) y su saturación (SatOD, %). Los efectos combinados de la presión atmosférica (sensor incorporado en la sonda), temperatura del agua y CE se corrigen automáticamente, dado que el equipo incorpora dichos sensores.
3	Medidas de nutrientes

Se pueden analizar in situ y con relativa facilidad un gran número de parámetros químicos del agua mediante el espectrofotómetro de campo HACH DR1900 (HACH, USA). Puede ser necesario filtrar las muestras previamente a su análisis.

La determinación de NO₃- (Hach, 1989, 1992 y 1997) se realiza mediante el método espectrofotométrico de reducción de cadmio. El Cd presente en la mezcla de reactivos NitraVer 5 Nitrate reduce los nitratos presentes en la muestra a nitritos, que posteriormente reaccionan en medio ácido con el ácido sulfanílico formando una diazona. Esta sal reacciona a su vez con el ácido gentísico, formando un compuesto de color ámbar, midiendo su absorbancia a 400 nm de longitud de onda para concentraciones de 0-4,5 mg/L de N-NO₃- (Método 8171, Hach). Para concentraciones superiores de hasta 30 mg/L de N-NO₃-, leer la absorbancia a 500 nm (Método 8039, Hach). El procedimiento puede realizarse empleando las ampollas de vidrio al vacío AccuVac®. Las concentraciones se expresan en mg/L de N-NO₃- (N presente en la molécula de NO₃-); para expresarlas como mg/L de NO₃-, habría que multiplicar el resultado anterior por un factor de 4,4. El resultado final es realmente la suma de nitratos y nitritos, si bien la concentración de nitritos en las aguas fluyentes de los ríos suele ser despreciable frente a la de los nitratos, por lo que el resultado puede considerarse como nitratos.

La determinación del PO₄3- (Hach, 1989, 1992 y 1997) se realiza mediante método espectrofotométrico. Si se filtra la muestra el resultado se puede también referir como fosfato reactivo soluble (SRP, Soluble Reactive Phosphorus). El fósforo reactivo se determina por el método del ácido ascórbico mediante los reactivos PhosVer 3 Phosphate en dos pasos. En el primero se produce la reacción del ortofosfato con molibdato en medio ácido, formando un complejo de color amarillo de fosfomolibdato. Posteriormente el complejo es reducido mediante el ácido ascórbico, produciendo un color azul, midiendo a 890 nm de longitud de onda, la absorbancia de concentraciones de 0-2,5 mg/L PO₄3- (Método 8048, Hach). El procedimiento puede realizarse empleando las ampollas de vidrio al vacío AccuVac®. Las concentraciones se expresan en mg/L de PO₄3-; para expresarlas como mg/L de P-PO₄3-, hay que dividir el resultado anterior por un factor de 3.

Tª agua (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno (mg/l)	% Saturación O ₂

Nitratos (mg/l NO ₃)	Amonio (mg/l NH ₄)	Fosfato (mg/l PO ₄)

2. APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD PARA LA EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO

Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP).

	Pasos a seguir	Observaciones
1	Seleccionar el área de observación El tramo de río evaluado deberá tener una longitud aproximada de 100 m. Se realizará un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificarán los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes: zonas lólicas o leníticas, con macrófitos o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos: arena, limo, etc.	El índice no se deberá aplicar inmediatamente después de una crecida, ni inmediatamente después de un periodo en que el cauce haya estado seco. En ambos casos debe esperarse al menos un mes antes de realizar el muestreo
2	Muestreo de los hábitats Una vez recorrida la zona y localizados los diferentes microhábitats, antes de introducirse en el agua es importante localizar animales esquivos que viven en la superficie como Gyrinidae, Gerridae o Hydrometridae, ya que tratan de huir rápidamente y podrían pasar desapercibidos si se lleva a cabo el muestreo de inmediato. A continuación, se muestrearán todos los hábitats presentes con una red de mano de 300 μm^* de luz de malla y una boca de entrada de unos 30 cm de diámetro. El muestreo se realizará colocando la malla a contracorriente y removiendo el sustrato aguas arriba de la manga con la mano o el pie, realizando un movimiento zigzagante con la red para que todo el material removido entre a través de ésta. Las piedras deben limpiarse bien dentro de la red o en una batea por ambas caras, así como troncos, raíces, masas de algas, etc.	El muestreo se realiza desde aguas abajo hacia aguas arriba del tramo para evitar que la perturbación haga huir a los animales. Para evitar que al colmatarse la red la corriente ayude a los animales a escapar se debe vaciar a menudo el contenido de ésta en bateas de plástico blanco.

3	Identificación de los taxones Se proponen dos protocolos de identificación dependiendo de si se está muestreando una estación de referencia o no. En caso del muestreo de una estación de referencia se realiza un mayor esfuerzo en la identificación de los taxones, ya que se prevé que estas localidades serán muchos más diversas que las de “no referencia”. Además, en estas localidades, se propone la toma de datos de abundancia relativa en laboratorio, para un posible posterior tratamiento de los datos. En caso de que no interese tal tratamiento será suficiente con aplicar el Protocolo I a todas las localidades de muestreo.	
4	Cálculo del índice Para el cálculo del índice se suman las puntuaciones parciales que se obtienen de la presencia de cada familia y de esta forma se obtiene la puntuación global del punto de muestreo. Si en el tramo aparecen más de un individuo de una familia esta sólo puntuará una vez.	

