

Día Mundial del Control de la Calidad del Agua



NDECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

Día Mundial del Control de la Calidad del Agua

Coordinación: Federico García y Alejandra Puig

Colaboradores indispensables: Cristina Danés, Luís Ortega, Joaquín Soler, Yaiza Luque, Gamaliel Martínez de Bascarán, Esther Aceituno y Mónica Agulló.

Imágenes:

David Fenwick (www.aphotoflora.com): págs. 9, 11, 32 izq, 33, 40, 45 sup. izq. y cent., 46 sup. izq. e inf. izq, 47 cent. e inf., 48, 49 sup. e inf., 51 sup., 53 inf., 54 inf., 55 sup. y cent., 56 sup., 57 inf., 60 y 59 inf.

Fototeca CENEAM (Organismo autónomo de Parques Nacionales – MMA): págs. 18 sup e inf, 49 cent, 50 inf, 51 cent, 52 cent, 53 cent y 58 inf.

Federico García: págs. 8, 10, 23, 27, 34 izq., 35 der., 41, 46 cent., 50 cent., 51 cent., 52 cent., 53 cent., 58 inf., 74 sup., 75 y 71. Gráficos págs. 43 y 73.

CEDEX: págs. 31, 45 sup., 53 sup., 56 sup. e inf., 57 sup., 46 sup., 51 inf., 52 inf. y sup.

Guillermo Polanco: págs. 21, 31 y 34 der.

Javier Sánchez: Foto de portada, pág. 13, 15, 16 izq. y 74 sup. izq.

Enrique Francia: 18 inf., 44, 47 sup. izq., 74 inf. y 82.

Alejandra Puig: págs. 17.

Luna García: dibujo pág. 12

Javier Sánchez Cabezas: pág. 14 der.

Cuaderno de Campo: Los peces de la cuenca del Ebro. DL: 2-2791/05: dibujos págs. 8, 9 y 25.

Ministerio de Educación, Política social y Deporte: pág. 14 izq.

Agradecimiento a los alumnos del I.E.S. Pintor Antonio López (pág. 21), alumnos del I.E.S. Palas Atenea (pág. 23), Colegio de Piedralaves (pág. 30), Colegio Logos Las Rozas (pág. 34) y Ayuntamiento de Nigrán (pág. 32)

Agradecemos el apoyo recibido por la DGA del Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino sin cuya colaboración hubiera sido imposible la realización de esta manual y en particular a los promotores del Programa de Voluntariado en Ríos.

ISBN-13:

NIPO

000-00-000-X

DEPOSITO LEGAL

M-00000-2008

Se permite el uso y reproducción de los contenidos de esta publicación siempre que sea para fines educativos y sin fines lucrativos. En su reproducción habrá que citar el origen de la información.

Si encuentras errores o tienes sugerencias sobre este manual y quieres colaborar para mejorar siguientes ediciones escribe a:

coordinación@adecagua.es

CONTENIDO

Prólogo	5
Manual de campo del Día Mundial del Control de la Calidad del Agua	6
¿Qué es el Día Mundial del Control de la Calidad del Agua?	8
Adecagua	9
Por tu seguridad	10
Seguridad del equipo de análisis	11
Escucha el río y descríbelo	12
Estudio de presiones	13
1. Introducción	14
2. ¿Que son las presiones?.....	14
3. Tipos de presiones	15
4. Observa las presiones y escribelas en ficha	15
Indicadores químicos y fisicoquímicos	17
Obtención de las muestras de agua para analizar	19
1. Turbidez	20
1.1. ¿Qué es la turbidez?	20
1.2. Causas de la turbidez del agua	20
1.3. ¿Por qué es importante medir la turbidez?	20
1.4. ¿Cómo medir la turbidez?	20
1.5. Interpretación de resultados de turbidez	21
2. Temperatura	22
2.1. ¿Qué es la temperatura?	22
2.2. Causas de los cambios bruscos en la temperatura del agua	22
2.3. ¿Por qué es importante conocer la temperatura del agua?	22
2.4. ¿Cómo medir la temperatura?	22
2.5. Interpretación de los resultados de temperatura	23
3. Oxígeno disuelto	24
3.1. ¿Qué es el oxígeno disuelto?	24
3.2. Causas del oxígeno disuelto en el agua	24
3.3. ¿Por qué es importante conocer el oxígeno disuelto?	24
3.4. ¿Cómo medir el oxígeno disuelto?	24
3.5. Interpretación de los resultados de oxígeno disuelto	25
4. Porcentaje de saturación de oxígeno	26
4.1. ¿Qué es el porcentaje de saturación de oxígeno?	26
4.2. Causas del porcentaje de saturación de oxígeno del agua	26
4.3. ¿Por qué es importante el porcentaje de saturación de oxígeno?	26

4 Contenido

4.4.	¿Cómo medir el porcentaje de saturación de oxígeno?	26
4.5.	Interpretación de los resultados del porcentaje de saturación de oxígeno	27
5.	pH	28
5.1.	¿Qué es el pH?	28
5.2.	Causas del pH del agua	28
5.3.	¿Por qué es importante conocer el pH?	29
5.4.	¿Cómo medir el pH?	29
5.5.	Interpretación de los resultados del pH.	29
6.	Nitratos	30
6.1.	¿Qué son los nitratos?	30
6.2.	Causas de los nitratos en el agua.	30
6.3.	¿Por qué es importante medir los nitratos?	30
6.4.	¿Cómo medir los nitratos?	30
6.5.	Interpretación de los resultados de nitratos	30
7.	Dureza del agua	31
7.1.	¿Qué es la dureza del agua?	31
7.2.	Causas de la dureza del agua.	31
7.3.	¿Por qué es importante conocer la dureza del agua?	31
7.4.	¿Cómo medir la dureza del agua?	32
7.5.	Interpretación de los resultados de dureza del agua	32

Indicadores biológicos 33

1.	Macroinvertebrados acuáticos	34
1.1.	¿Qué son los macroinvertebrados acuáticos?	34
1.2.	¿Por qué los macroinvertebrados nos informan sobre la calidad del agua?	34
1.3.	¿Cómo obtener el índice de macroinvertebrados?	35
1.4.	Clave e imágenes de identificación de macroinvertebrados acuáticos.	37
1.5.	Tabla para rellenar con los resultados y valoración final	39

Estudio de la vegetación de ribera 41

1.	El ecosistema fluvial	42
2.	Funciones de la vegetación ripícola	42
3.	Estructura horizontal de la vegetación ripícola	43
4.	Identificación de especies	45
4.1.	Arboles autóctonos	45
4.2.	Arbustos autóctonos	52
4.3.	Plantas acuáticas autoctonas	57
4.4.	Especies alóctonas	59
5.	Estructura de la Ribera (Cálculo de índice y valoración final)	62
6.	Fichas para rellenar con las especies vegetales encontradas	64

La ley de aguas 71

La ley de aguas 1/2001.	72
Zonificación de un río según la ley de aguas	73

Fichas para rellenar con los resultados de los muestreos 75

15 fichas para introducir todos los datos de los muestreos	76
15 fichas para describir el río.	82

PRÓLOGO

Las civilizaciones se han erigido siempre en torno a grandes ríos, su agua era un bien preciado que garantizaba la vida y el progreso de la sociedad. Con el paso del tiempo el intenso ritmo de desarrollo de las grandes ciudades, el aumento de la demanda de agua, las obras de acondicionamiento de los cauces y la edificación y los cultivos llevados hasta la orilla han hecho que nuestros ecosistemas fluviales, sean uno de los medios naturales más afectados.

Por esto, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino ha puesto en marcha una serie de proyectos en los que se busca la recuperación del medio fluvial, a través de la mejora de la gestión de los ríos, de su estado ecológico, y el impulso de la participación ciudadana.

Una de las principales iniciativas es la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, con la que se quiere recuperar los valores económicos, ecológicos y culturales que son propios de nuestros ríos. La Estrategia comprende a su vez el Programa de Voluntariado en Ríos con el que se quiere potenciar las acciones de voluntariado en el entorno y fomentar el sentimiento de responsabilidad compartida en la solución de los problemas ambientales.

Una de las actividades destacadas del Programa de Voluntariado es el "Día Mundial del Control de la Calidad del Agua", cuya celebración pretende promover la formación ambiental sobre la calidad del agua y los ecosistemas fluviales. La campaña acerca al río a niños y adultos y les enseña a medir, analizar y estudiar los distintos elementos que determinan la calidad de sus aguas.

En el Día Mundial del Control de la Calidad del Agua se proporciona a los voluntarios el equipo de campo necesario para poder realizar el estudio de la calidad del agua, así como este manual explicativo.

Esperamos que este programa sirva para fomentar el conocimiento de los ecosistemas fluviales, como elemento fundamental para conseguir un desarrollo sostenible como promueven la Ley de aguas, la Ley de patrimonio natural y de la biodiversidad y la Ley para del desarrollo sostenible del medio rural.

Elena Espinosa Mangana
Ministra de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

MANUAL DE CAMPO DEL DÍA MUNDIAL DEL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

Con este manual pretendemos introducirte en el genial mundo de los ríos. Te queremos facilitar la realización de las actividades planteadas para los muestreos del Día Mundial del Control de la Calidad del Agua, y esperamos sirva para crearte una nueva percepción del agua y de sus ecosistemas.

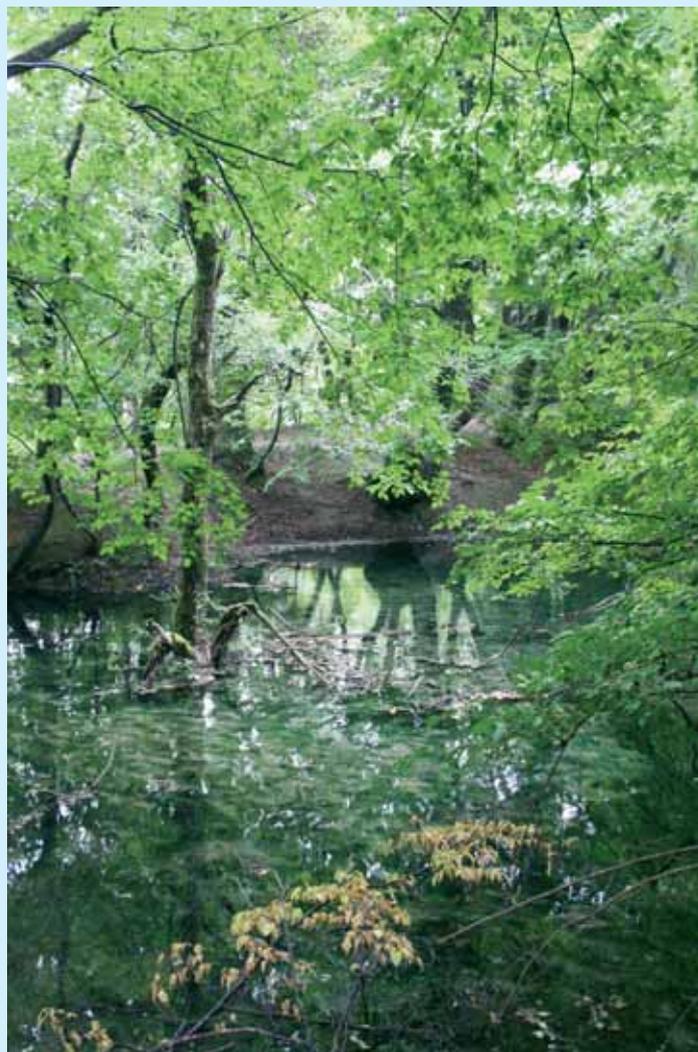
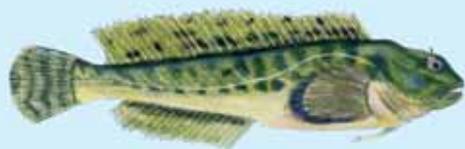
Este manual te introducirá en el estudio de la calidad del agua y de sus paisajes, pero si quieres profundizar más en alguno de sus apartados tendrás que recurrir a publicaciones más específicas.

Los datos de los muestreos que realices deberás apuntarlos en las fichas que aparecen en la parte final del manual. Cada muestreo cuenta con una columna en la que debes introducir los resultados del muestreo. Para conocer las coordenadas UTM del lugar de tu muestreo te facilitamos un visor desde nuestra web www.dmcca.es. Estas coordenadas servirán para realizar un mapa de España en el que aparecerán todos los lugares muestreados y los resultados obtenidos.

Los resultados de tus muestreos tendrás que remitirlos a través de las fichas de resultados, que podrás encontrar en www.adecagua.es y www.dmcca.es, enviándolas a:

resultados@adecagua.es

Es muy importante que nos remitas los resultados de tus muestreos, ya que con los resultados de todos los participantes podremos realizar un informe a nivel nacional del estado de nuestros ríos. También, estos datos pasarán a formar parte del informe anual del World Water Monitoring Day en el cual participan más de 40 países.



Las actividades que te planteamos en este manual son:

1. Observa y describe el río.

En la parte final del manual encontrarás varias páginas para dibujar o escribir, utilízalas, rellénalas con tus datos y envíanoslas a:

Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua).
Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B.
C.P.: 28034, Madrid.

Las mejores las publicaremos en www.adecagua.es

2. Estudia las presiones sobre el río.

Observa las presiones de tu lugar de muestreo y apúntalas en la casilla correspondiente de las fichas que aparecen en la parte final de manual.

3. Mide los indicadores químicos y fisicoquímicos.

Sigue las instrucciones para medir cada parámetro y anota los resultados en las fichas finales del manual. Cada muestreo que realices cuenta con una columna para apuntar los resultados.

4. Calcula el índice de macroinvertebrados acuáticos.

Sigue las instrucciones para capturar e identificar los macroinvertebrados acuáticos de tu lugar de muestreo. Anota en la tabla 1 de la página 39 la puntuación que tiene cada taxón que encuentres. Cada muestreo que realices cuenta con una columna para introducir los datos (hay 15 columnas para 15 muestreos). Suma todas las puntuaciones y obtendrás una puntuación final. Compara esta puntuación final con la tabla 2 de la página 40 y conocerás la valoración de la calidad del agua por el índice de macroinvertebrados.

Anota en la casilla correspondiente de la ficha de resultados final (parte final del manual) la valoración de la calidad del agua.

5. Estudia la vegetación de ribera.

Identifica las especies vegetales del lugar de muestreo y diferéncialas si son autóctonas o alóctonas. Anota las especies que identifiques en las fichas que aparecen entre las páginas 64 y 70. Una vez hayas anotado las especies encontradas calcula el índice de valoración de la vegetación de ribera a través de las tablas que aparecen en las páginas 62 y 63. De esta manera conseguirás una calificación del estado de la vegetación de ribera. Esta calificación apúntala en la casilla correspondiente de la ficha de resultados final (al final del manual).

Si tienes dudas con los pasos a seguir para realizar tus muestreos visita www.dmcca.es o escribe a coordinación@adecagua.es

Espero que disfrutes con este manual y conozcas mejor tu río.



