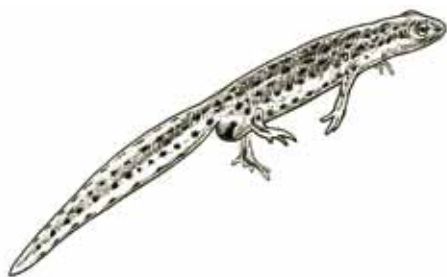


En las últimas décadas se ha producido un aumento muy importante del número de balsas de regadío y abastecimiento ganadero. Constituyen pequeños humedales artificiales, muy repartidos por el territorio andaluz, que pueden jugar un papel importante en la conservación de la biodiversidad y de algunas especies amenazadas. Este manual pretende, por un lado, proporcionar al usuario información acerca del funcionamiento de una balsa y de los parámetros que lo regulan y, por otro, ofrecer unos criterios de adecuación que le permitan no sólo una mejora ambiental y paisajística, sino también facilitar y optimizar su gestión.

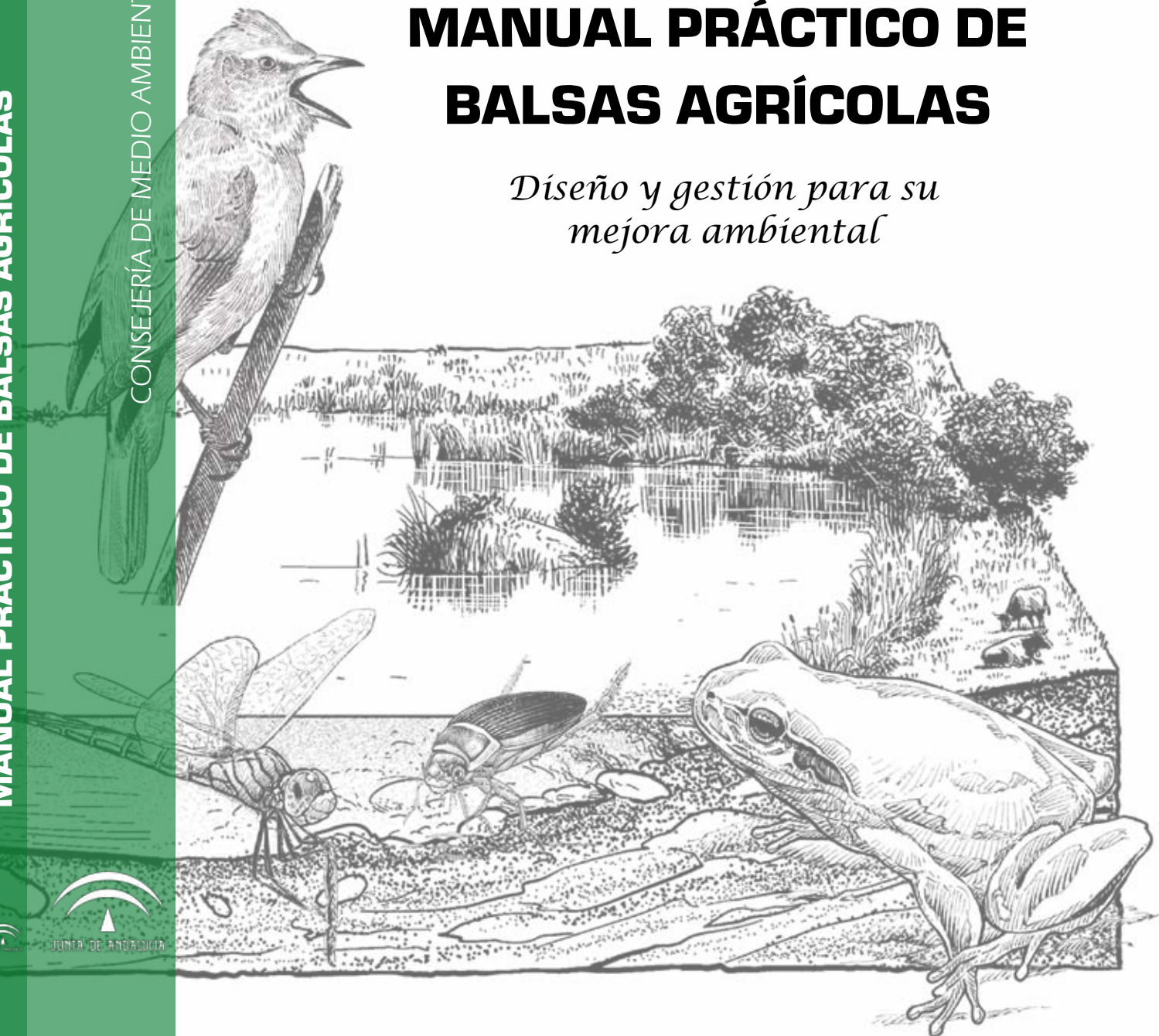


MANUAL PRÁCTICO DE BALSAS AGRÍCOLAS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

MANUAL PRÁCTICO DE BALSAS AGRÍCOLAS

Diseño y gestión para su mejora ambiental





**MANUAL PRÁCTICO DE
BALSAS AGRÍCOLAS**

*Diseño y gestión para
su mejora ambiental*

Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Consejero de Medio Ambiente

José Juan Díaz Trillo

Viceconsejera

Ana Patricia Cubillo Guevara

Secretario General de Agua

Juan Paniagua Díaz

Dirección Facultativa

José M^a Fernández-Palacios Carmona

Autores

Javier Camacho Martínez-Vara de Rey, Enrique Sánchez Gullón,
Francisco Aguilar Silva, Ana Gómez Jaén y Antonio Lozano García

Colaboradores

Universidad de Sevilla, Universidad de Almería, TEPRO Consultores Agrícolas S.L.,
María del Carmen García Estepa y José Manuel Rodríguez

Dibujos

Antonio Ojea Gallegos y Francisco Hernández Fernández

Diseño y maquetación

Manuel Solís Márquez

Producción

EGMASA

Depósito Legal: SE-3597/2011

PRESENTACIÓN

Vegas y campiñas del Guadalquivir cuajadas de patos y cormoranes; garzas en breñas y dehesas de Sierra Morena; peces “salinetes” en el mar de plástico del Poniente almeriense; cangrejos rojos exóticos por doquier... una situación paradójica por la presencia de especies acuáticas cada vez más frecuentes en los paisajes terrestres de muchas zonas rurales de Andalucía. Y ello a pesar de la reducida extensión de lagunas, lagos y ríos que por imperativo climático no abundan en nuestra región.

En las últimas décadas las balsas de riego y abastecimiento ganadero han proliferado en el territorio andaluz dando lugar a un extenso patrimonio de humedales artificiales con notables repercusiones medioambientales y económicas. Muchas de estas infraestructuras son colonizadas por especies acuáticas de interés, raras o incluso amenazadas. Pero también acogen a organismos exóticos no deseables por sus importantes afecciones sobre las comunidades biológicas autóctonas. En ocasiones, la multiplicación desmedida de algunas especies afecta a la calidad del agua y a su aprovechamiento interfiriendo la actividad productiva.

El objetivo de este manual es proporcionar información básica sobre las características y funcionamiento de las balsas para potenciar los valores ambientales y disminuir, al mismo tiempo, los posibles impactos ecológicos y económicos no deseados. Se trata de incorporar, en la medida de lo posible, los conocimientos aplicados que nos ofrece la ecología para mejorar el diseño y gestión de las balsas y avanzar en un uso integrado más sostenible, económico y armonioso con el medio ambiente.

Y todo ello vinculado con una de las actividades más antiguas del género humano —la agricultura—, que hunde sus raíces en la misma Naturaleza, de la que tanto tenemos que aprender pues seguimos formando parte de ella. De hecho, la Naturaleza sigue siendo la única fábrica capaz de producir el agua de calidad y cantidad suficiente que necesitamos. Y además “gratis”.

Nuevamente se cumple el aserto de que conservación y desarrollo son dos caras de la misma moneda y por eso la conservación carece de sentido fuera de la dimensión humana. Con este Manual de Balsas intentamos avanzar en este camino en el que Naturaleza y Agricultura van juntas de la mano.

José Juan Díaz Trillo
Consejero de Medio Ambiente

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS..... 12

INVENTARIO DE BALSAS AGRÍCOLAS

ANTECEDENTES 14

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS..... 15

RESULTADOS..... 16

Distribución territorial de las balsas	16
Diseño	18
Usos.....	18
Vegetación.....	18
Riqueza biológica	18

LA BALSA

FINALIDAD DE USO23

CLASES SEGÚN TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA .24

ELECCIÓN DEL TIPO DE BALSA.....24

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN SU ORIGEN26

LA BALSA Y SUS HABITANTES

MORFOLOGÍA Y SUSTRATO DE LA BALSA30

Las orillas.....	30
La profundidad.....	32
La pendiente.....	32
El sustrato	36

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....37

La salinidad.....	38
-------------------	----

Los nutrientes.....	38
El oxígeno	39
El pH	40
La temperatura.....	40
La transparencia.....	41
El tiempo de residencia.....	42
FACTORES BIOLÓGICOS	
El fitoplancton	42
El zooplancton	42
La vegetación acuática sumergida y especies palustres	42
La fauna acuática	43
Ecología. Interacciones básicas.....	46

EL DISEÑO Y LA ADECUACIÓN

MEDIOAMBIENTAL

OBJETIVOS Y PRINCIPIOS BÁSICOS50

POSIBLES ACTUACIONES50

Entorno perimetral.....	50
Control de nutrientes	51
Control de la erosión y sedimentación	54
Reutilización de los suelos conservados	54
Muro externo	54
Muro interno.....	55
Fondo.....	56
Coronación	56

Entrada del agua.....	56
Salida del agua.....	57

INFRAESTRUCTURAS

COMPLEMENTARIAS

Prebalsa	59
Isletas.....	60
Red anticáida.....	60
Estructuras para macrófitos acuáticos	61
Limitación de acceso al ganado	61

EL MANTENIMIENTO DE LA BALSA

Sólidos en suspensión.....	64
Control de la vegetación.....	64
La cosecha de plantas acuáticas	65
El uso de herbicidas	66
Aireadores	67
La limpieza.....	69
Tratamientos de residuos.....	69

PREGUNTAS FRECUENTES

Y ERRORES COMUNES

¿Se deben cubrir las balsas?.....	72
Aguas marrones y aguas verdes.....	72
¿Son deseables las algas filamentosas?,	72
¿Es bueno tener vegetación acuática sumergida?.....	73
¿Pueden ocasionar problemas las plantas emergentes?	73

¿Es malo que se seque la balsa?.....	74
¿A qué se deben los malos olores?	74
¿Conviene tener aves?.....	74
Especies exóticas.....	75

DECÁLOGO DE BUENAS PRÁCTICAS

Cuencas	78
Pendientes	78
Sustratos.....	78
Isletas.....	78
Orillas.....	78
Herbicidas	79
Limpieza.....	79
Prebalsa	79
Especies exóticas.....	79
Conocimiento y controles periódicos.....	79

ANEXOS

ENLACES DE INTERÉS.....82

GLOSARIO.....82

NORMATIVA.....84

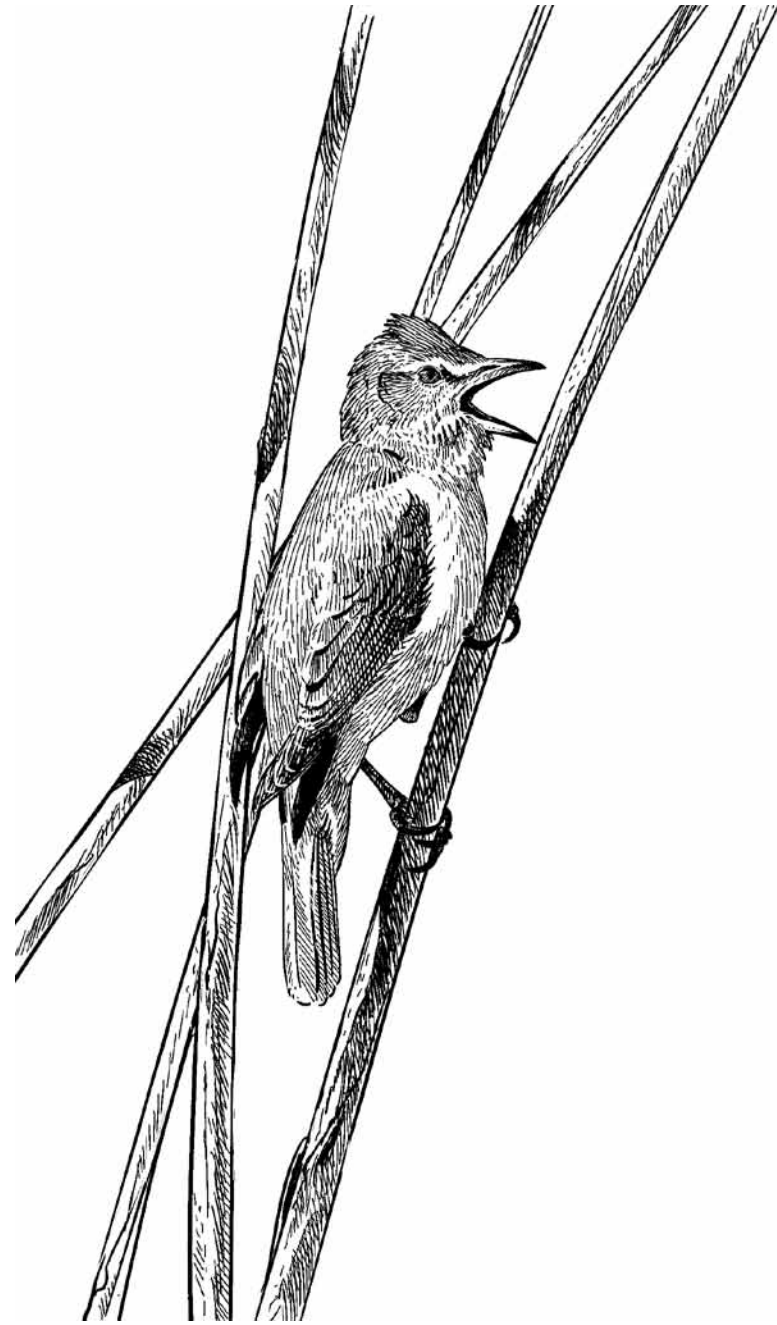
ESPECIES MÁS COMUNES86

RELACIÓN DE MACRÓFITOS SEGÚN

TIPOLOGÍA DE LAS AGUAS88

RELACIÓN DE HELÓFITOS SEGÚN

TIPOLOGÍA DE LAS AGUAS90



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

En las últimas décadas, las balsas de riego y de abastecimiento ganadero han experimentado una gran proliferación en el territorio andaluz. De acuerdo con el Inventario de Balsas de Andalucía elaborado por la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente en el año 2004, se contabilizaron 8.983 balsas de tamaños superiores a 600 m². La superficie total de las mismas alcanza las 5.744 ha.

Este tipo de infraestructura ejerce una importante incidencia en la conservación de la biodiversidad, pues ha supuesto la proliferación de humedales artificiales en un territorio en el que son escasos los ecosistemas naturales de lagos y lagunas. A menudo, las balsas son colonizadas por especies acuáticas de interés aunque también

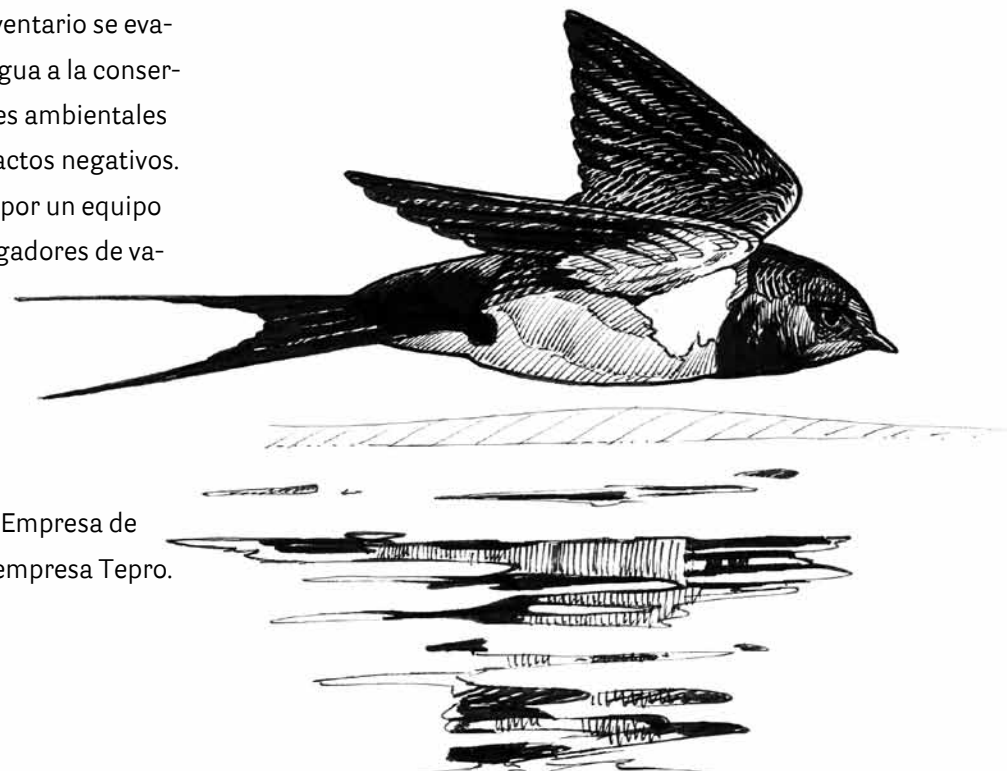
acogen y prestan funciones de refugio de especies exóticas invasoras no deseables que ejercen un impacto negativo a las comunidades biológicas originales.

El objetivo de este manual es proporcionar al agricultor y al ganadero una información básica sobre el funcionamiento de las balsas, los principales parámetros que regulan la calidad del agua y los tipos de medidas que pueden tomarse para la mejora ambiental. Todo ello con la idea de mejorar y compatibilizar su gestión con la potenciación de la biodiversidad, disminuyendo al mismo tiempo los posibles impactos negativos.



La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE establece como principal objetivo la consecución del buen estado ecológico de todas las masas de agua para el año 2015. En esta línea, la Consejería de Medio Ambiente y la Agencia Andaluza del Agua han hecho un enorme esfuerzo para inventariar y monitorizar el estado ecológico de los humedales naturales y las aguas fluviales, mientras que las pequeñas masas de agua artificiales asociadas a la actividad agrícola y ganadera, hasta ahora, no habían recibido suficiente atención. Sin embargo, éstas juegan un papel importante en la gestión de los recursos hídricos y en la conservación de la biodiversidad. Consciente de ello, la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente acometió en el año 2004 el Inventario de Pequeñas Masas de Agua Artifi-

ciales de Andalucía. En el mismo se describen los tipos principales en base a sus características constructivas y a los usos. En una segunda fase del Inventario se evaluó la contribución de estas masas de agua a la conservación de la biodiversidad y las funciones ambientales que aportan así como sus posibles impactos negativos. Estos trabajos han sido llevados a cabo por un equipo multidisciplinar constituido por investigadores de varias universidades andaluzas (Dptos. de Biología Vegetal y Ecología de las Universidades de Sevilla y Almería, y los Dptos. de Botánica y Ecología de la Universidad de Granada), por técnicos de la Agencia Andaluza del Agua y de la Empresa de Gestión Medioambiental (Egmasa) y la empresa Tepro.



El inventario y tipificación de las masas de agua fue llevado a cabo en dos fases. En la primera fase se realizó una aproximación con imágenes multi-espectrales de baja resolución (30 m; Landsat TM: año 2003) para detectar cuerpos de agua de origen artificial. Después de este barrido inicial, se estudiaron las características de las balsas usando interpretación de orto-imágenes (B/N 1:20.000; años 2001-2002). Debido al gran número de balsas aparecidas, en principio el estudio se centró en aquéllas con más de 600 m² de superficie. No obstante, dada la extraordinaria concentración de pequeñas balsas en las zonas de invernaderos de Almería y litoral granadino, se tuvieron también en cuenta en estos territorios las balsas con superficie superior a 150 m².

RESULTADOS

Se detallan en los siguientes apartados los principales resultados que se desprenden del Inventario de Pequeñas Masas de Agua de Andalucía.

Distribución territorial de las balsas

Al examinar la distribución geográfica de las balsas se pueden distinguir, por tipologías y usos, cinco zonas diferenciadas (Figura 1).

Área litoral de Almería y Granada. Principalmente dedicada al cultivo en invernaderos. Es una zona donde predominan pequeñas balsas de tipología alberca que abastecen parcelas e invernaderos de cultivos tempranos.

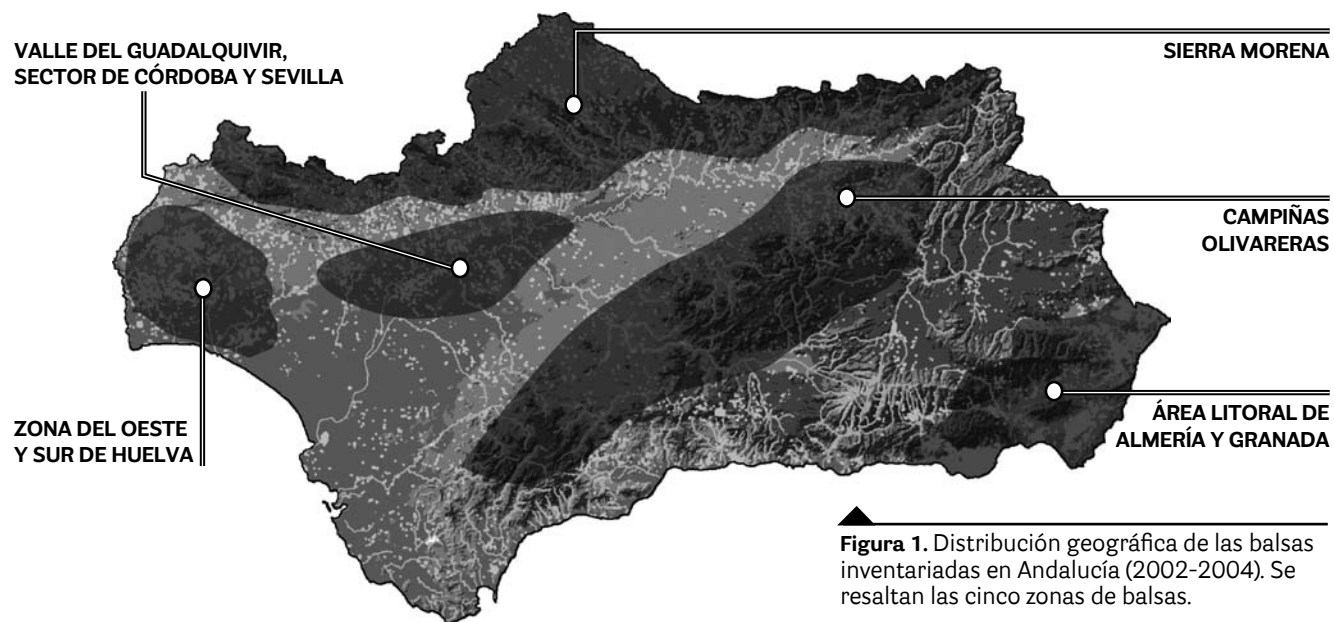
Zonas del Oeste y Sur de Huelva. En este sector dominan los cultivos de fresas y cítricos.