CÓDIGO	ARÁCNIDOS	Punt.
ACA001SPOR	Acariformes ¹	4

CÓDIGO	COLEÓPTEROS	Punt.
CHR009FAMI	Chrysomelidae	4
CUR001FAMI	Curculionidae	4
DRY001FAMI	Dryopidae	5
DYT001FAMI	Dytiscidae	3
ELM001FAMI	Elmidae	5
GYR001FAMI	Gyrinidae	3
HAL002FAMI	Haliplidae	4
HEL002FAMI	Helophoridae	5
HYD008FAMI	Hydraenidae	5
HYD013FAMI	Hydrochidae	5
HYD011FAMI	Hydrophilidae	3
HYG001FAMI	Hygrobiidae	3
NOT004FAMI	Noteridae	3
PSE004FAMI	Psephenidae	3
SCI001FAMI	Scirtidae (=Helodidae)	3

CÓDIGO	CRUSTÁCEOS	Punt.
ASE001FAMI	Asellidae	3
AST003FAMI	Astacidae	8
ATY001FAMI	Atyidae	6
COR003FAMI	Corophiidae	6
GAM001FAMI	Gammaridae	6
OST001CLAS	Ostracoda	3
PAL004FAMI	Palaemonidae	6

CÓDIGO	DÍPTEROS	Punt.
ANT004FAMI	Anthomyiidae ¹	4
ATH001FAMI	Athericidae	10
BLE001FAMI	Blephariceridae	10
CER006FAMI	Ceratopogonidae	4
CHI001FAMI	Chironomidae	2
CUL001FAMI	Culicidae	2
DIX001FAMI	Dixidae	4
DOL001FAMI	Dolichopodidae	4
EMP001FAMI	Empididae	4
EPH003FAMI	Ephydriidae	2
LIM005FAMI	Limonidae	4
PSY001FAMI	Psychodidae	4
PTY001FAMI	Ptychopteridae	4
RHA004FAMI	Rhagionidae	4
SCA002FAMI	Scatophagidae ²	4
SCI002FAMI	Sciomyzidae	4
SIM002FAMI	Simuliidae	5
STR003FAMI	Stratiomyidae	4
SYR002FAMI	Syrphidae	1
TAB002FAMI	Tabanidae	4
THA003FAMI	Thaumaleidae	2
TIP001FAMI	Tipulidae	5

CÓDIGO	EFEMERÓPTEROS	Punt.
BAE001FAMI	Baetidae	4
CAE001FAMI	Caenidae	4
EPH002FAMI	Ephemerellidae	7
EPH001FAMI	Ephemeridae	10
HEP001FAMI	Heptageniidae	10
LEP003FAMI	Leptophlebiidae	10
OLI002FAMI	Oligoneuriidae	5
POL020FAMI	Polymitarcidae	5
POT003FAMI	Potamanthidae	10
PRO010FAMI	Prosopistomatidae	7
SIP001FAMI	Siphonuridae	10

CÓDIGO	HETERÓPTEROS	Punt.
APH001FAMI	Aphelocheiridae	10
COR004FAMI	Corixidae	3
GER002FAMI	Gerridae	3
HYD014FAMI	Hydrometridae	3
MES001FAMI	Mesoveliidae	3
NAU001FAMI	Naucoridae	3
NEP002FAMI	Nepidae	3
NOT003FAMI	Notonectidae	3
PLE004FAMI	Pleidae	3
VEL001FAMI	Veliidae	3

CÓDIGO	HIRUDÍNEOS	Punt.
ERP001FAMI	Erpobdellidae	3
GLO005FAMI	Glossiphoniidae	3
HIR002FAMI	Hirudidae (=Hirudinidae)	3
PIS003FAMI	Piscicolidae	4

CÓDIGO	NEURÓPTEROS	Punt.
SIA001FAMI	Sialidae	4

CÓDIGO	LEPIDÓPTEROS	Punt.
PYR004FAMI	Crambidae (=Pyrilidae)	4

CÓDIGO	MOLUSCOS	Punt.
ANC001FAMI	Ancylidae	6
BIT001FAMI	Bithyniidae	3
FER002GENE	Ferrissia ³	6
HYD005FAMI	Hydrobiidae	3
LYM001FAMI	Lymnaeidae	3
NER001FAMI	Neritidae	6
PHY003FAMI	Physidae	3
PLA003FAMI	Planorbidae ⁴	3
SPH006FAMI	Sphaeriidae	3
THI001FAMI	Thiaridae	6
UNI001FAMI	Unionidae	6
VAL001FAMI	Valvatidae	3
VIV001FAMI	Viviparidae	6

CÓDIGO	ODONATOS	Punt.
AES001FAMI	Aeshnidae	8
CAL004FAMI	Calopterygidae	8
COE001FAMI	Coenagrionidae	6
COR012FAMI	Cordulegasteridae	8
COR008FAMI	Corduliidae	8
GOM003FAMI	Gomphidae	8
LES001FAMI	Lestidae	8
LIB001FAMI	Libellulidae	8
PLA004FAMI	Platycnemididae	6

CÓDIGO	OLIGOQUETOS	Punt.
	Todos	1

CÓDIGO	PLECÓPTEROS	Punt.
CAP003FAMI	Capniidae	10
CHL004FAMI	Chloroperlidae	10
LEU004FAMI	Leuctridae	10
NEM001FAMI	Nemouridae	7
PER004FAMI	Perlidae	10
PER006FAMI	Perlodidae	10
TAE001FAMI	Taeniopterygidae	10

CÓDIGO	TRICÓPTEROS	Punt.
BER001FAMI	Beraeidae	10
BRA006FAMI	Brachycentridae	10
CAL002FAMI	Calamoceratidae	10
ECN001FAMI	Ecnomidae	7
GLO004FAMI	Glossosomatidae	8
GOE001FAMI	Goeridae	10
HYD006FAMI	Hydropsychidae	5
HYD012FAMI	Hydroptilidae	6
LEP008FAMI	Lepidostomatidae	10
LEP004FAMI	Leptoceridae	10
LIM002FAMI	Limnephilidae	7
MOL001FAMI	Molannidae	10
ODO001FAMI	Odontoceridae	10
PHI001FAMI	Philopotamidae	8
PHR002FAMI	Phryganeidae	10
POL003FAMI	Polycentropodidae	7
PSY002FAMI	Psychomyiidae	8
RHY001FAMI	Rhyacophilidae	7
SER001FAMI	Sericostomatidae	10
UEN001FAMI	Uenoidae (=Thremmatidae)	10