Adecagua

¿QUÉ ES EL DÍA MUNDIAL DEL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA?

El **World Water Monitoring Day (WWMD™)**, o **DÍA MUNDIAL DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA**, es un programa educativo de alcance internacional en el que desde su inicio, en el año 2002, han participado más de 80.000 personas procedentes de 50 países diferentes. Su objetivo es fomentar la concienciación pública en relación con la protección de los recursos hídricos en todo el Mundo, mediante la participación de los ciudadanos en el control local de la calidad del agua. El proyecto consiste en proporcionar a los participantes las herramientas necesarias para que analicen las condiciones de los ríos, arroyos, lagos, embalses, estuarios, etc.

En el año 2007 **ADECAGUA** introdujo este programa internacional en España gracias al apoyo del **Ministerio de Medio Ambiente** al ser seleccionado como una de las actividades incluidas en el programa de educación ambiental Voluntariado en ríos.

El **WWMD™** está dirigido por la **WEF** (Water Environmental Federation) organización internacional, educativa y tecnológica, no lucrativa, que agrupa a más de 40.000 expertos en la calidad del agua.

ADECAGUA es la asociación miembro de la WEF en España. Como tal, su labor principal es procurar formación y ayuda a los profesionales del sector de la calidad del agua. Con este programa, **ADECAGUA** pretende educar y concienciar a los ciudadanos en la importancia de la calidad del agua, de los ríos y de su entorno como un medio a conocer y proteger.



ADECAGUA

Adecagua es una asociación no lucrativa, compuesta por profesionales españoles, cuya principal actividad profesional es la gestión de la calidad de las aguas. Se fundó en 1967.

Desde nuestra fundación, nos hemos caracterizado por la vocación de impulsar la colaboración entre estos profesionales, facilitar que compartan sus experiencias y la protección del medio ambiente.

Nuestros objetivos básicos son la mejora de los conocimientos técnicos relacionados con la calidad del agua, dar a conocer las últimas innovaciones en la mejora de la calidad medioambiental, especialmente en el medio hídrico, el intercambio de información y experiencias entre los asociados y la colaboración con los organismos públicos relacionados con la calidad del agua en España.

Adecagua es la asociación española miembro de la Water Environment Federation, organización técnica fundada en los Estados Unidos en 1925 y que agrupa a unos 40.000 profesionales distribuidos por todo el mundo.

Adecagua es también la única asociación española miembro de la European Water Association, entidad de ámbito europeo y que agrupa a unos 50.000 asociados en 25 países, con sede en Alemania y que mantiene una constante colaboración con los proyectos medioambientales de la Unión Europea.

Los técnicos asociados a Adecagua pertenecen automáticamente a la Water Environment Federation y a la European Water Association, lo que les da una serie de derechos y privilegios, y colaborar con sus colegas en todo el mundo.

Todos los técnicos españoles, profesionales del campo de la calidad del agua, son bienvenidos a nuestra asociación.

Más información en www.adecagua.es

ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

POR TU SEGURIDAD

Antes de ir a muestrear tu agua, lee estas instrucciones de seguridad:

- Indica a alguien dónde vas a estar, cuándo tienes previsto regresar y qué hacer si no has vuelto a la hora prevista.
- Conoce el parte meteorológico.
- No realices el control si el agua parece estar muy contaminada o si hay carteles que prohíben bañarse en ella.
- No camines por orillas del río inestables que puedan erosionarse o derrumbarse.
- Nunca cruces por aguas rápidas o con crecida.
- Si sales con una barca, utiliza prácticas de navegación segura. Lleva chaleco salvavidas en todo momento.
- **MANTÉN EL EQUIPO Y LOS PRODUCTOS QUÍMICOS FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.**
- Las pastillas TesTabs® para el oxígeno disuelto que forman parte del equipo del Día Mundial de Control de la calidad del Agua son peligrosas si se tragan o si entran en contacto con la piel o los ojos.
- Utiliza guantes de polipropileno. Lávate las manos con jabón al terminar.
- Llévate la basura que hayas generado para tirarla en los contenedores apropiados.

¡Tu seguridad es más importante que los datos!



SEGURIDAD DEL EQUIPO DE ANÁLISIS

Las pastillas TesTabs® están envasadas individualmente con una lámina que facilita su extracción. Guarda las TesTabs® en un lugar fresco y seco y abre la lámina únicamente cuando estés preparado para utilizar la pastilla. Una pastilla, ya sea sola o después de reaccionar con una muestra, no constituye peligro alguno para la salud. Sin embargo, las TesTabs® no deben ingerirse.

Encontrarás más información sobre los reactivos de La Motte llamando a cobro revertido al 813-248-0585 para acceder al número internacional de Chem-Tel. Cada reactivo se identifica mediante el número de cuatro cifras que aparece en las instrucciones de la prueba. Busca el nombre de la prueba en el envase de aluminio para averiguar cuál de las TesTabs® debes utilizar en cada caso. Por ejemplo, en la lámina de la TesTabs® que se utiliza para la prueba del oxígeno disuelto aparecen impresas las letras DO (del inglés "dissolved oxygen").



ESCUCHA EL RÍO Y DESCRÍBELO

Como primera aproximación a tu río, te proponemos que pases un tiempo a su lado y en silencio. Cinco minutos, como mínimo, te servirán para escuchar el agua y el ecosistema que crea este agua a su alrededor. Según en qué lugar te encuentres el agua te expresará algo diferente. El paisaje fluvial es tan variado como las maneras en que tú puedas sentirlo y este paisaje siempre te comunicará algo. Intenta plasmarlo como tu prefieras, dibujando o escribiendo, y envíanos tu obra junto a las fichas con los datos de los muestreos. Las mejores obras las publicaremos en nuestra web y en el informe anual del Día Mundial del Control de la Calidad del Agua.

Utiliza las páginas en blanco adjuntas en la parte final del manual y no olvides poner tu nombre y el del lugar donde te inspires.

El agua es el vehículo de la naturaleza.

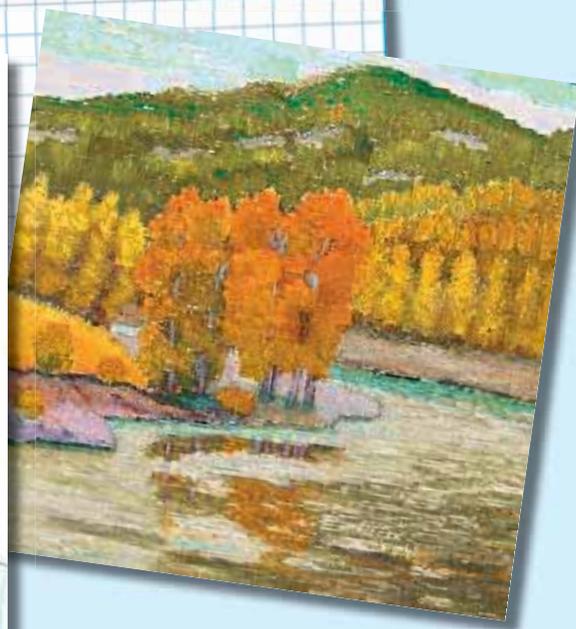
(Leonardo Da Vinci)

"Hay un libro abierto siempre para todos los ojos: la naturaleza"

(Rousseau, Jean-Jacques)

En algunos ríos es un crimen sacar peces, en otros, es un milagro.

(Richardson)



ESTUDIO DE PRESIONES



I. Introducción

A lo largo de la historia los cursos de agua han supuesto la más importante red vertebradora del paisaje y de los asentamientos humanos, vivimos donde hay agua. Todas las actividades productivas han girado y giran en torno al agua. Durante miles de años la relación del hombre con sus ríos fue ecuaníme, de igual a igual, con respeto hacia la fuente de la vida.

El siglo XIX supuso un cambio radical en el modo de vida de las personas y su relación con la naturaleza. En esta época y hasta bien avanzado el siglo XX, el desarrollo industrial, agrario y urbano fue exponencial, siendo además este crecimiento de interés predominante tanto en la sociedad, como entre los poderes políticos. En esta época, una imagen de una zona industrial llena chimeneas, humo, vías de tren y ferrocarriles representaba progreso y bienestar. En consecuencia, la "calidad de vida" de las personas aumentó radicalmente, pero a la vez, se descuidó el medio ambiente, quizá por desconocimiento o quizá por un afán desmedido de riqueza. Durante demasiado tiempo se ha vivido "de espaldas" a la naturaleza, sin poner los medios suficientes para evitar que se fuera degradando paulatinamente, de manera incontrolada y a veces, por desgracia, irreversible.

Afortunadamente, en la actualidad la sociedad, incluyendo industriales, ganaderos, agricultores, constructores, etc., va adquiriendo conciencia del bien que supone la naturaleza y de que se trata de un legado —heredado y que hay que transmitir— que necesita ser protegido. Además, la tecnología ha ido avanzando en este sentido, de modo que es posible congeniar el desarrollo con la protección de la naturaleza, y alcanzar situaciones de compromiso que permiten asegurar una calidad de vida adecuada con la protección del medio ambiente.

En este marco, para una correcta protección del medio acuático es preciso identificar todas las actividades humanas que puedan alterar negativamente el ecosistema acuático. Una vez identificadas pueden ser controladas y reguladas con el fin de minimizar el riesgo que suponen para la sostenibilidad del medio, esto es, para salvaguardar el ecosistema y que se mantenga rico y equilibrado. Estas actividades, potencialmente de riesgo para el medio acuático reciben el nombre de presiones.

2. ¿Qué son las presiones?

Según la Directiva Europea Marco del Agua las presiones se definen como todas aquellas actividades humanas que pueden alterar de alguna manera la estructura y el funcionamiento natural de las masas de agua.

Las presiones generan unos impactos sobre la masa de agua afectada, y estos a su vez tienen unos efectos sobre el ecosistema fluvial afectado.



3. Tipos de presiones

Las presiones son de distintos tipos, unas son fuentes de contaminación porque causan la emisión de sustancias contaminantes al agua, éstas pueden ser puntuales o difusas. Otras presiones son las que alteran físicamente el medio hídrico como las extracciones de agua, las regulaciones y alteraciones morfológicas. Finalmente otras presiones serían aquellas que tienen una influencia remota que acaba modificando el medio como la introducción de especies invasoras.

Las principales fuentes puntuales de contaminación son los vertidos industriales y urbanos. Puedes identificarlas bien porque ves una tubería de la que sale un vertido, o bien porque has pasado por una zona con fábricas, polígonos, urbanizaciones, una ciudad o pueblo, etc.

Las fuentes difusas son la agricultura y ganadería y las vías de comunicación y transporte, como carreteras, vías de tren, etc.

Las extracciones de agua destinadas al consumo humano, al regadío o a la industria, reducen notablemente el caudal de las aguas, provocando una disminución en su calidad.

Las obras de regulación y alteraciones morfológicas son los embalses, los canales que desvían el agua, las presas y azudes, el dragado de cauces, la ocupación de los márgenes, el revestimiento de la margen del río eliminando el bosque de ribera, etc.

Otras presiones pueden ser la introducción de especies invasoras, como el mejillón cebra o el siluro, o actividades recreativas como la navegación.

4. Observa las presiones y escríbelas en la ficha

A continuación te mostramos un listado de las principales presiones que puedes encontrar en tu río. Escribe las presiones que veas en la ficha final de muestreo. Si encuentras alguna otra que no esté en la lista apúntala también.

Listado de presiones más comunes

- Vertidos.
- Vertederos incontrolados.
- Agricultura.
- Ganadería.



16 Estudio de presiones

- Aeropuertos.
- Vías de transporte.
- Zonas urbanas.
- Zonas mineras.
- Zonas recreativas.
- Central hidroeléctrica.
- Captaciones de agua.
- Canales de desvío.
- Presa.
- Azud.
- Revestimiento del margen.
- Dragado del cauce.
- Modificaciones en la ribera.
- Líneas eléctricas.
- Especies invasoras.
- Zonas incendiadas.
- Ocupación de márgenes: viviendas, vehículos abandonados, escombreras.





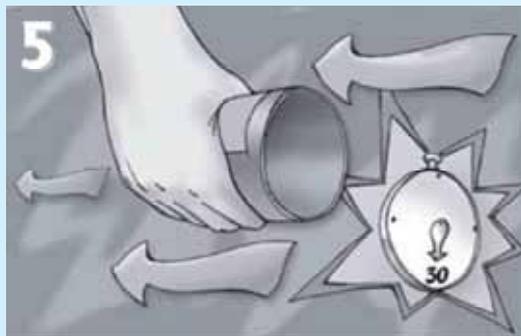
INDICADORES QUÍMICOS Y FISICOQUÍMICOS

18 Indicadores químicos y físicoquímicos



Obtención de las muestras de agua para analizar

1. Retira la tapa del recipiente de muestreo.
2. Usa guantes protectores. Aclara el frasco 2 ó 3 veces con agua.
3. Sumerge el recipiente con la boca hacia abajo en el agua.
4. Coloca el recipiente de cara a la corriente.
5. Deja que el agua entre en el recipiente durante 30 segundos.
6. Tapa el recipiente por completo cuando aún esté sumergido. Sácalo del agua



I. Turbidez

1.1. ¿Qué es la turbidez?

La turbidez es la falta de transparencia del agua, debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parece y el valor de turbidez es más alto. Para el desarrollo de las plantas y animales acuáticos, es mejor que el agua sea lo más transparente posible, aunque un agua turbia no significa necesariamente que esté contaminada, ya que la turbidez puede estar ocasionada por fenómenos naturales, por ejemplo la presencia de arcillas o limos procedentes de la erosión de los terrenos de alrededor o bien la descomposición de la vegetación de ribera.

1.2. Causas de la turbidez del agua

La turbidez puede estar ocasionada por partículas vivas que habitan en el agua, por ejemplo el fitoplancton. También, los materiales procedentes de la descomposición de los seres vivos causan turbidez, por ejemplo, los restos de plantas, hojas, ramas, etc. Finalmente, partículas inertes de naturaleza inorgánica, como son arcillas y limos reducen la transparencia del agua.

El aporte de estas partículas, especialmente las inorgánicas, puede deberse al arrastre de sedimentos procedentes de la erosión de los terrenos situados en la cuenca de drenaje o bien de la resuspensión de los sedimentos del fondo del río o lago. Con frecuencia, el fenómeno de resuspensión se debe a peces que se alimentan por el fondo y los revuelven, como por ejemplo la carpa.

Finalmente, los vertidos de aguas residuales o los procedentes de escorrentías urbanas pueden aumentar la turbidez.

1.3. ¿Por qué es importante medir la turbidez?

Las partículas suspendidas en el agua absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así la concentración de oxígeno disuelto en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría).

Las partículas en suspensión dispersan la luz, impidiendo la actividad fotosintética de las plantas y algas, y contribuyen a bajar la concentración de oxígeno más aún.

1.4. ¿Cómo medir la turbidez?

Para realizar la prueba de turbidez se utiliza el recipiente del kit. Adhiere la pegatina del dibujo del disco Secchi en el fondo del recipiente.