Campiñas Olivareras. Con predominio de balsas para regadío del olivar.

Sierra Morena. Con mayoría de balsas de represa de escorrentías superficiales asociadas mayoritariamente a la ganadería y abrevadero para uso cinegético.

Valle del Guadalquivir; sector de Córdoba y Sevilla. Dedicadas al riego de cítricos y otros frutales así como olivares y cultivos herbáceos.

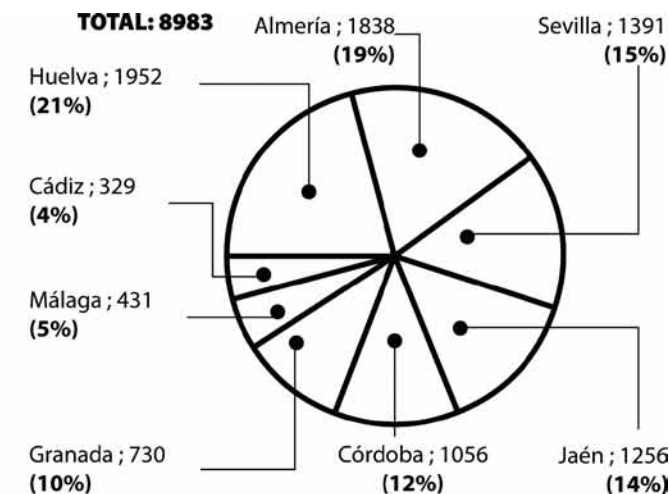
El número total de balsas mayores de 600 m² es 8.983, siendo Huelva la provincia que mayor número posee,



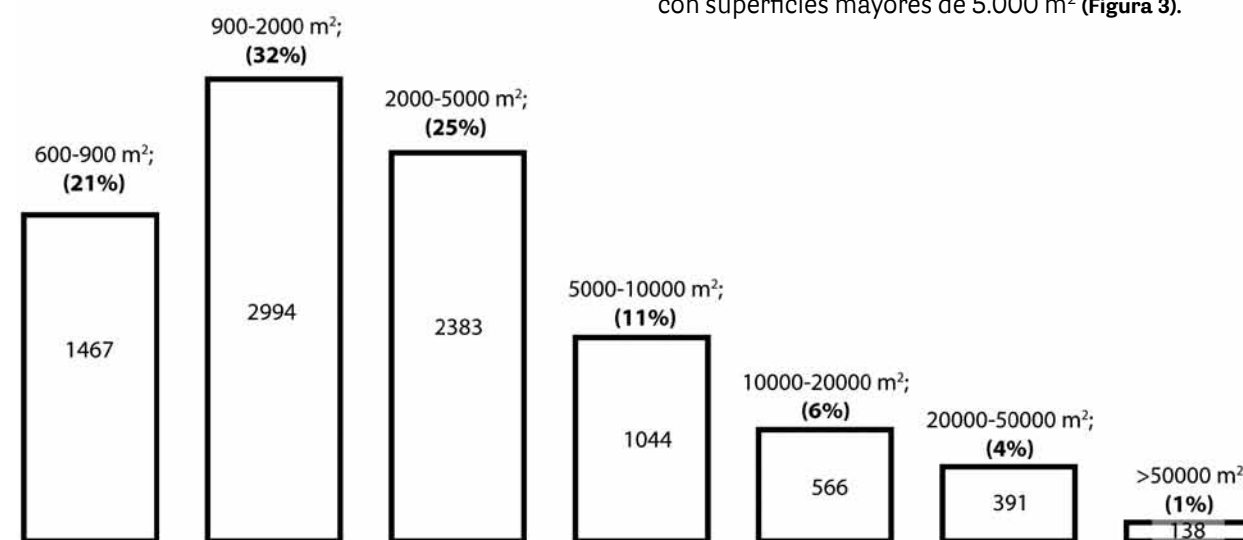
un 21% del total. Le siguen en número, en este orden, las provincias de Almería (19%), Sevilla (15%), Jaén (14%), Córdoba (12%), Granada (10%), Málaga (5%) y Cádiz (4%) (Figura 2).

El número total de balsas entre 150 m² y 600 m² de superficie en Almería y litoral granadino es de 7.560. En su mayor parte corresponden a albercas asociadas a invernaderos localizándose el 91% en la provincia de Almería. Analizando el tamaño superficial, se puede concluir que mayoritariamente corresponden a balsas de pequeña

► Figura 2. Localización de balsas >600 m² según provincias



► Figura 3. Número de balsas mayores de 600 m² agrupadas por superficie.

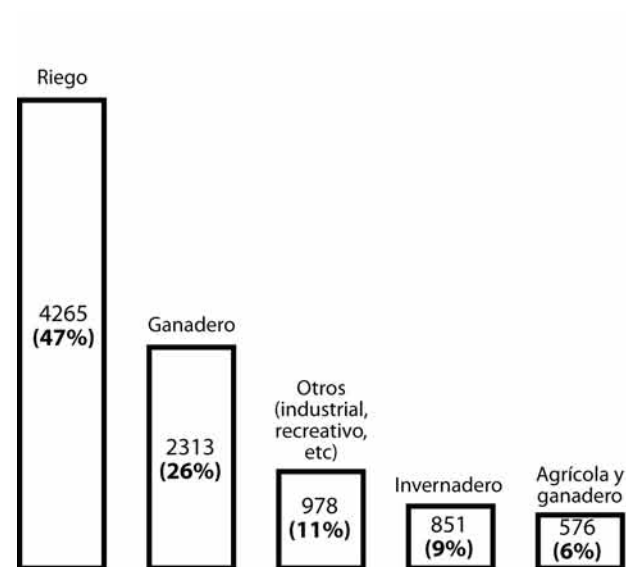


extensión. Así, algo más del 50% tienen una superficie inferior a 2.000 m², mientras que sólo el 22% cuentan con superficies mayores de 5.000 m² (Figura 3).

Diseño. Prácticamente las dos terceras partes de las balsas se corresponden con recintos de muros perimetrales mientras que el tercio restante son de tipo pantaneta construidas mediante presas y caracterizadas por tener sustrato natural. Estas últimas se localizan principalmente al norte de Andalucía, en la zona de Sierra Morena; también aparecen asociadas a las montañas béticas al sur de la depresión del Guadalquivir.

Usos. Casi la mitad de las balsas (el 47%) se destinan al riego, un 26% tienen un uso ganadero, un 6% combinan ambos usos y el resto a otros usos (Figura 4).

► **Figura 4.** Número de balsas, mayores 600 m², según usos.



Vegetación. La mayoría de las balsas carecen de vegetación desarrollada asociada a sus márgenes. Sin embargo, cabe resaltar que el 8% del total (733) sí manifiestan vegetación desarrollada de orilla en mayor o menor cobertura. En este caso, el 70% de las balsas se corresponden con el tipo pantaneta (Figura 5).

Riqueza biológica. Los estudios realizados por la Universidad de Sevilla han permitido comprobar que la biodiversidad global contenida en el conjunto de las balsas de riego puede ser equiparable a la de los humedales naturales.

► **Figura 5.** Presencia de vegetación de orilla en balsas > 600 m²

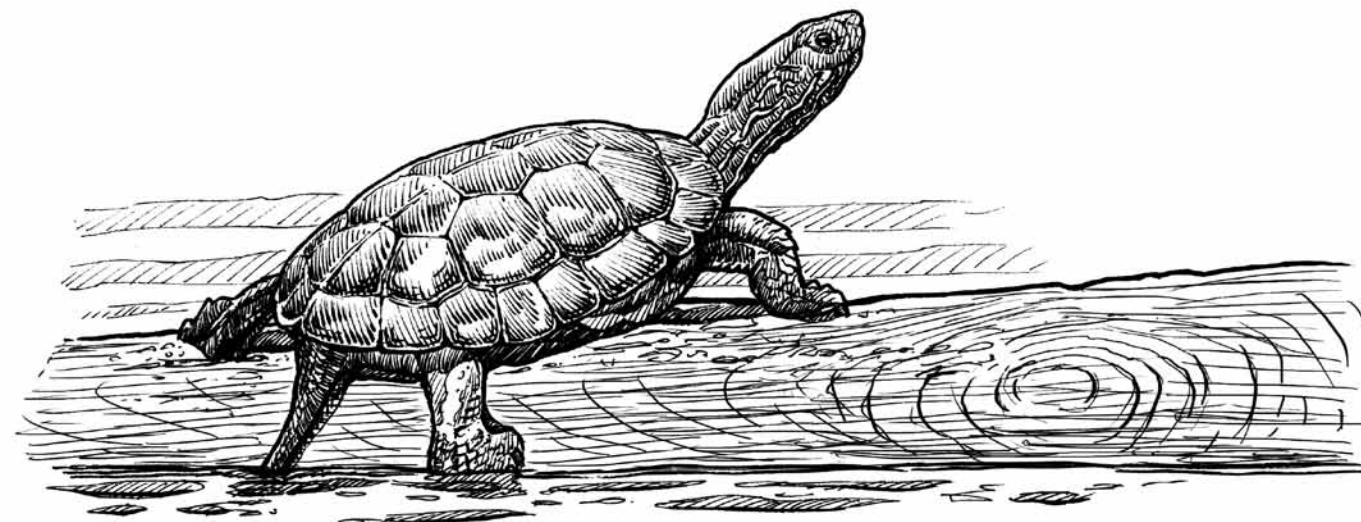


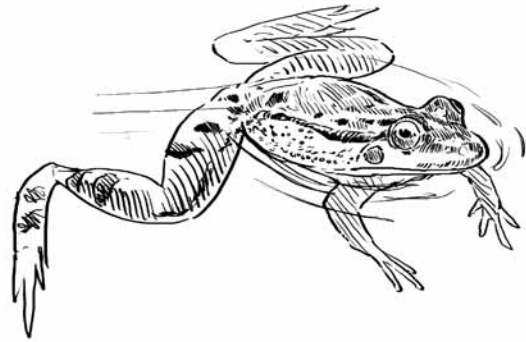
RIQUEZA BIOLÓGICA DE LAS BALSAS DE RIEGO EN ANDALUCÍA

GRUPO	Nº BALSAS ESTUDIADAS	% DE BALSAS CON PRESENCIA	BIODIVERSIDAD
Vegetación acuática sumergida	120	50	19 especies
Algas filamentosas	120	50	14 especies
Algas microscópicas	20	100	69 especies
Microinvertebrados	120	100	98 especies
Macroinvertebrados	37	100	50 especies
Peces	46	54	11 especies
Anfibios	46	85	12 especies
Reptiles	46	41	4 especies

Esta mayor riqueza ambiental se da en balsas naturalizadas donde existe una orla de vegetación en las orillas y, sobre todo, las que presentan una vegetación acuática sumergida, lo cual requiere que el fondo de la balsa sea natural y aparezcan pendientes relativamente suaves.

Mención especial merecen los anfibios, por ser especies que se encuentran en regresión, apareciendo 12 de las 17 especies existentes en Andalucía. De ellas, en las balsas aparecen 7 consideradas amenazadas.





LA Balsa

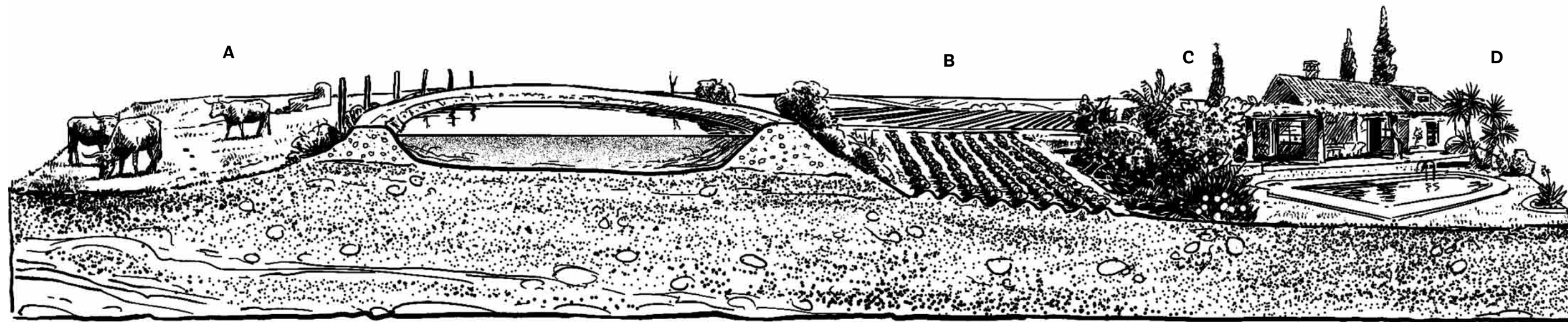
LA Balsa

Constituyen sistemas artificiales de almacenamiento de agua mediante una excavación en el terreno, frecuentemente acompañada de un levantamiento de muros perimetrales o interceptando escorrentías mediante presa. Su fin es atender la demanda de agua en periodos de necesidad almacenándolas en épocas de abundancia.

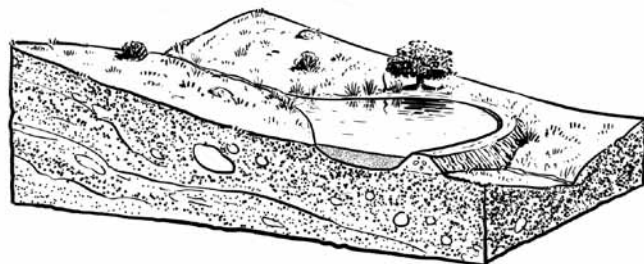
FINALIDAD DE USO

El uso es variado y con frecuencia mixto. Los principales usos a los que se destinan son los riegos agrícolas y los aprovechamientos ganaderos. En menor medida, existen otros usos de abastecimiento como a instalaciones agrarias, riego de jardines o campos de golf.

Principales usos a los que se destinan las balsas: **(A)** Ganadero, **(B)** Riego agrícola, **(C)** Ornamental, **(D)** Abastecimiento y recreativo.

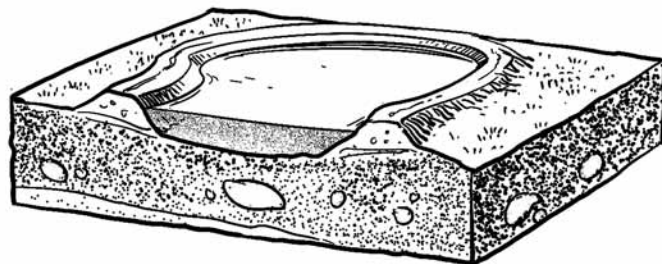


CLASES SEGÚN TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA



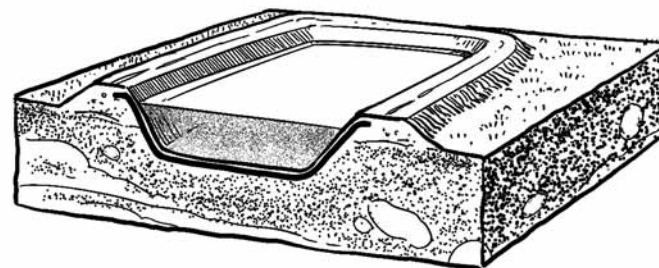
PEQUEÑA PRESA

Realizadas mediante cerramiento de cauces. Con sustrato natural, perímetro y profundidad irregular y origen del agua por escorrentía de precipitaciones. Muy características de ambientes serranos. Predominio de orillas con pendientes bajas o medias y sustrato natural impermeable.



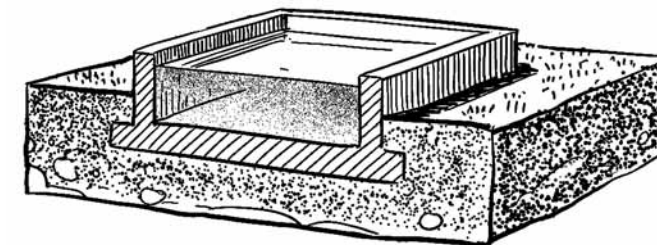
BALSA CON SUSTRATO NATURAL

En zonas impermeables, como arcillas, margas o pizarras. Se construyen mediante excavación en el terreno y aprovechamiento del material extraído para formar los muros perimetrales. Fondo cóncavo bastante regular. Aguas procedentes de cauces públicos, aprovechando las aguas invernales o aguas obtenidas mediante sondeos. Orillas con altas pendientes.



BALSA CON SUSTRATO IMPERMEABLE ARTIFICIAL

De similares características a la anterior pero, dado el carácter permeable del terreno donde se localizan, están dotadas de una superficie impermeable que artificializa su fondo.



ALBERCA

Pequeño depósito de obra de fábrica. Fondo plano y paredes verticales. El llenado se realiza mediante aguas procedentes de cauces públicos o aguas subterráneas.

ELECCIÓN DEL TIPO DE BALSA

Para su elección deben considerarse diversos factores:

Características del terreno donde se va a ubicar.

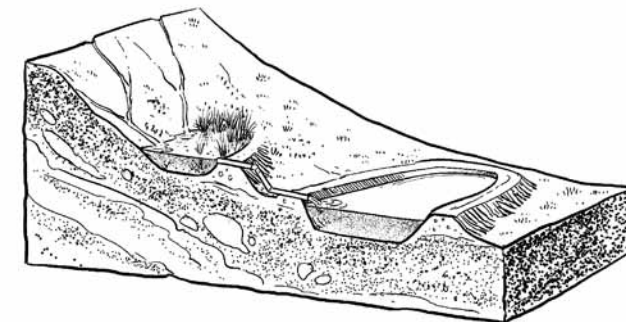
Resulta esencial por cuanto, tanto la topografía como la impermeabilidad del terreno, van a determinar el tipo, tamaño y coste de la balsa. Así, en una pequeña cuenca con sustrato impermeables (arcillas o margas) la construcción de la balsa prácticamente solo requerirá el levantamiento de un dique de contención de aguas de escorrentías, mientras que en el caso de tierras llanas y

permeables, como las arenosas, la construcción de una balsa va a implicar, además de un cerramiento mediante muro perimetral, su impermeabilización mediante lona plástica pudiendo requerir adicionalmente el empleo de bombas para elevar el agua hasta la balsa.

Uso al que se destine: va a determinar las características de la balsa. En el caso de un uso destinado a riego, dimensionar la capacidad de la balsa en función de las

demandas y procurar una buena calidad del agua resultará esencial.

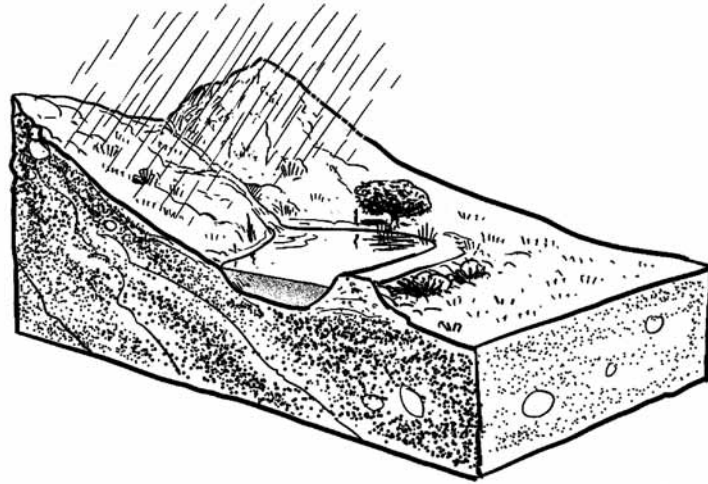
Coste: viene condicionado principalmente por el tamaño y la tipología. El coste deberá ser proporcional a los beneficios y para su cálculo, además de los gastos derivados de su construcción, deberá tenerse en cuenta el valor del terreno que en determinados casos puede resultar extraordinariamente elevado (por ejemplo, en zona de invernaderos).



PREBALSA

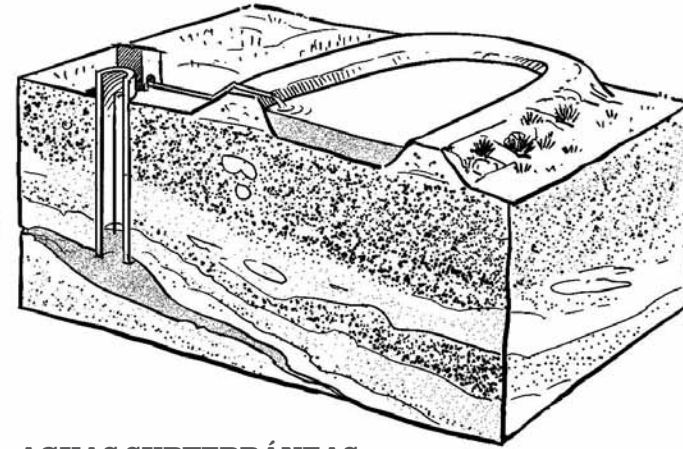
Balsas de pequeñas dimensiones por las que se hace circular el agua, previo a su vertido a la balsa y cuyo objeto es mejorar las características de las aguas. Facilitan la gestión de la balsa ya que actúan como eficaces trampas de sedimentos, por disminución de los sólidos en suspensión, y también eliminan nutrientes que son captados por la vegetación palustre. Requieren un mantenimiento periódico.

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN SU ORIGEN



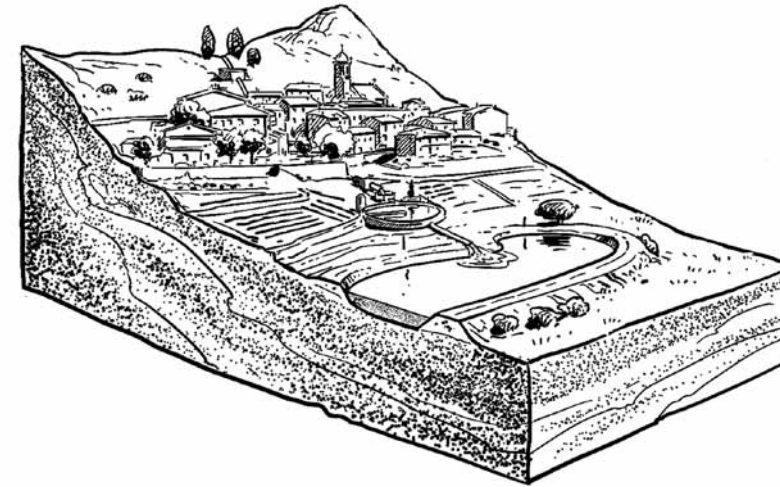
INTERRUPCIÓN DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES

Contenidos en sólidos en suspensión alto y nutrientes variables en función del tipo de cultivo y usos presentes en la cuenca.