CÓDIGO	TURBELARIOS	Punt.
DEN001FAMI	Dendrocoelidae	5
DUG001FAMI	Dugesidae	5
PLA005FAMI	Planariidae	5

Índice de Vegetación de Ribera (QBR)

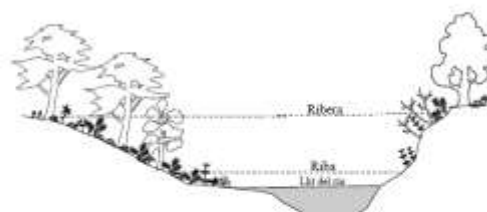
Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo del QBR

	Consideraciones	Observaciones
1	Grado de cobertura riparia Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta. Hay que tener en cuenta también la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.	Interesa puntuar la cobertura del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evaluará en el apartado 2. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera. Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.
2	Estructura de la cobertura La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se considera riberas a ambos márgenes del río. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.	En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. Cuando debido a las características geomorfológicas o hidrológicas del tramo, el bosque adyacente ocupa la zona riparia, éste se contabiliza en el apartado de cobertura y estructura (bloques 1 y 2), pero no para evaluar la calidad de la cobertura (bloque 3).
3	Calidad de la cobertura Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico con las indicaciones del reverso de la hoja de campo. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas o arbustivas nativas riparias. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río aumentan la puntuación, dependiendo del porcentaje de cobertura a lo largo del tramo estudiado. La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.	Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. Así, puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambas márgenes y si es necesario, complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores. La presencia de islas en el río resta puntuación, mientras que la presencia de suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar la vegetación de ribera, la aumentan. El resultado de la operación anterior indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y se usa para seguir por una u otra columna en el tercer bloque. Las especies introducidas en la zona y naturalizadas, penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) en el reverso de la hoja de campo.
4	Naturalidad del canal fluvial	

La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de las márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.	No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo.
--	---

Cualificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR

- Esta calificación debe ser aplicada en la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera). 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 riparia. No se cuentan las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.
- En tramos de alta montaña sin vegetación riparia natural o en zonas áridas, consultar la nota de la parte posterior de esta hoja de campo



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

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Estación	
Observador	
Fecha	

Agua arriba	
Otros	

Grado de cubierta de la zona de ribera (solo consideraremos la 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	recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	recubrimiento 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 existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
- 5	si existe 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 existe 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 diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades			
+ 5	si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
- 5	si existen estructura construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonas** formando comunidades			
- 10	si existen vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

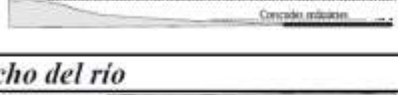
Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o 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	
		Izquierda	Derecha
<i>Tipos de desnivel de la zona riparia</i>			
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
<i>Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río</i>			
Anchura conjunta "a" > 5 m.		- 2	
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1	
<i>Potencialidad de soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente</i>			
> 80 %		No se puede medir	
60 - 80 %		+ 6	
30 - 60 %		+ 4	
20 - 30 %		+ 2	
<i>Puntuación total</i>			

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**

1- ARBRES	2- ARBUSTS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailanto)	<i>Nicotina sp.</i>
<i>Platanus x hispanica</i> (Plátano)	<i>Ricinus communis</i> (Ricino)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Caña)
<i>Salix babylonica</i> (Sauze Llorón)	<i>Acacia farnesiana</i> (Espinillo blanco)
<i>Eleagnus angustifolia</i> (Árbol del paraíso)	
<i>Morus sp</i> (Moreras)	

Observaciones:

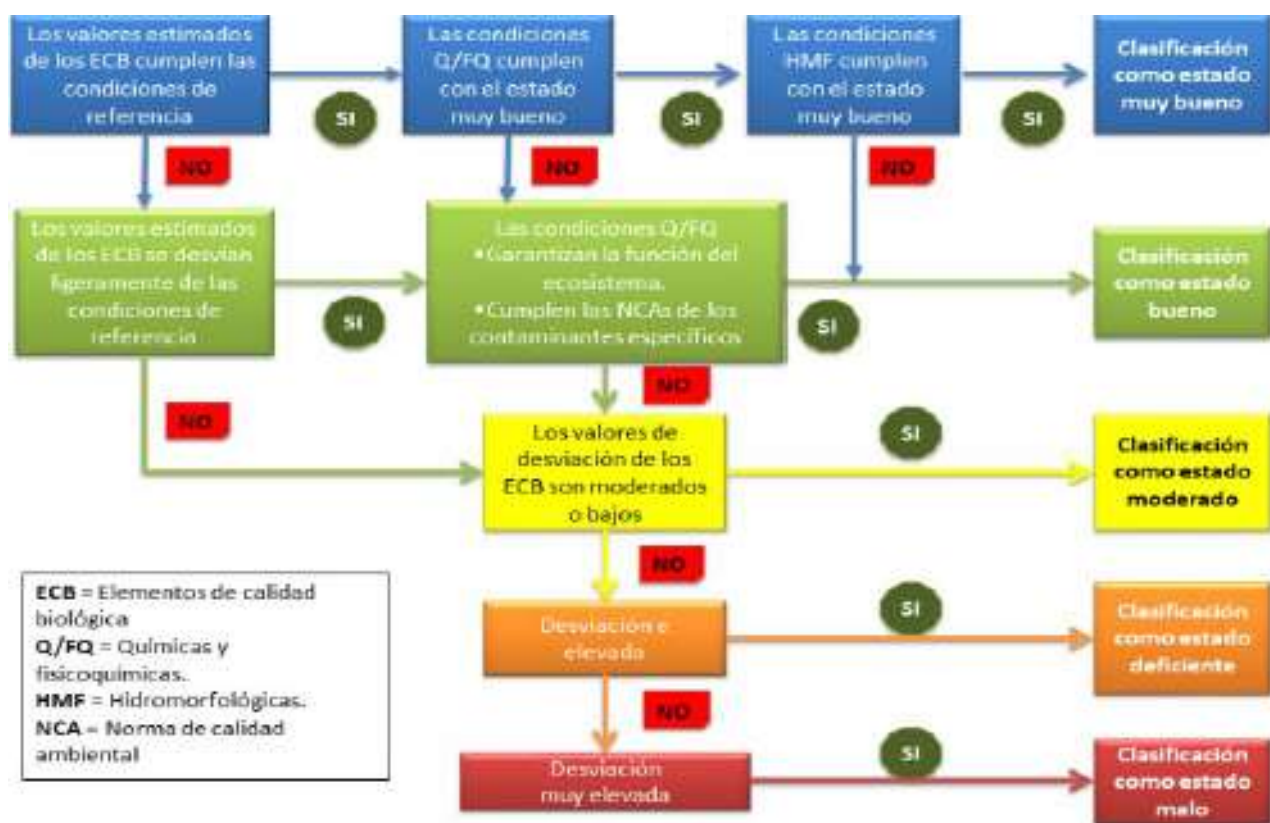
3. EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO

El estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, evaluadas en función de una serie de indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, y en relación con las condiciones naturales en ausencia de presiones.

La evaluación final del estado ecológico se realiza según los indicadores biológicos, siendo modificada por la evaluación de los indicadores físico-químicos (pueden hacer bajar hasta estado ecológico moderado) y por los hidromorfológicos (pueden hacer bajar hasta estado bueno).

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO	
1	Aplicar los índices IBMWP y QBR como se indica en sus protocolos
2	Tener en cuenta los cortes de clases de calidad para el ecotipo al cual pertenece la masa de agua de estudio
3	Calcular el estado ecológico según los elementos físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos
4	Calcular el estado ecológico final

- PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO FINAL



- CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO:

	INDICADOR	LÍMITE	MM TIPO 15
INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS	IBMWP	CREF	172
		MB/B	118 (0,69)
		B/Mo	72 (0,42)
		Mo/D	41 (0,24)
		D/Ma	17 (0,10)
INDICADORES DE LOS ELEMNETOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS	O2 disuelto (mg/l)	MB/B	-
		B/Mo	5
	Tasa de saturación O2 (%)	MB/B	70-100
		B/Mo	60-120
	pH	MB/B	6,5-8,7
		B/Mo	6,0-9,0
	Nitrato (mg/l NO3)	MB/B	10

		B/Mo	25
	Amonio (mg/l NH4)	MB/B	0,2
		B/Mo	0,6
	Fosfato (mg/l PO4)	MB/B	0,4
		B/Mo	0,5
INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS	QBR	CREF	100
		MB/B	80 (0,80)

- EVALUACIÓN ECOLÓGICA FINAL DEL TRAMO DE ESTUDIO:

CALIDAD BIOLÓGICA	CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA	CALIDAD HIDRO-MORFOLÓGICA	CALIDAD FINAL
IBMWP:	O2 disuelto:	QBR:	
	Tasa de saturacion O2:		
	Ph:		
	Nitratos:		
	Amonio:		
	Fosfatos:		
FINAL:	FINAL:	FINAL:	FINAL:

Referencias

- ALBA-TERCEDOR, J. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne04/L04u051_Metodo_calidad_basado_BMWP.pdf
- HACH. 1989. Water Analyses Handbook. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 691 pp.
- HACH. 1992. Water analyses Handbook, 2nd Edition. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 831 pp.
- HACH. 1997. DR/2010 Spectrophotometer. Procedures Manual. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 824 pp.
- MUNNÉ, A, C. SOLÁ & N. PRAT. 1998. Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.
http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot_QBR%20cast.pdf
- TRAGSATEC, 2015. Evaluación del Estado Ecológico en tramos fluviales del río Manzanares y en el arroyo de la Trofa.
https://restauracionfluvialriomanzanares.es/wp-content/uploads/2017/05/Estudio_ecologico.pdf

ECOLOGÍA

Curso 2022/2023

PRÁCTICAS DE CAMPO

Río Manzanares



PROYECTO INNOVA 2021/2022 (Ref. 255)

Lugar y fecha de la práctica: Río Manzanares; El Pardo

X, X, y X de Abril 2023

OBJETIVO:

Aprender a medir los principales parámetros físico-químicos del agua y aplicar los principales índices de calidad ecológica fluvial, en base a la vegetación de ribera y comunidad de macroinvertebrados bentónicos, con el fin de evaluar el estado ecológico del tramo de estudio.

ÍNDICE:

1.Descripción del tramo de estudio	28
2.Físico-química del tramo de río seleccionado	29
3.Aplicación de índices de calidad para la evaluación ecológica del tramo de estudio	31
3.1.Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP)	31
3.2.Índice de Vegetación de Ribera (QBR)	34
4.Evaluación del tramo de estudio	38
5.Referencias	41

1.Descripción del tramo de estudio

- El río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo se ha visto afectado a lo largo de los años por una serie de alteraciones de carácter hidromorfológico que han motivado cambios importantes en las condiciones tanto del cauce como de su ribera, perdiendo principalmente espacio fluvial, diversidad de hábitats, conectividad longitudinal y transversal, además de accesibilidad a las orillas.
- La masa se designa como muy modificada conforme al apartado 2.2.2.1.1.1 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (BOE, 2008). Tipo 1. Presas y azudes- Efecto aguas abajo – Efecto barrera. Si fuera masa de agua natural pertenecería al tipo 15. EJES MEDITERRÁNEO- CONTINENTALES POCO MINERALIZADOS. Esta masa de agua forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Demarcación Hidrográfica del Tago dentro de la siguiente categoría: Zona de protección de hábitats o especies: Directivas Hábitats (DOCE, 1992) y Aves (DOCE, 2009).