1. Retira la lámina protectora de la pegatina del disco Secchi.
2. Adhiere la pegatina en el fondo del recipiente blanco grande por la parte de dentro.
3. Llena el recipiente hasta la línea de turbidez situada en la etiqueta externa del recipiente.
4. Mantén el gráfico de turbidez en el borde superior del tarro. Mirando hacia el interior del tarro, compara el aspecto del dibujo del disco Secchi del recipiente con el del gráfico.



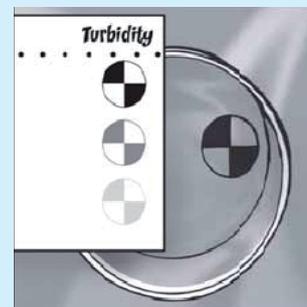
1



2



3



4

1.5. Interpretación de resultados de turbidez

Los resultados se expresan en "Unidades de Turbidez Jackson" (Jackson Turbidity Unit-JTU). Esta unidad es antigua y fue la primera que existió para medir la turbidez, actualmente casi no se usa, pero para nuestro análisis es muy muy sencilla y fiable. Normalmente la turbidez se expresa en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). La equivalencia entre ambas unidades es elevada de modo que ambas unidades son prácticamente intercambiables, por ejemplo, 40 JTU son aproximadamente igual a 40 NTU.

En la tabla de comparación de resultados tenemos tres posibles resultados: 0 JTU, 40 JTU y 100 JTU.

Cuanto menor sea el valor de turbidez mayor es la transparencia del agua.

Si la turbidez del agua es alta (superior a 40 JTU), habrá muchas partículas suspendidas en ella. Estas partículas sólidas bloquearán la luz solar y evitarán que las plantas acuáticas obtengan la luz que necesitan para realizar la fotosíntesis. Las plantas producirán menos oxígeno y con ello bajarán los niveles de oxígeno disuelto en el agua. Las plantas morirán más fácilmente y serán descompuestas por las bacterias en el agua, lo que reducirá todavía más los niveles de oxígeno disuelto.

Las partículas suspendidas en el agua también absorberán calor de la luz solar, lo que ocasiona que el agua esté más caliente y por lo tanto con menor capacidad de retener oxígeno.

Las partículas suspendidas también son destructivas para muchos organismos acuáticos tales como los macroinvertebrados acuáticos. Pueden obstruir las branquias de los peces e interferir con su habilidad para encontrar alimento. También pueden enterrar a las criaturas que viven en el fondo y los huevos. Finalmente, las partículas en suspensión pueden transportar contaminantes en el agua.



2. Temperatura

2.1. ¿Qué es la temperatura?

La temperatura es un parámetro físico que permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde un punto de vista microscópico, la temperatura se considera una representación de la energía cinética interna media de las moléculas que integran el cuerpo estudiado, en este caso el agua. Esta energía cinética se manifiesta en forma de agitación térmica, que resulta de la colisión entre las moléculas que forman el agua.

Los animales y plantas acuáticas son sensibles a los cambios de temperatura del agua y requieren que ésta se mantenga dentro de un intervalo determinado para poder sobrevivir y reproducirse. Si la temperatura del agua permanece fuera de este intervalo durante mucho tiempo, los organismos quedarán expuestos a unas condiciones inadecuadas y morirán.

La temperatura también afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. El agua fría transporta más oxígeno que la caliente, y todos los animales acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir. La temperatura también influye en la fotosíntesis de las plantas acuáticas y en la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos, los parásitos y las enfermedades.

2.2. Causas de los cambios bruscos en la temperatura del agua

Los aumentos repentinos en la temperatura pueden ser ocasionados por contaminación térmica, por ejemplo con los vertidos de agua caliente proveniente de plantas industriales, especialmente el vertido de las aguas de refrigeración. También calienta el agua la tala de árboles y de la vegetación de las orillas ya que disminuyen las zonas de sombra. Finalmente, el agua procedente de la escorrentía de calles urbanas puede provocar cambios de temperatura capaces de amenazar el equilibrio de los ecosistemas acuáticos.

2.3. ¿Por qué es importante conocer la temperatura del agua?

Es importante conocer la temperatura del agua porque puede ayudar a predecir y confirmar otras condiciones del agua. Por ejemplo, la temperatura del agua tiene influencia directa en otros factores de la calidad del agua tales como el oxígeno disuelto (OD), la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la supervivencia de algunas especies acuáticas.

La temperatura del agua puede afectar los índices de reproducción de algunas especies acuáticas (animales y vegetales); algunas especies podrían dejar de reproducirse en aguas más calientes de lo habitual. En aguas más calientes puede aumentar la susceptibilidad de los organismos acuáticos a las enfermedades porque las bacterias y otros organismos que causan enfermedades crecen con más rapidez en aguas cálidas.

Además, los cambios repentinos en la temperatura del agua pueden causar un choque térmico en algunas especies acuáticas y ocasionar la muerte de dichas especies. La contaminación térmica, aunque sea gradual, puede perturbar el balance del ecosistema de tal modo que podría exterminar las especies que no toleran el calor en esa área.

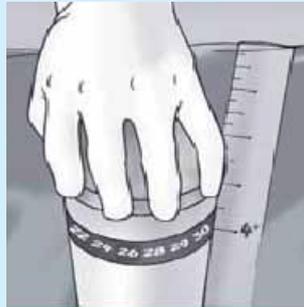
2.4. ¿Cómo medir la temperatura?

Los dos termómetros suministrados con el kit del **Día Mundial del Control de la Calidad del Agua** tienen adhesivo en su parte posterior. Pégalos al recipiente del equipo en su parte superior. La temperatura se indica mediante un número que aparece en la pantalla de cristal líquido. Hay un termómetro para temperaturas superiores a 13°C y otro más pequeño para temperaturas inferiores a 12 °C.

1. Usa guantes protectores.
2. Coloca el termómetro a 10 cm por debajo de la superficie del agua durante 30 segundos.
3. Saca el termómetro del agua, lee la temperatura y anótala en el la ficha de datos.



1



2



3

2.5. Interpretación de los resultados de temperatura

En general, cuando la temperatura del agua es más fría, la cantidad de oxígeno disuelto (OD) debe ser más alta y, por lo tanto, el agua podrá soportar la vida acuática (peces y plantas) con más facilidad. Esto se debe a que el oxígeno puede disolverse en agua fría más fácilmente que en el agua tibia. Lo contrario puede esperarse en aguas más tibias.



3. Oxígeno disuelto

3.1. ¿Qué es el oxígeno disuelto?

El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces y otros organismos vivos, por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática.

3.2. Causas del oxígeno disuelto en el agua

La concentración de este elemento es el resultado del oxígeno que entra en el sistema y el que se consume por los organismos vivos. La entrada de oxígeno en el agua procede de muchas fuentes, pero la principal es el oxígeno absorbido de la atmósfera. Otra fuente de oxígeno son las plantas acuáticas que durante la fotosíntesis absorben dióxido de carbono y lo reemplazan por oxígeno.

El oxígeno de la atmósfera se disuelve con facilidad en el agua hasta que ésta se satura. Una vez disuelto en el agua, el oxígeno se difunde muy lentamente y su distribución depende del movimiento del agua. Las plantas acuáticas, las algas y el fitoplancton, producen también oxígeno como un subproducto del proceso de fotosíntesis. La absorción de oxígeno del aire es un fenómeno natural y continuo, de modo que continuamente existe intercambio de oxígeno entre el agua y el aire. La dirección y velocidad de este movimiento depende del contacto entre ambos. Normalmente en las aguas turbulentas, como un torrente de montaña o un lago con oleaje, la absorción del oxígeno es grande, ya que la mayor parte de la superficie del agua está expuesta al aire. Por el contrario, las aguas estancadas retienen y absorben menos oxígeno.

También las plantas tienen un papel importante en el aumento del oxígeno en las aguas y su influencia se debe a la función fotosintética. Durante el día, con ayuda de la luz solar, las plantas captan constantemente dióxido de carbono del aire y lo convierten en oxígeno e hidratos de carbono. Por la noche se produce el fenómeno contrario, se consume oxígeno y producen dióxido de carbono.

Finalmente, el nivel de oxígeno de un sistema acuoso no depende sólo de la producción y el consumo. Hay otros factores que contribuyen a determinar el nivel potencial de oxígeno, por ejemplo, la salinidad del agua, el agua dulce puede contener más oxígeno que la salobre. La temperatura influye en el contenido porque el agua fría puede contener más oxígeno que la caliente. La altitud a la que se encuentra una masa de agua determina la presión atmosférica ya que a mayor presión atmosférica más oxígeno contendrá el agua, esto significa que las aguas en zonas de montaña pueden disolver menos oxígeno.

3.3. ¿Por qué es importante conocer el oxígeno disuelto?

El oxígeno disuelto es muy importante para los ecosistemas acuáticos, cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener la diversidad de los organismos acuáticos.

En concreto, el oxígeno es el responsable de que se produzcan dos fenómenos imprescindibles para mantener un ecosistema vivo, que son la respiración de los seres vivos y la descomposición de la materia orgánica cuando muere.

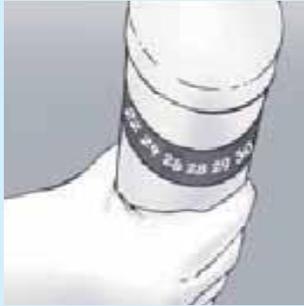
La respiración es vital para los peces, los invertebrados, las plantas y las bacterias aeróbicas para lo que es imprescindible el oxígeno.

Además es importante que se produzca la descomposición de las plantas y animales cuando mueren. Esta descomposición se realiza a través del oxígeno en sí mismo, gracias a su capacidad oxidante y mediante bacterias y hongos que necesitan oxígeno para consumir y degradar los desechos de los seres vivos.

3.4. ¿Cómo medir el oxígeno disuelto?

1. Anota la temperatura de la muestra de agua.
2. Sumerge el tubo pequeño en la muestra de agua. Saca con cuidado el tubo de la muestra, manteniéndolo lleno hasta arriba.
3. Echa en el tubo dos pastillas TesTabs® para medir el oxígeno disuelto.

3. Cierra el tubo con la tapa negra. Asegúrate de que no queden burbujas en la muestra.
4. Disuelve las pastillas agitando el tubo.
5. Espera 5 minutos hasta que la muestra de agua tome color.
6. Compara el color de la muestra con la carta de colores para el oxígeno disuelto. Anota el resultado como ppm de oxígeno disuelto.



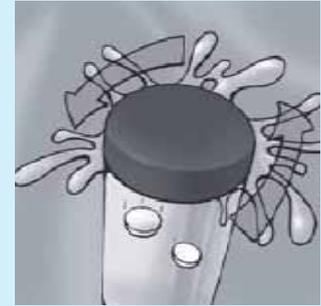
1



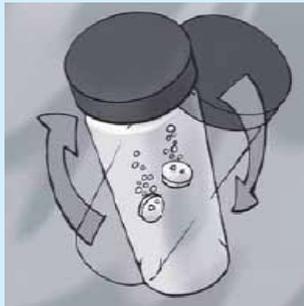
2



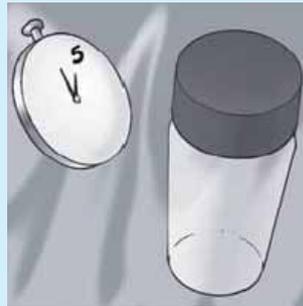
3



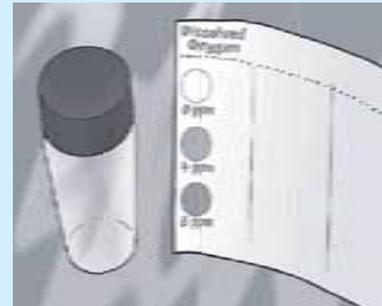
4



5



6



7

3.5. Interpretación de los resultados de oxígeno disuelto

La pastilla suministrada con el kit del **Día Mundial del Control de la Calidad del Agua** te permite calcular la cantidad de oxígeno en "ppm". Esta unidad significa partes por millón y equivale a miligramos por litro (mg/L).

Para conocer si el valor de oxígeno es adecuado se puede decir que, si la concentración es:

- 5 a 6 ppm hay oxígeno suficiente para la mayor parte de las especies.
- Menor que 3 ppm, es dañino para la mayor parte de las especies.
- Menor que 2 ppm, es fatal para la mayor parte de las especies.

Cuando la concentración de oxígeno es baja, por ejemplo inferior a 3 ppm, el ecosistema experimenta hipoxia y si es cercana a cero se llama anoxia.



4. Porcentaje de saturación de oxígeno

4.1. ¿Qué es el porcentaje de saturación de oxígeno?

En condiciones normales, la cantidad de oxígeno soluble en el agua es fija, es decir, el agua llega a saturarse de modo que “no cabe” más oxígeno. Esta concentración, llamada de saturación, depende fundamentalmente de la temperatura y de la presión atmosférica, es decir, de la altura. El agua más fría tiene mayor capacidad de retener oxígeno que un agua más cálida. Por ejemplo, el agua a 8 °C puede tener hasta 12 partículas por millón (ppm) de oxígeno, mientras que a 28 °C se satura con 8 ppm.

El porcentaje de saturación de oxígeno se refiere a la cantidad de oxígeno del agua en relación a la cantidad máxima de oxígeno que puede tener a la misma temperatura y presión. Por ejemplo, si el agua está a 8°C y se miden 4 ppm de oxígeno, dado que la saturación es de 12 ppm, el porcentaje de saturación es del 33,3%.

4.2. Causas del porcentaje de saturación de oxígeno del agua

El contenido de oxígeno gas en el agua es el balance entre la cantidad que entra y la que se consume. Las principales vías de entrada de este gas son la adsorción desde la atmósfera y la función fotosintética de las plantas. Las vías de consumo son la respiración de las plantas y animales y la descomposición de la materia muerta.

Cuando existe mucha materia orgánica que se puede descomponer por oxidación, la concentración de oxígeno puede bajar hasta niveles cercanos a 0 y el porcentaje de saturación es también muy bajo. Cuando la concentración de oxígeno es cercana a cero el ecosistema ha llegado a la anoxia.

Si hay muchas plantas, la actividad fotosintética es muy intensa, de modo que se desprende mucho oxígeno que se queda en el medio. En estas condiciones, el porcentaje de saturación puede ser superior al 100%, y el agua está sobresaturada de oxígeno.

4.3. ¿Por qué es importante el porcentaje de saturación de oxígeno?

Tanto un nivel bajo de saturación como la sobresaturación de oxígeno son perjudiciales para el medio y reflejan que el ecosistema no está equilibrado.

Si la saturación es baja significa que la concentración de oxígeno también lo es, con lo cual el equilibrio del ecosistema está amenazado por la importancia que suponen los fenómenos de respiración y descomposición de la materia orgánica.