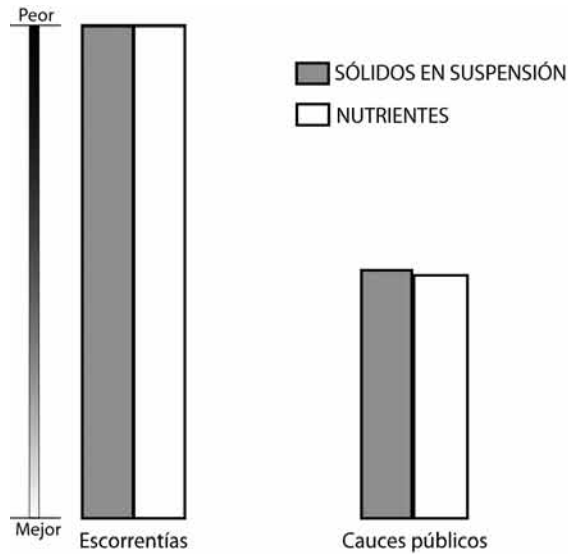
AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mayor calidad general del agua.
Niveles bajos/medio en nutrientes, dependiendo si hay contaminación, y bajos en sólidos en suspensión.

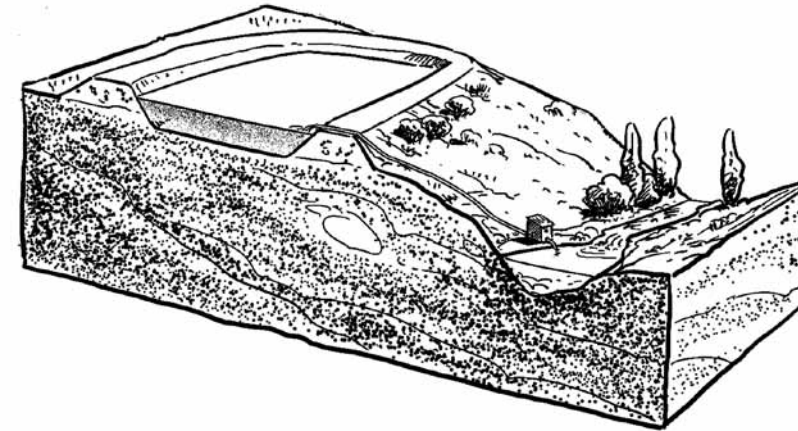
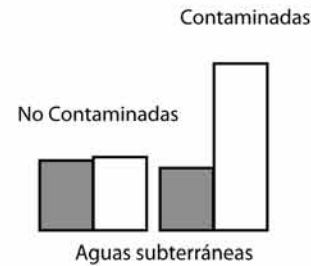


AGUAS PROCEDENTES DE DEPURADORA

Con contenidos medios de sólidos en suspensión, pero alto en nutrientes.

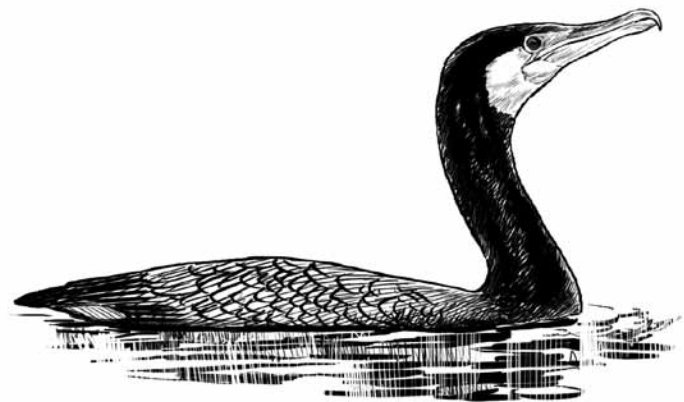


La calidad del agua en una balsa va a depender de su origen.



CAUCES PÚBLICOS (AGUAS INVERNALES)

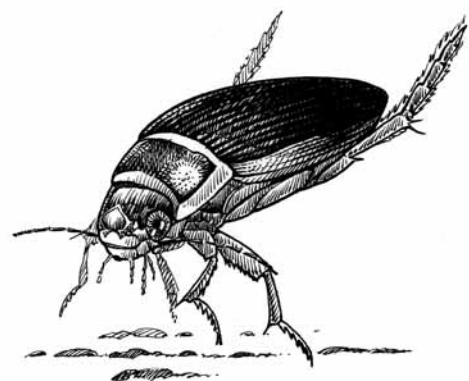
Suelen tener un contenido medio tanto en sólidos como nutrientes.



LA Balsa y sus habitantes

LA BALSA Y SUS HABITANTES

La balsa constituye un pequeño ecosistema lleno de vida, donde interaccionan multitud de factores que van a determinar la calidad del agua y la comunidad de seres vivos que la puebla. Conocer la importancia y el papel de cada factor nos permitirá optimizar su gestión, tanto en términos económicos como medioambientales.

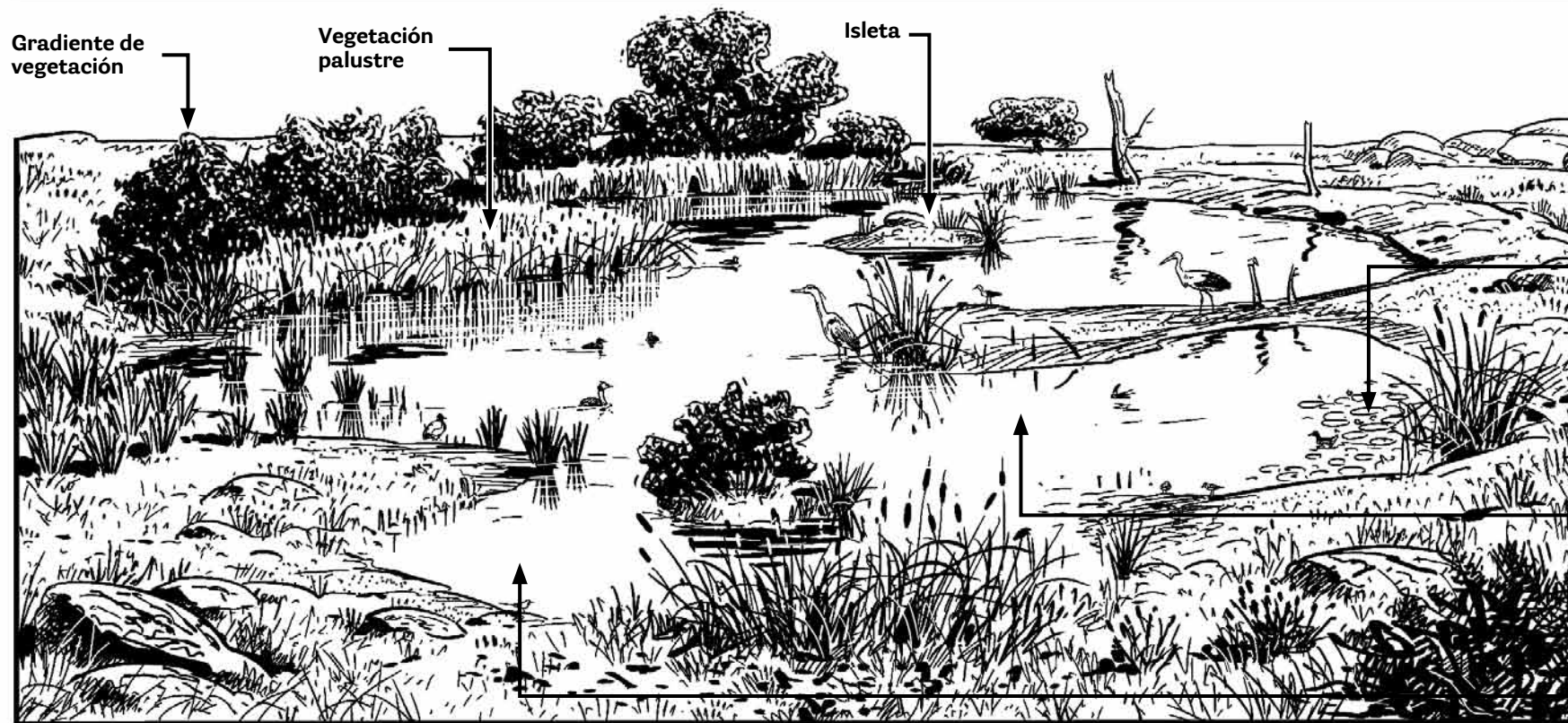


MORFOLOGÍA Y SUSTRATO DE LA BALSA

Las orillas. Constituyen el punto de contacto entre dos medios muy diferentes: el acuático y el terrestre. Son una de las partes más importantes de la balsa por desarrollarse en ellas gran cantidad de interacciones físicas y biológicas. Cuanto más longitud de orillas tengamos (contornos irregulares), mayores serán sus potencialidades medioambientales.



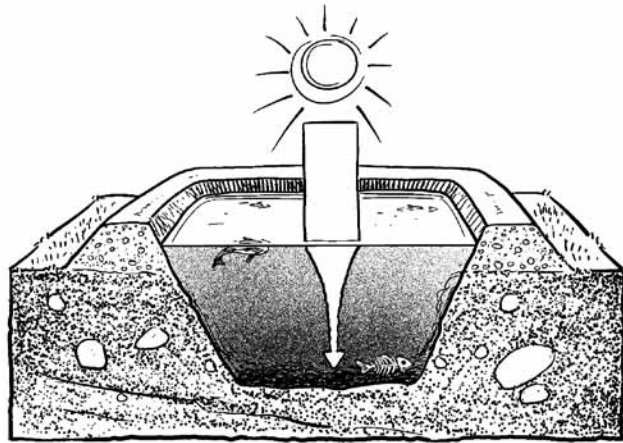
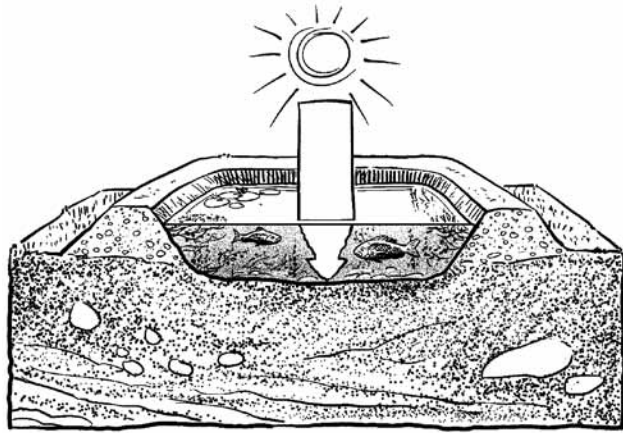
Los contornos irregulares multiplican el valor ambiental de una balsa pues aumentan la interfase tierra-agua y crean pequeños microhábitats que favorecen la presencia de variados tipos de vegetación y fauna.



Plantas flotantes

Gradiente batimétrico

Orilla irregular

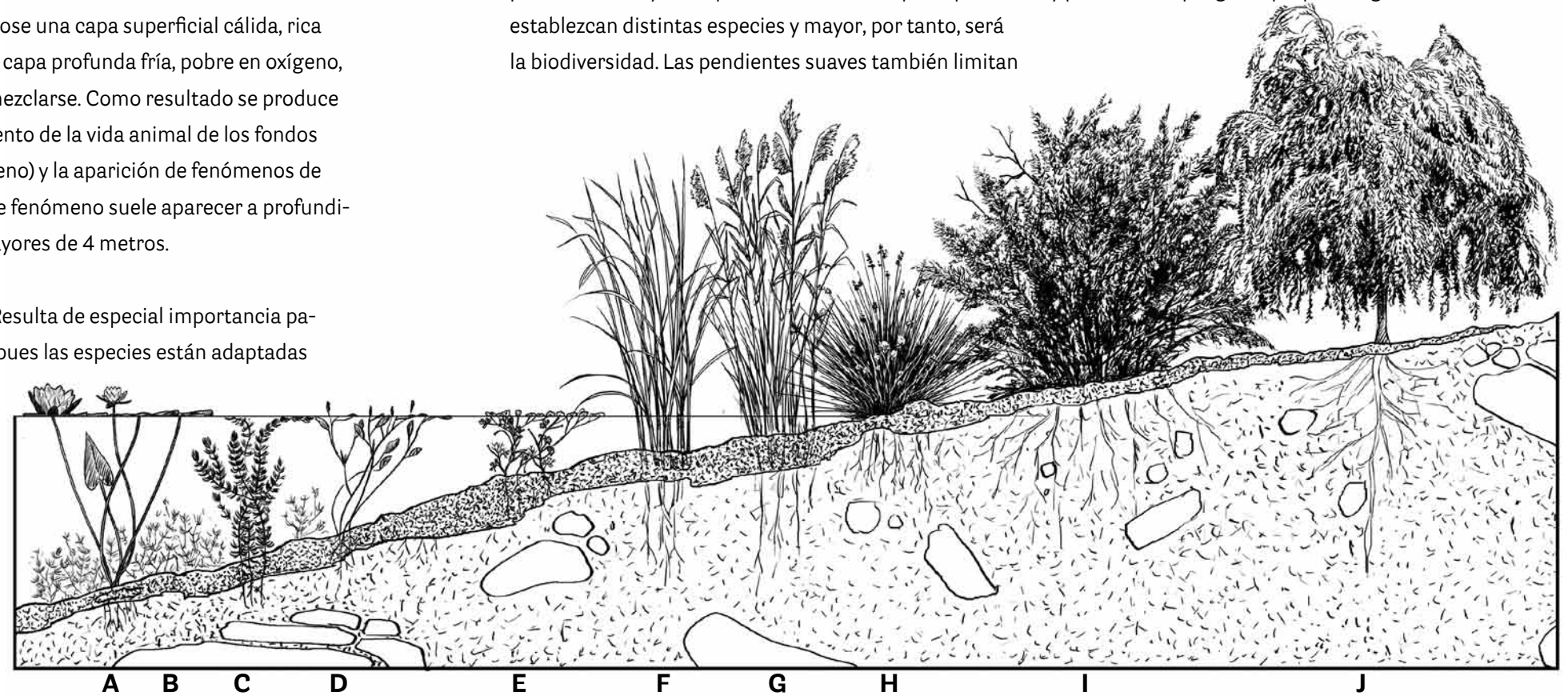


La profundidad: va a condicionar la entrada de luz y también la posible estratificación (separación en capas) de la masa de agua, por diferencias de temperatura y densidad, impidiendo la mezcla vertical entre las distintas capas independientes. La presencia de luz es necesaria para la fotosíntesis y por tanto para el desarrollo de las plantas acuáticas. La estratificación suele ocurrir en verano creándose una capa superficial cálida, rica en oxígeno, y una capa profunda fría, pobre en oxígeno, que no llegan a mezclarse. Como resultado se produce un empobrecimiento de la vida animal de los fondos (por falta de oxígeno) y la aparición de fenómenos de putrefacción. Este fenómeno suele aparecer a profundidades medias mayores de 4 metros.

La pendiente. Resulta de especial importancia para la vegetación, pues las especies están adaptadas

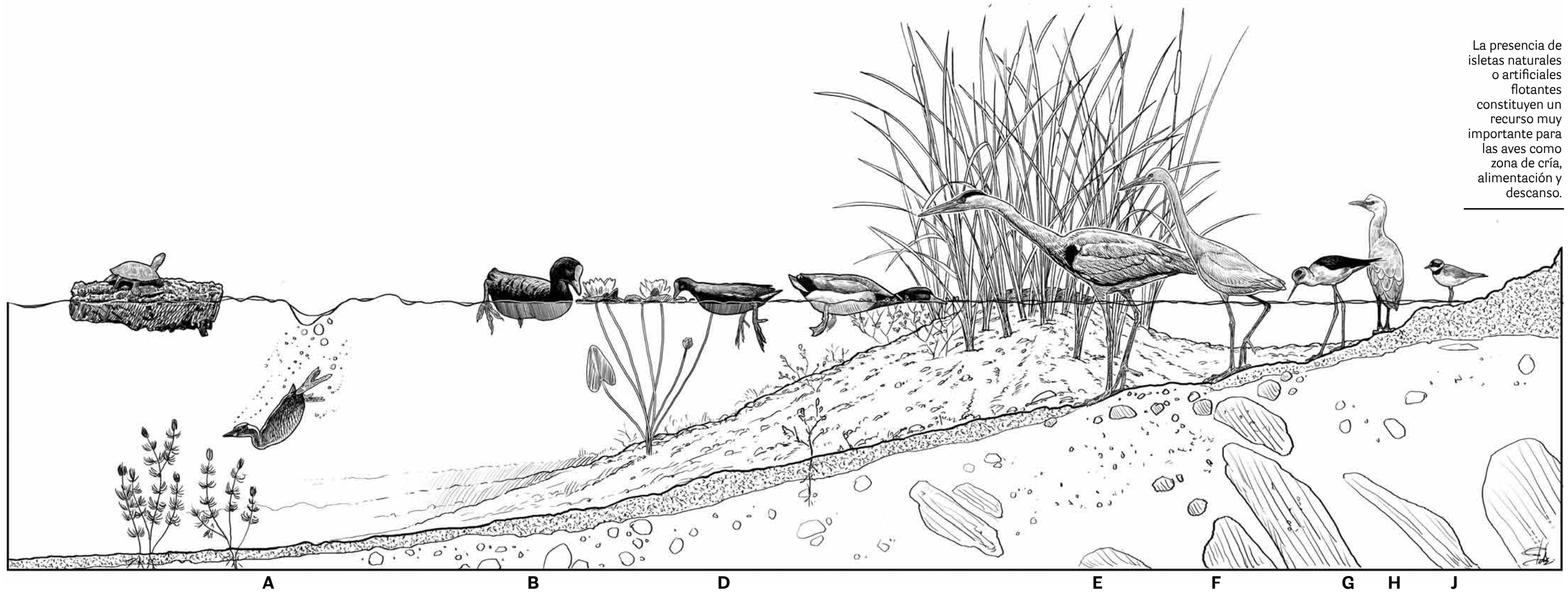
a desenvolverse dentro de unos rangos concretos de profundidad. Existen plantas emergentes, otras que viven en los fondos y también plantas flotantes. De igual forma, la avifauna se ha especializado diseñando una amplia variedad de picos y patas que se adaptan a este gradiente de profundidad. Cuanto más suaves sean las pendientes, mayores oportunidades habrá para que se establezcan distintas especies y mayor, por tanto, será la biodiversidad. Las pendientes suaves también limitan

los procesos de erosión en las orillas. En el caso de emplear muros, las pendientes externas también son importantes. Una altura demasiado elevada dificultará su integración paisajística y unas pendientes demasiado pronunciadas favorecerán los fenómenos erosivos dificultando el establecimiento de la vegetación y poniendo en peligro la propia integridad del muro.



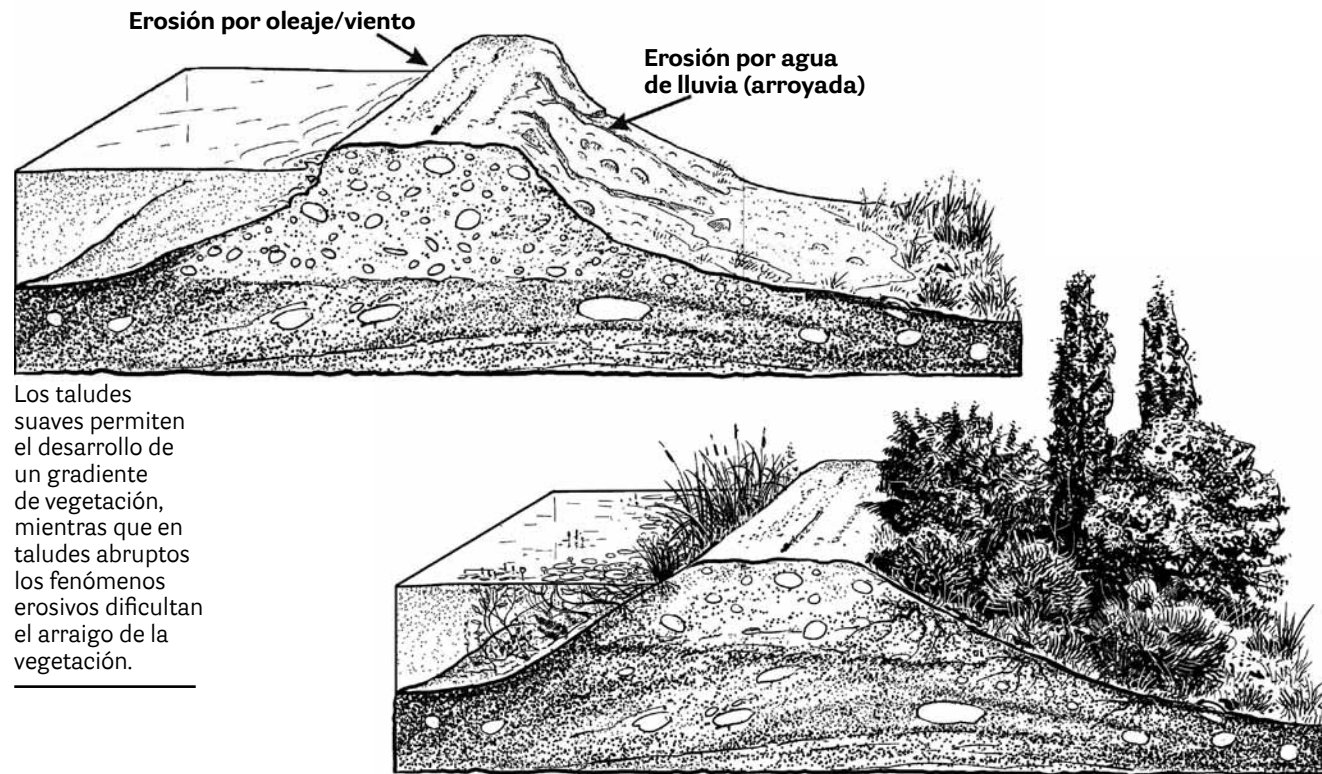
Las orillas tendidas permiten el desarrollo de distintas especies vegetales adaptadas a desenvolverse dentro de unos estrechos rangos de humedad y encharcamiento: **Plantas flotantes enraizadas o no en el fondo adaptadas a distintas profundidades (A- Nenúfar, D- Potamogeton E- Ranúnculo), Plantas sumergidas (B-Chara spp., C- Ceratophyllum spp.), Plantas emergentes (F-Enea, G-Carrizo), Plantas hidrófilas (H-Junco, I- Taraje, J- Sauce).**

En balsas poco profundas, la luz penetra hasta el fondo y la estratificación térmica rara vez ocurre.