2.Físico-química del tramo de río seleccionado

PROTOCOLO PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL TRAMO DE RÍO	
1	Seleccionar zonas donde el agua esté bien mezclada (zonas centrales)
2	Con la sonda paramétrica medir: Temperatura del agua; Oxígeno disuelto y Saturación de oxígeno, pH; Conductividad y Salinidad
3	Tomar una muestra de agua y medir con el espectrofotómetro de campo: Nitratos; Amonio y Fósforo.

1	Pasos a seguir
	Para que el muestreo sea lo más representativo posible se debe realizar la toma de muestras en puntos que Representen el tipo de hábitat de estudio. Seleccionar zonas donde el agua esté bien mezclada (zonas centrales), evitando 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. Muestrear antes del comienzo de los trabajos que puedan modificar las características del agua (en especial el muestreo biológico). Otra posibilidad es realizarlo posteriormente, aguas arriba de la zona perturbada.
2	Medidas instantáneas con equipos portátiles
	Se realiza mediante medidor multiparamétrico HANNA© (HI-9828 o similar), provisto de sensores de temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto. Es necesario calibrar los sensores de conductividad, oxígeno disuelto (in situ) y el de pH el día previo a cada salida. Se miden simultáneamente las características fisicoquímicas del agua: temperatura del agua (t, °C), pH, conductividad eléctrica (CE, $\mu\text{S}/\text{cm}$) y concentración de oxígeno disuelto (OD, mg/L) y su porcentaje de saturación (SatOD, %). La determinación del pH se realiza in situ mediante método potenciométrico. Se emplea la compensación automática de temperatura (CAT). La conductividad específica del agua circulante del río se realiza por potenciometría y CAT. Simultáneamente a las medidas de los dos anteriores parámetros, se mide la temperatura del agua (t, °C). La determinación del oxígeno disuelto en el agua (OD) se obtiene al mismo tiempo, mediante un sensor galvánico integrado en la sonda. El instrumento mide la concentración (OD, mg/L) y su saturación (SatOD, %). Los efectos combinados de la presión atmosférica (sensor incorporado en la sonda), temperatura del agua y CE se corrigen automáticamente, dado que el equipo incorpora dichos sensores.
3	Medidas de nutrientes
	Se pueden analizar in situ y con relativa facilidad un gran número de parámetros químicos del agua mediante el espectrofotómetro de campo HACH DR1900 (HACH, USA). Puede ser necesario filtrar las muestras previamente a su análisis. La determinación de NO₃- (Hach, 1989, 1992 y 1997) se realiza mediante el método espectrofotométrico de reducción de cadmio. El Cd presente en la mezcla de reactivos NitraVer 5 Nitrate reduce los nitratos presentes en la muestra a nitritos, que posteriormente reaccionan en medio ácido con el ácido sulfanílico formando una diazona. Esta sal reacciona a su vez con el ácido gentísico, formando un compuesto de color ámbar, midiendo su absorbancia a 400 nm de longitud de onda para concentraciones de 0-4,5 mg/L de N-NO₃- (Método 8171, Hach). Para concentraciones superiores de hasta 30 mg/L de N-NO₃-, leer la absorbancia a 500 nm (Método 8039, Hach). El procedimiento puede realizarse empleando las ampollas de vidrio al vacío AccuVac®. Las concentraciones se expresan en mg/L de N-NO₃- (N

presente en la molécula de NO₃⁻); para expresarlas como mg/L de NO₃⁻, habría que multiplicar el resultado anterior por un factor de 4,4. El resultado final es realmente la suma de nitratos y nitritos, si bien la concentración de nitritos en las aguas fluyentes de los ríos suele ser despreciable frente a la de los nitratos, por lo que el resultado puede considerarse como nitratos.

La determinación del PO₄³⁻ (Hach, 1989, 1992 y 1997) se realiza mediante método espectrofotométrico. Si se filtra la muestra el resultado se puede también referir como fosfato reactivo soluble (SRP, Soluble Reactive Phosphorus). El fósforo reactivo se determina por el método del ácido ascórbico mediante los reactivos PhosVer 3 Phosphate en dos pasos. En el primero se produce la reacción del ortofosfato con molibdato en medio ácido, formando un complejo de color amarillo de fosfomolibdato. Posteriormente el complejo es reducido mediante el ácido ascórbico, produciendo un color azul, midiendo a 890 nm de longitud de onda, la absorbancia de concentraciones de 0-2,5 mg/L PO₄³⁻ (Método 8048, Hach). El procedimiento puede realizarse empleando las ampollas de vidrio al vacío AccuVac®. Las concentraciones se expresan en mg/L de PO₄³⁻; para expresarlas como mg/L de P-PO₄³⁻, hay que dividir el resultado anterior por un factor de 3.