Por contra, la sobresaturación significa que hay un aporte excesivo de oxígeno que puede deberse a que la actividad fotosintética en el agua sea alta. Esto significa que hay excesivo fitoplancton que crece desmesuradamente, produciendo mucha materia orgánica. Cuando el fitoplancton muera, aumentará la materia orgánica que se descompondrá consumiendo el oxígeno del agua, dando otra vez situaciones de anoxia. El sistema está, por lo tanto, desequilibrado y a este fenómeno se le llama eutrofización.

4.4. ¿Cómo medir el porcentaje de saturación de oxígeno?

Para expresar el oxígeno en porcentaje de saturación no es necesario hacer nuevos análisis, sino que se calcula a partir de los datos de temperatura y oxígeno disuelto realizados anteriormente. Con la tabla siguiente obtendrás el valor de porcentaje de saturación de la siguiente manera:

1. Localiza la temperatura de la muestra de agua en la tabla del Porcentaje de saturación.
2. Busca el resultado del oxígeno disuelto de la muestra de agua en la parte superior de la tabla.
3. El porcentaje de saturación de la muestra de agua será el valor que aparezca en la celda donde se crucen la fila de temperatura y la columna de oxígeno disuelto.

Por ejemplo, si la temperatura de la muestra de agua es de 16 °C y el resultado de oxígeno disuelto es 4 ppm, el porcentaje de saturación será 41%.

Oxígeno disuelto				
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	
Temperatura en °C	2	0	29	58
	4	0	31	61
	6	0	32	64
	8	0	34	68
	10	0	35	71
	12	0	37	74
	14	0	39	78
	16	0	41	81
	18	0	42	84
	20	0	44	88
	22	0	48	92
	24	0	48	95
	28	0	49	99
	28	0	51	102
30	0	53	106	

4.5. Interpretación de los resultados del porcentaje de saturación de oxígeno

Si la saturación es inferior al 40% el río está en malas condiciones.

Niveles de saturación por encima del 110%, es decir, sobresaturación, pueden reflejar que la masa de agua experimenta un crecimiento desorbitado de algas, fenómeno que se conoce como eutrofización.



5. pH

5.1. ¿Qué es el pH?

El pH es una medida que indica la acidez del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica que el agua es básica.

En realidad, el pH es una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Si el agua contiene más iones de hidrógeno tiene una acidez mayor, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido indica un rango básico. El pH es en realidad el logaritmo de la actividad o concentración molar de los iones Hidrógeno (H^+ ó hidronio H_3O^+): $pH = -\log [H^+]$.

Algunos valores comunes del pH	
Sustancia/Disolución	pH
Jugo gástrico	1,5
Zumo de limón	2,4
Refresco de cola	2,5
Vinagre	2,9
Zumo de naranja o manzana	3
Cerveza	4,5
Café	5
Té	5,5
Lluvia ácida	< 5,6
Saliva	4,5 a 5,7
Orina	5,5 a 6,5
Leche	6,5
Agua pura	7
Saliva humana	6,5 a 7,4
Sangre	7,35 a 7,45
Agua de mar	8
Jabón de manos	9,0 a 10,0
Amoníaco	11,5
Hidróxido sódico	13,5

5.2. Causas del pH del agua

El pH se puede ver afectado por la sedimentación atmosférica (o la lluvia ácida), los vertidos de aguas residuales, los drenajes de las minas y el tipo de rocas que forman el lecho de la masa de agua estudiada.

Las industrias y los vehículos con motor emiten óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre al ambiente. Cuando estas emisiones se combinan con vapor de agua en la atmósfera, forman ácidos. Estos ácidos se acumulan en las nubes y caen a la tierra como

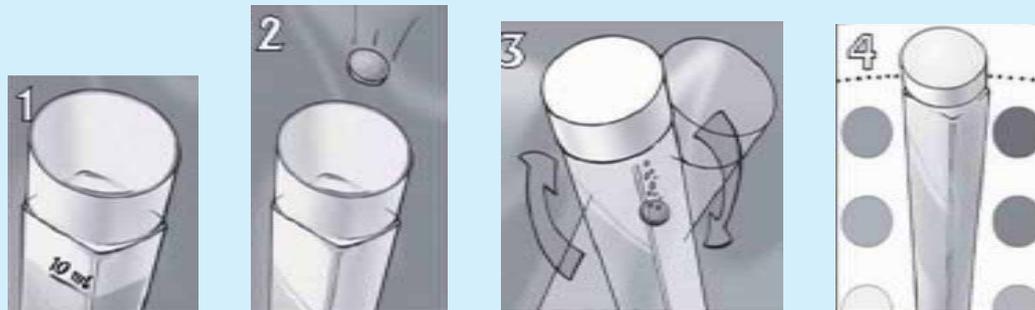
lluvia ácida o nieve ácida. La lluvia ácida daña los árboles, cosechas y edificios. Puede formar lagos y ríos tan ácidos que los peces y otros organismos acuáticos no puedan sobrevivir en ellos.

5.3. ¿Por qué es importante conocer el pH?

La mayoría de las plantas y animales acuáticos prefieren vivir en un intervalo de pH entre 6,0 y 8,0. Los animales y plantas se han adaptado a un pH específico, y si el pH del agua se sale de estos límites podrían morir, dejar de reproducirse o emigrar. Un pH bajo también puede hacer que los compuestos tóxicos sean más perjudiciales porque llegan más fácilmente a las plantas y los animales acuáticos.

5.4. ¿Cómo medir el pH?

1. Llena el tubo de prueba hasta la línea de 10 mL con la muestra de agua.
2. Echa una pastilla TesTabs® para medir el pH.
3. Tapa el recipiente y mezcla su contenido agitándolo varias veces hasta que se disuelva la pastilla.
4. Compara el color de la muestra con la carta de colores del pH. Anota el resultado en la casilla del pH de la hoja de datos.



5.5. Interpretación de los resultados del pH

Nivel de pH	Calidad del Agua
Menos de 5,5	Mala: Es muy ácida, a los peces y otros organismos les será casi imposible sobrevivir
5,5 - 5,9	Aceptable
6,0 - 6,4	Buena
6,5 - 7,5	Excelente
7,6 - 8,0	Buena
8,1 - 8,5	Aceptable
Más de 8,6	Mala: Es muy alcalina y a los peces y otros organismos les puede ser casi imposible sobrevivir

6. Nitratos

6.1. ¿Qué son los nitratos?

El nitrato es un compuesto inorgánico formado por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3^- y es un anión.

Los nitratos son componentes nitrogenados y son el resultado final del ciclo del nitrógeno en el cual unas bacterias llamadas nitrosomonas y nitrobacter se encargan de transformar el amoníaco en una sustancia menos tóxica, los nitratos.

6.2. Causas de los nitratos en el agua

El origen de los nitratos puede estar en las poblaciones urbanas, en las industrias y en la actividad agraria.

Los vertidos de las poblaciones e industrias contienen muchos compuestos nitrogenados que al oxidarse producen nitratos. El nitrato en agricultura procede de los fertilizantes nitrogenados que se utilizan para abonar los campos de cultivo. También los desperdicios del ganado contienen nitrógeno que con el tiempo acaba transformándose en nitrato.

6.3. ¿Por qué es importante medir los nitratos?

El consumo de nitratos a través del agua puede ser muy perjudicial para el hombre y es especialmente tóxico para los niños menores de 3 meses.

El nitrógeno es un nutriente para las plantas y su presencia en el agua puede acelerar el crecimiento excesivo del fitoplancton produciendo eutrofización de las aguas.

6.4. ¿Cómo medir los nitratos?

1. Llena el tubo de muestra (el mismo que se utiliza para medir el pH) hasta la línea de 5 mL.
2. Introduce una pastilla para análisis de nitratos n.º 1 (2799).
3. Tapa el tubo y agítalo hasta que se disuelva por completo la pastilla.
4. Introduce una pastilla de análisis de nitratos n.º 2 (NN-37033).
5. Tapa el tubo y agítalo hasta que la pastilla se disuelva.
6. Espera 5 minutos.
7. Compara el color de la disolución con la carta de colores y apunta en la ficha el resultado como ppm.

6.5. Interpretación de los resultados de nitratos

Las aguas sin contaminación normalmente presentan unos niveles de nitratos inferiores a 4 ppm.

Si la concentración de nitratos es superior a 40 ppm el agua se considera no potable.



7. Dureza del agua

7.1. ¿Qué es la dureza del agua?

Inicialmente la dureza del agua se definía como la capacidad de precipitar jabones. Esta precipitación se debe principalmente a la presencia de calcio y magnesio, por eso la dureza depende, mayoritariamente, de la cantidad de iones de calcio y magnesio disueltos en el agua. Otros componentes metálicos como el hierro y el estroncio contribuyen también a la dureza del agua, pero aparecen normalmente en cantidades casi insignificantes.

7.2. Causas de la dureza del agua

El origen del calcio y magnesio suele ser natural y provienen de la disolución de los materiales rocosos que forman el lecho fluvial y los suelos circundantes.

7.3. ¿Por qué es importante conocer la dureza del agua?

La dureza del agua no tiene efectos negativos directos para la salud y el medio ambiente, aunque sí que provoca otros inconvenientes como el aumento del riesgo de rotura de los electrodomésticos y peligro de obstrucción de tuberías debido a la cal. Además, si el agua es dura se necesita mayor cantidad de jabón o detergente para mantener su poder de lavado. Las aguas blandas espuman con más facilidad que las blandas.

El calcio es muy importante en la formación de las paredes celulares de las plantas acuáticas. También es esencial para la formación de conchas y huesos de muchos organismos acuáticos. El magnesio es un nutriente esencial para la vida acuática y es un componente de la clorofila.

Finalmente, cuando el agua es dura los metales tóxicos son menos perjudiciales para los seres vivos.



32 Indicadores químicos y físicoquímicos

7.4. ¿Cómo medir la dureza del agua?

Rellena el tubo de muestra hasta la línea de 50 ml.

Introduce pastillas para medir la dureza del agua de una en una hasta que el color de la disolución torne de color rojo a color azul. Introduce una nueva pastilla cuando la anterior se haya disuelto completamente.

Multiplica el número de pastillas que hayas disuelto por 40.

Escribe los resultados en la ficha como ppm.

7.5. Interpretación de los resultados de dureza del agua

La dureza del agua se expresa normalmente en partes por millón (ppm) de carbonato cálcico (CaCO_3)

Según la dureza, el agua puede clasificarse de la siguiente manera:

Tipo de agua	ppm
Agua blanda	0-75
Agua moderadamente dura	75-150
Agua dura	150-300
Agua muy dura	> 300



INDICADORES BIOLÓGICOS



I. Índice de macroinvertebrados

1.1. ¿Qué son los macroinvertebrados acuáticos?

Los macroinvertebrados son los invertebrados con un tamaño relativamente grande, visibles al ojo humano, (no menores a 0,5 mm y normalmente mayores a 3 mm).

Están comprendidos principalmente por artrópodos, entre los que podremos encontrar arácnidos, crustáceos e insectos (son los más abundantes, sobre todos sus formas larvarias); también se encuentran oligoquetos, hirudíneos y moluscos.

1.2. ¿Por qué los macroinvertebrados nos informan de la calidad del agua?

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos biológicos más ampliamente utilizados como indicadores de la calidad del agua debido a algunas características peculiares:

- *Gran diversidad de especies* con diferente tolerancia a los niveles de contaminación.
- *Escasa movilidad*. Normalmente los macroinvertebrados acuáticos, en sus formas acuáticas, suelen vivir siempre “en el mismo lugar”. No pueden huir ante un evento de contaminación, como hacen los peces.
- *Su muestreo e identificación es relativamente sencillo*.
- *Duración de sus vidas en torno a un año*, por lo que nos dan una información mas amplia sobre lo que ha pasado en el río, que los análisis fisicoquímicos.

Para comprender mejor esta última característica, básica para entender la importancia del estudio de macroinvertebrados, ponemos el ejemplo de un vertido tóxico en un río. Este vertido acabará con gran parte, si no toda, la vida de macroinvertebrados. La corriente del río arrastrará el vertido y pasados unos días el agua del lugar donde se hizo el vertido estará en buenas condiciones según los análisis fisicoquímicos, pero la vida animal habrá sido dañada y solo encontraremos animales muy tolerantes a la contaminación, aunque el agua en ese momento sea de muy buena calidad.

En el apartado 1.4 aparecen las imágenes y la clave de identificación de los macroinvertebrados acuáticos más comunes en nuestro país.



1.3. ¿Cómo obtener el índice de macroinvertebrados?

Gracias a que conocemos los requerimientos ecológicos de las distintas especies de macroinvertebrados acuáticos; podemos asociar su presencia o ausencia a unas determinadas características de calidad del agua.

Normalmente, los índices se basan en la identificación a nivel de familia de los macroinvertebrados. En este caso os proponemos un protocolo de muestreo más sencillo y un índice biológico de calidad del agua puntuando los órdenes a los que pertenecen los macroinvertebrados observados y recolectados. Sumando todos los valores obtendremos una puntuación final que nos servirá para evaluar la calidad del agua en el lugar muestreado.

Material de muestreo

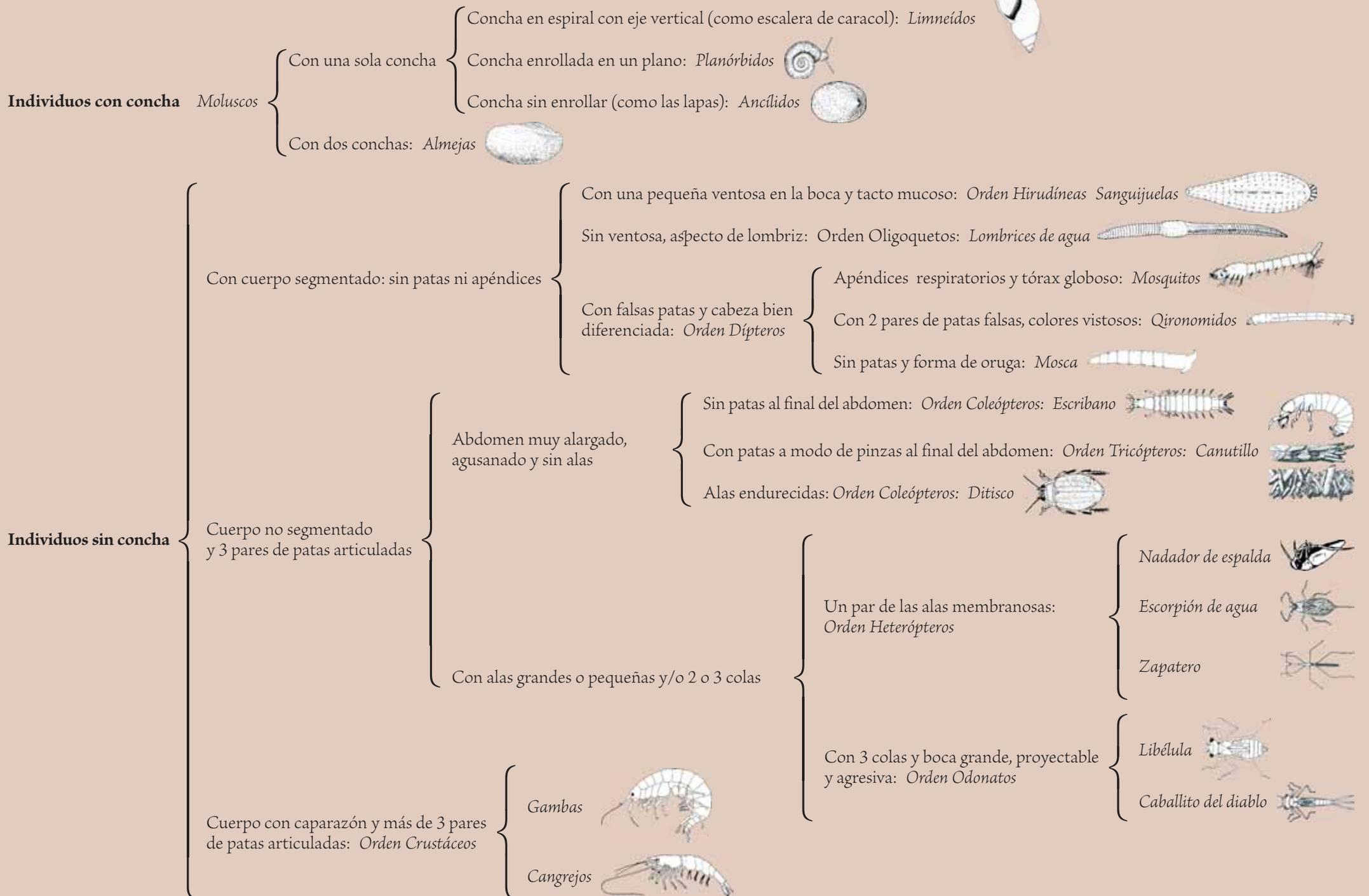
- Lupa.
- Bandeja.
- Red de macroinvertebrados o colador.
- Botas de agua (recomendable).
- Guantes plásticos.
- Claves e ilustraciones de identificación.
- Fichas de campo para apuntar (incluidas en este manual).
- Lista de macroinvertebrados observados y capturados y sus puntuaciones respectivas (Tabla 1).
- Tabla de valoración de la calidad del agua con el índice biológico de macroinvertebrados (Tabla 2).