La presencia de isletas naturales o artificiales flotantes constituyen un recurso muy importante para las aves como zona de cría, alimentación y descanso.

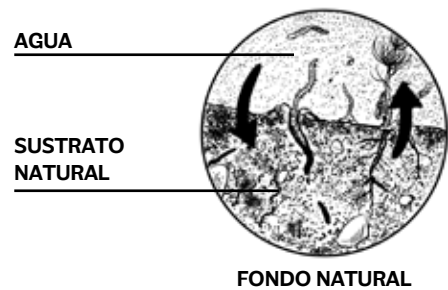
Las orillas tendidas facilitan recursos a una amplia comunidad de especies de flora y fauna. Entre ellas destacan las aves, capaces de adaptarse a distintas profundidades (A- Zambullín, B- Focha, C- Polluela, D- Pato real, E- Garza real, F- Garceta, G- Cigüeñuela, H- Garcilla bueyera, J- Chorlitoje chico).



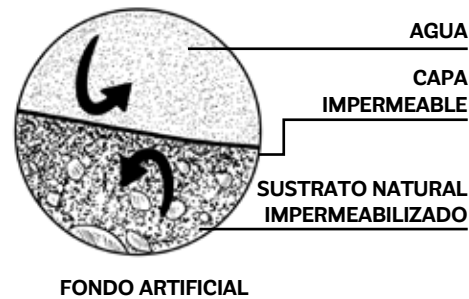
Los taludes suaves permiten el desarrollo de un gradiente de vegetación, mientras que en taludes abruptos los fenómenos erosivos dificultan el arraigo de la vegetación.

El sustrato. La presencia de sustratos naturales, a diferencia de los artificiales, como el plástico o cemento, va a permitir multitud de interacciones físico-químicas y biológicas del agua con el sustrato del fondo, así co-

mo la posible presencia de vegetación sumergida. Esta vegetación supone una mayor calidad de las aguas embalsadas, pues se favorece la eliminación de nutrientes y mayor presencia de zooplancton.

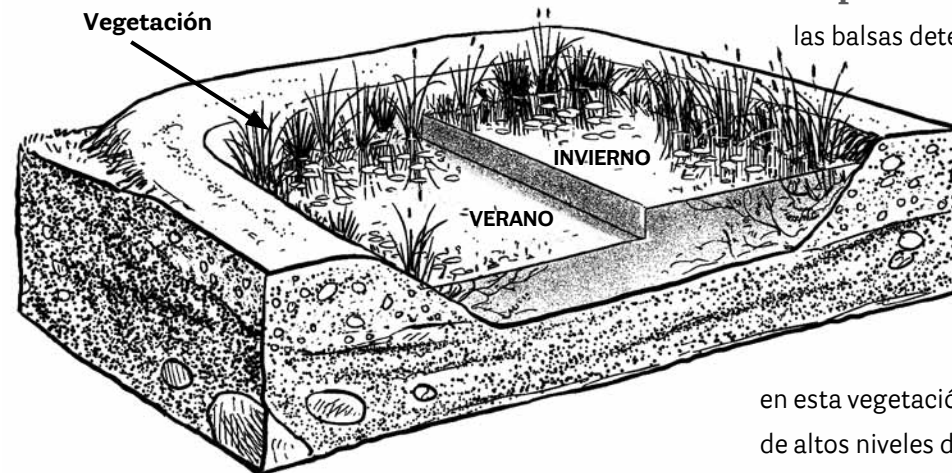


Los fondos naturales permiten multitud de interacciones con el agua mejorando su calidad.



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

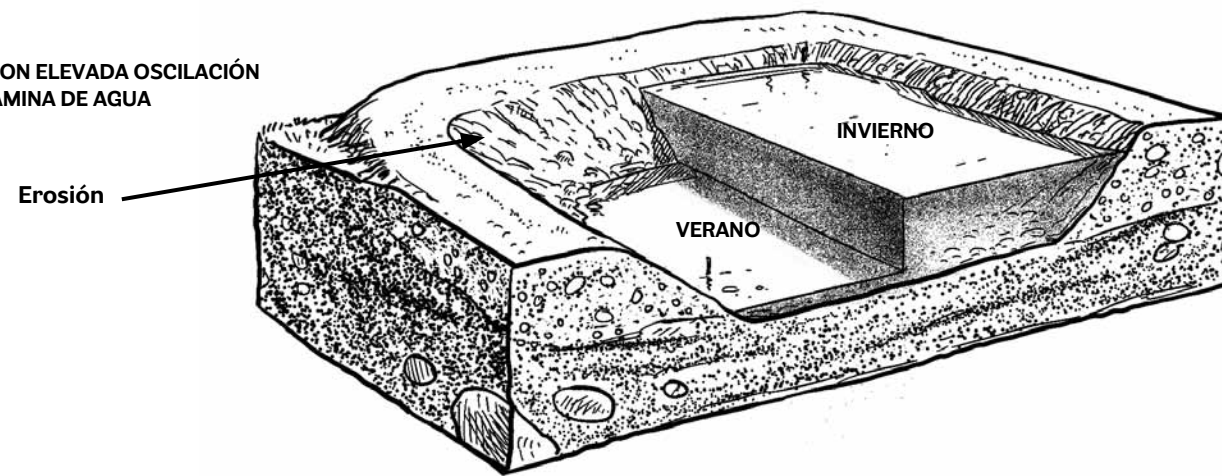
BALSA CON ESCASA OSCILACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA



Las balsas con menores oscilaciones del nivel del agua a lo largo de año, permiten el establecimiento de la vegetación en las orillas, mientras que grandes oscilaciones de este nivel lo dificulta o impide, pues las plantas no pueden adaptarse.

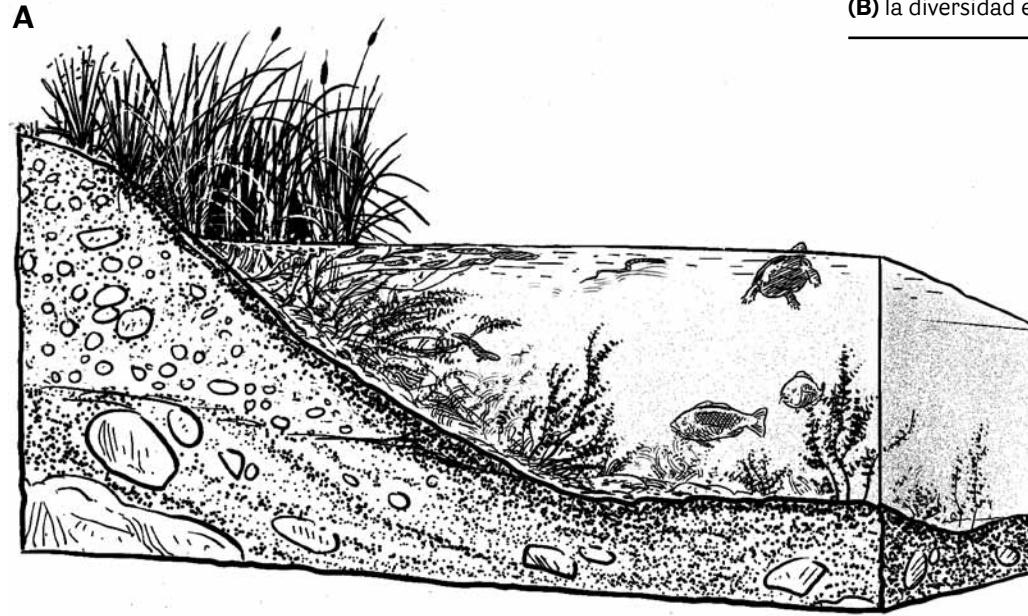
Hidroperíodo. La forma de explotación-llenado de las balsas determina las oscilaciones en el nivel de la lámina de agua. Ello puede tener importantes consecuencias en la vegetación acuática, principalmente de la orilla perimetral. Pequeñas oscilaciones del nivel o periodos cortos de sequía tienen escasa repercusión en esta vegetación. Por el contrario, el mantenimiento de altos niveles de inundación o aumentos o bajadas repentinas de éste durante la primavera puede afectar al crecimiento de la vegetación o a la cría de fauna acuática por inundación o desecación de sus puestas.

BALSA CON ELEVADA OSCILACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA

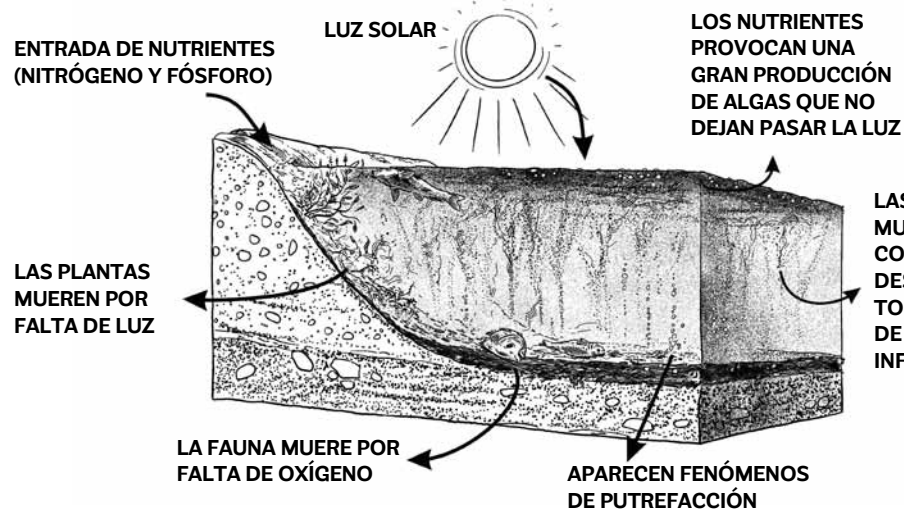
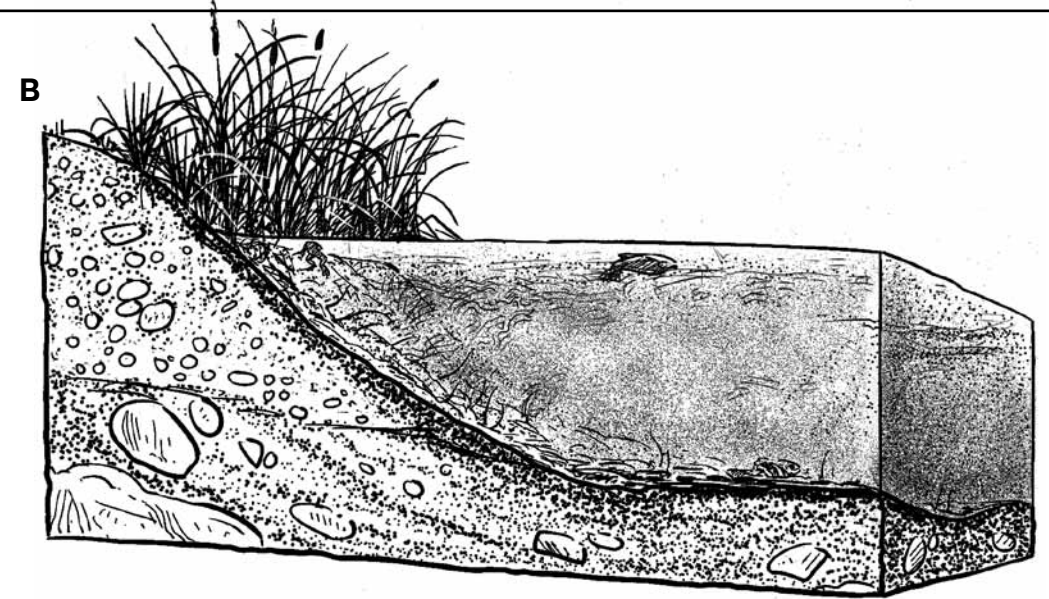


La salinidad: viene determinada por la naturaleza (litología) de la cuenca de recepción y, en el caso de acuíferos, por las características de los materiales por donde circula el agua. La salinidad, entendida como la cantidad de sales, y la composición iónica (cloruros, sulfatos, etc), son un factor determinante en la composición de las comunidades acuáticas condicionando la presencia de especies según su grado de tolerancia.

Los nutrientes: los principales nutrientes que limitan la productividad biológica son el nitrógeno y el fósforo. El fósforo suele ser escaso en la naturaleza y actúa como factor limitante antes que el nitrógeno. En aguas ricas en nutrientes, como las procedentes de depuración urbana y lixiviados agrícolas, la concentración de fósforo es alta por lo que se producen grandes crecimientos de algas que se desarrollan muy rápidamente. A con-



Balsas con baja concentración de nutrientes **(A)** caracterizada por poseer una alta diversidad de especies y una alta concentración de oxígeno. Sus aguas son transparentes y las algas escasas. En las balsas con alta concentración de nutrientes **(B)** la diversidad es escasa, las aguas son turbias y la concentración de oxígeno en profundidad es baja.



Eutrofización: la presencia de nutrientes en la balsa provoca un crecimiento desmesurado de algas que cubren la parte superior del agua e impiden el paso de la luz eliminando, así, la vegetación de las zonas más profundas. La descomposición de estas algas al morir consume el oxígeno disponible provocando la mortalidad de la fauna y dando lugar a fenómenos de putrefacción.

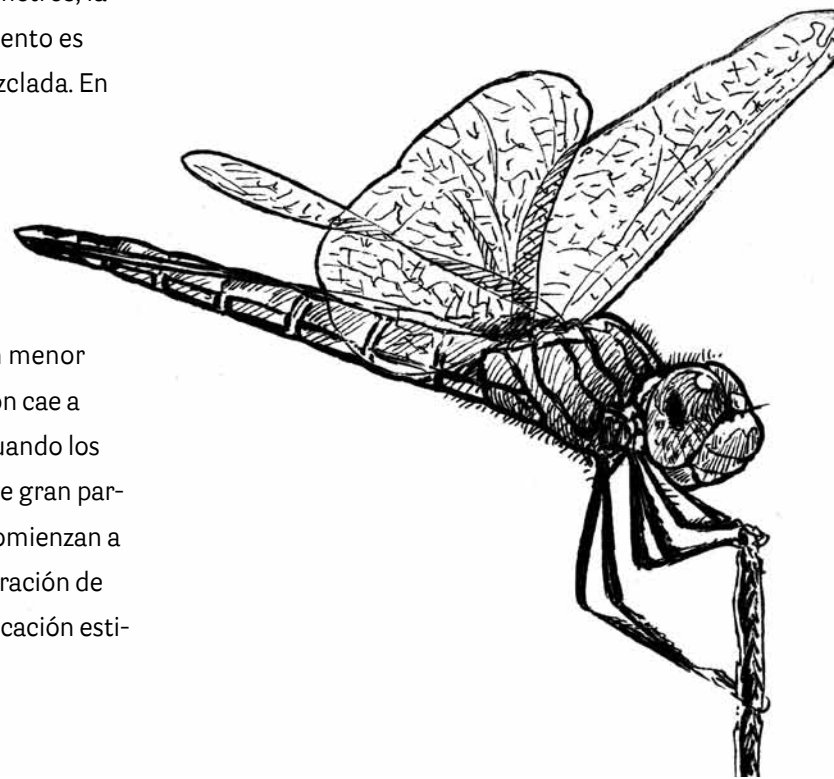
tinuación, toda la materia orgánica procedente de las algas muertas se descompone consumiendo el oxígeno disponible en el agua, lo que da lugar a fenómenos de putrefacción. Las alteraciones y disfuncionalidades ocasionadas por este enriquecimiento inducido de nutrientes se conoce como eutrofización. El agotamiento de nitrógeno en presencia de fósforo da lugar a la aparición de un tipo de alga particular (alga cianofita), capaz de fijar nitrógeno de la atmósfera y que resulta tóxica, pudiendo provocar importantes mortandades entre la fauna. Se puede concluir que altas concentraciones de nutrientes disminuyen la biodiversidad desapareciendo las especies más sensibles.

Oxígeno: en las balsas únicamente proviene de la fotosíntesis (mayoritariamente) y de la difusión desde el aire. Por la noche, en ausencia de luz, se paraliza la fotosíntesis y por ello el oxígeno no se produce, disminuyendo de forma continua debido a los procesos de respiración y también de descomposición de materia orgánica. Normalmente existe un equilibrio entre la cantidad de oxígeno producido y el consumido, pero bajo determinadas condiciones puede romperse (presencia de mucha materia orgánica, alta turbidez, altas temperaturas) y la concentración de oxígeno disminuye hasta producir importantes mortandades en la fauna acuática.

El pH es una medida del grado de acidez, o basicidad, evaluado en una escala de 0 a 14 donde 7 es el pH neutro y por encima o debajo de este valor es básico o ácido respectivamente. Este valor varía a lo largo del día debido a las variaciones de CO_2 disuelto motivado por la actividad fotosintética. Al disminuir la concentración de CO_2 durante las horas de luz se produce una subida del pH pues el CO_2 produce acidez. Por la noche este proceso se invierte. El aumento de la alcalinidad total en el agua ayuda a amortiguar estas variaciones de pH. El rango óptimo para la mayoría de la fauna acuática se sitúa entre $\text{pH} = 6,5$ y $\text{pH} = 9$.

Temperatura. En climas cálidos, como en Andalucía, las altas temperaturas durante los meses estivales provocan el calentamiento de la capa superficial del agua produciendo su estratificación, esto es, la separa-

ción de la masa de agua en dos capas: una superficial caliente menos densa y una profunda más densa y fría. En balsas poco profundas, menores de tres metros, la estratificación rara vez se produce pues el viento es suficiente para mantenerlas totalmente mezclada. En balsas con profundidades medias mayores de 4 metros se suele producir estratificación (más aún si están resguardadas de los vientos) formándose una capa superficial con alta concentración de oxígeno, y una capa profunda con menor concentración de oxígeno. Si la concentración cae a niveles mínimos de anoxia (muy acentuado cuando los nutrientes abundan) tiene como resultado que gran parte de los organismos de los fondos muere y comienzan a aparecer fenómenos de putrefacción con liberación de gases malolientes. En ocasiones, esta estratificación esti-

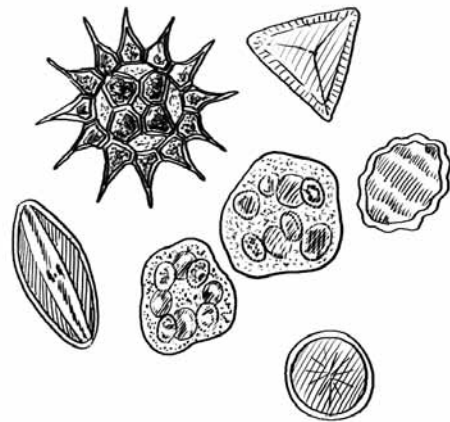


val puede ser rota a causa de tormentas con fuertes vientos e incorporación de grandes volúmenes de agua fría. Ello puede provocar la remoción de los fondos y la extensión de la anoxia en toda la balsa ocasionando importantes mortandades en la fauna acuática.

La transparencia: la turbidez del agua puede ser debida a la presencia de muchas sustancias entre las que destacan las finas partículas de arcilla y las algas microscópicas (fitoplancton). La arcilla disuelta es un problema importante porque limita la entrada de luz necesaria para la fotosíntesis y la producción de oxígeno. Es frecuente que ocurra después de precipitaciones intensas o bien cuando hay problemas de erosión en la cuenca. También puede producirse por efecto del viento y el oleaje sobre la orilla o el pisoteo del ganado en las orillas inundadas. Su sedimentación natural suele ser difícil debido a la naturaleza de estas partículas, con cargas negativas que producen la repulsión de unas con otras y dificulta su agregación y sedimentación.

En cantidades moderadas, el fitoplancton es una forma deseable de turbidez ya que proporciona el alimento para animales microscópicos (zooplancton) y mejora la calidad del agua mediante la producción de oxígeno disuelto y la eliminación de compuestos potencialmente tóxicos como el amoníaco.

El tiempo de residencia: significa el tiempo medio de renovación del agua en la balsa. Esta característica puede ser crítica, especialmente para el desarrollo de comunidades biológicas que deben ser capaces de adaptarse a sus ritmos.



FITOPLANCTON

FACTORES BIOLÓGICOS

El fitoplancton: está constituido por un conjunto de organismos microscópicos que son capaces de realizar la fotosíntesis y producir materia orgánica (productores primarios) y oxígeno. En presencia de nutrientes y altas temperaturas se desarrollan muy rápidamente produciendo aguas verdes. Una excesiva producción de algas lleva consigo una elevada producción de materia orgánica y turbidez lo que provoca el agotamiento del oxígeno en el agua y consecuentemente la muerte de multitud de organismos. En las balsas donde no hay macrófitos, el fitoplancton junto a las algas filamentosas son los únicos capaces de aprovechar los nutrientes presentes en el agua.

El zooplancton: se alimentan por ingestión del fitoplancton, bacterias y materia orgánica, es por tanto muy importante para mantener una buena calidad del agua. Las balsas con sustratos naturales albergan mayor cantidad y diversidad de zooplancton.

La vegetación acuática sumergida y especies palustres: comprenden un conjunto de plantas especialmente adaptadas al medio acuático con muy diversas estrategias que normalmente responden al gradiente de profundidad. Resultan muy beneficiosas por cuanto no solo absorben nutrientes y aportan oxígeno sino que además proporcionan el hábitat y alimento para otras

muchas especies, estabilizan los sedimentos del fondo y protegen a las orillas de la erosión contribuyendo con ello a la transparencia y calidad de las aguas. Podemos distinguir cuatro categorías: algas, plantas flotantes, plantas sumergidas, plantas emergentes.