Tª agua (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno (mg/l)	% Saturación O ₂

Nitratos (mg/l NO ₃)	Amonio (mg/l NH ₄)	Fosfato (mg/l PO ₄)

3. Aplicación de índices de calidad para la evaluación ecológica del tramo de estudio

3.1. Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP)

	Pasos a seguir	Observaciones
1	Seleccionar el área de observación El tramo de río evaluado deberá tener una longitud aproximada de 100 m. Se realizará un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificarán los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes: zonas lólicas o leníticas, con macrófitos o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos: arena, limo, etc.	El índice no se deberá aplicar inmediatamente después de una crecida, ni inmediatamente después de un periodo en que el cauce haya estado seco. En ambos casos debe esperarse al menos un mes antes de realizar el muestreo
2	Muestreo de los hábitats Una vez recorrida la zona y localizados los diferentes microhábitats, antes de introducirse en el agua es importante localizar animales esquivos que viven en la superficie como Gyrinidae, Gerridae o Hydrometridae, ya que tratan de huir rápidamente y podrían pasar desapercibidos si se lleva a cabo el muestreo de inmediato. A continuación, se muestrearán todos los hábitats presentes con una red de mano de 300 μm^* de luz de malla y una boca de entrada de unos 30 cm de diámetro. El muestreo se realizará colocando la malla a contracorriente y removiendo el sustrato aguas arriba de la manga con la mano o el pie, realizando un movimiento zigzagante con la red para que todo el material removido entre a través de ésta. Las piedras deben limpiarse bien dentro de la red o en una batea por ambas caras, así como troncos, raíces, masas de algas, etc.	El muestreo se realiza desde aguas abajo hacia aguas arriba del tramo para evitar que la perturbación haga huir a los animales. Para evitar que al colmatarse la red la corriente ayude a los animales a escapar se debe vaciar a menudo el contenido de ésta en bateas de plástico blanco.
3	Identificación de los taxones Se proponen dos protocolos de identificación dependiendo de si se está muestreando una estación de	

	referencia o no. En caso del muestreo de una estación de referencia se realiza un mayor esfuerzo en la identificación de los taxones, ya que se prevé que estas localidades serán muchos más diversas que las de “no referencia”. Además, en estas localidades, se propone la toma de datos de abundancia relativa en laboratorio, para un posible posterior tratamiento de los datos. En caso de que no interese tal tratamiento será suficiente con aplicar el Protocolo I a todas las localidades de muestreo.	
4	Cálculo del índice Para el cálculo del índice se suman las puntuaciones parciales que se obtienen de la presencia de cada familia y de esta forma se obtiene la puntuación global del punto de muestreo. Si en el tramo aparecen más de un individuo de una familia esta sólo puntuará una vez.	

CÓDIGO	ARÁCNIDOS	Punt.
ACA001SPOR	Acariformes ¹	4

CÓDIGO	COLEÓPTEROS	Punt.
CHR009FAMI	Chrysomelidae	4
CUR001FAMI	Curculionidae	4
DRY001FAMI	Dryopidae	5
DYT001FAMI	Dytiscidae	3
ELM001FAMI	Elmidae	5
GYR001FAMI	Gyrinidae	3
HAL002FAMI	Halipidae	4
HEL002FAMI	Helophoridae	5
HYD008FAMI	Hydraenidae	5
HYD013FAMI	Hydrochidae	5
HYD011FAMI	Hydrophilidae	3
HYG001FAMI	Hygrobiidae	3
NOT004FAMI	Noteridae	3
PSE004FAMI	Psephenidae	3
SCID01FAMI	Scirtidae (=Helodidae)	3

CÓDIGO	CRUSTÁCEOS	Punt.
ASE001FAMI	Asellidae	3
AST003FAMI	Astacidae	8
ATY001FAMI	Atyidae	6
COR003FAMI	Corophiidae	6
GAM001FAMI	Gammaridae	6
OST001CLAS	Ostracoda	3
PAL004FAMI	Palaemonidae	6

CÓDIGO	DÍPTEROS	Punt.
ANT004FAMI	Anthomyiidae ²	4
ATH001FAMI	Athericidae	10
BLE001FAMI	Blephariceridae	10
CER006FAMI	Ceratopogonidae	4
CHI001FAMI	Chironomidae	2
CUL001FAMI	Culicidae	2
DIX001FAMI	Dixidae	4
DOL001FAMI	Dolichopodidae	4
EMP001FAMI	Empididae	4
EPH003FAMI	Ephydriidae	2
LIM005FAMI	Limonidae	4
PSY001FAMI	Psychodidae	4
PTY001FAMI	Ptychopteridae	4
RHA004FAMI	Rhagionidae	4
SCA002FAMI	Scatophagidae ²	4
SCI002FAMI	Sciomyzidae	4
SIM002FAMI	Simuliidae	5
STR003FAMI	Stratiomyidae	4
SYR002FAMI	Syrphidae	1
TAB002FAMI	Tabanidae	4
THA003FAMI	Thaumaleidae	2
TIP001FAMI	Tipulidae	5

CÓDIGO	EFEMERÓPTEROS	Punt.
BAE001FAMI	Baetidae	4
CAE001FAMI	Caenidae	4
EPH002FAMI	Ephemerellidae	7
EPH001FAMI	Ephemeridae	10
HEP001FAMI	Heptageniidae	10
LEP003FAMI	Leptophlebiidae	10
OLI002FAMI	Oligoneuriidae	5
POL020FAMI	Polymitarcidae	5
POT003FAMI	Potamanthidae	10
PRO010FAMI	Prosopistomatidae	7
SIP001FAMI	Siphonuridae	10

CÓDIGO	HETERÓPTEROS	Punt.
APH001FAMI	Aphelocheiridae	10
COR004FAMI	Corixidae	3
GER002FAMI	Gerridae	3
HYD014FAMI	Hydrometridae	3
MES001FAMI	Mesoveliidae	3
NAU001FAMI	Naucoridae	3
NEP002FAMI	Nepidae	3
NOT003FAMI	Notonectidae	3
PLE004FAMI	Pleidae	3
VEL001FAMI	Veliidae	3

CÓDIGO	HIRUDÍNEOS	Punt.
ERP001FAMI	Erpobdellidae	3
GLO005FAMI	Glossiphoniidae	3
HIR002FAMI	Hirudidae (=Hirudinidae)	3
PIS003FAMI	Piscicolidae	4

CÓDIGO	NEURÓPTEROS	Punt.
SIA001FAMI	Sialidae	4

CÓDIGO	LEPIDÓPTEROS	Punt.
PYR004FAMI	Crambidae (=Pylidae)	4

CÓDIGO	MOLUSCOS	Punt.
ANC001FAMI	Ancylidae	6
BIT001FAMI	Bithyniidae	3
FER002GENE	Ferrissia ³	6
HYD005FAMI	Hydrobiidae	3
LYM001FAMI	Lymnaeidae	3
NER001FAMI	Neritidae	6
PHY003FAMI	Physidae	3
PLA003FAMI	Planorbidae ⁴	3
SPH006FAMI	Sphaeriidae	3
THI001FAMI	Thiaridae	6
UNI001FAMI	Unionidae	6
VAL001FAMI	Valvatidae	3
VIV001FAMI	Viviparidae	6

CÓDIGO	ODONATOS	Punt.
AES001FAMI	Aeshnidae	8
CAL004FAMI	Calopterygidae	8
COE001FAMI	Coenagrionidae	6
COR012FAMI	Cordulegasteridae	8
COR008FAMI	Corduliidae	8
GOM003FAMI	Gomphidae	8
LES001FAMI	Lestidae	8
LIB001FAMI	Libellulidae	8
PLA004FAMI	Platycnemididae	6

CÓDIGO	OLIGOQUETOS	Punt.
	Todos	1

CÓDIGO	PLECÓPTEROS	Punt.
CAP003FAMI	Capniidae	10
CHL004FAMI	Chloroperlidae	10
LEU004FAMI	Leuctridae	10
NEM001FAMI	Nemouridae	7
PER004FAMI	Perlidae	10
PER006FAMI	Perlodidae	10
TAE001FAMI	Taeniopterygidae	10

CÓDIGO	TRICÓPTEROS	Punt.
BER001FAMI	Beraeidae	10
BRA006FAMI	Brachycentridae	10
CAL002FAMI	Calamoceratidae	10
ECN001FAMI	Ecnomidae	7
GLO004FAMI	Glossosomatidae	8
GOE001FAMI	Goeridae	10
HYD006FAMI	Hydropsychidae	5
HYD012FAMI	Hydroptilidae	6
LEP008FAMI	Lepidostomatidae	10
LEP004FAMI	Leptoceridae	10
LIM002FAMI	Limnephilidae	7
MOL001FAMI	Molannidae	10
ODO001FAMI	Odontoceridae	10
PHI001FAMI	Philopotamidae	8
PHR002FAMI	Phryganeidae	10
POL003FAMI	Polycentropodidae	7
PSY002FAMI	Psychomyiidae	8
RHY001FAMI	Rhyacophilidae	7
SER001FAMI	Sericostomatidae	10
UEN001FAMI	Uenoidae (=Thremmatidae)	10

CÓDIGO	TURBELARIOS	Punt.
DEN001FAMI	Dendrocoelidae	5
DUG001FAMI	Dugesidae	5
PLA005FAMI	Planariidae	5

3.2. Índice de Vegetación de Ribera (QBR)

Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo del QBR

	Consideraciones	Observaciones
1	Grado de cobertura riparia Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta. Hay que tener en cuenta también la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.	Interesa puntuar la cobertura del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evaluará en el apartado 2. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera. Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.
2	Estructura de la cobertura La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se considera riberas a ambos márgenes del río. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.	En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. Cuando debido a las características geomorfológicas o hidrológicas del tramo, el bosque adyacente ocupa la zona riparia, éste se contabiliza en el apartado de cobertura y estructura (bloques 1 y 2), pero no para evaluar la calidad de la cobertura (bloque 3).
3	Calidad de la cobertura Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico con las indicaciones del reverso de la hoja de campo. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas o arbustivas nativas riparias. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río aumentan la puntuación, dependiendo del porcentaje de cobertura a lo largo del tramo estudiado. La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.	Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. Así, puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambas márgenes y si es necesario, complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores. La presencia de islas en el río resta puntuación, mientras que la presencia de suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar la vegetación de ribera, la aumentan. El resultado de la operación anterior indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y se usa para seguir por una u otra columna en el tercer bloque. Las especies introducidas en la zona y naturalizadas, penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) en el reverso de la hoja de campo.

4	Naturalidad del canal fluvial La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de las márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.	No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo.
---	--	---

Cualificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR

- Esta calificación debe ser aplicada en la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera). 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 riparia. No se cuentan las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.
- En tramos de alta montaña sin vegetación riparia natural o en zonas áridas, consultar la nota de la parte posterior de esta hoja de campo



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

Estación	
Observador	
Fecha	

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Agua arriba	
Otros	

Grado de cubierta de la zona de ribera (solo consideraremos la 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	recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	recubrimiento 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 existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
- 5	si existe 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 existe 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 diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 + 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades			
+ 5	si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonos** formando comunidades			
- 10	si existen vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

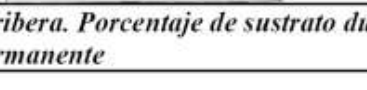
Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o 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	
<i>Tipos de desnivel de la zona riparia</i>		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
<i>Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río</i>			
Anchura conjunta "a" > 5 m.		- 2	
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1	
<i>Potencialidad de soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente</i>			
> 80 %		No se puede medir	
60 - 80 %		+ 6	
30 - 60 %		+ 4	
20 - 30 %		+ 2	
<i>Puntuación total</i>			

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**

1- ARBRES	2- ARBUSTS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailanto)	<i>Nicotina</i> sp.
<i>Platanus x hispanica</i> (Plátano)	<i>Ricinus communis</i> (Ricino)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Caña)
<i>Salix babylonica</i> (Sauze Llorón)	<i>Acacia farnesiana</i> (Espinillo blanco)
<i>Eleagnus angustifolia</i> (Árbol del paraíso)	
<i>Morus</i> sp (Moreras)	