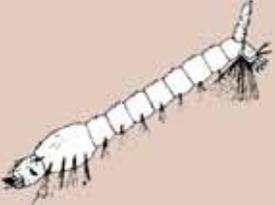


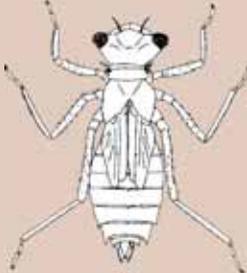
Protocolo para el estudio de macroinvertebrados

- *Seleccionar la zona de muestreo* teniendo en cuenta:
 - Que sea de fácil acceso.
 - Si es posible, que corra el agua.
 - Intentar que sea una zona con diversidad de hábitats (zona de rápidos y aguas tranquilas, zonas con y sin vegetación,...).
 - Que tenga zonas que no sean demasiado profundas para poder meterse con unas botas de agua.
- *Observación directa en superficie* (duración mínima 5 minutos).
 - Antes de meterse en el agua, para no espantar a los macroinvertebrados que nadan en la superficie de agua, observaremos detenidamente la zona seleccionada desde la orilla para identificar los macroinvertebrados que podamos encontrar (con ayuda de las ilustraciones y clave de identificación), como zapateros (orden heterópteros) y algunos escarabajos acuáticos (orden coleópteros).
- *Recogida de muestras dentro del agua*. Es importante el uso de guantes en aguas de dudosa calidad (duración mínima 10 minutos).
 - En las zonas poco profundas nos meteremos en el río y recogeremos (pequeñas cantidades cada vez) piedras, hojas y ramas. Las colocaremos en la bandeja y las lavaremos con un poco de agua del río (una vez lavadas hay que volver a colocarlas en el río).
 - La red para capturar macroinvertebrados o el colador lo colocaremos de cara a la corriente y pegada al fondo del río, removeremos el fondo con el pié y dejaremos que sea la corriente del río la que introduzca las partículas suspendidas en el interior de la red. Depositaremos en la bandeja los materiales atrapados con la red.
 - Si hay raíces sumergidas las lavaremos con la mano dentro de la red, y depositaremos en la bandeja los materiales.
- *Separación de los macroinvertebrados recogidos*.
 - Retiraremos todos los materiales (raíces, piedras, hojas, arena,...) de la bandeja, dejando únicamente los macroinvertebrados. Los cogemos con los dedos o con ayuda de pinzas, teniendo cuidado de no aplastarlos. Los colocaremos con unas gotitas de agua en la tapa circular del kit de parámetros fisicoquímicos.
- *Identificación de las especies mediante las claves e ilustraciones del equipo*:
 - Con ayuda de la lupa procederemos a la identificación de los ejemplares capturados basándonos en las claves e ilustraciones de identificación del manual. Una vez identificados los macroinvertebrados los devolveremos al río.
 - Anotaremos los macroinvertebrados que podamos identificar en la ficha de campo (tabla 1).
- *Cálculo del índice de macroinvertebrados*.
 - Para calcular el índice hay que rellenar la tabla de presencia y puntuación (tabla 1): identificando el individuo conoceremos a que grupo taxonómico pertenece, y sabremos su puntuación. Escribiremos la puntuación en la casilla correspondiente a cada orden que encontremos. No tendremos en cuenta el número de individuos de cada taxón, sólo puntuaremos cada orden una vez. (Por ejemplo: Si identificamos un ditisco y zapateros y es nuestro primer muestreo, apuntaremos en la primera columna un 4 en la celda correspondiente a Coleópteros y un 5 en la celda correspondiente a Heterópteros)
 - Sumaremos el total de las puntuaciones de cada orden encontrado.
 - La puntuación final la compararemos con la tabla 2 de valoración de la calidad del agua, y obtendremos así una calidad del agua en función del índice biológico de macroinvertebrados. La calificación final la escribiremos en el apartado respectivo de la ficha final del muestreo junto al resto de parámetros medidos.

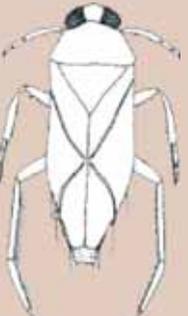
1.4. Imágenes y clave de indentificación de macroinvertebrados acuáticos

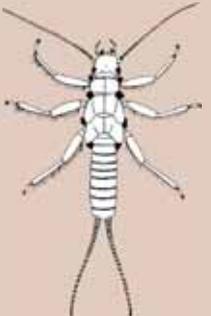


Dípteros		
		
Moscas	Mosquitos	Quironómidos

Odonatos	
	
Libélula	Caballito del diablo

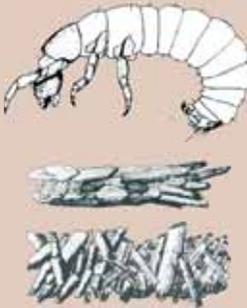
Coleópteros	
	
Escribanos	Ditiscos

Heterópteros		
		
Escorpión de agua	Nadador de espaldas	Zapateros

Efemerópteros

Efímeras

Plecópteros

Perlas

Tricópteros

Canutillos

Hirudíneos

Sanguijuelas

Oligoquetos

Lombriz de agua

Crustáceos	
	
Gambas	Cangrejos

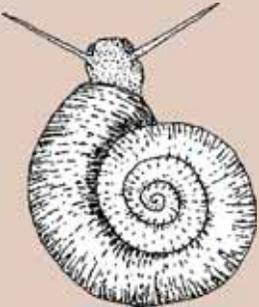
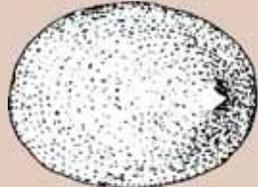
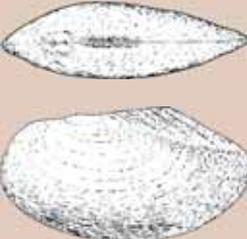
Moluscos			
			
Limneídos	Planórbidos	Ancílicos	Almejas

Tabla 2. Valoración de la calidad del agua por el índice de macroinvertebrados.

Puntuación final	Calidad del agua
Mayor de 50	Muy buena
31-50	Buena
16-30	Moderada
6-15	Deficiente
Menor de 6	Mala



ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA



I. El ecosistema fluvial

El ecosistema fluvial es una singularidad ambiental y paisajística respecto a su entorno más próximo. Esta singularidad está causada por la modificación de varios parámetros ambientales que determinan la vida vegetal y animal.

Un curso fluvial provoca cambios en su entorno:

1. Mayor disponibilidad hídrica respecto a las áreas no ribereñas.
2. Mayor humedad ambiental.
3. Temperaturas más suaves causadas por los procesos de evapotranspiración.

En general, el entorno de un curso fluvial significa un medio más húmedo (suelo y aire) y más fresco que el espacio no ribereño.

El ecosistema fluvial tiene dos dimensiones, terrestre y acuática, en íntima relación. Además los sistemas fluviales tienen tres dimensiones espaciales: longitudinal, transversal y vertical.

La **dimensión longitudinal** de los ríos representa el eje central a través del cual se mantiene la continuidad de los flujos, se modifica la energía potencial desde las partes más altas hasta las más bajas, y se organizan las comunidades biológicas atendiendo a los factores físicos relacionados con ellas como la altitud, la pendiente longitudinal y las dimensiones de la cuenca vertiente.

La **dimensión transversal** de los ríos surge en las zonas donde el valle se ensancha, y las aguas del cauce ocupan periódicamente un espacio mayor que el del canal fluvial, desbordándose y moviéndose lateralmente hacia sus márgenes. La principal característica que configura y mantiene esta dimensión es la conectividad del cauce con los espacios adyacentes. A través de esta conexión lateral generada por la inundación se produce un intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las riberas, que es esencial para el funcionamiento e integridad de los ecosistemas fluviales.

La **dimensión vertical** de los sistemas fluviales tiene lugar en el sustrato situado por debajo del lecho del cauce, conocido como medio hiporreico. A través de este sustrato se producen una serie de flujos subterráneos de agua, nutrientes y organismos de gran importancia en el funcionamiento ecológico de los cauces y sus riberas.

En las riberas y llanuras de inundación tenemos buenos ejemplos de formaciones vegetales, bosques riparios formados por comunidades biológicamente diversas y ricas, muy sensibles a la alteración de suelos y regímenes hídricos. Debido a ello, los bosques de ribera de ríos y humedales se encuentran hoy entre los ecosistemas más amenazados de todo el planeta. También en España quedan cada vez menos bosques de ribera auténticos, encontrándose los mejores sólo en lugares poco accesibles al hombre.

2. Funciones de la vegetación de ribera

Sin un bosque de ribera de buena calidad, no será posible que el río albergue un hábitat de suficiente calidad, puesto que la vegetación de ribera realiza las siguientes funciones imprescindibles para garantizar el buen estado ecológico del río:

- Regula el microclima del río, sombreándolo y evitando temperaturas extremas y regulando el crecimiento de la vegetación en el cauce.
- Da estabilidad a los márgenes del río.
- Funciona como zona de recarga de aguas subterráneas.
- Es un hábitat ideal para gran número de especies animales y vegetales, suponiendo también una fuente de alimento para las especies que albergan.
- Actúa como filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias químicas en el cauce.
- Posee un gran valor paisajístico, recreativo y cultural.

3. Estructura horizontal de la vegetación de ribera

Cuanto más cerca del cauce nos encontremos, la disponibilidad de agua para la vegetación es mayor, y a medida que nos separamos del río la disponibilidad irá disminuyendo. Esta es la causa por la cual la vegetación de ribera aparece diferenciada en "bandas" más o menos paralelas al curso fluvial.



En un modelo representativo aparecen las siguientes bandas de vegetación de ribera:

1.^a Banda: **Vegetación acuática**

Formada por especies herbáceas que necesitan mantener sus raíces sumergidas y presentan parte de su tallo sumergido en el agua (carrizos, espadañas, juncos, nenúfares, ranúnculos,...)

2.^a Banda: **Vegetación de orilla.**

Formada por especies arbustivas y arbóreas en contacto directo con el agua, son especies con altas necesidades hídricas, y con capacidad de soportar los efectos de las avenidas. Predominan los arbustos flexibles y con gran capacidad de regeneración (sauces arbustivos o, en ambientes más secos y salobres, tarayares) y árboles con altas necesidades hídricas (alisos).

44 Estudio de la vegetación de ribera

3.ª Banda: **Vegetación de vega (Olmedas y fresnedas)**

Esta banda esta formada por especies arbóreas de hoja caduca, que requieren que el agua existente en el subsuelo (nivel freático) se encuentre a una profundidad accesible para sus raíces. (Fresnos, álamos, chopos, abedules...). Según va decreciendo la humedad, podremos encontrar otras especies, principalmente olmos, serbales, almeceas, etc. que varían su presencia en función de factores geográficos. Son especies que deben su presencia a la proximidad de un curso fluvial.

4.ª Banda **Vegetación climática.**

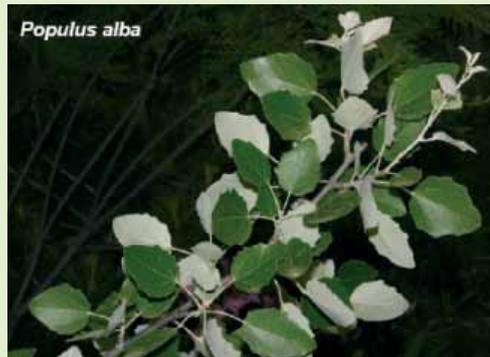
En esta banda los efectos de la humedad ambiental y la proximidad del nivel freático están muy atenuados, y da paso a la vegetación adaptada al clima del lugar sin tener en cuenta las variaciones causadas por el curso fluvial.

Este modelo teórico presenta multitud de variables y tendremos que adaptarlo en función del tramo del río en el que nos encontremos, la latitud, el relieve y la naturaleza del suelo.



4. Identificación de especies

4.1. Árboles autóctonos



Alamo blanco (*Populus alba*)

Árbol que puede alcanzar los 25 metros de altura, tiene un tronco robusto y corteza blanquecina casi lisa, aunque en los ejemplares maduros suele resquebrajarse. Se cría en suelos frescos y húmedos hasta los 1.000 metros de altitud. Normalmente forma parte de sotos y bosques ribereños ocupando la segunda y tercera franja de la vegetación de ribera. Habita en toda la península.

Alamo temblón (*Populus trémula*)

Árbol de tamaño medio que suele medir entre 10 y 20 metros de altura. Tiene un tronco derecho y cilíndrico de corteza lisa y blanquecina amarillenta, algo resquebrajada en los ejemplares de mayor edad. Se cría aislado o en pequeños grupos en las laderas al pie de cantiles rocosos o fondos de valles, y hasta los 1.700 m de altitud. Ocupa la tercera o cuarta franja de vegetación de ribera. Habita en la mitad septentrional de la Península. Su nombre alude a la facilidad con la que sus hojas tiemblan y se agitan con el viento debido a la longitud de los peciolos de sus hojas.