Algas. Su aparición es inevitable en cualquier masa de agua creciendo con frecuencia de forma excesiva cuando la cantidad de nutrientes es elevada. Este hecho suele originar importantes problemas tanto estéticos como de manejo, e incluso ecológicos, pudiendo llegar a provocar altas mortalidades. Se distinguen básicamente tres tipos: algas que forman parte del plancton, o diatomeas; las algas filamentosas y las algas ramificadas. Las algas filamentosas son las que ocasionan más

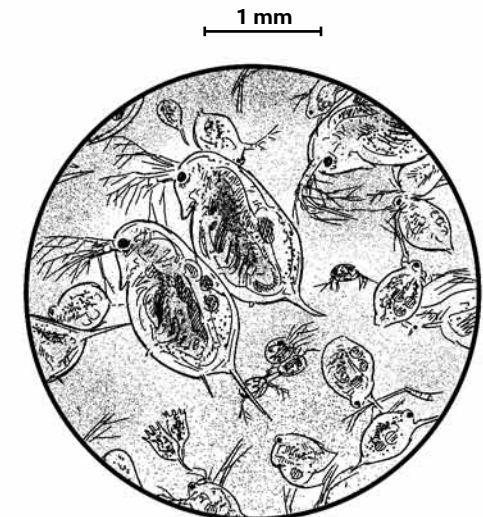
problemas a los usuarios de balsas. Estas algas, que empiezan a crecer en el fondo de las aguas menos profundas, producen oxígeno que queda atrapado entre sus filamentos provocando su desprendimiento hacia la superficie donde por flotación se va acumulando pudiendo llegar a cubrir toda la balsa.

Las algas ramificadas pertenecen en su mayoría a la familia Characea. Tienen apariencia de planta superior y están ancladas al fondo, al igual que una planta sumergida, pero no tienen un sistema de raíces verdadero.

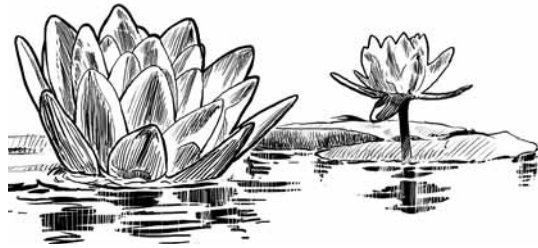
Plantas flotantes: pueden ser con o sin raíces teniendo la mayoría, o todas, sus hojas flotando libremente sobre la superficie del agua. Algunas, como los nenúfares, obtienen sus nutrientes a través de las raíces que



FITOPLANCTON



ZOOPLACTON



Nenúfar (*Nymphaea alba*)



(*Ceratophyllum*)



Enea (*Typha latifolia*)

se extienden por el fondo. Otras que también flotan libremente carecen de raíces, como la lenteja de agua, obtienen todos los nutrientes de la propia agua.

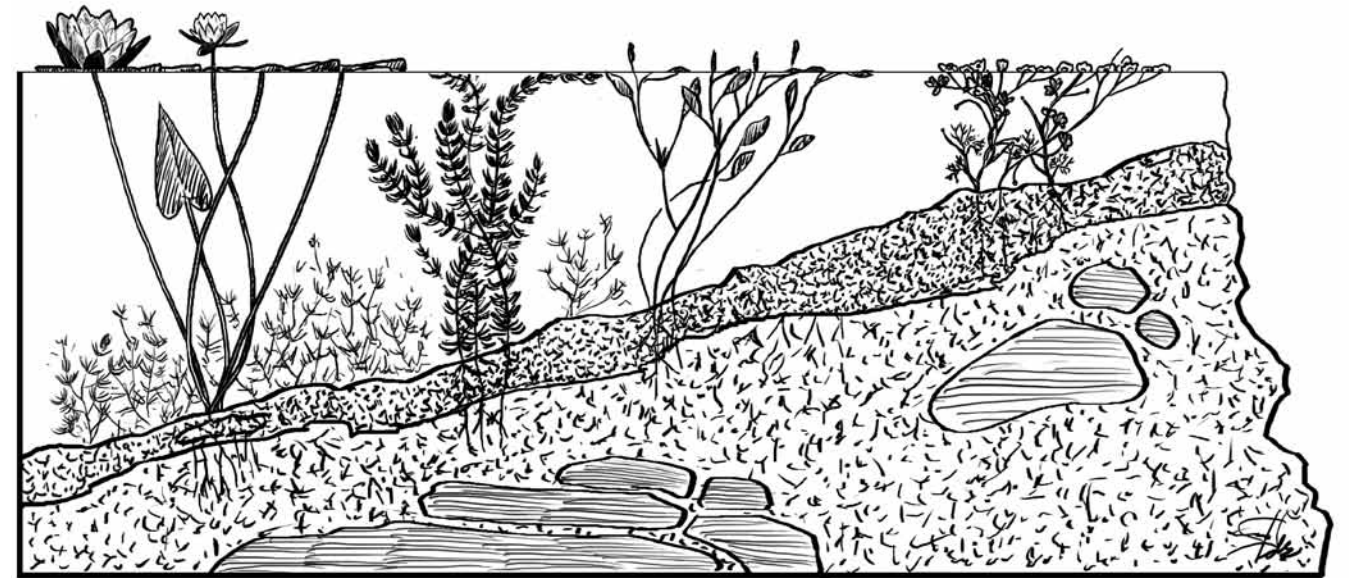
Plantas sumergidas. Las plantas sumergidas constituyen un grupo muy diverso con adaptaciones especiales para facilitar el aprovechamiento de luz en la columna de agua, como es la aparición de varios tipos y formas de hojas (sumergidas y flotantes). La mayoría de las plantas acuáticas sumergidas crecen en aguas poco profundas, de menos de 3 metros de profundidad, donde la luz solar es capaz de penetrar. Se propagan preferentemente a partir de rizomas aunque algunas son anuales volviendo a nacer la temporada siguiente a partir de semillas. Con frecuencia las flores aparecen por encima de la superficie.

Vegetación palustre: son similares a las plantas terrestres aunque les gusta tener su “pies” (raíces) bajo el agua. Pueden soportar cierta oscilación en los niveles de agua e incluso hay algunas adaptadas a ello. La mayoría tienen extensas raíces que crecen en los sedimentos proporcionando estabilidad a las orillas y protegiéndolas de la erosión (por ejemplo del oleaje). Constituye un valioso recurso para la fauna (tanto invertebrados como vertebrados) siendo también de interés en la gestión de las balsas pues eliminan nutrientes, clarifican el agua y filtran los sedimentos arrastrados.

La fauna acuática: su presencia va a estar determinada por las características de la balsa. Balsas con fondos naturales y, principalmente, con presencia de vegetación acuática son las que presentan más biodiversi-

dad y por tanto suelen tener un mayor valor natural. La presencia de peces resulta habitual. Su procedencia puede ser bien por incorporación de alevines en la captación de aguas en cauces o bien introducidos a propósito, normalmente con fines deportivos en aquellas balsas con suficiente volumetría. Las especies autóctonas que más frecuentemente aparecen son la Anguila, el Barbo común, la Boga, la Colmilleja y el Pejerrey. En ocasiones, las balsas constituyen un refugio de especies amenazadas como ocurre en el sector oriental andaluz con el caso del Fartet (*Aphanius iberus*). Frecuentemente aparecen especies exóticas tal como el Black-bass, el Carpín dorado, la Carpa espejo, la Carpa común o el Pez sol, que conviene evitar dado sus efectos negativos (voraces depredadores de fauna, que incluye hasta crías

de patos, remoción de los fondos con aumento de la turbidez y nutrientes en el agua, etc). La dispersa localización de las balsas determina que sean puntos de gran importancia para anfibios (ranas, sapos y tritones). Buena parte de los que aparecen son especies amenazadas y todos resultan beneficiosos para la agricultura por la gran cantidad de insectos que consumen. La presencia de aves va a estar condicionada por la disponibilidad de alimento y/o refugio. Balsas someras (más productivas), con fondos naturales (mayor presencia de invertebrados y vegetación sumergida) y vegetación en las márgenes (que proporcionan alimentación y refugio) serán las que mayor número de especies cobijen. Distintas especies de garzas (garza real, garceta, garcilla bueyera), fochas (focha común,

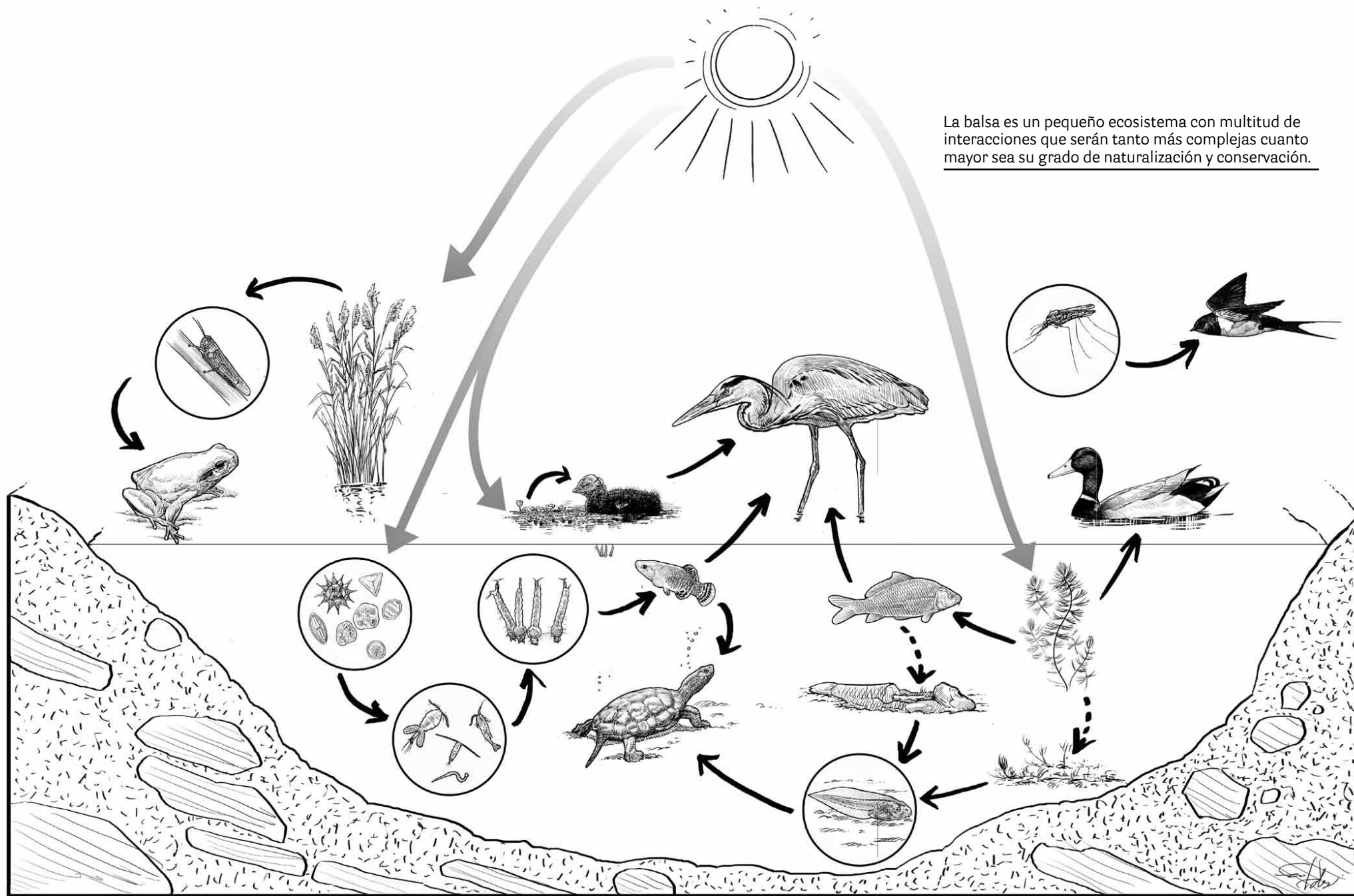


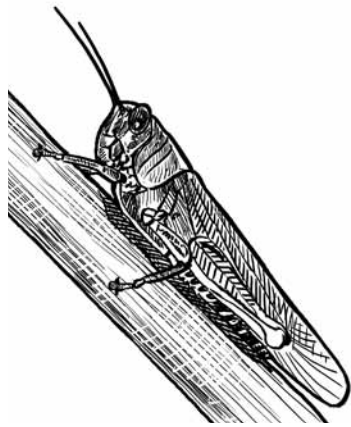
focha moruna) y patos (pato real, pato cuchara, pato colorado, etc) serán las más habituales (ver anexo).

Ecología: interacciones básicas. Una balsa es un pequeño ecosistema acuático donde se desarrollan multitud de interacciones que serán tanto más complejas cuanto mayor sea su grado de naturalización y conservación.

La fuente de energía que soporta todo este sistema es el sol. A partir de su energía lumínica, el fitoplancton y las plantas son capaces de elaborar materia orgánica y crecer. Ellas constituyen el primer eslabón de la cadena alimenticia, también llamada cadena trófica. El segundo nivel está formado por el zooplancton, multitud de invertebrados y también algunas especies de peces y de aves que se alimentan de plantas, como patos y fochas. Los siguientes niveles lo forman los depredadores (garzas, anfibios, galápagos, etc) y los descomponedores, normalmente formado por microorganismos.

Dos aspectos resultan cruciales para su buena salud y son la necesidad de mantener niveles relativamente estables de agua y procurar concentraciones bajas de nutrientes en las aguas aportantes. La aparición de fenómenos de eutrofización puede afectar seriamente la biodiversidad de la balsa.





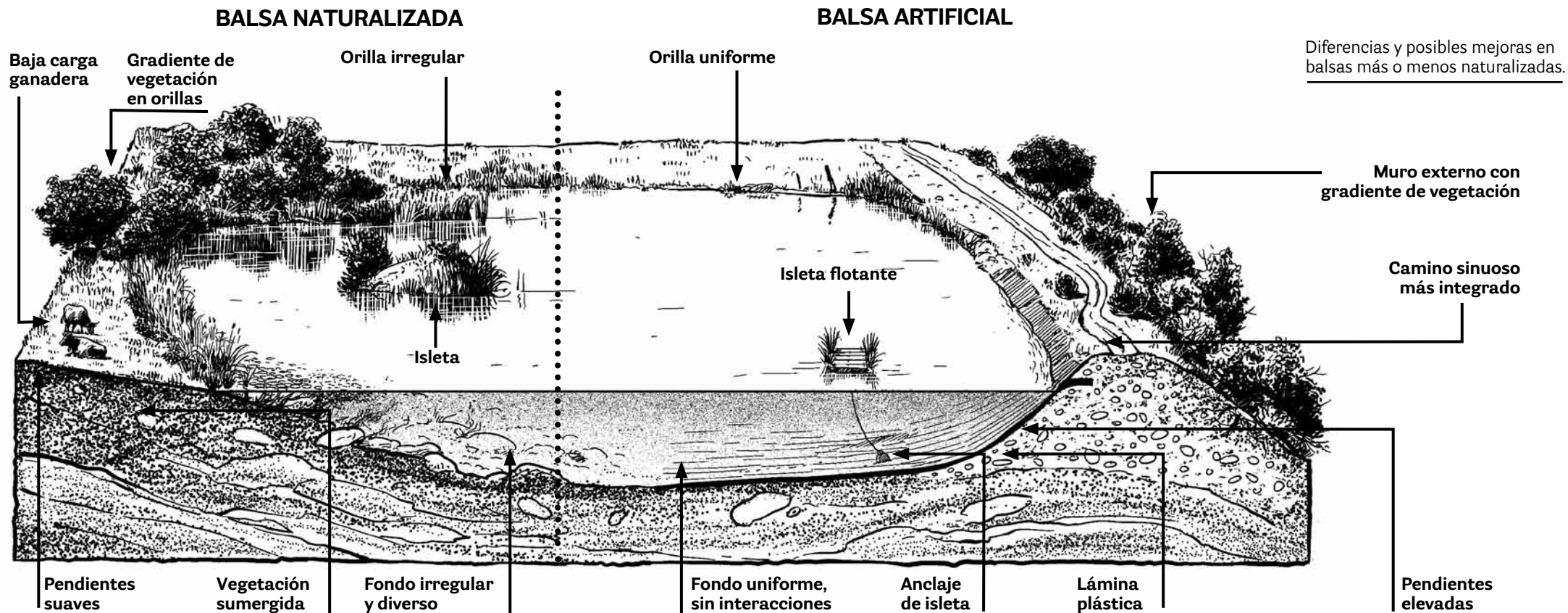
EL DISEÑO Y LA ADECUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

OBJETIVOS Y PRINCIPIOS BÁSICOS

Emplear tiempo en el adecuado diseño de una balsa resulta fundamental para optimizar su gestión y multiplicar sus beneficios, tanto por disminución de los costes de explotación como por su mejora ambiental, siendo compatibles ambos.

La adecuación medioambiental consiste, en cierta forma, en dar un protagonismo controlado a los procesos naturales obteniendo a cambio múltiples ventajas como pueden ser una mejora de la calidad agua, un menor mantenimiento, la integración paisajística y un aumento de la biodiversidad.

A grandes rasgos, se pueden establecer dos grandes grupos de balsas: a) las de carácter eminentemente artificial, en las que se incluyen todas las balsas con sustrato de cemento o plástico y b) balsas con cierto grado de naturalización, como son las pequeñas presas y balsas con sustratos naturales. Dependiendo de estas características, se exponen a continuación un conjunto de medidas orientadas a su adecuación, desglosadas de forma que pueden ser tomadas tanto en el proceso de diseño y construcción como en el de explotación.



POSIBLES ACTUACIONES

Entorno perimetral. En el caso de pequeñas presas y balsas de origen endorreico es importante evitar los fenómenos de erosión en la cuenca, normalmente asociados a la deforestación, así como la aplicación limitada de fertilizantes o altas cargas ganaderas ya que provocarán su acelerada colmatación y un aporte excesivo de nutrientes. En la medida que sea posible,

deben naturalizarse las márgenes mediante un gradiente de vegetación (pastos- matorral- arboleda) partiendo desde las orillas, pues servirá de cinturón de protección a la balsa reteniendo nutrientes y sedimentos, además de ofrecer un hábitat adecuado a una diversidad de fauna.

Control de nutrientes: quizás el método más sencillo para controlar los nutrientes que recibe una balsa sea construir una prebalsa o bien establecer una franja de

protección compuesta por vegetación. El mantenimiento de esta franja vegetal, tanto en la balsa como en las márgenes de arroyos aportantes, resulta muy beneficioso para la captura de nutrientes. Una de las principales causas de este problema se debe al empleo de un exceso de fertilizantes en los cultivos de la cuenca, los cuales son arrastrados por las aguas hasta la balsa. Otras fuentes pueden ser la presencia de una alta carga ganadera así como posibles vertidos urbanos, aún estando depurados pues nunca la depuración resulta completa.

CUENCA BIEN GESTIONADA

CUENCA DEFICIENTEMENTE GESTIONADA

Manchas de bosque autóctono

Vegetación acompañando cauces

Cauces naturales sinuosos

Setos entre cultivos

Diversidad de cultivos

Infraestructuras integradas

Baja carga ganadera

Alta carga ganadera

Deforestación de cuenca

Encauzamientos

Infraestructuras no integradas

Monocultivos

Alta carga de fertilizantes

Uso controlado de fertilizantes

Gradiente vegetal en orilla

Vegetación acuática
Aguas claras
Fondos oxigenados.

Colmatación
Aguas turbias
Fondos anóxicos

Erosión

Efecto de la gestión de la cuenca en la calidad ambiental de una balsa.

Control de la erosión y sedimentación: principalmente causada por la deforestación de la cuenca y el empleo de malas prácticas agrícolas. Además de afectar a la calidad del agua, puede llegar a colmatarse la balsa en breve espacio de tiempo siendo muy costosa su restauración.

Reutilización de suelos conservados: en el proceso de construcción de la balsa, básicamente en la

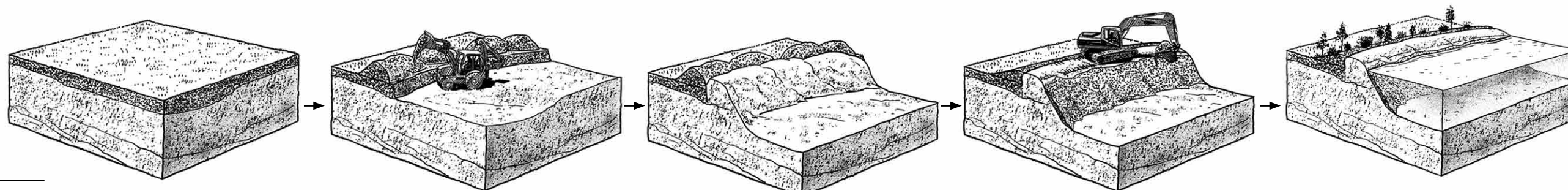
excavación) deben acopiarse los suelos más fértiles con el fin de utilizarlos en el recubrimiento de los muros externos e internos en el caso de balsas con sustrato natural. Ello facilitará el arraigo de la vegetación acortando los tiempos en su integración paisajística.

Muro externo: revegetación del mismo con el doble fin de disminuir los procesos erosivos así como facilitar su integración paisajística. Para ello deben emplearse

distintos estratos de vegetación evitando las formaciones de carácter regular y favoreciendo composiciones que tiendan a desfigurar las estructuras lineales. La elección de pendientes suaves facilitará su revegetación e integración con el entorno. Las pendientes aconsejables son de 15°-20° no siendo recomendable pendientes superiores a 30°.

Muro interno: las fluctuaciones de la lámina de agua

y las necesidades operativas para el mantenimiento de la balsa van a condicionar de forma determinante su posible uso. En balsas con sustrato natural es recomendable la instalación de distintos tipos de vegetación. La presencia de una orla de vegetación palustre en la orilla evitará en gran manera el efecto erosivo del oleaje y proporcionará un hábitat muy valioso a la fauna. Existen plantas capaces de resistir fluctuaciones importantes de la lámina de agua aunque siempre requerirán cierto



Método operativo para la conservación de suelos en el proceso de construcción de la balsa.

Situación inicial con presencia de capa fértil superficial.