Observaciones:

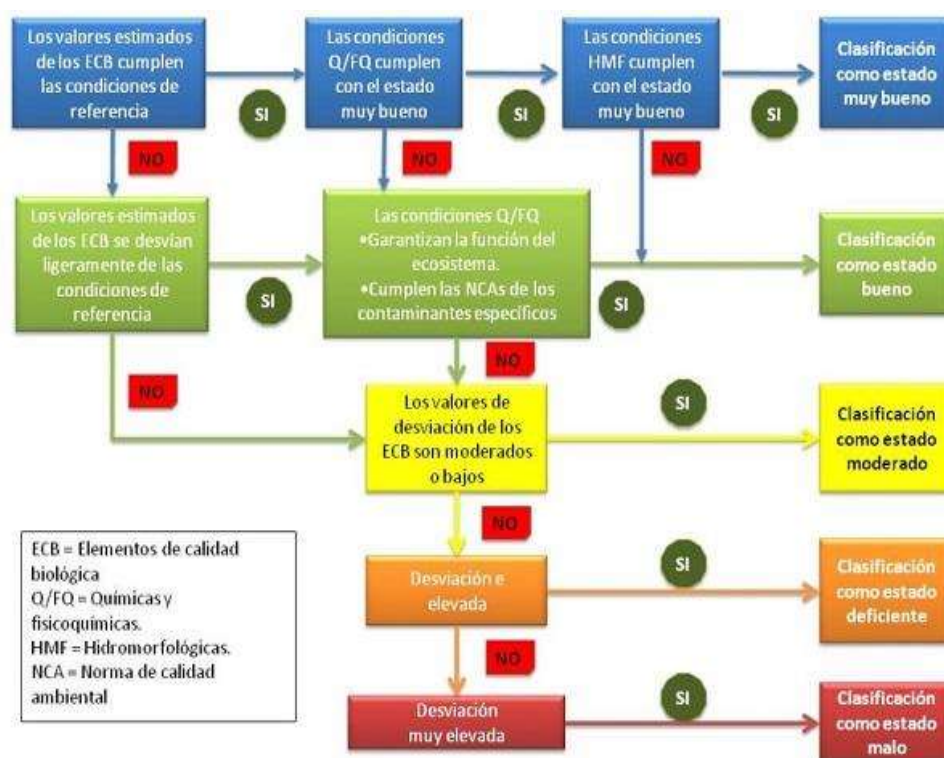
4.Evaluación del tramo de estudio

El estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, evaluadas en función de una serie de indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, y en relación con las condiciones naturales en ausencia de presiones.

La evaluación final del estado ecológico se realiza según los indicadores biológicos, siendo modificada por la evaluación de los indicadores físico-químicos (pueden hacer bajar hasta estado ecológico moderado) y por los hidromorfológicos (pueden hacer bajar hasta estado bueno).

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO	
1	Aplicar los índices IBMWP y QBR como se indica en sus protocolos
2	Tener en cuenta los cortes de clases de calidad para el ecotipo al cual pertenece la masa de agua de estudio
3	Calcular el estado ecológico según los elementos físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos
4	Calcular el estado ecológico final

- PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO FINAL



- CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO:

	INDICADOR	LÍMITE	MM TIPO 15
INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS	IBMWP	CREF	172
		MB/B	118 (0,69)
		B/Mo	72 (0,42)
		Mo/D	41 (0,24)
		D/Ma	17 (0,10)
INDICADORES DE LOS ELEMNETOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS	O2 disuelto (mg/l)	MB/B	-
		B/Mo	5
	Tasa de saturación O2 (%)	MB/B	70-100
		B/Mo	60-120
	pH	MB/B	6,5-8,7
		B/Mo	6,0-9,0

INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS	Nitrato (mg/l NO ₃)	MB/B	10
		B/Mo	25
	Amonio (mg/l NH ₄)	MB/B	0,2
		B/Mo	0,6
	Fosfato (mg/l PO ₄)	MB/B	0,4
		B/Mo	0,5
INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS	QBR	CREF	100
		MB/B	80 (0,80)

- EVALUACIÓN ECOLÓGICA FINAL DEL TRAMO DE ESTUDIO:

CALIDAD BIOLÓGICA	CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA	CALIDAD HIDRO-MORFOLÓGICA	CALIDAD FINAL
IBMWP:	O ₂ disuelto:	QBR:	
	Tasa de saturacion O ₂ :		
	Ph:		
	Nitratos:		
	Amonio:		
	Fosfatos:		
FINAL:	FINAL:	FINAL:	FINAL:

5.Referencias

- ALBA-TERCEDOR, J. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne04/L04u051_Metodo_calidad_basado_BMWP.pdf
- BOE. 2008. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. *Boletín Oficial del Estado*, 229, de 22 de septiembre de 2008.
- DOCE. 2009. Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 20/7, de 26 de enero de 2010.
- DOCE. 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. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 327, de 22 de diciembre de 2000.
- DOCE. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 206, de 22 de julio de 1992.
- HACH. 1989. Water Analyses Handbook. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 691 pp.
- HACH. 1992. Water analyses Handbook, 2nd Edition. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 831 pp.
- HACH. 1997. DR/2010 Spectrophotometer. Procedures Manual. HACH Company. Loveland, Colorado, USA. 824 pp.
- MUNNÉ, A, C. SOLÁ & N. PRAT. 1998. Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.
http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot_QBR%20cast.pdf
- TRAGSATEC, 2015. Evaluación del Estado Ecológico en tramos fluviales del río Manzanares y en el arroyo de la Trofa.
https://restauracionfluvialriomanzanares.es/wp-content/uploads/2017/05/Estudio_ecologico.pdf