Chopo (*Populus nigra*)

Árbol robusto que puede alcanzar hasta los 30 metros de altura. Tiene un tronco erguido de corteza grisácea que se oscurece y se resquebraja a temprana edad. Se cría en los sotos y riberas asociado normalmente a olmos, sauces y fresnos. Requiere suelos húmedos y mucha luz. Ocupa la segunda o tercera franja de vegetación de ribera. Habita en toda la Península.



46 Estudio de la vegetación de ribera

Sauce blanco (*Salix alba*)

Es un árbol de tamaño medio que puede medir hasta 25 metros de altura. Tiene un tronco robusto y derecho, de corteza pardo grisácea y agrietada longitudinalmente en los ejemplares de mayor edad y gris verdosa en los ejemplares jóvenes. Se cría en terrenos con el nivel freático alto, principalmente en sotos y riberas ascendiendo hasta los 1.500 metros de altitud. Sus raíces y tronco pueden estar en contacto con el agua durante largos periodos, por lo que suele aparecer en la segunda franja de vegetación de ribera o incluso en el interior del cauce. Habita en toda la península.



Aliso (*Agnus glutinosa*)

Árbol de tamaño medio que no suele sobrepasar los 25 metros de altura. El tronco es derecho con corteza pardo oscura y resquebrajada en los ejemplares de mayor edad y lisa y de color pardo grisáceo en los ejemplares jóvenes. Necesita suelos permanentemente húmedos y aparece en la segunda banda de vegetación. En sus raíces aparecen unas tumores de color pardo amarillento donde se alojan bacterias (actinomicetos) capaces de fijar nitrógeno atmosférico, por lo que juega un papel muy importante en la dinámica del ecosistema de ribera. Habita en toda la Península, especialmente en la mitad norte.



Abedul (*Betula alba*)

Árbol de tamaño medio que alcanza como máximo los 20 metros de altura. Tiene un tronco no muy grueso y de corteza blanquecina que se resquebraja con los años. Requiere suelos muy húmedos y vive hasta los 2.000 metros de altura. Aparece en los cursos altos de los ríos en la segunda banda de vegetación de ribera. Habita en la mitad norte de la Península.





Fresno común (*Fraxinus angustifolia*)

Árbol de tamaño medio que puede medir hasta 20 metros de altura. Tiene un tronco corto y grueso de corteza gris resquebrajada. Requiere suelos frescos con el nivel freático alto. Se cría en las proximidades de los cursos fluviales y en los fondos de valle con suelos frescos. Habita en todas las provincias de la Península con clima mediterráneo.

Fresno de hoja grande (*Fraxinus excelsior*)

Árbol de gran porte que puede alcanzar los 40 metros de altura. Tiene un tronco recto de corteza grisácea y agrietada. Requiere suelos frescos y se cría en las proximidades de los cursos fluviales en sus tramos altos. Habita principalmente en la mitad norte y en algunas montañas del centro y sur peninsular.



Olmo negrillo (*Ulmus minor*)

Árbol de porte elevado que puede alcanzar hasta los 20 metros de altura. Tiene un tronco grueso y derecho, ahuecado en ejemplares añosos, de corteza pardo grisácea muy áspera y resquebrajada. Se cría en suelos frescos pero tolera la sequía estival. Aparece en la tercera banda de vegetación de ribera en los cursos fluviales permanentes. Habita en toda la Península y prefiere los climas templados no sobrepasando los 1.200 metros de altitud.



Olmo de montaña (*Ulmus glabra*)

Árbol de gran porte que llega a alcanzar los 30 metros de altura. Tiene una corteza lisa grisácea en los ejemplares jóvenes y agrietada y áspera en los de mayor edad. Se cría en suelos frescos y aparece disperso en los bosques de clima atlántico y en bosques de ribera de la mitad norte peninsular apareciendo en la tercera banda de vegetación riparia.

Arce falso plátano (*Acer pseudoplatanus*)

Árbol que puede alcanzar los 30 metros de altura. Tiene una corteza grisácea y lisa. Crece en suelos frescos y profundos de laderas de las montañas, sin formar nunca formaciones densas, si no salpicando hayedos o bosques de ribera en su tercera banda de vegetación. Habita en las montañas de la mitad norte peninsular y en algunos puntos del Sistema central.



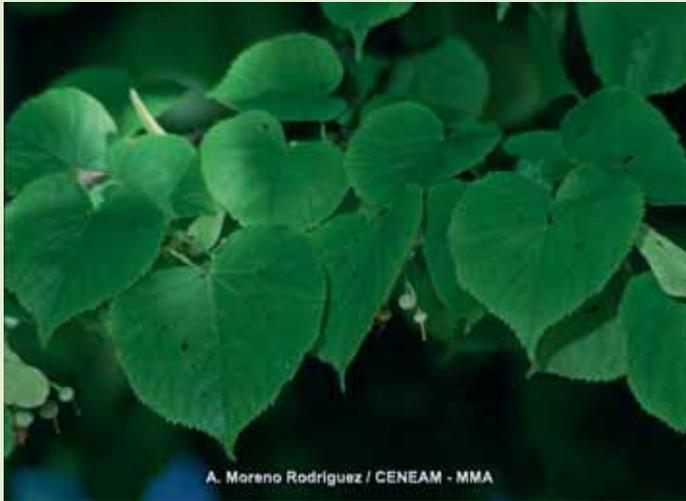
Arce campestre (*Acer campestre*)

Árbol de tamaño medio que puede alcanzar los 20 metros de altura. Tiene una corteza agrietada de color pardo rojiza o grisácea que tiende a agrietarse con el paso de los años. Se cría en suelos frescos próximos a los cursos fluviales de manera dispersa o en grupos poco numerosos en la tercera banda de vegetación de ribera. Habita en la mitad norte peninsular hasta los 1.200 metros de altitud.

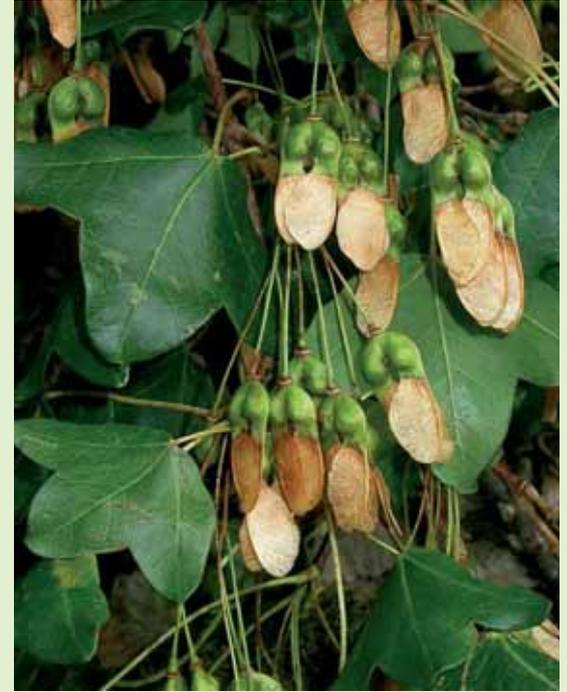


Arce de Montpellier (*Acer Monspessulanum*)

Es un pequeño árbol que no suele sobrepasar los 10 metros de altura. Tiene una corteza lisa y de color grisáceo. Se cría en suelos frescos de clima mediterráneo soportando bien la sequía estival. Habita en toda la Península siendo mas frecuente en la mitad norte hasta los 1.000 metros de altitud.



A. Moreno Rodríguez / CENEAM - MMA

**Tilo** (*Tilia platyphyllos*)

Árbol robusto que puede alcanzar los 30 metros de altura, de tronco derecho con corteza grisácea, lisa y resquebrajada longitudinalmente en los ejemplares de mayor edad. Se cría en bosques frescos y umbrosos y en hoces y cañones de la mitad norte peninsular hasta los 1.500 metros de altitud.

Mostajo (*Sorbus aria*)

Árbol de porte medio que puede alcanzar los 20 metros de altura. Tiene un tronco recto de corteza grisácea que se agrieta en los ejemplares de mayor edad. Se cría en toda la Península en bosques frescos de montaña, apareciendo de forma dispersa o en pequeños grupos hasta los 1.200 metros de altitud.



50 Estudio de la vegetación de ribera



Serbal (*Sorbus aucuparia*)

Árbol de tamaño medio que puede alcanzar los 15 metros de altura. Tiene una corteza lisa y de color grisáceo. Se cría en laderas frescas, pedregosas y soleadas de montaña junto a hayas y robles hasta los 2.000 metros de altitud. Habita en la mitad norte peninsular y de forma esporádica en el sur. En los bosques de ribera aparecen como ejemplares dispersos en la tercera banda de vegetación.

Cerezo silvestre (*Prunus avium*)

Árbol que alcanza los 20 metros de altura, de tronco grueso y corteza grisácea, casi lisa, que se resquebraja con los años. Se cría salpicado en bosques y barrancos de suelos frescos, mayormente en zonas de montaña del norte hasta los 1.500 metros de altitud. En los bosques de ribera aparecen como ejemplares dispersos en la tercera banda de vegetación.



Tejo (*Taxus baccata*)

Árbol de hoja perenne que puede alcanzar los 15 metros de altura. Tiene un tronco grueso, con corteza de color pardo grisáceo que se desprende en tiras o placas. Se cría en hoces, barrancos y laderas umbrosas de montaña. Aparece casi siempre como ejemplares aislados y muchas veces sobre suelos rocosos o incluso en las mismas grietas de las rocas. Habita en toda la península y no suele sobrepasar los 1.500 metros de altitud.

Loro (*Prunus lusitanica*)

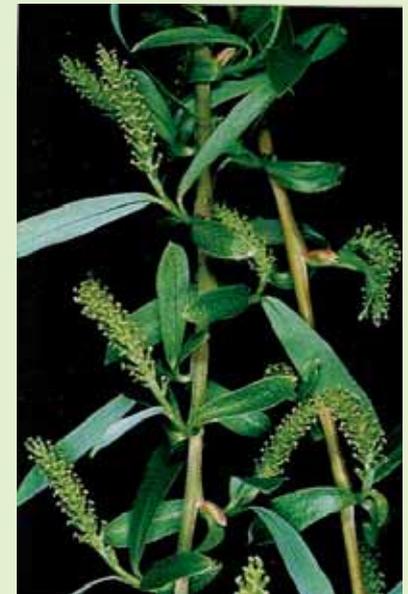
Árbol de hoja perenne que suele medir entre 4 y 8 metros. Tiene un tronco recto y de corteza lisa de color gris oscuro. Se cría en las proximidades de arroyos y gargantas umbrosas de montaña formando bosquetes. Habita principalmente en la mitad sur peninsular y en algunos puntos concretos del norte. En los bosques de ribera aparecen en la segunda banda de vegetación.

**Almez** (*Celtis australis*)

Árbol robusto de hasta 25 metros de altura. Tiene un tronco grueso y derecho, de corteza lisa y color ceniciento o blanquecino. Se cría en suelos algo frescos de regiones de clima suave o cálido. Es frecuente en barrancos de la mitad sur y este de la Península, en las montañas del sur asciende hasta los 1.200 metros de altitud. Aparece en la tercera banda de vegetación de ribera.

4.2. Arbustos autóctonos**Mimbrera** (*Salix frágilis*)

Arbusto elevado que puede alcanzar los 15 metros de altura. Tiene un tronco derecho, de corteza grisácea, agrietada y rugosa en ejemplares de mucha edad. Se cría en humedales, sotos y orillas de los cursos fluviales ocupando la segunda banda de vegetación riparia. Habita en toda la Península.



52 Estudio de la vegetación de ribera

Bardaguera (*Salix atrocinerea*)

Arbusto o arbolillo que puede alcanzar hasta los 10 metros de altura. Corteza de color pardo grisáceo o pardo oscuro agrietada en ejemplares de mayor edad. Se cría a orillas de cursos fluviales y en vaguadas con el nivel freático muy alto. Aparece en la primera y segunda banda de vegetación de ribera a menudo con parte de su tallo bajo el agua. Es el más frecuente de todos los sauces ibéricos y habita en toda la Península.



Sauce cabruno (*Salix Caprea*)

Arbusto o pequeño árbol que puede alcanzar hasta los 12 metros de altura. Es uno de los sauces que aguanta suelos más secos. Las ramas jóvenes son blanquecinas tornandose a marrones con el paso de los años. Presenta una corteza agrietada. Se cría en la mitad norte y occidental de la Península. Puede aparecer en cualquiera de las bandas de vegetación de ribera con preferencia de la segunda banda.



Sargatilla (*Salix eleagnos*)

Arbusto muy ramoso de entre 1 y 6 metros de altura. Presenta una corteza pardo grisácea resquebrajada en ejemplares viejos. Se cría a orillas de los cursos fluviales ocupando la primera y segunda banda de vegetación, normalmente crece sobre las gravas y zonas sometidas a crecidas. Habita en toda la Península, pero es más frecuente en la mitad oriental y septentrional donde asciende hasta los 1.500 metros de altitud.



Sauce salvifolia (*Salix salvifolia*)

Arbusto de hasta 6 metros de altura caracterizado por la tonalidad blanquecina de sus hojas. Tiene una corteza pardo grisácea que se agrieta con el paso de los años. Se cría a orillas de cursos fluviales en la primera banda de vegetación. Habita en el occidente peninsular apareciendo en los ríos de montaña en sus tramos medios y altos.

**Majuelo** (*Crataegus monogyna*)

Árbol o arbolillo de hasta 10 metros de altura. Tiene tronco pardo grisáceo y resquebrajado en ejemplares añosos. Se cría en suelos frescos tanto de climas cálidos como climas fríos. Habita en toda la Península ascendiendo hasta los 1.800 metros de altitud. En los bosques de ribera aparece en la segunda y tercera banda de vegetación.

Endrino (*Prunus spinosa*)

Arbusto muy ramoso que puede medir 2 metros de altura. Tiene un tronco liso y gris cubierto de espinas de 3-4 cm en sus ramas jóvenes. Se cría en todo tipo de suelos formando espinares. Habita en toda la península, mayormente en la mitad norte ascendiendo hasta los 1.500 metros de altitud. En los bosques de ribera aparece en la segunda y tercera banda de vegetación.





Rosal silvestre (*Rosa sp*)

Arbusto de entre 1 y 3 metros de altura con tallos provistos de fuertes espinas curvadas. Se cría en todo tipo de suelos prefiriendo los de mayor humedad, formando setos enmarañados y cerrados. Habita en toda la Península. En los bosques de ribera aparece en la segunda y tercera banda de vegetación.

Zarzamora (*Rubus s.p.*)

Arbusto de hojas perennes con multitud de tallos espinosos creando un enmarañado e impenetrable seto. Se cría en todo tipo de suelos, prefiriendo los frescos de climas cálidos y lugares bien iluminados. Habita en toda la Península hasta los 1.500 metros de altitud. En los bosques de ribera aparece en la segunda y tercera banda de vegetación.