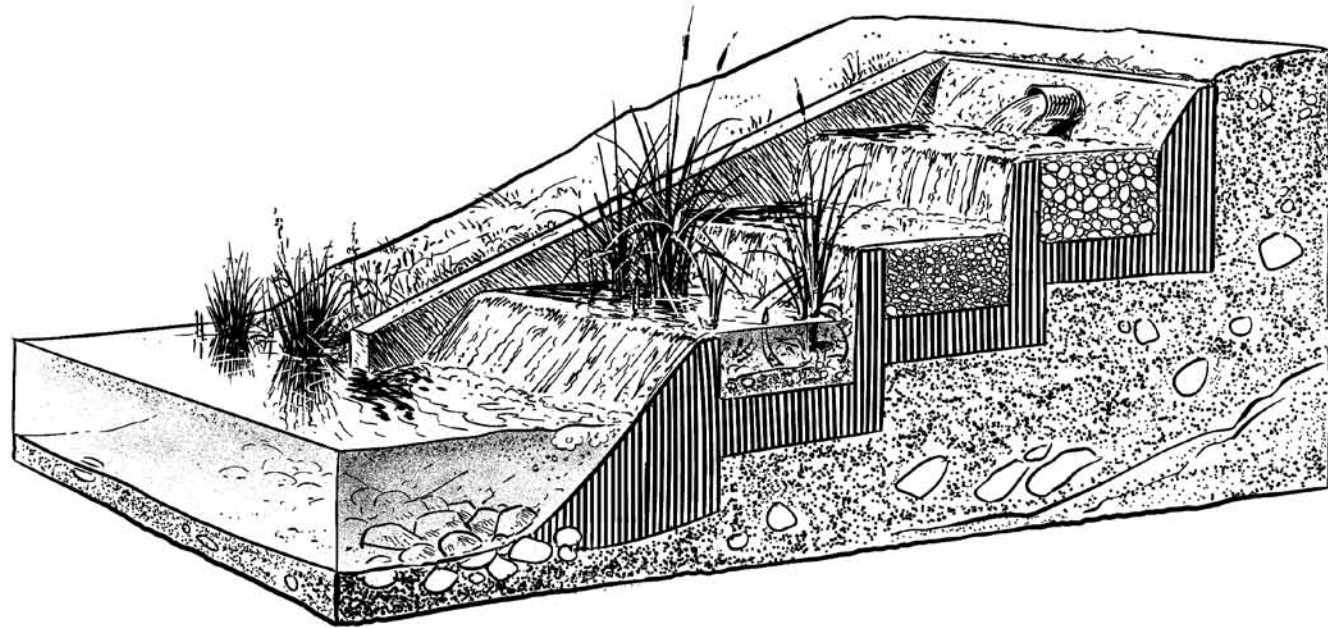
Retirada de capa fértil del suelo

Excavación de la balsa y construcción del muro.

Extendido de la capa fértil en la pendiente externa del muro.

Llenado de la balsa y plantaciones.

La construcción de un canal escalonado en la entrada de agua de una balsa permite disipar su energía y oxigenar el agua



grado de humedad en el suelo. En el caso de balsas con sustrato artificial existe la posibilidad de instalar isletas o mecanismos flotantes con vegetación acuática.

Fondo: son preferibles los sustratos naturales y, dentro de éstos, los fondos irregulares que en la medida de lo posible cuenten con distintas profundidades. Esta heterogeneidad favorecerá la diversidad de la fauna y flora presente.

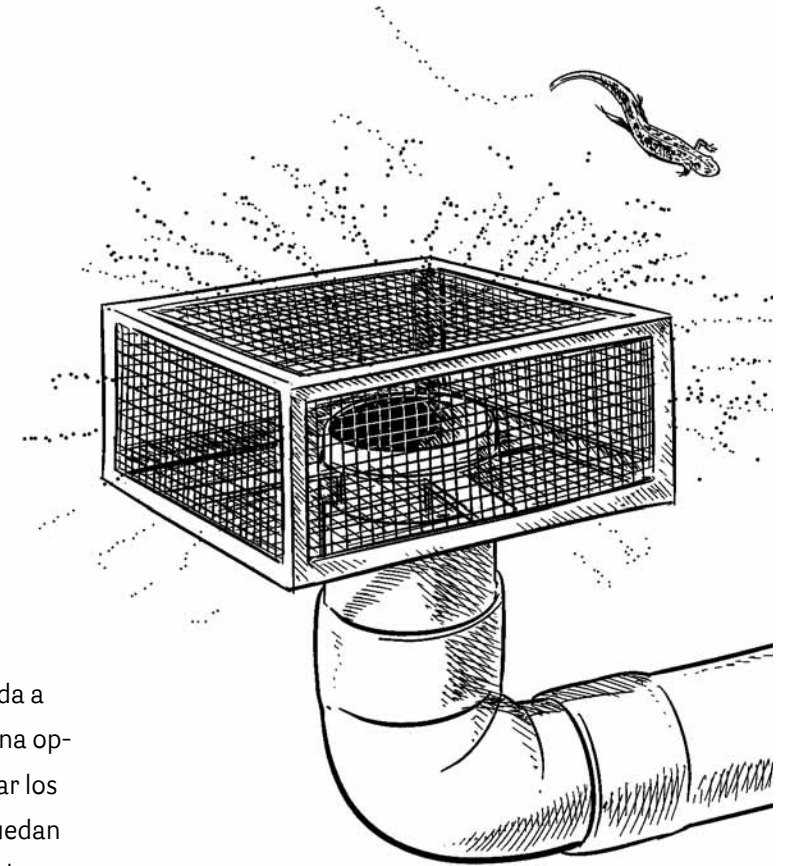
Coronación: delimita el perímetro de la balsa. Desde un punto de vista estrictamente medioambiental es

deseable aumentar su longitud en la medida de lo posible mediante un diseño sinuoso y curvilíneo. Cuando ello no resulte posible económicamente, se aconseja aplicar esa sinuosidad a la vía de servicio plantando vegetación en sus márgenes a fin de disminuir la artificialidad de los puntos visuales.

Entrada de agua: puede hacerse mediante prebalsa o bien directamente, en cuyo caso se aconseja que sea siempre de carácter laminar a fin de evitar remociones del fondo y la resuspensión de partículas finas. En el caso de balsas con sustrato artificial, la entrada puede

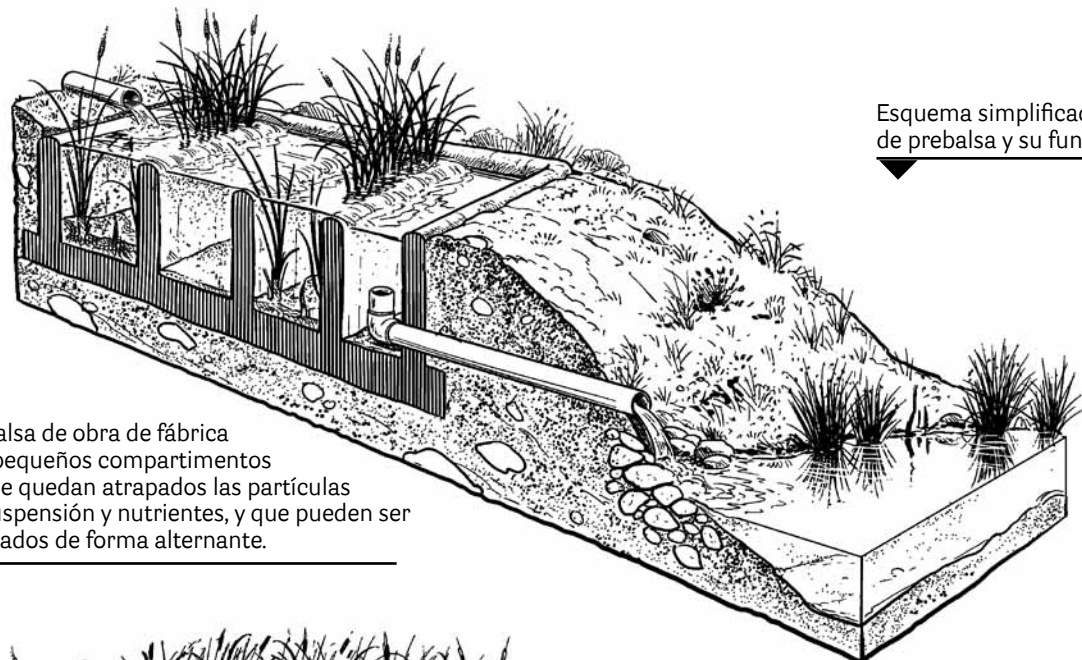
hacerse mediante un canal escalonado que ayuda a oxigenar el agua y permite disipar su energía. Una opción interesante para este caso es la de modificar los peldaños del canal escalonado, de forma que puedan ser rellenos con grava, lo que permitiría establecerse vegetación a la vez de tener un pequeño efecto filtrador.

Salida de agua: resulta muy conveniente que la boca de aspiración esté encerrada en una estructura de malla (3 mm de diámetro de poro) que actúe de filtro para prevenir la aspiración de organismos de la columna de agua (peces, inmaduros de anfibios, macroinvertebrados). Cuanta más superficie ofrezca esta estructura de cerramiento más eficaz será su función de filtración.



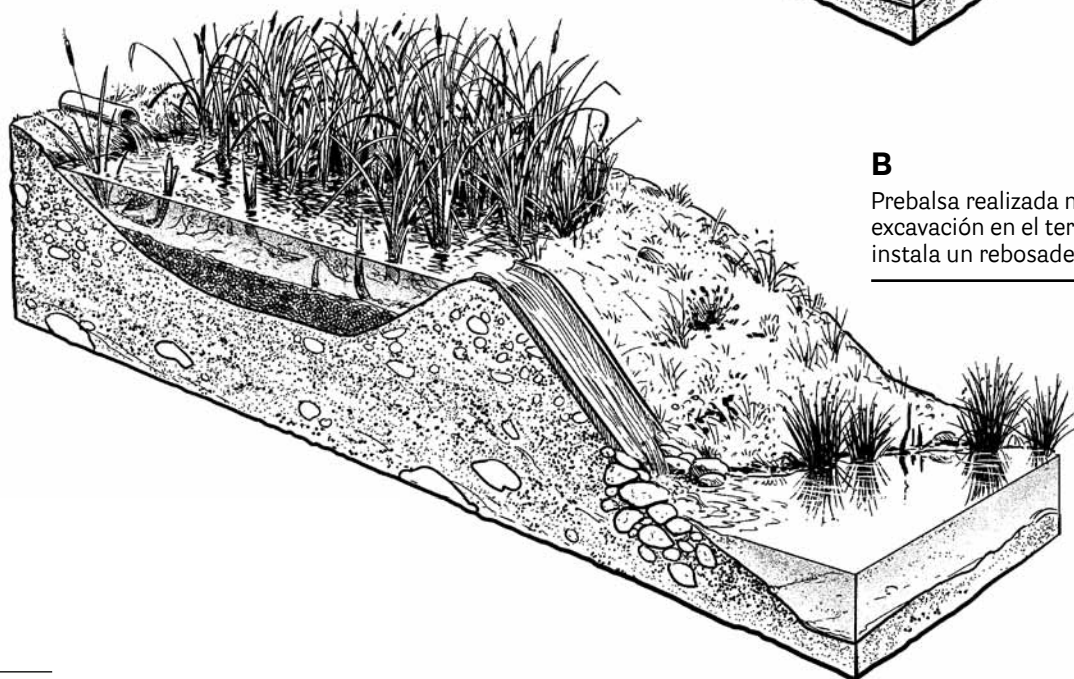
Detalle del sistema de aspiración o salida del agua en una balsa.

INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS



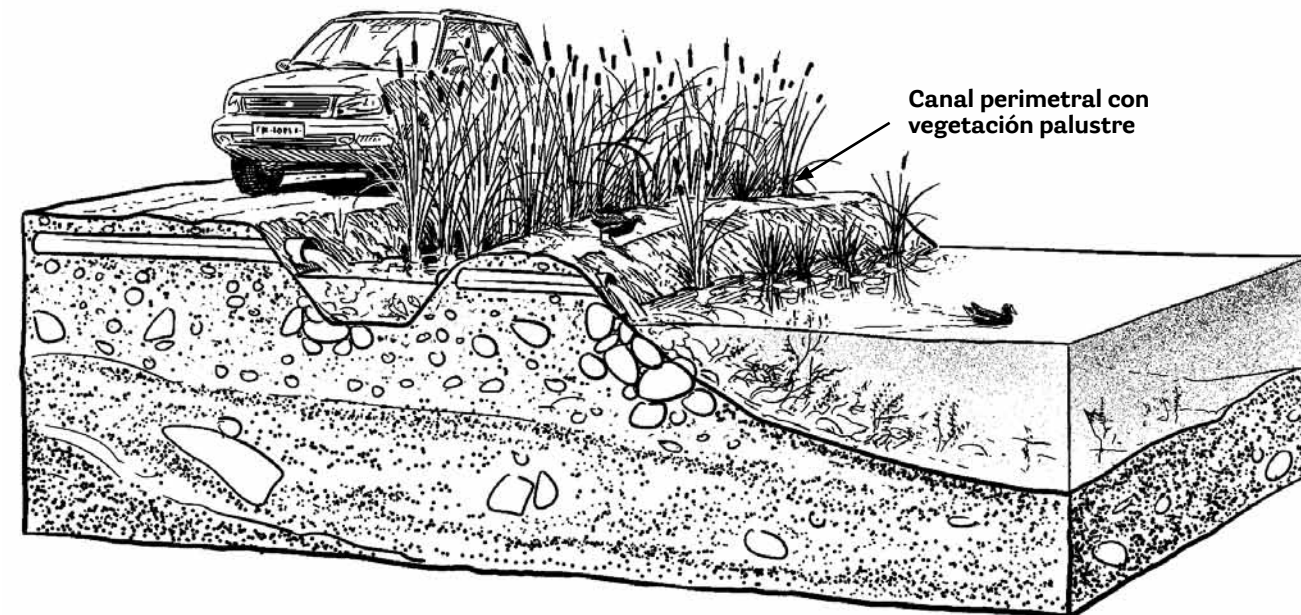
A
Prebalsa de obra de fábrica con pequeños compartimentos donde quedan atrapados las partículas en suspensión y nutrientes, y que pueden ser limpiados de forma alternante.

Esquema simplificado de prototipos de prebalsa y su funcionamiento.



B
Prebalsa realizada mediante una pequeña excavación en el terreno a la que se le instala un rebosadero.

La construcción de un canal perimetral a la balsa puede ser de gran interés para mejorar la calidad del agua y favorecer la presencia de fauna.

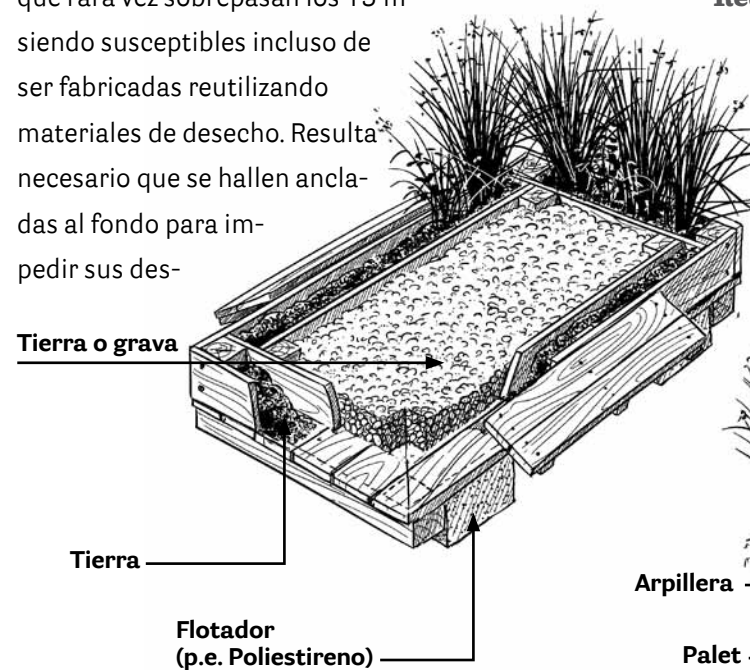


Canal perimetral con vegetación palustre

Prebalsa. Muy aconsejable para todo tipo de balsas, especialmente las de sustrato artificial. Consiste en una pequeña balsa de dimensiones variables con un lecho recomendado de arena y grava, por donde se hace pasar el agua antes de su vertido a la balsa de almacenamiento y cuya función principal es la de

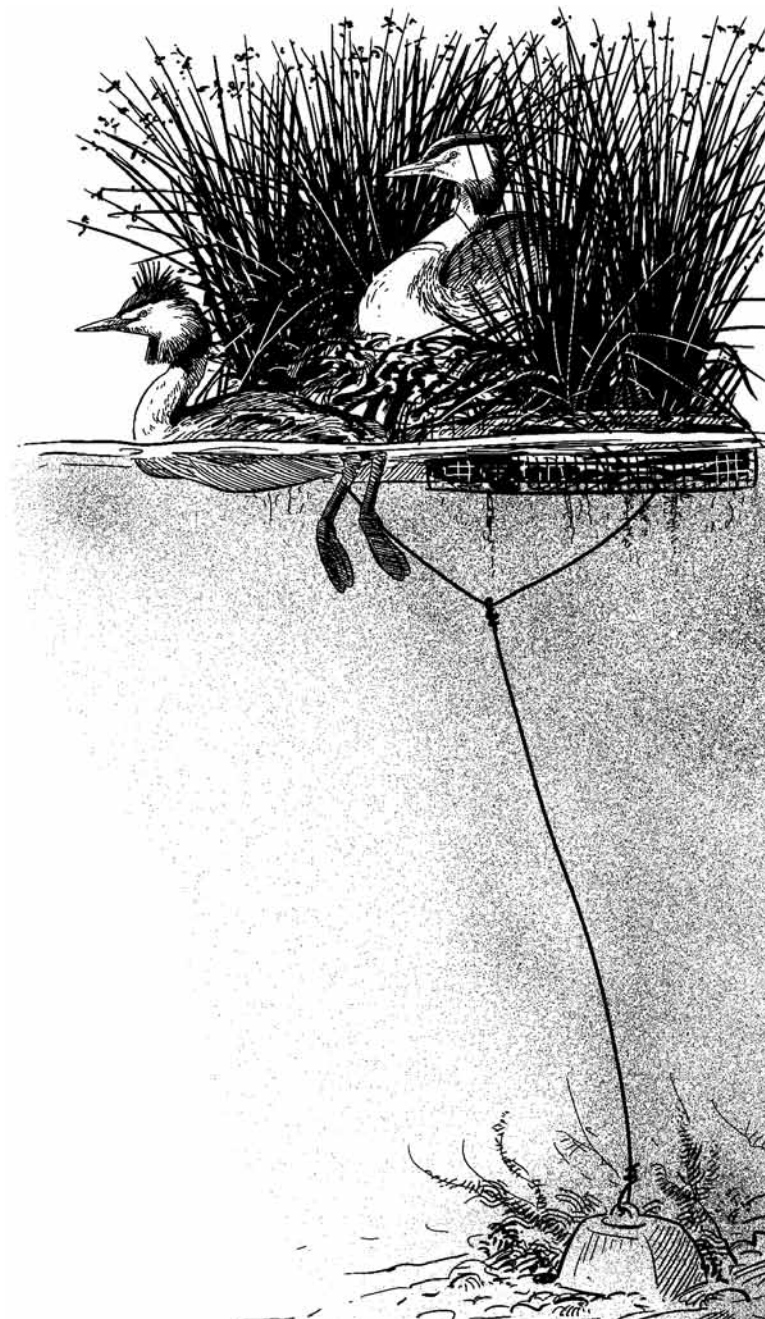
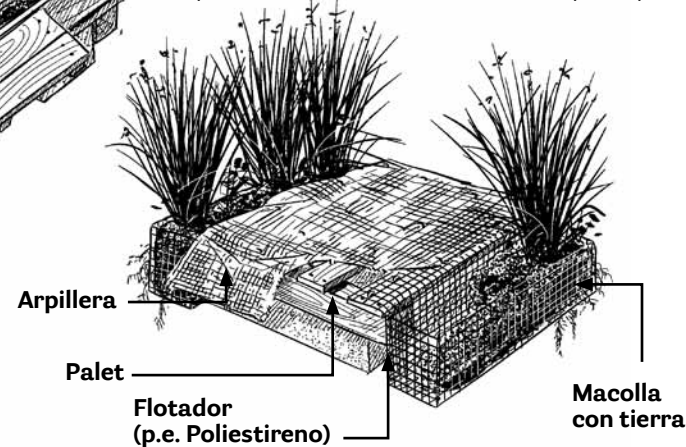
actuar como trampa de sedimentos y nutrientes, mejorando sustancialmente las características del agua a verter y evitando numerosos problemas y costes de tratamientos posteriores. Una variante, de gran interés para la fauna, es su ubicación a modo de canal perimetral en la coronación de la balsa.

Isletas. Constituyen infraestructuras de gran interés para todo tipo de balsas aportando numerosos beneficios como son la mejora paisajística, proporcionar recursos de alimentación, nidificación y área de descanso para la fauna, eliminar nutrientes y partículas en suspensión del agua y favorecer la biodiversidad. En balsas artificiales se usan exclusivamente isletas flotantes. Las formas y tamaños pueden ser muy variables aunque suelen ser de forma regular y tamaño que rara vez sobrepasan los 15 m² siendo susceptibles incluso de ser fabricadas reutilizando materiales de desecho. Resulta necesario que se hallen ancladas al fondo para impedir sus des-



plazamientos y evitar que quede varada en la orilla. En balsas naturalizadas pueden, además, construirse isletas mediante elevación del terreno, procurando alejarlas del perímetro de la balsa, a fin de aumentar su grado de seguridad frente a predadores. El tamaño recomendado es de unos 100 m² y su eficacia mejorará si presenta un contorno irregular y pendientes menores de 1:15.

Red anticaída (ver figura página 62): están indicadas para aquellas balsas impermeabilizadas con material plástico en las que es muy difícil salir de las mismas por ser muy resbaladizas. No solo constituyen trampas para animales sino que también resultan un peligro para las personas. La red anticaída se dispone por los



laterales de la balsa desde su parte superior interna y constituye un elemento de seguridad al cual asirse en caso de caída a la balsa, posibilitando la escapatoria de persona y animales.

Estructuras para macrófitos acuáticos. En el caso de balsas con sustrato artificial pueden habilitarse pequeñas estructuras para permitir el crecimiento de vegetación acuática, de interés para la fauna y por su papel en la clarificación de las aguas y eliminación de nutrientes. No existen en el mercado modelos establecidos por lo que deben ser fabricadas de manera artesanal. Un modelo básico a seguir es la construcción de un cajón semiflotante, anclado mediante un muerto al fondo o a algún tipo de estructura lateral, con un relleno de tierra y una pequeña capa de grava superficial que evite su dispersión. Es importante que este cajón se mantenga siempre húmedo o sumergido por lo que debe oscilar conforme lo haga la lámina de agua, efecto que se consigue mediante un flotador (por ejemplo, una lámina de poliestireno sujeta en la base).

Limitación de acceso al ganado mediante vallas: con el fin de evitar sus posibles efectos negativos como es el pisoteo excesivo (que afecta a plantas y nidos), daños a la vegetación de orilla por ramoneo e incluso, en los casos de altas densidades, contaminación del agua por excrementos.