Avellano (*Corylus avellana*)

Arbusto o pequeño arbolillo que raramente sobrepasa los 5 metros de altura. Ramifica abundantemente desde su raíz no presentando un tallo principal. Tiene una corteza lisa de color pardo rojizo o grisáceo con pequeñas marcas de color blanco. Se cría en laderas, hoces, fondos de valle fluviales y barrancos principalmente en lugares umbrosos y frescos. Habita principalmente la mitad norte peninsular y raramente en el sur, ascendiendo hasta los 1.500 metros de altitud. Ocupa la segunda o tercera banda de vegetación de ribera.



Saúco (*Sambucus nigra*)

Arbusto o pequeño arbolillo que no suele sobrepasar los 5 metros de altura. El tronco presenta una corteza corchosa, agrietada y de color pardo grisáceo. Se cría en suelos húmedos y nivel freático elevado, principalmente a orillas de los cursos de agua. Habita en la mitad norte peninsular ascendiendo hasta los 1.200 metros de altitud. Aparece en la segunda y tercera banda de vegetación en los bosques de ribera.

Bonetero (*Euonimus europaeus*)

Arbusto que puede alcanzar hasta los 6 metros de altura. Se cría sobre suelos frescos normalmente próximo a cursos de agua. En otoño se caracteriza por el color rosa que adquieren sus frutos. Habita en la mitad norte peninsular. Aparece en la segunda y tercera banda de vegetación de ribera.



Arraclán (*Frangula alnus*)

Arbusto o pequeño arbolillo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura. Tiene una corteza lisa y grisácea a veces rojiza. Se cría sobre suelos frescos y húmedos desde el nivel del mar hasta la media montaña, normalmente formando el sotobosque de alisedas de los tramos altos y medios de los ríos. Habita en toda la Península siendo más frecuente en la mitad norte. Aparece en la segunda y tercera banda de vegetación de ribera.



Taray (*Tamarix sp*)

Arbusto o arbolillo de hasta 4 metros de altura. Tiene numerosas ramas largas y delgadas con corteza pardo rojiza. Se cría en suelos húmedos con el nivel freático alto y algo salino. Prefiere los climas secos y calurosos y habita en casi toda la Península principalmente en la región mediterránea.

Acebo (*Ilex aquifolium*)

Arbusto o árbol de hasta 10 metros de altura con corteza lisa y de color gris verdoso. Se cría sobre suelos húmedos, en bosques umbrosos, barrancos o próximo a cursos fluviales ascendiendo hasta los 1.600 metros de altitud. Habita en toda la Península siendo mas frecuente en la mitad norte.



Adelfa (*Nerium oleander*)

Arbusto de hoja perenne que puede alcanzar hasta los 4 metros de altura. Tiene un tronco muy ramificado de corteza lisa de color pardo ceniciento. Se cría en las orillas de cursos fluviales, en ramblas y barrancos. Requiere climas suaves y sin heladas. Es frecuente en la mitad sur y el levante peninsular.

Sauzgatillo o Aloc (*Vitex agnus-castus*)

Arbusto o pequeño arbolillo que puede llegar hasta los 10 metros de altura. Sus ramas son largas y flexibles de sección casi cuadrangular. Se cría formando setos en las riberas, ramblas y en general en zonas con el nivel freático alto, se asocia a menudo con la adelfa y el taray. Habita en toda la región mediterránea.

**Tamujo** (*Securinega tinctoria*)

Arbusto de hasta 1,5 metros de altura, muy ramoso y espinoso desde la base. Se cría en las márgenes de los ríos y suele ir asociado a la adelfa. Es originaria de norte de África y actualmente ocupa el cuadrante suroccidental de la Península.

4.3. Plantas acuáticas autóctonas**Espadaña** (*Typha sp*)

Las diferentes especies de *Typha* son hierbas anuales o perennes, de 1 a 3 m de altura que crecen con sus raíces y rizomas sumergidos en el agua. Presentan rizomas superficiales que echan zarcillos, constituyendo éste su principal forma de propagación. Las espadañas aparecen en los márgenes de lagos, pantanos y humedales, siendo una de las primeras especies en colonizarlos. Habitan en toda la Península.





Carrizo (*Phragmites australis*)

Es una planta perenne, con un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua. Puede alcanzar los 4 metros de altura y 2 cm de diámetro, presentando una gran inflorescencia al final del tallo. Se cría sobre suelos húmedos a orillas de cursos de agua y lagunas. En ríos se encuentran fundamentalmente en los tramos más bajos, en los que la velocidad del curso de agua les permite enraizar. Soporta bien niveles moderados de salinidad en el agua y en el suelo, necesitando suelos encharcados hasta profundidades de 5 metros, por lo que es posible encontrarlo en las proximidades de marismas y zonas salobres.



Lirio del agua (*Iris pseudoacorus*)

Es una planta perenne que aparece en el margen de cursos de aguas. Las flores aparecen entre marzo y junio. Los tallos pueden medir de 1 a 1,5 metros. Habita en pantanos y riberas de toda la Península. Aunque es primariamente una planta acuática, los rizomas sobreviven prolongados períodos secos. Antiguamente tenía usos medicinales y sus hojas y raíces son venenosas para el ganado.

Junco (*Juncos sp.*)

Su tamaño habitual es de 90 centímetros de altura. Vive en suelos húmedos, en riberas y pantanos. La hoja es cilíndrica, alargada, recta y flexible. Florece de abril a julio. La flor es compuesta, pequeña y de color pardo. El fruto es ovalado de color marrón.





Juncos (*Scirpus sp*)

Planta herbácea perenne, con rizoma rastrero, de hasta 120 cm. de altura, con tallos largos, erectos y flexibles. Distinguible por sus inflorescencias próximas a la terminación de las hojas.

Cárice (*Carex sp.*)

Género formado por numerosas especies que se crían en ambientes muy húmedos o encharcados. Son plantas perennes y se desarrollan por rizoma. Sus flores ocupan la parte terminal de los tallos.



4.4. Especies alóctonas

Árboles alóctonos

Falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*)

Árbol robusto que puede alcanzar los 25 metros de altura. Ramas jóvenes provistas de fuerte espinas. Se cultiva en jardines y es una especie muy invasora ya que se adapta a todo tipo de suelos. Es originaria del centro y este de Estados Unidos, en Europa se introdujo como árbol ornamental en el Siglo XVII.

60 Estudio de la vegetación de ribera



Ailanto (*Ailanthus altissima*)

Árbol de hoja caduca que puede alcanzar los 20 metros de altura. Tiene una corteza lisa de color grisáceo, las ramas jóvenes son rojizas. Se cría en todo tipo de suelos y se adapta a gran variedad de climas. Es una especie muy invasora ya que se reproduce muy fácilmente de semilla y rebrota fácilmente de raíz. Es originaria de China, y fue introducida en Europa en el Siglo XIX.

Chopo de Canadá (*Populus x canadensis*)

Árbol que puede alcanzar los 30 metros de altura, tronco erguido y corteza grisácea que se oscurece con los años. Es resultado de la hibridación del *Populus nigra* y *Populus deltoides*. Es una especie de crecimiento muy rápido. Se cultiva en parques y paseos de grandes ciudades inundando en primavera las calles con su "algodón" de semillas.



Eucalipto (*Eucalyptus sp*)

En este género se engloban gran variedad de especies diferentes. Principalmente son árboles de gran porte, hasta 40 metros. El tronco es de fuste recto y puede hacerse muy grueso, presenta una corteza lisa de color pardo castaño que se desprende en placas irregulares que dejan al descubierto una corteza blanquecina. Se cría en gran variedad de suelos y climas debido a su alta adaptabilidad y resistencia. Habita en toda la península variando la especie concreta según la zona, destacando el cuadrante suroccidental y nororiental de la Península. Es originario de Australia.

Plantas acuáticas alóctonas**Caña común** (*Arundo donax*)

Es una planta que alcanza los 2-5 metros de altura semejante al bambú, tiene un tallo grueso y hueco. Sus hojas lanceoladas son largas de 5-7 cm. que envuelven el tallo en forma de láminas verdes brillante. Es la mayor gramínea de la Península. Es originaria de Europa meridional. Se cría en lugares húmedos y encharcados, en acequias y cursos de agua.

Arundo donax en la cuenca del Júcar**Jacinto de Agua** (*Eichhornia crassipes*)

Es una especie estrictamente flotante. Es una especie invasora originaria del Amazonas y de la cuenca del río Paraná. Flores de color azul. Coloniza aguas remansadas creando inmensas praderas flotantes dificultando la navegación.

5. Estructura de la Ribera (Cálculo de índice y valoración final)

		Composición y estructura			
		OPTIMA	BUENA	REGULAR	MALA
Continuidad longitudinal y anchura		Bosque de más de 2,5 m de alto, especies autóctonas y con sotobosque sin apenas zarzas	Bosque de más de 2,5 m de alto, con alguna especie alóctona, con sotobosque y < 30 % de zarzas	Bosque claro o arbustivo, con varias especies alóctonas, más del 30 % de zarzas y/o herbáceas	Vegetación herbácea dominante o zarzales, a lo sumo algún arbusto. Plantaciones productivas de especies alóctonas
OPTIMA	> 75% de longitud del tramo con vegetación arbórea o arbustiva. Anchura importante, con todas las bandas de vegetación y conectada con vegetación climatófila	8	7	6	4
BUENA	50 al 75% de longitud del tramo con vegetación arbórea o arbustiva. Anchura importante, con al menos dos bandas de vegetación	7	6	5	3
REGULAR	25 al 50% de longitud del tramo con vegetación arbórea o arbustiva. Anchura modesta, con al menos una banda de vegetación	6	5	4	2
MALA	< 25 % de longitud del tramo con vegetación arbórea o arbustiva. Solo vegetación acuática o árboles aislados con zarzales y/o plantas herbáceas	4	3	2	1

Se suman los puntos al valor anterior	Funcionamiento: regeneración natural			
	OPTIMO	BUENO	REGULAR	MALO
	Existen claros con plántulas juvenes de árboles y arbustos	Existen claros con plantulas de arbustos, regeneración natural levemente amenazada por pastoreo	Escasa presencia de individuos jóvenes, amenazados por pastoreo.	No hay regeneración natural o esta afectada severamente por pastoreo
Clasificación final	2	1	0,5	0

Estado de la vegetación de ribera	
OPTIMO	Más de 8 puntos
BUENO	Más de 6 puntos hasta 8 inclusive
REGULAR	Más de 4 puntos hasta 6 inclusive
MALO	Menos de 4 puntos

Calculo final (ejemplo)	
Estructura vegetación	6
Regeneración natural	1
Total Puntuación	7
Estado vegetación riparia	BUENO

Ejemplo de cálculo del índice del estado de la vegetación de ribera

Si en la ribera que estamos estudiando encontramos:

- Una masa arbórea donde la mayoría de los ejemplares tienen una altura superior a 2,5 metros, aparecen especies autóctonas dispersas, y en el sotobosque solamente aparecen unas pocas zarzas, puntuaremos la composición y estructura de la vegetación de ribera como BUENA.
- Si en nuestro tramo del río aparece entre un 50 y un 75 % cubierto por vegetación arbórea o arbustiva y aparecen, al menos dos bandas de vegetación de ribera diferenciadas puntuaremos la continuidad longitudinal y anchura como BUENA.
- Buscaremos el punto de intersección de estas dos puntuaciones y obtendremos una puntuación de 6 para la estructura de la vegetación.
- Pasaremos a la tabla de Regeneración natural.
- Si en nuestro tramo aparecen claros con pequeños arbustos y es notable la presión por pastoreo, lo puntuaremos como BUENA (= 1).
- Sumaremos las dos puntuaciones obtenidas $6 + 1 = 7$
- Comparar la puntuación final (7) con la tabla de Estado de la vegetación de ribera y obtener la calificación final, que en este ejemplo sería BUENO. Esta calificación hay que anotarla en la ficha final correspondiente de nuestro muestreo, en la parte final del manual.

Fichas para rellenar con las especies vegetales encontradas

Muestreo 1

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 2

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 3

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 4

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 5

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 6

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 7

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 8

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 9

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 10

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 11

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 12

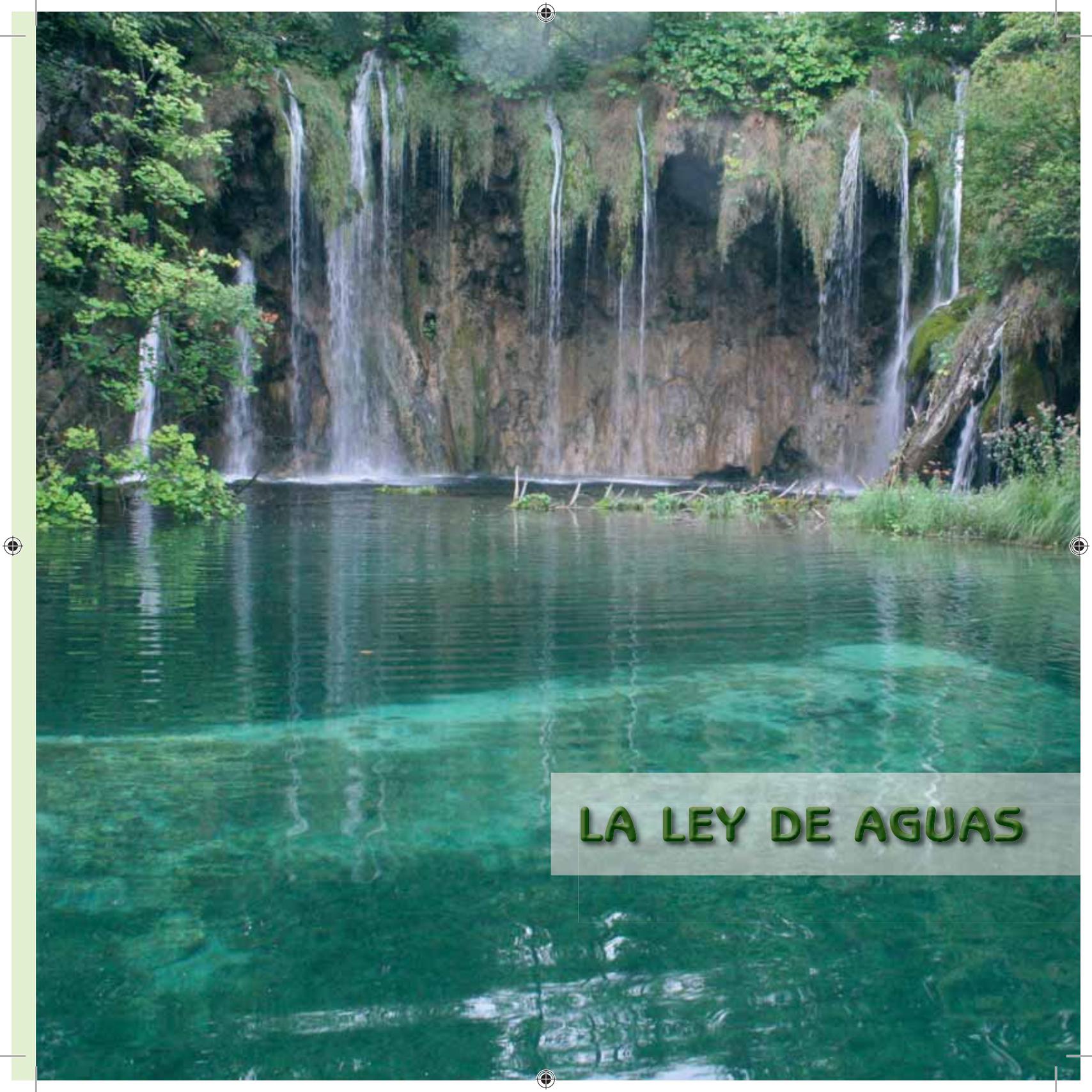
ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 13

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	

Muestreo 14

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS			
AUTÓCTONAS		ALÓCTONAS	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
TOTAL		TOTAL	



LA LEY DE AGUAS

Las aguas continentales del territorio español, tanto superficiales como subterráneas, y el dominio público hidráulico están regulados por la Ley de Aguas, aprobada por Real Decreto Legislativo 1/2001 del 20 de julio.