EL MANTENIMIENTO DE LA BALSA

EL MANTENIMIENTO DE LA Balsa

Realizar análisis periódicos (pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, carbonatos, nitratos-nitritos, amonio-nitrógeno, fosfatos) permite controlar y prever la evolución de la balsa. El control adecuado de estas variables puede hacerse de diferentes formas:

Sólidos en suspensión. Para corregir la turbidez causada por sólidos en suspensión se puede inducir la precipitación de partículas añadiendo sustancias floculantes. Estas sustancias facilitan la formación de puentes entre las partículas, lo que les permite que se combinen en grupos o flóculos que tienden a sedimentarse. El alumbre (sulfato de aluminio) constituye una de las sustancias más eficaces, principalmente en aguas duras. En aguas ácidas es más aconsejable el uso de yeso. Las dosis a aplicar se pueden calcular de forma experimental mediante pequeñas pruebas en cubos con distintas dosis de floculante. Sin embargo, resulta no aconsejable hacerlo hasta que la causa de la turbidez haya desaparecido, ello implica cerciorarse del buen estado de conservación de la cuenca de recepción y el equilibrio de la carga ganadera.

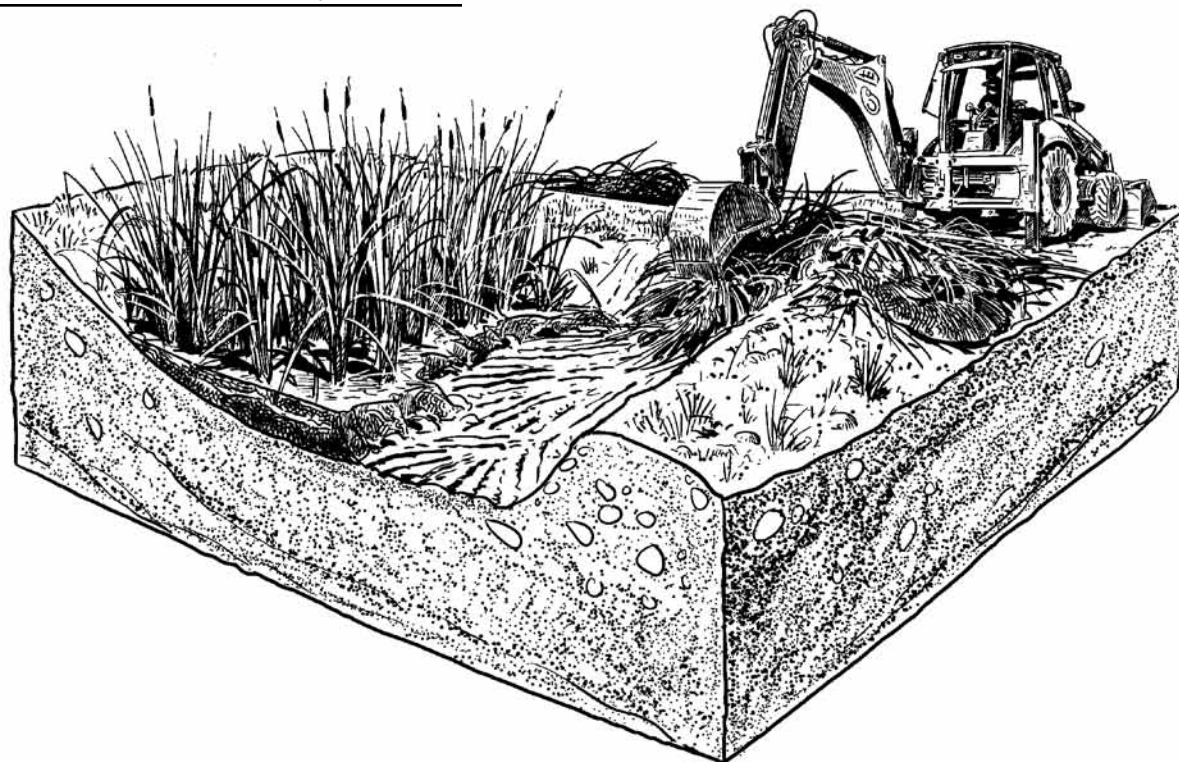
Control de la vegetación. La presencia de vegetación acuática es altamente recomendable para mantener una buena calidad del agua y favorecer la



biodiversidad. Si existen problemas porque su presencia se considera excesiva, la prevención puede ser el método más eficaz de su control. Entre las medidas preventivas deben considerarse la protección de la cuenca de recepción mediante el uso controlado de nutrientes y una adecuada cobertura vegetal así como evitar la llegada de desechos animales. La construcción de una prebalsa con vegetación que acumule sedimentos y retire nutrientes es de gran interés. Como principales métodos de control de la vegetación tenemos:

La cosecha de plantas acuáticas: con la retirada manual de vegetación se retiran también muchos de los nutrientes que han llegado hasta la balsa, evitando así que sean de nuevo liberados al agua una vez que la planta muera, lo que provocará un aumento del fitoplancton y de la turbidez. Debe procurarse realizar esta actividad fuera del periodo de cría, que ocupa desde Marzo a principios de Julio. Una vez realizada la cosecha deben retirarse los pequeños fragmentos que hayan podido liberarse y que podrían afectar a los sistemas de filtrado. Estudios recientes indican que coberturas in-

La creación de una prebalsa puede mejorar notablemente la calidad del agua que recibimos, si bien necesita un mantenimiento periódico.

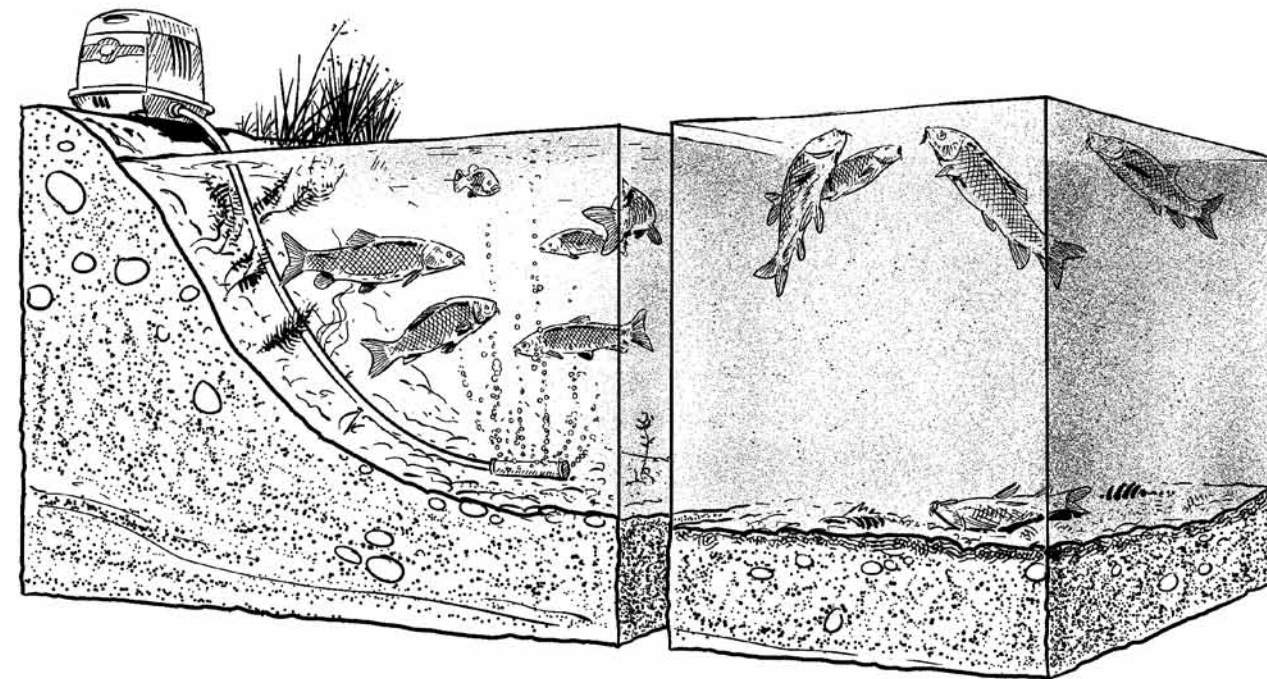


termedias de vegetación sumergidas resultan óptimas para la biodiversidad.

El uso de herbicidas: se trata de un método químico solo recomendable usar como última opción una vez realizadas las medidas preventivas. Su uso es restringido y deben cumplirse todas las precauciones y requisitos exigidos. Las principales ventajas son su rapidez de actuación, facilidad de aplicación y que suelen ser

selectivos para un determinado tipo de vegetación. Sus desventajas principales son: que son caros, que requieren sucesivas aplicaciones para mantener el control, que la muerte de las plantas sobre las que actúa libera de nuevo los nutrientes al medio, consumiendo en ello gran cantidad de oxígeno, lo que a su vez produce anoxia, fermentación y un aumento de las partículas finas en suspensión, con la consecuente necesidad de limpieza de los sistemas de filtración. La

La instalación de aireadores ayuda a mantener la fauna acuática y disminuir los fenómenos de putrefacción.



época recomendada de aplicación es primavera, cuando la vegetación comienza a desarrollarse, evitando el verano por ser el periodo en el que los niveles de oxígeno disueltos son menores y más fluctuantes. A ello hay que añadir su peligrosidad tanto para la fauna (incluyendo al ganado) como para las personas por lo que debe seleccionarse cuidadosamente el producto a emplear y respetar estrictamente las dosis, los plazos de seguridad y las incompatibilidades. En balsas don-

de se realice un posible consumo del pescado resulta aconsejable el uso de quelatos en vez de sulfato de cobre dada su menor toxicidad y mayor permanencia de su efecto en el medio por lo que, aunque resultan algo más caros, requieren menos dosis.

Aireadores. Balsas que contengan una importante población de peces, y con presencia de una elevada concentración de nutrientes, tienen importantes riesgos

de padecer disminuciones bruscas de la cantidad de oxígeno disuelto lo que provoca mortalidades de la fauna acuática. Para remediar esta situación existe la posibilidad de elevar las concentraciones de oxígeno mediante la instalación de bombas portátiles que

La retirada periódica de vegetación es una buena opción para evitar el reingreso de nutrientes al agua y sus efectos negativos.

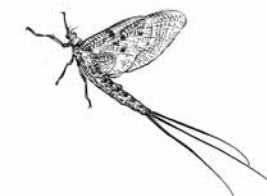
inyectan aire a través de difusores. Existen especiales riesgos en verano principalmente al amanecer, después del periodo nocturno en el que no se desarrolla la fotosíntesis y predomina la respiración, siendo un síntoma claro de la falta de oxígeno la observación de peces en superficie boqueando. Existen en el mercado

sondas específicas que permiten medir su concentración de forma muy precisa pudiendo de esta forma prevenir efectos catastróficos (muerte y putrefacción masiva de peces y aparición de enfermedades).

La limpieza. En balsas con sustrato artificial suele ser necesario la limpieza periódica de los fondos, donde se produce un continuo acúmulo de los sólidos que van en suspensión y materia orgánica muerta, en cantidades muy variables que dependen de la calidad del agua

entrante. La instalación de una prebalsa puede disminuir considerablemente las necesidades de limpieza. Asimismo, debe realizarse una inspección regular de la tubería de evacuación o sistema de rebose a fin de eliminar posibles acúmulos de desechos que pudieran alterar su correcto funcionamiento.

El tratamiento de los residuos. La mejor forma consiste en su secado y posterior uso en agricultura donde constituirán una excelente enmienda para los suelos.





PREGUNTAS FRECUENTES Y ERRORES COMUNES

1) ¿Se deben cubrir las balsas?. Algunos agricultores optan por cubrir sus balsas (albercas) con malla de sombreado; ello mejora ligeramente la calidad del agua puesto que disminuye la entrada de luz y por tanto de fotosíntesis, aunque no afecta a los sólidos en suspensión ni a los nutrientes. Cubrir una balsa resulta costoso y suele ser poco perdurable puesto que está sujeta a las inclemencias del tiempo, particularmente del viento. Ambientalmente es del todo desaconsejable pues impide su uso por las distintas especies (puede resultar incluso peligroso) y tiene un impacto paisajístico notable. Además, el desarrollo de la vegetación acuática en el fondo aumenta la calidad del agua reduciendo nutrientes.

2) Aguas marrones y aguas verdes. Las aguas marrones suelen deberse a la presencia de barro en suspensión. Ello puede ser causado por la erosión en cultivos sin protección en la cuenca de recepción, por el pisoteo del ganado en las proximidades de la balsa, por la erosión de las olas en las orillas o por la acción de algunos peces, como la carpa. Algunos remedios que pueden utilizarse son la creación de una prebalsa y/o la eliminación de los peces mediante el vaciado temporal de la balsa. En determinados casos puede ser aconsejable el uso de productos químicos como el alumbre o sulfato de calcio que actúan como floculantes. Las aguas verdes denotan un exceso de nutrientes los cuales provocan un excesivo crecimiento de algas

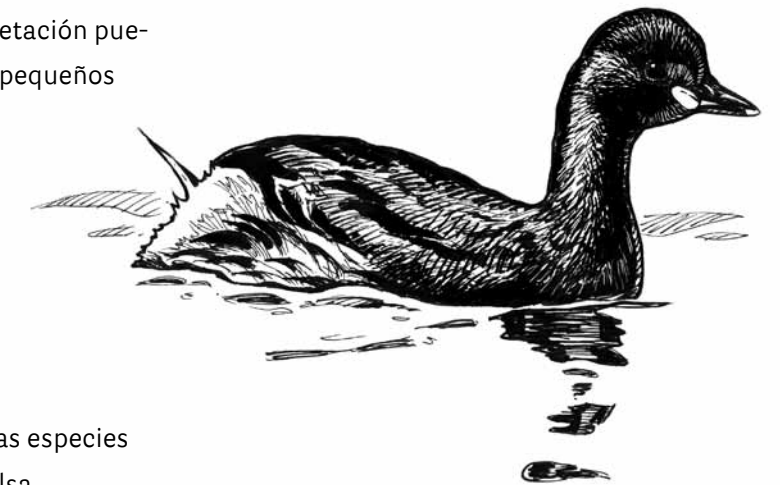
microscópicas, espectacularmente rápidos cuando las temperaturas son elevadas. Pueden llegar a ocasionar mortalidades importantes de organismos acuáticos, por agotamiento del oxígeno cuando se descomponen, e incluso pueden llegar a producir toxinas (caso de las algas verde-azuladas o cianofitas). La mejor opción para limitar su crecimiento es el control de los nutrientes, algo no siempre fácil de realizar y con resultados visibles a medio/largo plazo. Algunos autores recomiendan el empleo de paja de cebada; parece ser que el uso de dos o tres fardos por hectárea (aplicada en mallas) limita el desarrollo de las algas. Debe aplicarse antes de su explosión demográfica. Evite el uso de demasiada paja ya que consume oxígeno en su descomposición.

3) ¿Son deseables las algas filamentosas?. Si la balsa se cubre por un denso tapiz verde, con una masa de aspecto viscoso, filamentosos y sin hojas, se trata de algas filamentosas. Son indicativas de balsas con exceso de nutrientes y su control resulta ineficiente o pasajero si no eliminamos su causa directa, como puede ser un excesivo uso de fertilizantes o una densidad ganadera elevada. Mejor opción y más duradera que el empleo de herbicidas (contraproducente pues al morir el alga se consume el oxígeno y se liberan de nuevo los nutrientes al medio, con lo que crecerán de nuevo rápidamente) es su retirada, aunque sea parcial. Adicionalmente se deberán tomar medidas preventivas que hagan disminuir la carga.

4) ¿Es bueno tener vegetación acuática sumergida?. Sí, esta vegetación mejora la calidad del agua al fijar los sólidos en suspensión y retirar nutrientes, lo que aumenta su transparencia. Ambientalmente resulta muy favorable pues oxigena el agua en capas bajas, extrae nutrientes que de otra forma serían usados para el crecimiento de algas, clarifica el agua, permite la presencia de numerosas especies de interés y aumenta la estabilidad de la balsa (por ejemplo, la explosión repentina de algas o episodios de putrefacción y malos olores son improbables). Puede exigir cierto mantenimiento, principalmente cuando las aguas son ricas en nutrientes, consistente en la retirada parcial de la vegetación (debe procurarse también la retirada de los fragmentos desprendidos), que posteriormente puede compostarse. El ahorro en productos químicos, como herbicidas, y la mejora en la calidad del agua compensa la labor de mantenimiento. El establecimiento de esta vegetación puede acelerarse notablemente enterrando pequeños fragmentos de plantas dentro de la balsa, preferiblemente en primavera. Algunas son específicas de un tipo de agua, por lo que se deberá tener algunas nociones mínimas de las características de sus aguas para elegir la planta adecuada. En el anexo podrá encontrar las especies más comunes y/o apropiadas para su balsa.

5) ¿Pueden ocasionar problemas las plantas emergentes?. Habitualmente no porque necesitan una profundidad escasa (< 1,5 m.) para prosperar. Si tenemos una balsa somera (< 2m) con fondo natural, un periodo de 3 o 4 años podría ser suficiente para su colonización por plantas como el carrizo (*Phragmites australis*) o la enea (*Typha sp*) y entonces su control puede ser necesario. Existen varios métodos como la siega, empleo de herbicidas, e incluso la quema, pero son medidas temporales. El método más aconsejable es el de profundizar la balsa en su zona central con más de 2 metros con el fin de impedir el crecimiento de estas especies. Otra opción económica es cubrir con una lona parte de la superficie del fondo. A veces este control debe hacerse en la periferia para mante-

Zambullín chico (*Tachybaptus ruficollis*)



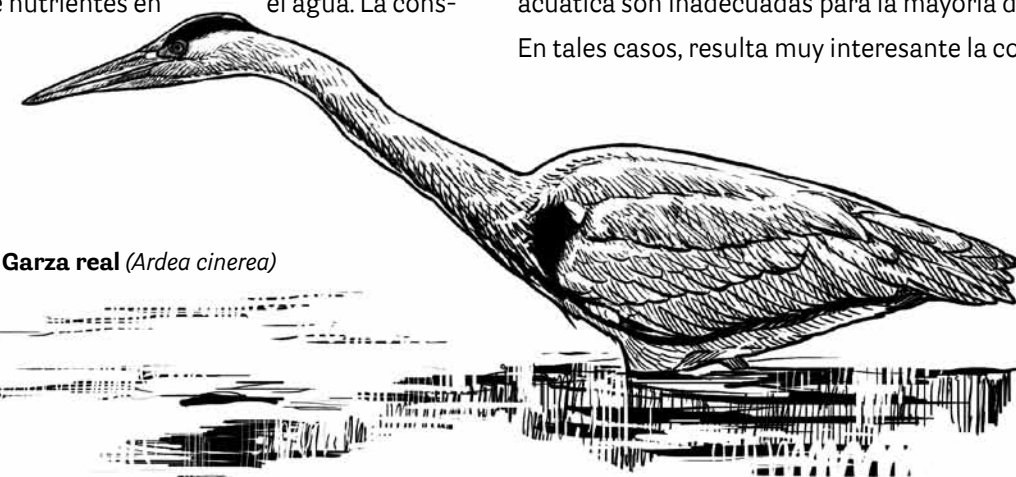
ner una visión de la balsa o bien mantener una zona de acceso despejada donde pueda maniobrase, por ejemplo con embarcaciones.

6) ¿Es malo que se seque la balsa?. No, pero hay que procurar hacerlo durante la época estival a fin de no interferir en el proceso de cría de fauna. En ambiente mediterráneo, como el de Andalucía, éste es un suceso normal al que están adaptadas la mayoría de las especies vegetales y animales ayudando, además, a mineralizar la materia orgánica que se encuentra en el fondo.

7) ¿A qué se deben los malos olores?. Cuando la materia orgánica no puede oxidarse aparecen fenómenos de putrefacción que originan gases malolientes. La desaparición del oxígeno es consecuencia del exceso de materia orgánica y ésta a su vez de la presencia de altos contenidos de nutrientes en el agua. La cons-

trucción de una prebalsa y una adecuada gestión de la cuenca ayudará a mitigar o solucionar este problema.

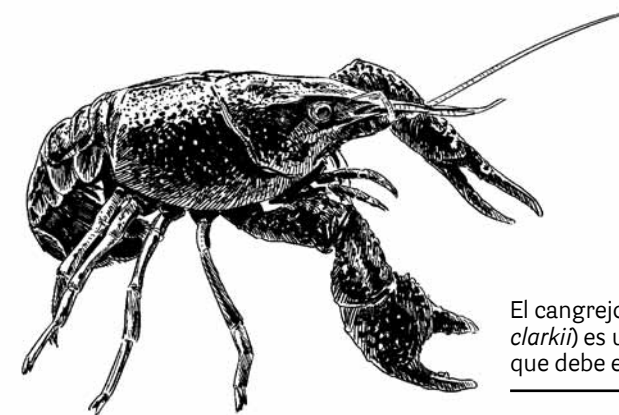
8) ¿Conviene tener aves?. La presencia de aves supone un atractivo para la balsa y en muchos casos son indicativas del grado de salud de ésta, ambientalmente son del todo deseables. Sin embargo, grandes concentraciones de aves pueden resultar perjudiciales ya que pueden enriquecer el agua con sus excrementos. Estancias por tiempos cortos (por ejemplo, las que se dan en primavera y otoño durante las migraciones) no constituirán un problema. Nunca es conveniente la introducción de aves domesticas tanto por su hibridación con las silvestres como porque permanecen todo el año tendiendo a aumentar sus poblaciones (ya que suelen ser alimentadas) y deteriorar la calidad del agua. Las balsas con sustrato artificial y carentes de vegetación acuática son inadecuadas para la mayoría de las aves. En tales casos, resulta muy interesante la construcción



Garza real (*Ardea cinerea*)

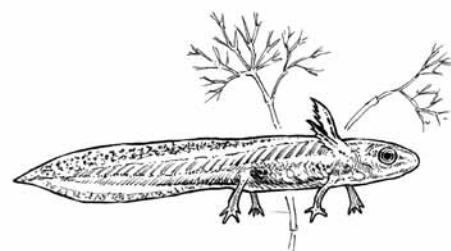
de prebalsas someras donde pueda desarrollarse vegetación y facilite alimento y refugio a la avifauna. Estas prebalsas proporcionan además otros beneficios muy importantes como son la retirada de nutrientes y sedimentos mejorando así ostensiblemente la calidad del agua que llega a la balsa.

9) Especies exóticas. La introducción de especies exóticas en balsas tiene efectos negativos sobre la dinámica de la propia balsa y sobre la fauna autóctona. Así, por ejemplo, el black bass es un gran depredador que llega a consumir hasta pollos de aves acuáticas, la carpa consume la vegetación sumergida y remueve los fondos produciendo aguas muy turbias, y el cangrejo americano excava profundas galerías, lo que debilita los muros, y consume la vegetación y multitud de invertebrados. Las especies de peces exóticos más comunes en las balsas, y que deben evitarse, son: el black bass (*Micropterus salmoides*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*), la perca sol (*Lepomis gibbosus*), la carpa común



El cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) es una especie exótica que debe evitarse.

(*Cyprinus carpio*), la carpa de espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y el carpín dorado (*Carassius auratus*). Otras especies sobre las que deben actuarse son el jacinto de agua y el galápago de Florida por su impacto sobre las especies autóctonas. Para el control de peces la mejor manera es desecar la balsa completamente. Frecuentemente se produce una nueva recolonización por incorporación de huevos o alevines que vienen en el agua que se le aporta. Para evitarlo se aconseja hacer pasar el flujo de entrada a través de un filtro de grava. En el caso presencia de cangrejo rojo americano, no hay actualmente medios eficaces para erradicarlo debido a su costumbre de enterrarse profundamente por lo que ni aún desecando la balsa tendremos seguridad de haberlo eliminado. La eliminación del Jacinto de agua debe hacerse mediante su secado y compostaje evitando en todo momento echarlo en cauces u otras masas de agua. En el caso de aparecer galápago de Florida, la mejor opción es su captura y entrega a los Agentes de Medio Ambiente.



DECÁLOGO DE BUENAS PRÁCTICAS

Se ofrecen a continuación una serie de recomendaciones que sintetizan en forma de decálogo un conjunto de buenas prácticas que ayuden al gestor de una balsa a mejorar estado ecológico sin menoscabar su actual uso sino que redunde en su propio beneficio, tanto al minimizar problemas como en ahorro económico:

1. Cuencas. Lo que ocurra en una cuenca será fiel reflejo de la calidad del agua que circule por ella. Un controlado uso de fertilizantes y la protección del suelo frente a la erosión repercutirá positivamente y de forma duradera en la calidad del agua en balsas endorreicas, pequeñas presas o captaciones de ríos afectados por estas cuencas. Ello evitará en el futuro numerosos inconvenientes y gastos que serán necesarios para hacer frente a problemas de colmatación y eutrofización.

2. Pendientes. Las pendientes suaves permiten el asentamiento de variadas comunidades de vegetación y fauna adaptadas a estrechos rangos de profundidad, aumentando con ello la biodiversidad. Si no es posible proporcionar pendiente suave a lo largo de todo el perímetro, debiera considerarse hacerlo al menos en uno de los laterales. En el caso de construcción de isletas naturales se aconseja manejar pendientes menores del 8%, en el caso de muros de balsas naturalizadas debe procurarse dejar al menos un sector con pendientes menores del 20%. En cualquier balsa de grandes dimensiones resultará muy conveniente la construcción

de un pequeño embarcadero que facilitaría las labores de gestión y eventuales controles de calidad.

3. Sustrato natural. En lo posible, las balsas debieran tener un sustrato lo más natural posible pues favorece el desarrollo de vegetación acuática y el intercambio de relaciones físico-químicas y biológicas con el suelo, repercutiendo muy positivamente en la calidad del agua. Si hay que impermeabilizar, convendría considerar en primer lugar la utilización de arcilla compactada. Si la balsa se impermeabiliza con material plástico o con hormigón se puede añadir un sustrato adicional de grava lo cual mejorará su potencial para albergar diversidad.

4. Isletas. Constituye un recurso esencial para la avifauna al ofrecerles un lugar a salvo de predadores, frecuente factor limitante para la cría. Tienen, además, otros muchos beneficios como es la mejora paisajística, colaboran en la eliminación de nutrientes y partículas en suspensión y favorecen la biodiversidad. En balsas naturalizadas se aconsejan tamaños de unos 100 m² separadas de la orilla por profundidades mayores a 1,5 m. En balsas artificiales pueden emplearse pequeñas isletas flotantes (de aproximadamente 4 m²) a las que se asocia algo de vegetación para facilitar su integración y uso por la avifauna.

5. Orillas. Resultan una de las partes más importantes de la balsa por desarrollarse en ellas gran cantidad de in-

teracciones físicas y biológicas. Cuanto más longitud de orillas tengamos (contornos irregulares) mayores serán sus potencialidades medioambientales. En balsas naturalizadas es fundamental la aplicación de este criterio.

6. Herbicidas. En términos generales el uso de herbicidas no está recomendado pues tiene un coste elevado y su efecto es solo temporal siendo con frecuencia contraproducente pues al morir las algas y la vegetación acuática se liberan nutrientes y partículas finas al medio volviendo a producir explosiones de algas con lo que requiere a su vez seguir utilizando herbicidas. Con frecuencia pueden aportar metales no deseados como es el caso del cobre.

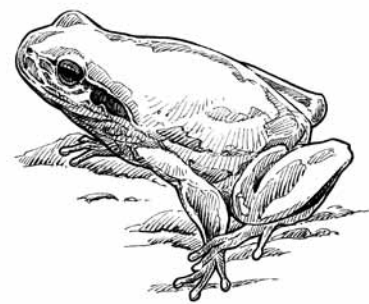
7. Limpieza. La limpieza periódica de la balsa, y en su caso la prebalsa, resulta esencial para la buena salud de la misma pues se eliminan directamente nutrientes y sedimentos que afectan a la calidad del agua. Una opción de interés para disminuir la frecuencia de limpieza puede ser la de exponer a la balsa a pequeños periodos de sequía (2-3 meses) para favorecer la mineralización de la materia orgánica.

8. Prebalsa. En balsas abastecidas por agua superficial proveniente de ríos con abundancia de sólidos en suspensión y/o contaminados, resulta muy conveniente la construcción de una prebalsa o decantador por el que circule el agua antes de su entrada en la balsa.

Esto mejorará la calidad del agua así como facilitará la retirada de sólidos y nutrientes evitando numerosos problemas y gastos en el posterior manejo de la balsa. A su vez, constituirá un refugio muy interesante para anfibios y aves acuáticas.

9. Especies exóticas. La introducción de especies exóticas está totalmente desaconsejada por los graves efectos secundarios que pueden ocasionar, bien a la estructura de la propia balsa (por perforaciones de cangrejo rojo), bien a la calidad del agua (por aumento de la turbidez y de nutrientes en suspensión) o por desplazamiento de especies autóctonas.

10. Conocimiento y controles periódicos. Conocer las características de nuestras aguas y las especies que la pueblan nos permitirá disfrutar y prever acontecimientos no deseados, con el consiguiente ahorro económico. La observación y la realización de análisis periódicos serán nuestros mejores aliados.



ANEXOS

ENLACES DE INTERÉS

Plan de Potenciación Ambiental de Masas de Agua Artificiales en Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>”

Existen numerosas páginas norteamericanas que tratan acerca del manejo de balsas. Están principalmente orientadas al recreo y pesca pero se pueden obtener datos interesantes para comprender su funcionamiento y mejorar su gestión.

Universidad de Pensilvania: proporciona numerosos documentos que informan del adecuado manejo de balsas, de la calidad del agua, de las algas, plantas acuáticas y la pesca: <http://extension.psu.edu/water/ponds>

Manejo de plantas acuáticas: <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/agrs102.pdf>

Comisión de Parques de Nebraska. Conjunto de 13 documentos que abarcan la construcción de una balsa, su manejo y posibles soluciones a los problemas que se pueden presentar: <http://outdoornebraska.ne.gov/fishing/guides/pondguide>

Manual sobre gestión integrada de lagos y lagunas orientado especialmente a la calidad del agua:

<http://www.otterbine.com/assets/base/resources/PondAndLakeManual.pdf>

GLOSARIO

Anoxia: es la falta de oxígeno. En las balsas, tiene relación directa con la presencia de altos contenidos en nutrientes que desencadenan el fenómeno de la eutrofización.

Biodiversidad: refiere al número de especies de animales y plantas que habitan en un determinado ecosistema, como puede ser un bosque o un lago.

Cianofita: También llamadas algas verdeazuladas. De tamaño microscópico se reproducen en gran manera cuando los nutrientes y temperaturas son elevadas dando un característico color de “sopa de guisantes” al

agua. Pueden producir toxinas provocando en ocasiones elevadas mortalidades de organismos acuáticos.

Conductividad eléctrica: es la capacidad de permitir el paso de la corriente eléctrica. En el agua está relacionada con su concentración de sales por lo que es usada frecuentemente, dada su facilidad de medición, para conocer su salinidad.

Estratificación: separación en capas de la masa de agua debido a sus diferentes densidades y temperaturas como consecuencia del calentamiento de su superficie. Se origina preferentemente en verano y puede

ocasionar la anoxia de las capas inferiores.

Eutrofización: habitualmente se refiere a un excesivo enriquecimiento por nutrientes de un sistema acuático, como río o lago, lo cual provoca una serie de efectos en cadena negativos como son un crecimiento excesivo de algas, el agotamiento del oxígeno y la posterior muerte de organismos acuáticos.

Fitoplancton: se refiere al plancton vegetal. Elaboran su alimento por fotosíntesis, son los principales productores de oxígeno.

Fotosíntesis: capacidad de producir materia orgánica con la ayuda de la energía luminosa. Ejemplo de ello son las plantas que son capaces de crecer con la ayuda de la energía solar. En el proceso se desprende oxígeno.

Gradiente de vegetación: se refiere a los cambios en especies que se dan en las comunidades vegetales como respuesta a cambios del ambiente, principalmente de las características del suelo (humedad, salinidad, movilidad del sustrato, grado de inundación o encharcamiento, etc).

Halófilos: plantas adaptadas a suelos con altos contenidos en sales.

Helófitos: son plantas anfibias con la parte inferior

sumergida en el agua, también llamadas plantas emergentes o plantas de orilla.

Herbicida: Sustancia química utilizada para eliminar plantas indeseadas.

Macrófito acuático: Plantas acuáticas visibles a simple vista

Oligótrofa: Referido a aguas, están caracterizadas por su bajo contenido en nutrientes. Se trata de aguas claras, habitualmente bien oxigenadas y con mayor diversidad de especies que las aguas eutróficas.

pH: es la medida de la acidez o alcalinidad. Se valora de 1 a 14 siendo 1 el valor más ácido y 14 el más básico o alcalino. El valor neutro es pH=7, que es el valor del agua destilada.

Plancton: conjunto de organismos microscópicos que viven en suspensión en el agua

Producción primaria: es la materia orgánica producida por organismos a partir de la fotosíntesis, por ejemplo las plantas. Constituye el punto de partida de la cadena trófica y a partir del cual se alimentan todo el resto de organismos

Zooplacton: es el plancton animal. Se alimenta del fitoplancton.

NORMATIVA ESTATAL

Ley de Aguas, aprobada por el Real Decreto Legislativo 1/2001 (BOE nº 176 de 24-07-2009). Está Vigente, aunque ha sufrido las siguientes modificaciones: Ley 24/2001 de 27 de diciembre, modifica el art. 132.1. Ley 16/2002 de 1 de Julio, modifica el art 105 y se introduce la disposición adicional 10ª. Ley 53/2002 de 30 de Diciembre, modifica los artículos 55 y 116. Ley 62/2003 de 30 de Diciembre, modifica los artículos 1, 2, 16, 20, 26, 28, 30, 35, 36, 40, 41, 42, 55, 92, 93, 100 y 127. Añade los artículos 16 bis, 36 bis, 36 ter, 40 bis, 92 bis, 92 ter, 92 quater, 99 bis, 111 bis, 121 bis y las disposiciones adicionales 11,12 y 13. Se elimina la disposición adicional 3ª.

Real Decreto Ley 4/2007 de 13 de Abril por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de Julio.

Ley 42/2007 de 13 de Diciembre, la cual modifica los artículos 13 y 19.

Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril, Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Con las siguientes modificaciones: Real Decreto 606/2003 de 23 de Mayo, Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Real Decreto 9/2.008 de 11 de enero por el que se modifica el Dominio Público Hidráulico.

Ley 10/2001, de 5 julio del Plan Hidrológico Nacional. Con las siguientes modificaciones: Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la Ley 10/2001 de 5 de Julio de Plan Hidrológica Nacional. Real Decreto Ley 2/2004, de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas. Con las siguientes modificaciones:

Real Decreto 126/2007, de 2 de febrero, por el que se regulan la composición, funcionamiento y atribuciones de los comités de autoridades competentes de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

NORMATIVA AUTONÓMICA

Real Decreto 1132/1984, de 26 de marzo sobre traspaso de funciones y servicios a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de abastecimientos, saneamientos, encauzamientos, defensa de márgenes y regadío (BOE núm. 145, de 18.6.1984).

Real Decreto 2130/2004, de 29 de octubre sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos (Confederación Hidrográfica del Sur).

Decreto 55/2005, de 22 de febrero por el que se aprueban los estatutos del Organismo Autónomo Agencia Andaluza del Agua.

Real Decreto 2130/2004, de 29 de octubre, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado la Comunidad Autónoma de Andalucía en

materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral Atlántico.

Real Decreto 1666/2008 de 17 de octubre sobre traspaso de funciones y servicio de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía, (Cuenca del Guadalquivir).

LEY 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.

NORMATIVA ESPECÍFICAS DE PRESAS Y BALSAS

Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas publicado según Orden ministerial de 31 de Marzo de 1.967. Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas

y Embalses.O.M. de 12 de Marzo de 1996. Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de 1.995.

ESPECIES MÁS COMUNES

ALGAS

Chara connivens

Chara hispida

Chara fragilis

Chara vulgaris

FANERÓGAMAS

Alisma lanceolata

Potamogeton trichoides

Arundo donax

Potamogetum pectinatus

Callitriche spp

Potamogetum pusillus

Carex spp

Ranunculus peltatus

Ceratophyllum demersum

Ranunculus trichophyllus

Cladium mariscus

Ranunculus tripartitus

Cyperus sp

Ruppia sp

Iris pseudacorus

Schoenoplectus spp

Juncus spp

Scirpoides holoschoenus

Myriophyllum alterniflorum

Typha spp

Myriophyllum spicatum

Zannichellia obtusifolia

Naja marina

Zannichellia pedunculata

Phragmites australis

Zannichellia peltata

ANFIBIOS

Sapo partero ibérico (*Alytes cisternasii*)

Sapillo pintojo ibérico (*Discoglossus galganoi*)

Sapo partero bético (*Alytes dickhilleni*)

Sapillo pintojo meridional (*Discoglossus jennaeae*)

Sapo común (*Bufo bufo*)

Ranita de San Antonio (*Hyla arborea*)

Sapo corredor (*Epidalea calamita*)

Ranita meridional (*Hyla meridionalis*)

Sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*)

Salamandra (*Salamandra salamandra*)

Sapillo moteado ibérico (*Pelodytes ibericus*)

Tritón ibérico (*Lissotriton boscai*)

Gallipato (*Pleurodeles waltl*)

Tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*)

Rana común (*Rana perezi*)

REPTILES

Galápago europeo (*Emys orbicularis*)

Culebra de agua (*Natrix maura*)

Galápago leproso (*Mauremys leprosa*)

AVES

Focha (*Fulica atra*)

Cigueñuela (*Himantopus himantopus*)

Polluela (*Gallinula chloropus*)

Chorlitejo (*Charadrius dubius*)

Garcilla (*Bubulcus ibis*)

Cormorán (*Phalacrocorax carbo*)

Garceta (*Egretta garceta*)

Pato cuchara (*Anas clypeata*)

Martín pescador (*Alcedo atthis*)

Porrón común (*Aythya ferina*)

Garza real (*Ardea cinerea*)

Gaviota reidora (*Larus ridibundus*)

Zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*)

Gaviota sombría (*Larus fuscus*)

Anade real (*Anas platyrhynchos*)

MACROFITOS (PLANTAS ACUÁTICAS)

	AGUAS ÁCIDAS	AGUAS ALCALINAS	AGUAS SALOBRES	ESPECIE PROTEGIDA
<i>Althenia orientalis</i>			•	•
<i>Apium inundatum</i>	•			•
<i>Callitriche brutia</i>	•			
<i>Callitriche cribosea</i>	•			•
<i>Callitriche lusitanica</i>	•			
<i>Callitriche obtusangula</i>	•			•
<i>Callitriche regis-jubae</i>	•		•	•
<i>Callitriche stagnalis</i>	•	•		
<i>Callitriche truncata</i>	•			
<i>Ceratophyllum demersum</i>	•	•		•
<i>Ceratophyllum submersum</i>	•	•		•
<i>Groenlandia densa</i>	•	•	•	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	•	•		
<i>Isoetes setaceum</i>	•			•
<i>Isoetes velatum</i>	•			•
<i>Lemna gibba</i>	•	•	•	
<i>Lemna minor</i>	•	•		
<i>Lemna trisulca</i>	•	•		•
<i>Marsilea batardae</i>	•			•
<i>Marsilea strigosa</i>	•			•
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	•			
<i>Myriophyllum spicatum</i>	•	•		
<i>Najas marina</i>	•	•	•	
<i>Najas minor</i>	•			•
<i>Najas tenuisima</i>	•			
<i>Nuphar luteum</i>	•	•		•
<i>Nymphaea alba</i>	•	•		•
<i>Pilularia minuta</i>	•			•
<i>Polygonum amphibium</i>	•	•		
<i>Potamogeton coloratus</i>		•		•
<i>Potamogeton lucens</i>	•			•
<i>Potamogeton natans</i>	•			•
<i>Potamogeton pectinatum</i> var. <i>Pectinatum</i>	•	•		
<i>Potamogeton pectinatum</i> var. <i>Tenuifolius</i>	•	•	•	

	AGUAS ÁCIDAS	AGUAS ALCALINAS	AGUAS SALOBRES	ESPECIE PROTEGIDA
<i>Potamogeton pectinatum</i> var. <i>vulgaris</i>				
<i>Potamogeton pectinatum</i> var. <i>Zosteraceus</i>	•	•		
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	•			•
<i>Potamogeton pusillus</i>	•	•		•
<i>Potamogeton trichoides</i>	•			
<i>Ranunculus hederaceus</i>	•			
<i>Ranunculus peltatus</i> subsp. <i>Fucoides</i>	•	•	•	
<i>Ranunculus peltatus</i> subsp. <i>Peltatus</i>	•	•	•	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	•	•	•	
<i>Ruppia drepanensis</i>			•	
<i>Ruppia maritima</i>			•	
<i>Scutellaria orientalis</i>		•		•
<i>Spirodela polyrrhyza</i>	•			•
<i>Utricularia australis</i>	•	•	•	•
<i>Utricularia exoleta</i>	•			•
<i>Wolffia arhiza</i>	•			•
<i>Zanichellia contorta</i>		•		•
<i>Zanichellia obtusifolia</i>	•		•	•
<i>Zanichellia pedunculata</i>	•	•	•	•
<i>Zanichellia peltata</i>	•	•	•	•

HELÓFITOS (PLANTAS DE ORILLAS)

	AGUAS ÁCIDAS	AGUAS ALCALINAS	AGUAS SALOBRES	ESPECIE PROTEGIDA
<i>Alisma lanceolatum</i>		•		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	•	•		
<i>Avellara fistulosa</i>	•			•
<i>Baldellia repens subsp cavallinesii</i>	•			
<i>Baldellia repens subsp repens</i>	•			
<i>Baldellia repens subsp. Baetica</i>	•			
<i>Bolboschoenus glaucus</i>	•			
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	•	•	•	
<i>Butomus umbellatus</i>	•	•		•
<i>Carex elata subsp. Elata</i>	•	•		
<i>Carex elata subsp. Tartessiana</i>	•			
<i>Carex hispida</i>	•	•		
<i>Carex laevigata</i>	•			•
<i>Carex paniculata subsp. Lusitanica</i>	•			
<i>Carex pendula</i>	•			
<i>Carex riparia</i>	•			
<i>Carum verticillatum</i>	•			
<i>Cheirolophus uliginosus</i>	•			•
<i>Cladium mariscus</i>	•	•	•	
<i>Damasonium alisma subsp alisma</i>		•	•	
<i>Damasonium alisma subsp bourgaei</i>		•	•	
<i>Damasonium polypersmun</i>		•	•	
<i>Elatine alsinastrum</i>	•			
<i>Elatine brochonii</i>	•			•
<i>Elatine macropoda</i>	•			
<i>Eleocharis multicaulis</i>	•			
<i>Eleocharis palustris</i>	•			
<i>Eryngium corniculatum</i>	•		•	•
<i>Eryngium galioides</i>	•			•
<i>Frangula alnus subsp. Baetica</i>	•			•
<i>Fuirena pubescens</i>	•			•
<i>Galega africana</i>	•		•	•
<i>Galega cirujanoi</i>	•	•		•
<i>Genista ancistrocarpa</i>	•			•
<i>Glyceria spp.</i>	•	•	•	•
<i>Illecebrum verticillatum</i>	•			
<i>Iris pseudoacorus</i>	•	•	•	
<i>Juncus acutus</i>	•	•	•	
<i>Juncus articulatus</i>	•	•		

	AGUAS ÁCIDAS	AGUAS ALCALINAS	AGUAS SALOBRES	ESPECIE PROTEGIDA
<i>Juncus emmanuelis</i>	•			
<i>Juncus heterophyllus</i>	•			
<i>Juncus inflexus</i>	•	•	•	
<i>Juncus rugosus</i>	•	•		
<i>Limonium algarvense</i>			•	•
<i>Limonium diffusum</i>			•	•
<i>Limonium ovalifolium</i>			•	•
<i>Lytrum salicaria</i>	•	•	•	
<i>Oenanthe crocata</i>	•			
<i>Oenanthe fistulosa</i>	•			
<i>Oenanthe lachenali</i>	•			
<i>Phragmites australis</i>	•	•	•	
<i>Rhynchospora modesti-lucennoi</i>	•			•
<i>Rorippa valdes-bermejoi</i>	•			•
<i>Salix atrocinerea</i>	•		•	
<i>Salix caprea</i>	•	•		•
<i>Salix eleagnus</i>		•		•
<i>Salix fragilis</i>	•	•	•	
<i>Salix purpurea</i>	•	•		
<i>Schoenoplectus glaucus</i>	•	•	•	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	•	•	•	
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	•	•	•	
<i>Schoenoplectus glaucus</i>	•	•	•	
<i>Schoenus nigricans</i>	•	•	•	
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	•	•	•	
<i>Scutellaria galericulata</i>		•		
<i>Scutellaria minor</i>				•
<i>Sparganium angustifolium</i>	•	•		•
<i>Sparganium erectum</i>	•	•		
<i>Sparganium microcarpum</i>	•	•		
<i>Sparganium neglectum</i>	•	•		
<i>Thalictrum speciosissimum subsp albini</i>		•		•
<i>Typha angustifolia</i>	•	•		
<i>Typha dominguensis</i>	•	•	•	
<i>Typha latifolia</i>	•			
<i>Ulex minor</i>	•			•
<i>Verónica anagallis-aquatica</i>	•	•		
<i>Verónica anagalloides</i>	•	•		
<i>Verónica scutellata</i>	•			



“Este manual se terminó de imprimir el Martes 26 de Abril de 2011, festividad de San Isidoro de Sevilla, reconocido como el hombre más sabio de su época.”