Según esta ley, los objetivos principales de la administración hidráulica son asegurar la disponibilidad de agua no solo en la cantidad necesaria, sino también con la calidad requerida en función de los usos, así como prevenir todo deterioro adicional y proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos.

Se entiende por cuenca hidrográfica la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventualmente lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión del recurso se considera indivisible. Por ello, la gestión administrativa de las cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma es competencia de las Confederaciones Hidrográficas que son organismos autónomos adscritos al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. En caso contrario, la competencia recae sobre la Comunidad Autónoma donde se integre la cuenca.



La Ley de Aguas define también los elementos que constituyen el dominio público hidráulico (DPH) que son:

- Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación.
- Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
- Los lechos de lagos y lagunas y los de embalses superficiales en cauces públicos.
- Los acuíferos subterráneos, a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos.
- Las aguas procedentes de desalación de agua del mar.

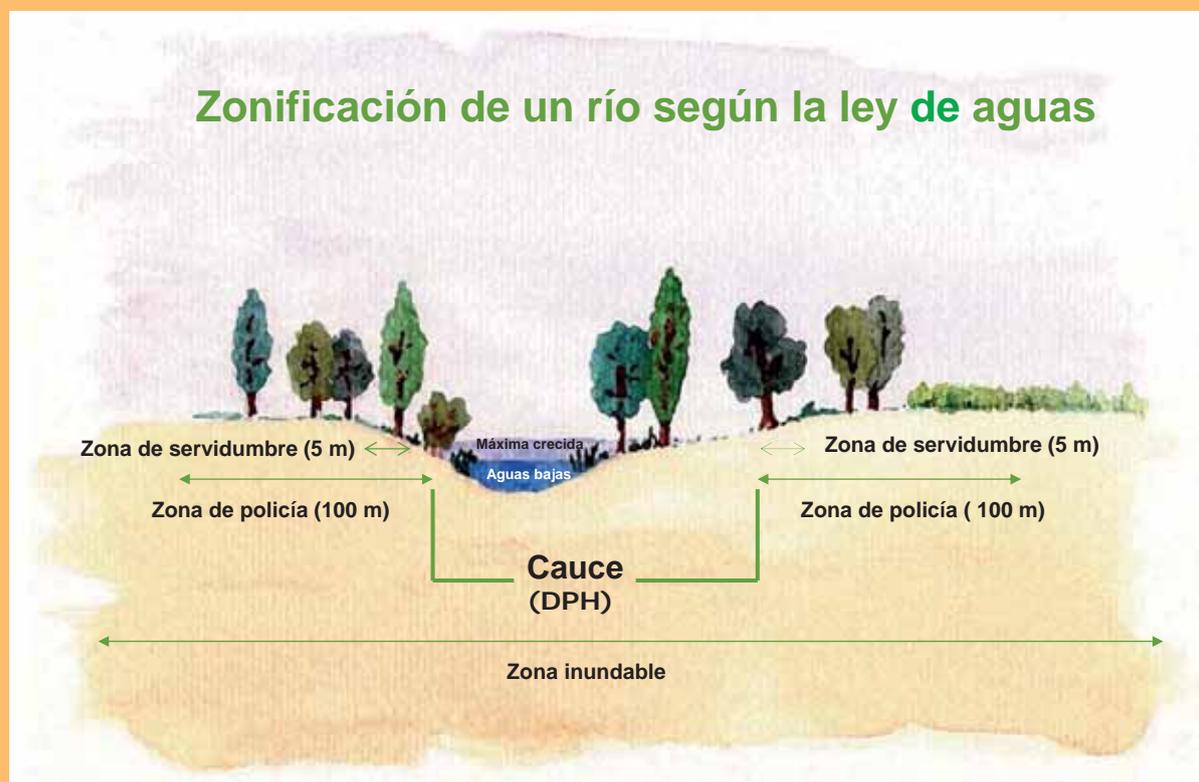
La ley de Aguas establece una zonificación en torno a las masas de agua compuesta por ribera, zona de servidumbre, zona de policía y área de inundación. Esta zonificación determina distintos grados de protección.

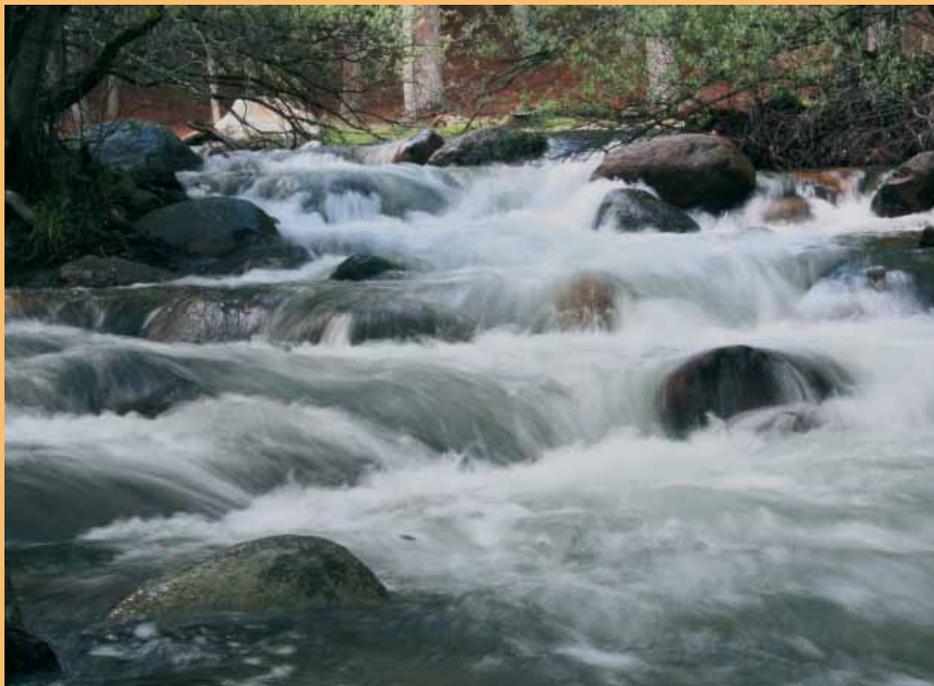
La **ribera** comprende los terrenos DPH cubiertos por las máximas crecidas ordinarias sin contar el cauce de aguas bajas.

La **zona de servidumbre** comprende 5 metros a partir de límite del DPH. Tiene como fines, la protección del ecosistema fluvial y del DPH, el paso público peatonal y el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento.

La **zona de policía** es de al menos 100 metros a partir del límite del DPH. En esta zona, las actividades que modifiquen el terreno como construcciones, extracción de áridos y cualquiera que pueda afectar a la conservación del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del DPH estarán condicionadas a una autorización especial de la Confederación Hidrográfica.

El **área de inundación** es la ocupada por los desbordamientos extraordinarios y se delimitan por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años.





FICHAS PARA RELLENAR CON LOS RESULTADOS DE LOS MUESTREOS



76 Fichas para rellenar con los resultados de los muestreos

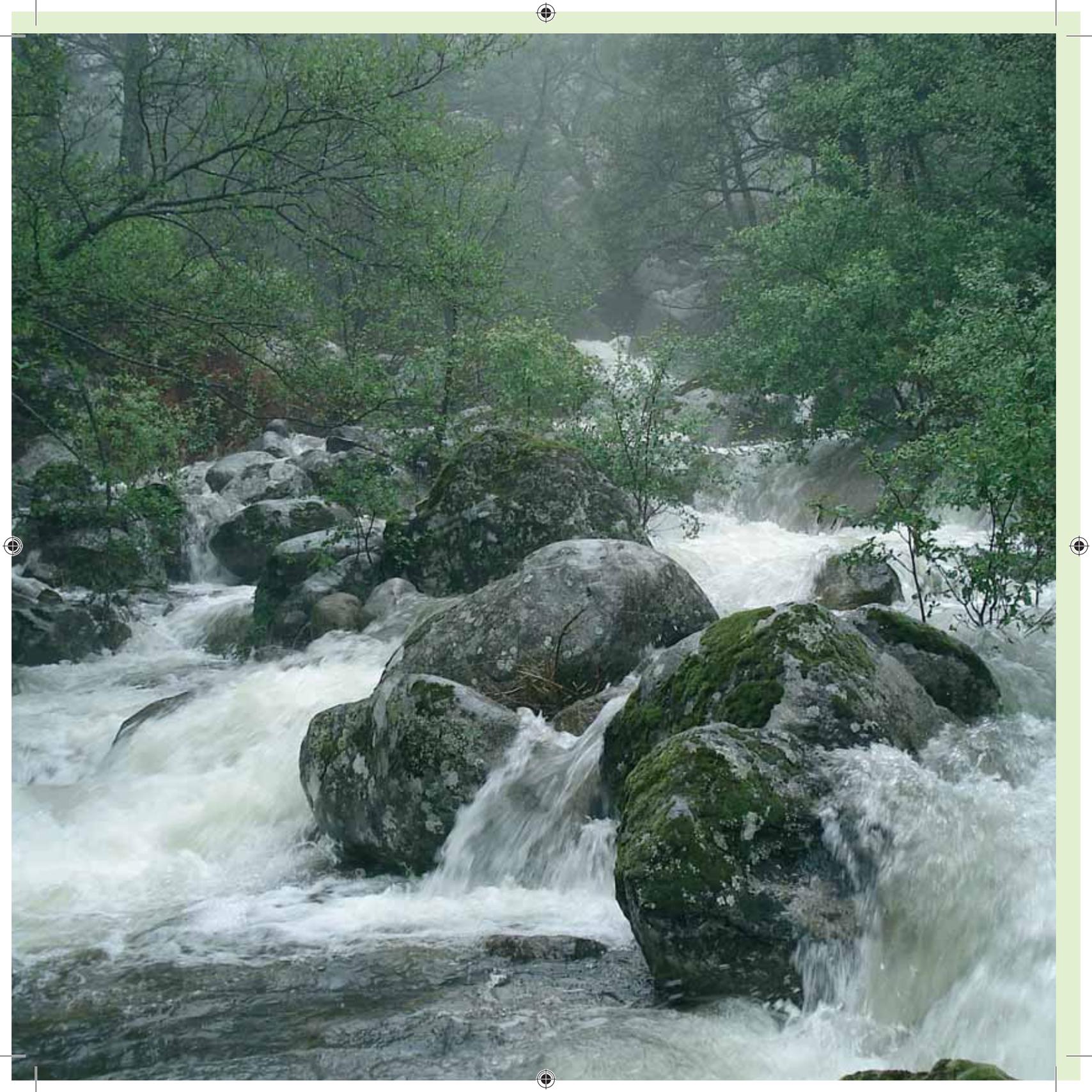
	Muestreo 1	Muestreo 2
Nombre del voluntario o asociación		
Apellidos		
Lugar de muestreo		
Paisaje		
Coordenadas UTM (X)		
Coordenadas UTM (Y)		
Ciudad mas cercana		
Provincia		
Tipo de masa de agua (Río, arroyo, lago,...)		
Nombre de la masa de agua		
Número de participantes		
Fecha		
Hora		
Presiones detectadas		
Turbidez (jtu)		
Temperatura ambiente (°C)		
Temperatura del agua (°C)		
Oxígeno disuelto (ppm)		
Porcentaje de saturación de Oxígeno (%)		
pH		
Porcentaje de nitratos (ppm)		
Dureza total del agua (ppm)		
Calidad del agua según el índice de macroinvertebrados		
Estado de la vegetación riparia		
Comentarios y observaciones		

78 Fichas para rellenar con los resultados de los muestreos

	Muestreo 6	Muestreo 7
Nombre del voluntario o asociación		
Apellidos		
Lugar de muestreo		
Paisaje		
Coordenadas UTM (X)		
Coordenadas UTM (Y)		
Ciudad mas cercana		
Provincia		
Tipo de masa de agua (Río, arroyo, lago,...)		
Nombre de la masa de agua		
Número de participantes		
Fecha		
Hora		
Presiones detectadas		
Turbidez (jtu)		
Temperatura ambiente (°C)		
Temperatura del agua (°C)		
Oxígeno disuelto (ppm)		
Porcentaje de saturación de Oxígeno (%)		
pH		
Porcentaje de nitratos (ppm)		
Dureza total del agua (ppm)		
Calidad del agua según el índice de macroinvertebrados		
Estado de la vegetación riparia		
Comentarios y observaciones		

80 Fichas para rellenar con los resultados de los muestreos

	Muestreo 11	Muestreo 12
Nombre del voluntario o asociación		
Apellidos		
Lugar de muestreo		
Paisaje		
Coordenadas UTM (X)		
Coordenadas UTM (Y)		
Ciudad mas cercana		
Provincia		
Tipo de masa de agua (Río, arroyo, lago,...)		
Nombre de la masa de agua		
Número de participantes		
Fecha		
Hora		
Presiones detectadas		
Turbidez (jtu)		
Temperatura ambiente (°C)		
Temperatura del agua (°C)		
Oxígeno disuelto (ppm)		
Porcentaje de saturación de Oxígeno (%)		
pH		
Porcentaje de nitratos (ppm)		
Dureza total del agua (ppm)		
Calidad del agua según el índice de macroinvertebrados		
Estado de la vegetación riparia		
Comentarios y observaciones		



OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



Programa de
Voluntariado
en ríos

DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



Programa de
Voluntariado
en ríos

DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



Programa de
Voluntariado
en ríos

DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



Programa de
Voluntariado
en ríos

DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid

OBSERVA Y DESCRIBE EL RÍO

Nombre:

Lugar:

Fecha:



ADECAGUA
ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO



DIRECCIÓN DE ENVÍO: Día Mundial del Control de la Calidad del Agua (Adecagua). Avd. Cardenal Herrera Oria, núm. 65, 3.º B. C.P.: 28034, Madrid



Programa de
Voluntariado
en ríos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

Voluntariado
en ríos

NDECAGUA

ASOCIACION PARA LA DEFENSA
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS