



DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD



Conservación de la biodiversidad en el ciclo integral del agua.

Guía operativa

Esta guía se ha elaborado para dar apoyo al personal de las empresas del Grupo SUEZ Spain en el proceso de desarrollo de acciones de conservación de la biodiversidad.

dirección

Clara Rovira (SUEZ Spain)

autores principales

Carme Rosell, Roser Campeny, Joana Colomer, Ferran Navàs y Oriol Prado (MINUARTIA), Clara Rovira (SUEZ Spain), Clemente Vergara (SUEZ Spain), Sergi Massanes (Naturalia Jardineros)

colaboradores

Albert Sorolla (NATURALEA), Xavier Ferrer (Universidad de Barcelona), Marc Fernández y Marina Torrellas (MINUARTIA), Jordi Bosch (CREAF), Andreu Massoni (MASSONI), Sergi Garcia (Galanthus), Pere Alzina (consultor ambiental), Marta Hernández y Olga Ferrer (Cetaqua)

diseño y maquetación

vis-tek.com

icstece.com

ilustraciones

Victor García

Cómo citar esta guía:

SUEZ Spain. 2016. Conservación de la biodiversidad en el ciclo integral del agua. Guía operativa. Barcelona.

índice

El compromiso de SUEZ Spain _____	05
Contexto _____	06
Objetivos y destinatarios de la guía _____	07
Uso de la guía _____	08

Conceptos básicos

Biodiversidad y servicios que prestan los ecosistemas _____	11
La infraestructura verde _____	13

Estrategias globales

Políticas internacionales _____	17
Las empresas y la biodiversidad _____	20
Renaturalización de las ciudades _____	21

Oportunidades para la acción

Oportunidades para favorecer la biodiversidad en instalaciones del ciclo del agua _____	25
Procesos _____	30
Naturalización de instalaciones _____	48
Restauración ecológica _____	122
Buenas prácticas de gestión _____	146

Saber más

Glosario _____	223
Referencias bibliográficas citadas y otros documentos de interés _____	226
Acuerdos y normativas _____	228
Principales iniciativas sobre empresa y biodiversidad _____	230



el compromiso de SUEZ Spain

La excelencia, la innovación, la búsqueda y el cuidado del talento, así como el compromiso medioambiental y social, son los valores que presiden la principal actividad de SUEZ Spain.

Así pues, la apuesta por el desarrollo sostenible, como parte de nuestro modelo de negocio, surge de forma natural tras años de compromiso con la protección del medio ambiente y con la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, en el contexto actual de retos sociales y ambientales en el que nos encontramos. Dedicamos grandes esfuerzos a la reducción de la huella ambiental de las instalaciones que gestionamos mediante acciones dirigidas a minimizar el impacto del cambio climático y al ahorro de agua, así como a transformar los residuos generados en recursos y a la conservación de la biodiversidad, fines todos ellos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU.

“ Por ello, la conservación y la restauración de los ecosistemas ligados al ciclo del agua forma ya parte de nuestra gestión.

Todas las personas dependen de la naturaleza y de la biodiversidad para poder llevar una vida saludable y segura. Unos ecosistemas sanos (como los bosques, la vegetación de ribera, los humedales, etc.) nos permiten disfrutar de un agua de calidad y nos ayudan a regular episodios de lluvias abundantes, a proteger los entornos urbanizados ante inundaciones o a mantener unas reservas de agua adecuadas. Además, nuestra actividad depende directamente de los ecosistemas y de los servicios que estos nos proveen a lo largo de toda la regulación del ciclo del agua.

Nadie duda de que la gestión del ciclo integral del agua es intrínsecamente positiva para el medio ambiente (tratamiento de aguas residuales, conservación de los recursos o ahorro energético, entre otras actividades). Pero, además, estamos aportando valor más allá de lo estrictamente contractual, colaborando para la mejora del entorno natural local.

El compromiso de conservación de la biodiversidad debe incluirse en la gestión de las instalaciones del ciclo integral del agua, especialmente en aquellas que están ubicadas cerca de zonas sensibles (zonas protegidas o con presencia de especies amenazadas).

“ Esta guía pretende ser una herramienta para todos los colaboradores de SUEZ Spain; su propósito es capacitarlos para plantear actuaciones dirigidas a la conservación de la biodiversidad.

A través de una estructura de fichas se expone, de forma sintética y clara, la metodología y los aspectos clave que se deben conocer para abordar un plan de actuación, desde su concepción hasta su ejecución y monitorización.

El objetivo de esta guía es imbricar la sostenibilidad en nuestro esquema de gestión y contribuir al conocimiento del medio ambiente y su evolución en aquellas zonas donde podemos influir en una evolución positiva con el desarrollo de nuestras actividades. Todo ello siempre será posible gracias a la implicación de los colaboradores de la compañía y su compromiso activo con la sostenibilidad.



contexto

El capital natural, integrado por todos los recursos naturales de la Tierra, constituye la base sobre la que se sostiene el desarrollo de las sociedades y el bienestar de las personas. Aire y agua de calidad, suelos fértiles o ecosistemas multifuncionales, capaces de producir los alimentos y materias que requerimos, son indispensables para garantizar la existencia humana.

La biodiversidad o diversidad de formas de vida que habitan la Tierra constituye uno de los activos básicos de nuestro capital natural. La conservación de los ecosistemas y la restauración de aquellos que estén deteriorados o hayan perdido valor se erigen como un imperativo para seguir manteniendo nuestra calidad de vida y para afrontar el desafío que supone la adaptación al cambio global que afronta el planeta.

Estas acciones no solo incumben a los gobiernos, sino a todas las organizaciones. El sector de los negocios tiene un papel estratégico en este sentido, y empresas de todo el mundo están apostando por el desarrollo de estrategias y planes de acción para la biodiversidad.

Muchas de ellas se agrupan en torno a plataformas que reúnen a las empresas más comprometidas y que les permiten compartir experiencias y buenas prácticas que no solo redundan en beneficio de la naturaleza y las personas, sino que, además, les otorgan ventajas competitivas y las alinean con las iniciativas internacionales para mejorar las condiciones de vida en el planeta.

“ **El acuerdo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21, París, 2015) destaca la importancia de proteger la biodiversidad e insta a emprender acciones para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas como vía para contribuir al desarrollo sostenible y para proteger a las personas y los medios de vida.** ”



objetivos y destinatarios de la guía

La finalidad de esta guía es fomentar el desarrollo de iniciativas que favorezcan la conservación y la restauración de la biodiversidad en instalaciones del ciclo del agua y su entorno. Estas se componen de estaciones de depuración, de potabilización y otras infraestructuras vinculadas al ciclo del agua, como depósitos o captaciones, que pueden situarse en entornos periurbanos, pero con frecuencia se ubican en las proximidades de entornos naturales con alto interés para la conservación de la biodiversidad.

Concretamente, la guía tiene los siguientes objetivos:

Orientar la toma de decisiones para el desarrollo de actuaciones en pro de la biodiversidad, aportando criterios para identificar las iniciativas que supongan mayor valor, tanto para la naturaleza como para el bienestar de las personas.

- Proporcionar una metodología de proceso para la elaboración de autoevaluaciones de las instalaciones y para diseñar los planes de acción, proyectos y seguimientos que permitan evaluar los progresos alcanzados.
- Aportar información técnica concisa sobre acciones concretas para favorecer la biodiversidad tanto en el interior de las instalaciones como en su entorno y que pueda ser fácilmente adaptable a las condiciones particulares de cada lugar.
- Aportar información y recursos complementarios que permitan desarrollar de un modo más ágil las actuaciones.

El documento está destinado, particularmente, a personal técnico de empresas responsables de la gestión de instalaciones relacionadas con el ciclo del agua. Se trata básicamente de personas que tienen a su cargo la dirección de operaciones y de zonas, así como responsables de instalaciones.

uso de la guía

contenido general

La guía consta de secciones consultables de manera independiente que aportan información útil para todo el desarrollo del proceso, desde definiciones básicas hasta detalles concretos para el desarrollo de una acción, además del acceso a la bibliografía y a páginas web especializadas.

- **Conceptos básicos.** Introduce el contexto general y el significado de los principales conceptos, como los de capital natural, biodiversidad, servicios ecosistémicos, infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza.
- **Estrategias globales** para conservar la biodiversidad. Ofrece información sobre los principales acuerdos internacionales y las iniciativas en el contexto de las empresas y la biodiversidad.
- **Oportunidades para la acción.** Desarrolla una visión general de la diversidad de acciones que pueden emprenderse en el interior de las instalaciones del ciclo del agua y su entorno, así como los servicios ecosistémicos que aporta cada acción. Para planificar el proceso de desarrollo de un plan de acción para la biodiversidad o elegir las acciones concretas más adecuadas a cada situación se pueden consultar las fichas de actuaciones.
- **Para saber más.** Permite acceder al glosario para la consulta rápida de la definición de términos que aparecen en la guía y obtener acceso a referencias bibliográficas y páginas web especializadas.

fichas de actuaciones

Las fichas se distribuyen en cinco ámbitos temáticos y cada una de ellas puede descargarse en formato PDF y utilizarse como orientación para el desarrollo de una acción concreta.

procesos y metodología

Orientaciones para elaborar el diagnóstico inicial, planificar el proceso, tutelarlos (seguimiento y evaluación), dotar de formación básica a técnicos y operarios de plantas, y fomentar la cooperación y la colaboración de voluntariado ambiental.

- 1.1** Evaluación inicial y diseño del plan de acción para la biodiversidad.
- 1.2** Monitorización de la biodiversidad y del desarrollo del plan de acción.
- 1.3** Formación, comunicación y educación ambiental.

naturalización de instalaciones

Actuaciones que permiten incorporar elementos naturales en el interior de las instalaciones, ofrecer refugios o crear hábitats para favorecer la presencia de flora y fauna silvestres, aplicar soluciones basadas en la naturaleza para el drenaje o la retención de agua o, incluso, naturalizar los propios sistemas de depuración.

- 2.1** Cubiertas verdes.
- 2.2** Muros verdes.
- 2.3** Sistemas de drenaje naturalizado.
- 2.4** Adaptación de cerramientos y pantallas.
- 2.5** Reducción de emisiones de luz.
- 2.6** Creación de hábitats y refugios para la fauna.
- 2.7** Naturalización de estanques y fuentes ornamentales.
- 2.8** Actuaciones para favorecer insectos polinizadores.
- 2.9** Naturalización de sistemas extensivos de depuración.
- 2.10** Adaptación de vados para favorecer la conectividad fluvial.
- 2.11** Escolleras que favorecen la biodiversidad.

restauración ecológica

Actuaciones positivas que pueden desarrollarse en el entorno de la instalación. Se trata, básicamente, de favorecer la recuperación de especies y la restauración de ecosistemas degradados, principalmente los relacionados con el agua (humedales, cursos fluviales, etc.).

- 3.1** Restauración y creación de charcas y humedales.
- 3.2** Restauración de riberas.
- 3.3** Creación de hábitats acuáticos de transición entre depuradoras y ríos.
- 3.4** Recuperación de llanuras de inundación fluviales.
- 3.5** Restauración de ecosistemas marinos y del litoral (próximamente).

buenas prácticas de gestión

Técnicas que se aplican en el mantenimiento de la propia instalación y que permiten reducir sus impactos sobre elementos de la biodiversidad, así como favorecer entornos de trabajo más naturales, saludables y confortables que, además, acojan fauna y flora silvestres.

- 4.1** Planificación del mantenimiento de zonas verdes.
- 4.2** Buenas prácticas de jardinería.
- 4.3** Eliminación de fitosanitarios - Control de plagas.
- 4.4** Podas, siegas y otras técnicas de control de la vegetación.
- 4.5** Detección y control de especies invasoras.
- 4.6** Gestión de zonas herbáceas
- 4.7** Eliminación de fitosanitarios - Gestión de la vegetación espontánea.



objetivos y beneficios

En ambientes urbanos o periurbanos, las cubiertas vegetales en tejados, terrazas o depósitos pueden albergar fauna y flora silvestre, y contribuir a la mejora de la conectividad ecológica ofreciendo rutas de movilidad disponibles para animales visitantes, como insectos polinizadores, que pueden encontrar en estos ambientes plantas que les ofrecen nutrición y refugio.

Las cubiertas verdes generan beneficios de distinta índole:

- Incremento de la diversidad vegetal y animal, con la oferta de hábitats para insectos, reptiles o aves.
- Posibilidad de implantación de especies vegetales de interés para la conservación (autóctonas, amenazadas, etc.), a fin de compensar la pérdida de comunidades naturales en espacios ocupados por construcciones.

5 servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Las cubiertas verdes generan beneficios de distinta índole:

- Mejora del aislamiento térmico y acústico de la cubierta, con el consiguiente ahorro energético en el edificio.
- Incremento en la retención de agua en la cubierta del edificio y reducción de su velocidad de tránsito a través de la cubierta, lo que facilita el manejo del agua de lluvia.
- Prolongación de la vida útil de la impermeabilización gracias a la protección contra los rayos UV solares de la lámina impermeabilizante y la reducción de la temperatura a la que está sometida mediante la cubierta de vegetación.

Además, en entornos urbanos estas cubiertas pueden aumentar el bienestar de las personas ofreciendo una mejora estética de las edificaciones e incluso facilitando oportunidades para el descanso si se ubican en terrazas en las que se habiliten espacios accesibles para el ocio.

tipologías de cubiertas

Las tipologías básicas de cubiertas verdes son las siguientes:

- **Cubiertas verdes extensivas:** su función principal es ecológica y de preservación de la biodiversidad. Son relativamente ligeras y de poca altura (sustratos minerales de entre 8 y 10 cm de espesor, como mínimo). Las especies que se prevén para

suez

1. SECCIÓN A LA QUE PERTENECE.
2. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN.
3. FOTO QUE INDICA QUE LA ACTUACIÓN ES ADECUADA PARA REALIZAR EN EL ENTORNO O EN EL INTERIOR.
4. IDENTIFICACIÓN DE QUE LA ACTUACIÓN ES ADECUADA PARA REALIZAR EN EL ENTORNO O EN EL INTERIOR.
5. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A LOS QUE CONTRIBUYE LA ACTUACIÓN.

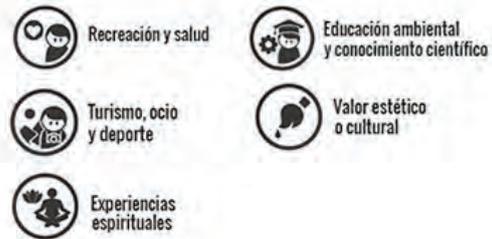
servicios de suministro



servicios de regulación



servicios culturales





DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD

Conceptos básicos



biodiversidad y servicios que prestan los ecosistemas

La biodiversidad, o diversidad biológica, es la variedad de organismos vivos del planeta, incluyendo todo tipo de especies —desde microorganismos hasta grandes vertebrados— y de ecosistemas, tanto terrestres como de agua dulce y marinos.

Se distinguen tres niveles de biodiversidad: la genética, la de especies y la de ecosistemas, y en su acepción más amplia, el concepto también incluye los procesos ecológicos y el entramado de interrelaciones que se establecen entre los organismos y su entorno.

El concepto biodiversidad no solo incluye a las especies silvestres; también la variedad de ganado y de plantas cultivadas (agrobiodiversidad) forman parte de la diversidad de formas de vida de la Tierra.



¿por qué invertir en conservación de la biodiversidad?

La biodiversidad es la base del funcionamiento de los ecosistemas y su conservación es esencial para mantener los servicios que estos prestan y que nos proporcionan salud, bienestar, alimentos, medicinas y otros recursos vitales de los que depende nuestra existencia.

Se distinguen tres tipos básicos de servicios ecosistémicos:

- **De aprovisionamiento:** productos directos que obtenemos de los ecosistemas.
- **De regulación:** beneficios indirectos obtenidos como resultado de la regulación del propio sistema.
- **Culturales:** beneficios inmateriales, que la naturaleza ofrece facilitando oportunidades de ocio, turísticas, de disfrute del paisaje o de experiencias artísticas o espirituales, entre otras.

Estos servicios se sustentan sobre un cuarto tipo, los servicios de soporte, que son necesarios para la producción del resto de servicios ecosistémicos.

Aunque la diversidad biológica es indispensable para la habitabilidad del planeta, hay evidencias de que en los últimos cincuenta años se ha producido una alarmante pérdida de la biodiversidad y de los servicios que nos presta. El deterioro de ecosistemas a consecuencia de la urbanización, la sobreexplotación de recursos naturales y otros factores de gran relevancia, como el cambio climático, están causando la desaparición o regresión de centenares de especies y hábitats, así como la degradación de la calidad de muchos ecosistemas.

“ La actual tasa de extinción de especies es mil veces superior a la tasa natural. ”

Las cifras nos aportan una idea de la magnitud del conflicto. A escala mundial, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha estimado que la actual tasa de extinción de especies es mil veces superior a la tasa natural, a causa de las presiones de la actividad humana sobre los ecosistemas, y más de diecisiete mil especies (sobre el total de casi cincuenta mil descritas en el planeta) están amenazadas de extinción.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, que analiza el estado y las tendencias de los servicios de los ecosistemas y su contribución al bienestar de las personas, estimó que el 60% de los servicios que prestan los ecosistemas se están degradando. La Agencia Europea de Medio Ambiente establece también que el 83% de los hábitats y el 60% de las especies animales y vegetales no presentan buen estado de conservación.

En los ecosistemas vinculados al agua, como ríos, estuarios o humedales, así como en prados y pastizales, es donde más han empeorado el estado de conservación, con un alto porcentaje de especies y hábitats cuyo estado se ha calificado como desfavorable. Incluso aves comunes han disminuido sus poblaciones alrededor del 45% en las últimas dos décadas, a causa de factores como la intensificación agrícola o el uso de pesticidas.

“ Los ecosistemas vinculados al agua son de los que más han empeorado su estado de conservación. ”

La pérdida de biodiversidad tiene, además, un notable impacto económico. Por ejemplo, el valor de la polinización por insectos en el mundo se estima que se sitúa en torno a los 150 billones de euros anuales, lo que supone el 9,5% del valor total de la producción agrícola destinada a consumo humano. Solo en España, el valor de la polinización para estos cultivos fue de más de 2.400 millones de euros en el 2011.

El estudio La economía de los ecosistemas y la biodiversidad, auspiciado por la Comisión Europea, aporta datos más globales y estima que en el 2050 el coste de la pérdida de servicios ambientales derivados de la desaparición de biodiversidad ascenderá a 14 trillones de euros, el 7% del PIB mundial.

“ Detener la pérdida de biodiversidad es imperativo, no solo en beneficio de la naturaleza, sino para mantener el bienestar de las personas y el desarrollo económico y social. ”

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS BENEFICIOS QUE APORTAN LOS ECOSISTEMAS



SERVICIOS DE SOPORTE

Incluyen la formación de suelos fértiles, la producción primaria, el ciclo de los nutrientes, la creación de hábitats y la conectividad ecológica, entre otros procesos.

▲ Servicios que prestan los ecosistemas. Fuente: adaptado de Ecosystems and Human Well-being. Synthesis (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).





la infraestructura verde

La **infraestructura verde** es la red de espacios terrestres y acuáticos interconectados entre sí que sustenta la biodiversidad, favorece la resiliencia de los ecosistemas y potencia los servicios ecosistémicos.

Según la definición que la Comisión Europea facilitó en el 2013, esta red debe ser estratégicamente planificada, diseñada y gestionada de manera que ofrezca el más amplio número de servicios ecosistémicos. Se trata de un sistema multifuncional, por lo que un elemento será tanto más valioso cuantas más funciones ejerza (véase el apartado "**Biodiversidad y servicios de los ecosistemas**"). Un bosque que, además de albergar gran número de especies silvestres, es productivo (madera, biomasa, setas, etc.); ofrece lugares para la educación ambiental y para pasear, meditar o hacer deporte, y contribuye a la regulación climática (secuestro de carbono, entre otros efectos) es un magnífico ejemplo de infraestructura verde.

“ Detener la pérdida de biodiversidad es imperativo, tener la pérdida de biodiversidad es imperativo, no solo en beneficio de la naturaleza, sino para mantener el bienestar de las personas y el desarrollo económico y social.

También lo es una zona agrícola que incluye hábitats y refugios para la fauna, donde no se utilizan productos tóxicos para el control de plagas y que ofrece oportunidades para la conservación de insectos polinizadores (estos, a su vez, contribuirán a aumentar la productividad de los cultivos).

La infraestructura verde se denomina también **red verde y azul**, puesto que incluye tanto elementos terrestres (verdes) como otros vinculados a aguas continentales o marinas (azules). Esta se contrapone a la infraestructura gris, es decir, las edificaciones e infraestructuras de todo tipo (de transporte, energéticas, etc.) diseñadas con una única función, construidas con hormigón, asfalto, acero y otros materiales, y que son más inhóspitas para la flora y la fauna silvestres e, incluso, constituyen barreras para su dispersión.

Las actuaciones destinadas a reforzar la infraestructura verde contribuyen a:

- Evitar la extinción de especies y favorecer su conservación a largo plazo.
- Permitir los flujos de semillas de plantas y el desplazamiento de animales incluso a través de medios urbanizados y de infraestructuras.
- Mantener ecosistemas en buen estado, capaces de persistir y de seguir prestando sus servicios a la sociedad.
- Reducir los costes por la prestación de servicios ecosistémicos (agua pura, aire limpio, suelos fértiles, polinización, etc.) que solo podrían suplirse con costosas soluciones tecnológicas.

La infraestructura verde provee múltiples beneficios, no solo para la biodiversidad, sino que puede favorecer la producción de materiales y las actividades recreativas, facilitar el secuestro de carbono o aumentar la capacidad de amortiguar el efecto de catástrofes naturales, entre otros.

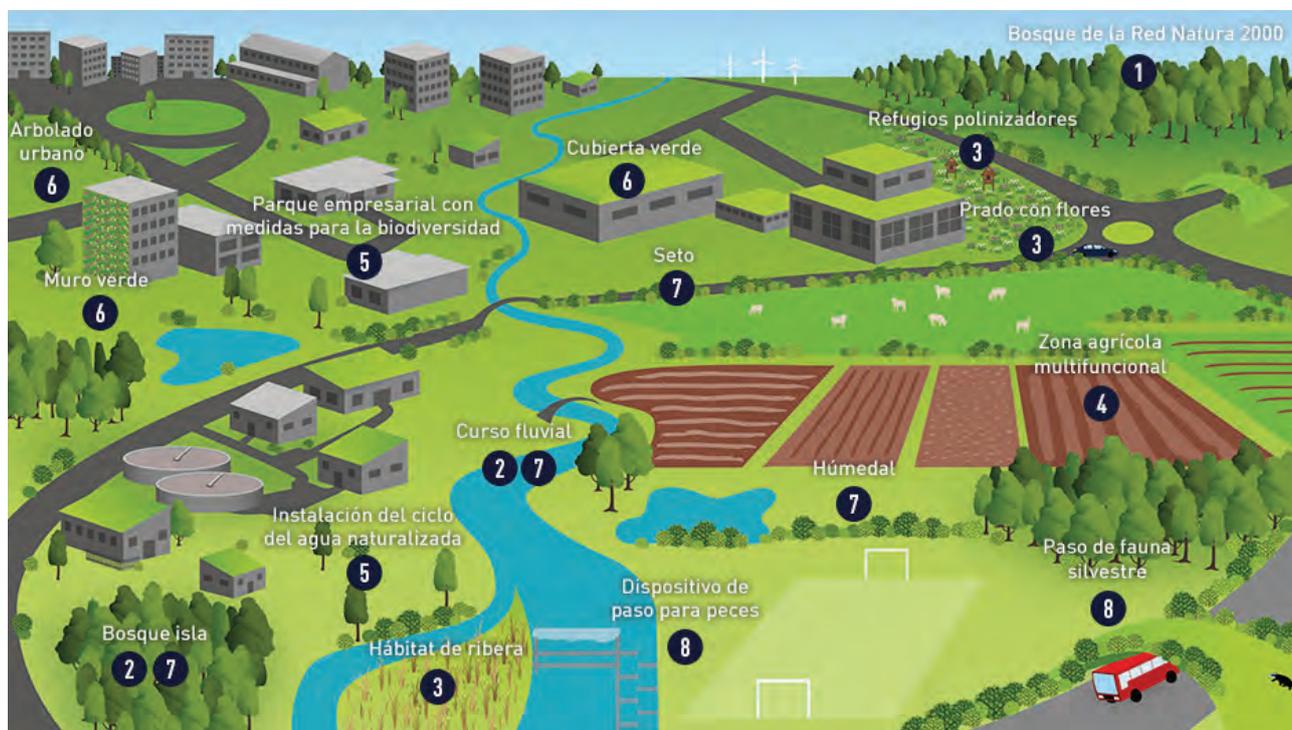
Frente a soluciones tradicionales basadas en infraestructura gris, la infraestructura verde ofrece soluciones basadas en la naturaleza que suponen una nueva forma de afrontar la gestión de riesgos asociada a catástrofes naturales (Nature-based solutions, EEA, 2014). Así, la creación de lagunas naturales de inundación que permitan absorber, en lugares concretos, las aguas de ríos en casos de desbordamiento puede suponer una solución mucho más sostenible, tanto en el ámbito ecológico como en el económico, que la construcción de grandes diques de hormigón, que a duras penas serán capaces de reducir la vulnerabilidad de las comunidades locales frente a grandes inundaciones en el escenario de episodios climáticos extremos a los que nos enfrentamos.

La conservación de los espacios y elementos que integran la red verde y, en particular, de los grandes espacios naturales y los corredores ecológicos que permiten los flujos biológicos potencia el conjunto de la red. Y al contrario, si se degradan los elementos que integran la infraestructura verde, el sistema entero se debilita. Por ello, la restauración ecológica que permite recuperar la calidad de los hábitats deteriorados y de especies en mal estado de conservación es fundamental para fortalecer nuestra red verde y azul, y potenciar los servicios que nos prestan los ecosistemas.

“ Frente a soluciones tradicionales basadas en infraestructura gris, la infraestructura verde ofrece soluciones basadas en la naturaleza que suponen una nueva forma de afrontar la gestión de riesgos asociada a catástrofes naturales (Nature-based solutions, EEA, 2014).

elementos que integran la infraestructura verde

La infraestructura verde integra elementos muy diversos, desde grandes espacios naturales protegidos con gran riqueza de especies hasta espacios agrícolas o urbanos gestionados para favorecer la vida silvestre. En la figura que se presenta a continuación se indican algunos ejemplos de la infraestructura verde en un territorio en mosaico con alta diversidad de usos:



▲ Elementos de la infraestructura verde en un paisaje en mosaico. Adaptado de: Construir una infraestructura verde para Europa (Comisión Europea, 2014).

1. Espacios naturales protegidos de alto valor para la biodiversidad que actúan como núcleos de la red; p. ej., un espacio forestal incluido en la Red Natura 2000.

2. Ecosistemas en buen estado de conservación fuera de las áreas protegidas; p. ej., un curso fluvial o un bosque isla.

3. Hábitats restaurados; p. ej., un prado con flores silvestres y refugios para insectos polinizadores o un hábitat de ribera.

4. Zonas de amortiguamiento alrededor de áreas con uso intensivo, gestionadas de forma sostenible para favorecer biodiversidad; p. ej., una zona agrícola multifuncional.

5. Zonas urbanizadas donde coexisten usos residenciales, industriales o de servicios con elementos que favorecen

la biodiversidad; p. ej., una instalación del ciclo del agua naturalizada o un parque empresarial con medidas para la biodiversidad.

6. Elementos verdes urbanos que, gracias a un diseño y a una gestión adecuados, albergan fauna y flora silvestres; p. ej., muros y cubiertas verdes en edificaciones o arbolado urbano.

7. Hábitats que facilitan corredores ecológicos lineales para la dispersión de organismos o puntos de descanso para fauna silvestre; p. ej., un seto, un humedal o un curso fluvial.

8. Estructuras de permeabilidad que mitigan el efecto barrera de las vías de transporte o de las presas en ríos; p. ej., un paso para la fauna o un dispositivo de paso de peces.



DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD

Estratégias globales



políticas internacionales

En las últimas décadas, gobiernos y organizaciones de todo tipo están desarrollando políticas para apoyar la biodiversidad y detener la amenaza que su pérdida supone para el planeta.

El punto de partida y principal instrumento internacional para conservar la biodiversidad es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (véase más información en el apartado "Referencias") establecido en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo que tuvo lugar en Brasil en 1992. Actualmente, 193 países han suscrito el convenio, que tiene un triple objetivo:

- la conservación de la diversidad biológica,
- la utilización sostenible de sus componentes, y
- la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

En la décima Conferencia de las Partes (COP10), celebrada en el año 2010, se adoptó el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, que integra las 20 Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, cuyo fin es alcanzar los siguientes objetivos estratégicos:

- A.** Abordar las causas subyacentes de la pérdida de la diversidad biológica mediante la incorporación de la diversidad biológica en todo el gobierno y la sociedad.
- B.** Reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible.
- C.** Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.
- D.** Aumentar los beneficios de los servicios de la diversidad biológica y los ecosistemas para todos.
- E.** Mejorar la aplicación a través de la planificación participativa, la gestión de los conocimientos y la creación de capacidad.



Entre las Metas de Aichi se destacan las siguientes por su relación con los objetivos de esta guía. Asimismo, estas metas seleccionadas reflejan los compromisos adquiridos por las administraciones, que conllevan el creciente interés por la conservación de la biodiversidad:

Meta 2

Para el 2020, a más tardar, los valores de la diversidad biológica se habrán integrado en las estrategias y en los procesos de planificación de desarrollo y de reducción de la pobreza nacionales y locales, y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.

Meta 4

Como máximo para el 2020, los gobiernos, las empresas y los interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo, y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos nacionales dentro de límites ecológicos seguros.

Meta 14

Para el año 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos los servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar. Para ello se habrán tenido en cuenta las necesidades de las mujeres, de las comunidades indígenas y locales, así como de las personas pobres y vulnerables.

Meta 15

Para el 2020, se habrá incrementado la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de, por lo menos, el 15 % de los ecosistemas degradados. Esto permitirá contribuir a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.



Las empresas despiertan una creciente atención en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Por ello, se han tomado distintas decisiones de las conferencias de las partes en este sentido y se han llevado a cabo diferentes programas de trabajo referidos explícitamente a los negocios. Asimismo, la creación de la Plataforma mundial del sector empresarial y la diversidad biológica responde a este interés (véase más información en el apartado “Referencias”).

“ La Unión Europea ha establecido el objetivo de mejorar los ecosistemas y servicios ecosistémicos no más tarde del 2020, mediante la creación de infraestructura verde y la restauración de, al menos, el 15 % de los ecosistemas degradados. ”

Cada país, de acuerdo con estas estrategias mundiales, prepara sus propias estrategias y planes para la biodiversidad. Así, por ejemplo, la Unión Europea acordó en el 2011 la Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020, que contempla objetivos alineados con las Metas de Aichi, entre los que destaca el de mantener y mejorar los ecosistemas y los servicios que estos prestan, mediante la creación de infraestructura verde y la restauración de, al menos, el 15 % de los ecosistemas degradados.

Por otra parte, la biodiversidad también cobra un papel relevante en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En la última Conferencia de las Partes (COP21) de París, en el 2015, se trató de cómo contribuye la biodiversidad a la consecución de los objetivos del programa, del papel que tienen los bosques como sumidero de carbono y de la importancia de mantener la buena salud de los ecosistemas para mitigar las catástrofes naturales, que se harán más recurrentes con el cambio climático. De todo ello surgió, también, el mandato de emprender acciones para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas con el fin de contribuir al desarrollo sostenible y proteger a las personas y sus medios de vida.





Las empresas y la biodiversidad

Las empresas tienen un papel fundamental en la conservación del capital natural, y muchos negocios sustentan su actividad sobre este activo, como es el caso de las relacionadas con el ciclo del agua. Evaluar el interés de la biodiversidad en el entorno en que se ubica cada instalación, así como diseñar actuaciones para reducir sus impactos negativos y para contribuir de forma positiva y significativa a la restauración ecológica de su entorno, no solo aumenta el compromiso de la empresa con la conservación de la naturaleza, sino que también estrecha sus vínculos con las comunidades locales.

“Aplicar estrategias corporativas y planes de acción destinados a potenciar la biodiversidad y la infraestructura verde reduce los riesgos de las empresas, aumenta su reputación, fortalece su responsabilidad social corporativa y favorece su competitividad.”

Estos retos no pueden ser abordados en solitario y las empresas deberán cooperar con administraciones locales y ambientales, además de organizaciones con las que compartan objetivos. Todo ello supone una oportunidad para aumentar el reconocimiento y el prestigio de la empresa ante la sociedad. La conservación de la biodiversidad también puede rendir sus frutos en la cuenta final de resultados.

El informe TEEB for Business, que es parte del estudio La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (The Economics of Ecosystems & Biodiversity, TEEB), apoyado entre otros por la Comisión Europea, ofrece un extenso análisis sobre los aspectos relacionados con la empresa y la biodiversidad. En él se destaca que ya en el 2009 más de un tercio de los líderes empresariales (de 1.200 empresas de todo el mundo) manifestaron su preocupación por el impacto de la pérdida de biodiversidad en las perspectivas de crecimiento de sus negocios.

También los consumidores han aumentado su grado de exigencia con respecto a la actitud de las empresas en relación con el medio ambiente, requiriendo una mayor responsabilidad en la conservación de la naturaleza. El Barómetro de Biodiversidad 2011 de la Union for Ethical BioTrade (UEBT) reveló que un alto porcentaje de consumidores (84 %) están dispuestos a dejar de comprar productos de compañías que no respetan prácticas éticas en materia de diversidad biológica en la adquisición de sus insumos.

El reconocimiento de la relevancia de los negocios para la conservación de la biodiversidad se ha visto acompañado por un creciente movimiento de empresas comprometidas que integran la conservación de la naturaleza en sus estrategias de desarrollo. Paralelamente, se han creado numerosas plataformas para dar apoyo a los negocios, facilitar herramientas y favorecer la cooperación. A continuación se indican algunas de las más relevantes:

PLATAFORMA MUNDIAL DEL SECTOR EMPRESARIAL Y LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

<https://www.cbd.int/business/>

CAMPAÑA UN GLOBAL COMPACT, NACIONES UNIDAS

<https://www.unglobalcompact.org/>

PLATAFORMA EU BUSINESS@BIODIVERSITY, COMISIÓN EUROPEA

http://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/index_en.htm

CAMPAÑA EUROPEA EMPRESAS Y BIODIVERSIDAD (EBBC, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), PROMOVIDA POR LA FUNDACIÓN GLOBAL NATURE (GLOBAL NATURE FUND, GNF - INTERNATIONAL FOUNDATION FOR ENVIRONMENT AND NATURE)

<http://www.business-biodiversity.eu/>

INICIATIVA ESPAÑOLA EMPRESA Y BIODIVERSIDAD, FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD, MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

<http://fundacion-biodiversidad.es/economia-y-empleo-verde/proyectos-propios/iniciativa-espanola-empresa-y-biodiversidad>



renaturalización de las ciudades

La población mundial crece y se concentra, progresivamente, en las ciudades. Según las Naciones Unidas, desde el 2008 más del 50% de la población mundial, es decir, unos 3.300 millones de habitantes, vive en espacios urbanos.

El sistema urbano ha pasado a considerarse, cada vez más, un ecosistema que alberga una biodiversidad; esto ha favorecido el desarrollo de la disciplina de la ecología urbana. Se ha demostrado que tanto el verde urbano como la biodiversidad cumplen unas funciones ambientales y sociales que son básicas para la calidad de vida y el bienestar de las personas.

“ Aplicar soluciones basadas en la naturaleza permite renaturalizar los espacios urbanizados y las infraestructuras, con el fin de que sean más sostenibles, resilientes, verdes y saludables. ”

Actualmente, y cada vez en mayor medida, las ciudades y comunidades urbanas tienen que hacer frente a los desafíos relacionados con la mala calidad del aire, el efecto de isla de calor, el aumento de los riesgos de inundación, el incremento de la frecuencia o la intensidad de eventos extremos (inundaciones, sequías, tormentas, olas de calor, etc.), sitios industriales abandonados, la disfunción de las zonas urbanas, el aumento de la criminalidad, la exclusión social, las desigualdades, la marginación, la pobreza y los entornos urbanos degradados. Estos desafíos tienen serios impactos sobre la salud humana, la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de los ciudadanos, sobre todo entre las clases sociales menos favorecidas.

El verde urbano o, lo que es lo mismo, la renaturalización de las ciudades, así como el uso de soluciones basadas en la naturaleza, se plantean como la estrategia para la regeneración urbana que mejora la resiliencia social, cultural y económica de la ciudad. Esta estrategia pretende dar respuesta a dos retos clave que afrontarán las ciudades en los próximos años: la adaptación al cambio climático y la mitigación de este (en particular, en lo que respecta a las inundaciones y el estrés por calor), así como la gestión sostenible de los recursos hídricos.



▲ Parque inundable de La Marjal. Solución basada en la naturaleza para la retención de aguas de tormenta. Aguas de Alicante.

La planificación urbanística de las ciudades utilizando soluciones basadas en la naturaleza puede mejorar la inclusión, la igualdad y la habitabilidad en las ciudades, regenerar barrios desfavorecidos, mejorar la salud mental y física y la calidad de vida de los ciudadanos, reducir la violencia urbana y disminuir las tensiones sociales a través de una mayor cohesión social, en particular para los grupos más vulnerables (por ejemplo, niños, ancianos y personas de bajo nivel socioeconómico).

Un óptimo diseño de esta infraestructura verde, en un trabajo conjunto de urbanistas, ingenieros, paisajistas, sociólogos y expertos en biodiversidad, permite recuperar vegetación y fauna de interés, sin atraer animales que puedan ocasionar conflictos para la conservación del hábitat urbano ni para las personas.

Los propios edificios, así como sus tejados, paredes, terrazas, patios interiores o aparcamientos, pueden ser un soporte en el que implantar infraestructura verde que cumpla, además, una función reguladora de las aguas pluviales. Incluso fuentes y estanques ornamentales, adecuadamente gestionados, constituirán un hábitat para algunas fases del ciclo vital de insectos como libélulas o de vertebrados como anfibios, que muestran un importante declive en todo el mundo y que pueden beneficiarse de actuaciones en favor de la biodiversidad.



**DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD**

Oportunidades para la acción



oportunidades para favorecer la biodiversidad en instalaciones del ciclo del agua

¿qué acciones se pueden impulsar para favorecer la biodiversidad?

En general, entre las acciones para favorecer la biodiversidad y la infraestructura verde que pueden desarrollar las empresas destacan las destinadas a los siguientes objetivos:

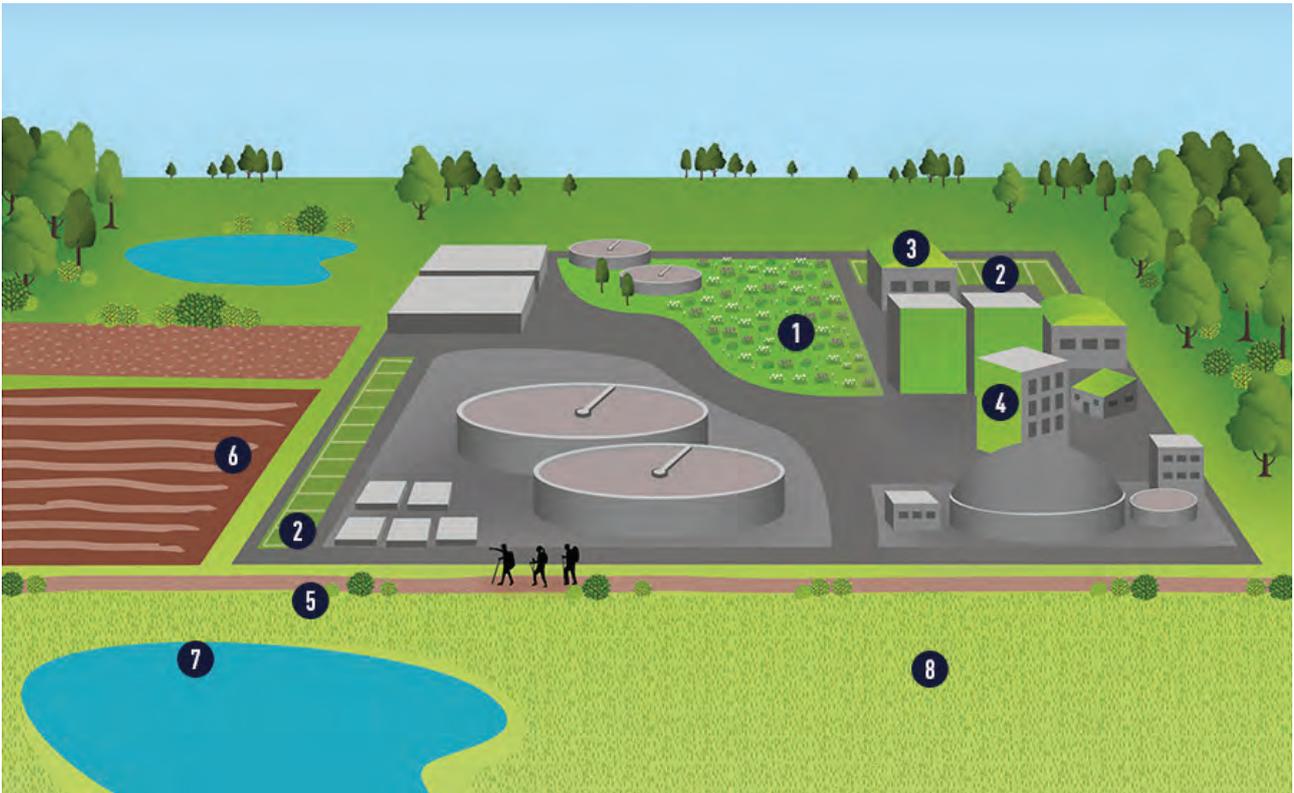
- Reducir los impactos negativos de las actividades sobre la biodiversidad: prevenirlos, mitigarlos en la medida de lo posible y, si se generan impactos residuales, compensarlos.
- Naturalizar las instalaciones ofreciendo hábitats de interés para especies silvestres.
- Contribuir a la restauración ecológica de ecosistemas deteriorados.

- Apoyar la recuperación de especies amenazadas o en declive.
- Facilitar espacios para el desarrollo de actividades lúdicas o pedagógicas en contacto con la naturaleza.

Numerosas instalaciones del ciclo del agua (plantas depuradoras, potabilizadoras, captaciones, etc.) facilitan espacios idóneos con múltiples oportunidades para desarrollar actuaciones, tanto en los espacios del interior de la instalación como en su entorno.

En el conjunto de fichas que se incluyen en esta guía se aporta un banco de ideas, que facilita orientaciones técnicas para desarrollar distintas iniciativas en instalaciones del ciclo del agua.

La figura inferior muestra un ejemplo para un entorno rural, que incluye distintos elementos.



▲ Modelo de instalación de depuración de agua que apoya la biodiversidad en su interior y en el entorno.

Para la naturalización del interior de la instalación:

1. ESPACIOS AJARDINADOS: con especies autóctonas y abundante flora para los polinizadores, se aplican en ellos técnicas de jardinería sostenible, se controlan las especies exóticas invasoras y se pueden instalar refugios para aves y otros animales.

2. PAVIMENTOS PERMEABLES: en las zonas de aparcamiento y otras superficies pavimentadas, permiten una mejor regulación del ciclo del agua.

3. CUBIERTAS VERDES y 4. MUROS VERDES: en los edificios de oficinas y otros, contribuyen a la regulación térmica de los edificios, crean hábitats para la biodiversidad y mejoran visualmente el entorno.

Para apoyar iniciativas en el entorno de la instalación:

5. ITINERARIOS NATURALES DIDÁCTICOS Y PARA EJERCICIO FÍSICO: tienen una función social educativa, fomentan el ocio, mejoran la salud de la población y contribuyen a su bienestar.

6. APOYO A HUERTOS ECOLÓGICOS: fomenta la mejora de la biodiversidad y la reducción de productos fitosanitarios o abonos nitrogenados. Presentan posibilidades de uso didáctico.

7. RESTAURACIÓN DE UN HUMEDAL: mejora la biodiversidad (hábitats y especies), el paisaje y las oportunidades educativas y de ocio.

8. RECUPERACIÓN DE HÁBITATS DE PASTIZAL

proceso de planificación

El desarrollo de iniciativas de apoyo a la biodiversidad y la infraestructura verde debe entenderse como un proceso que, adecuadamente planificado, permitirá desarrollar progresivamente las acciones para alcanzar los máximos beneficios con las mínimas inversiones.

A fin de valorar los beneficios aportados por las actuaciones, deben tenerse en cuenta los servicios ecosistémicos a los que estas contribuyen (véase el apartado "**Biodiversidad y servicios que prestan los ecosistemas**").

En algunos casos, las acciones podrán suponer un ahorro en los costes de mantenimiento. Para maximizar los beneficios es necesario partir de un buen diagnóstico inicial y diseñar un plan de acción para la biodiversidad adecuado, que permita establecer sólidas bases para el proceso. El documento del plan constituirá el punto de partida de un proceso que, en la medida de lo posible, debe permitir involucrar al personal de las instalaciones, cooperar con los agentes del territorio (en particular, con las administraciones locales) e impulsar una adecuada campaña de comunicación y de valorización social de las acciones.

Servicios ecosistémicos de iniciativas que se pueden llevar a cabo en instalaciones del ciclo integral del agua.



		Servicios ecosistémicos (beneficios para las personas)															
		Suministro				Regulación						Culturales					
		Agua	Alimentos	Materias primas	Recursos medicinales	Regulación del clima local y calidad del aire	Secuestro de carbono	Moderación de eventos extremos	Depuración del agua	Control de la erosión	Polinización	Control de especies invasoras	Recreación y salud	Educación ambiental y conocimiento científico	Valor estético o cultural	Experiencias espirituales	Turismo, ocio y deporte
Códigos	Fichas de actuaciones																
2.1	Cubiertas verdes					●		●		●	●			●	●		
2.2	Muros verdes					●		●		●	●			●	●		
2.3	Sistemas de drenaje naturalizado	●						●	●	●				●	●		
2.4	Adaptación de cerramientos y pantallas														●		
2.5	Reducción de emisiones de luz														●		
2.6	Creación de hábitats y refugios para la fauna										●			●	●		
2.7	Naturalización de estanques y fuentes ornamentales	●						●				●	●	●	●		
2.8	Actuaciones para favorecer insectos polinizadores		●		●						●		●	●	●		
2.9	Naturalización de sistemas extensivos de depuración	●				●	●		●						●	●	●
2.10	Adaptación de vados para favorecer la conectividad fluvial							●		●							
2.11	Escolleras que favorecen la biodiversidad							●		●							
3.1	Restauración y creación de charcas y humedales	●				●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
3.2	Restauración de riberas	●		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
3.3	Creación de hábitats acuáticos de transición entre depuradoras y ríos	●				●	●	●	●	●			●	●	●	●	●
3.4	Recuperación de llanuras de inundación fluviales	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●
4.1	Planificación del mantenimiento de zonas verdes																
4.2	Buenas prácticas de jardinería.	●										●					
4.3	Eliminación de fitosanitarios - Control de plagas	●									●						
4.4	Podas, siegas y otras técnicas de control de la vegetación											●					
4.5	Detección y control de especies invasoras											●					
4.6	Gestión de zonas herbáceas										●			●	●		
4.7	Eliminación de fitosanitarios - Gestión de la vegetación espontánea										●			●	●		

Oportunidades para la acción Procesos



evaluación inicial y diseño del plan de acción para la biodiversidad

objetivos y beneficios

La elaboración de un buen diagnóstico inicial y el diseño de un plan de acción permiten establecer sólidas bases para la aplicación de iniciativas en pro de la biodiversidad y la infraestructura verde en las instalaciones del ciclo del agua. Estas herramientas permitirán desarrollar el proceso con economía de recursos y con un óptimo balance entre la inversión realizada y los beneficios alcanzados.

La finalidad de la evaluación inicial es identificar los hábitats y especies de mayor interés de conservación en el territorio en el que se ubica la instalación, las potencialidades que ofrece dicha instalación para favorecerlos y las iniciativas de conservación que ya estén impulsando otros agentes locales (administraciones, centros de investigación, ONG u otras empresas). Sobre la base de todo ello se diseñará el plan de acción, que definirá iniciativas para favorecer la fauna y la flora

silvestres. Este plan no ocasionará alteraciones en la actividad y los procesos de trabajo, e incluso optimizará su funcionamiento o reducirá sus costes de mantenimiento, a través de la naturalización.

La cooperación con otros agentes del territorio para desarrollar iniciativas que ofrezcan servicios para las personas permitirá establecer mayores vínculos con las comunidades locales y creará oportunidades para la comunicación y valorización social de las acciones, así como para la educación y voluntariado ambiental.

descripción

Se trata de elaborar un documento guía que identifique acciones en pro de la biodiversidad que puedan llevarse a cabo progresivamente, a partir de los recursos disponibles en cada momento y de las oportunidades de cooperación con otros agentes.

El documento debe ser conciso, concreto y con un enfoque técnico riguroso, pero a la vez debe ser comprensible para técnicos no expertos en biodiversidad, ya que debe constituir una herramienta para el diálogo y la cooperación tanto interna como con los agentes del territorio. También debe ser, por ello, de ágil manejo, por lo que contará con el apoyo de tablas, esquemas y planos que permitan una síntesis visual y rápida del diagnóstico inicial y de las acciones propuestas.

Además de describir acciones y programarlas, también es importante que el documento defina indicadores de seguimiento que permitan visualizar los progresos y que sienten las bases para un proceso de mejora continua.

En general, el plan de acción debe partir de una evaluación inicial que permita dar respuesta a las siguientes preguntas:

- **¿Qué especies y hábitats** del entorno tienen mayor interés de conservación?

• **¿Qué acciones pueden desarrollarse en el interior de la instalación** para favorecer la biodiversidad, naturalizar sus espacios verdes y conseguir un entorno más saludable?

• **¿Qué acciones pueden desarrollarse en su ámbito de influencia** para contribuir a la recuperación de especies o a la restauración de ecosistemas degradados (en particular, los vinculados con el ciclo del agua)?

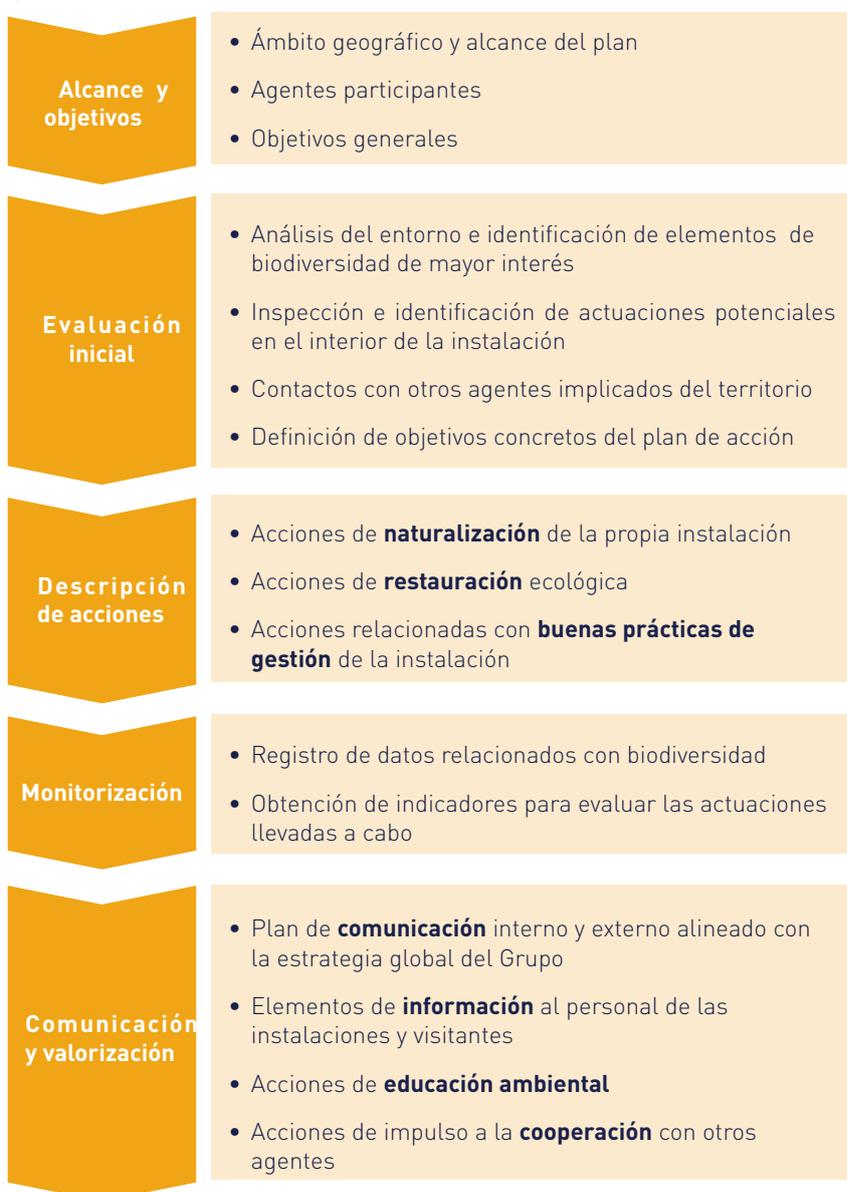
• **¿Qué iniciativas de conservación ya se están llevando a cabo** en el entorno?

• **¿Con quién es posible cooperar** y a qué agentes locales puede darse apoyo con el objetivo común de favorecer la biodiversidad y la infraestructura verde del territorio?

• **¿Qué acciones de comunicación y valorización social** pueden realizarse para dar a conocer las acciones a las personas del ámbito de influencia de la instalación y ofrecerles oportunidades de participar?

Las etapas básicas para definir el plan de acción para la biodiversidad se indican en el esquema de fases del proceso y se comentan con mayor detalle a continuación.

Fases del proceso de elaboración y desarrollo del plan de acción para la biodiversidad.



definición del alcance y objetivos

En esta etapa se realizarán los siguientes trabajos:

• Identificación del **ámbito geográfico** y del **alcance**, pudiendo referirse a una sola instalación o bien a un conjunto de instalaciones ubicadas en un determinado territorio y bajo la misma unidad de gestión. Este segundo caso permitirá optimizar los recursos destinados al diagnóstico inicial y, además, concebir un proceso en el que cada instalación

contribuya con alguna acción significativa en la medida de sus posibilidades.

• Identificación de los **participantes en la elaboración del plan**. Además de personal especializado en biodiversidad, es fundamental la implicación de los técnicos responsables de cada instalación, así como la de los operarios.

• Enunciación de **objetivos generales** que se pretendan alcanzar y que varían en función de cada caso. Los

objetivos concretos se definirán posteriormente, tras llevar a cabo la evaluación inicial de la instalación, cuando se conozcan con detalle las oportunidades que esta presenta.

evaluación inicial de la instalación y su entorno

El diagnóstico inicial identificará los elementos de interés para la biodiversidad y la infraestructura verde en el entorno de la instalación y en su inte-

rior. Esta etapa del proceso es fundamental para focalizar las acciones en los elementos de biodiversidad que requieren apoyo para su conservación o restauración y, además, para facilitar la captación de fondos que distintos organismos ponen a disposición para contribuir a este objetivo.

En primer lugar se realizará la **recopilación de datos relativos a la biodiversidad en el entorno** de la instalación para identificar los elementos que sean más relevantes en cuanto a la conservación, estén amparados por normativas (internacionales, estatales o locales) o tengan interés local (véase el anexo 1, "[Modelo de formulario para la elaboración de la evaluación inicial](#)"). Algunos de los aspectos más relevantes que deben tenerse en cuenta son la presencia de espacios naturales protegidos (ENP), de hábitats de interés comunitario (HIC) y de especies de fauna y flora incluidas en directivas europeas, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o en otros catálogos. También es importante identificar la proximidad de corredores ecológicos y otros ámbitos de interés para la infraestructura verde, así como proyectos de ámbito local para la conservación de la biodiversidad.

A continuación se llevará a cabo una **visita a las instalaciones y su entorno**. En la inspección de la instalación se revisarán elementos relevantes para las acciones en pro de la biodiversidad y se debatirán posibles ideas y propuestas con los técnicos responsables de la instalación; asimismo, se contactará con las aportaciones de su personal de mantenimiento. Entre otros, podrán revisarse los siguientes elementos:

- Espacios verdes o marginales, que no se requieran para el desarrollo de la actividad y sus procesos y que puedan ser objeto de naturalización.
- Edificaciones, viales y zonas de aparcamiento para identificar posibles acciones que permitan la naturalización de algún elemento (muro, cubierta, pavimento, etc.).

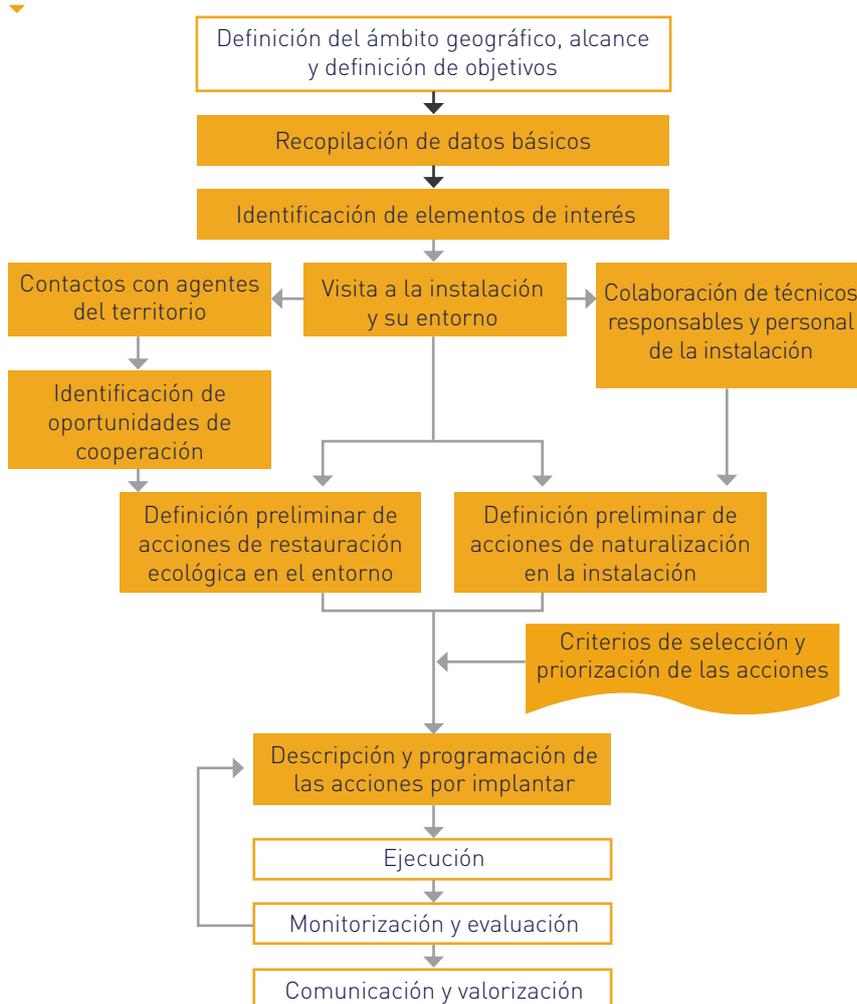
- Cerramientos, pantallas y sistemas de iluminación que puedan adaptarse para favorecer a la fauna.
- Sistemas de depuración naturalizados (lagunajes, filtros verdes u otros), si los hubiera.

En la visita se identificarán la flora de interés y la fauna que utiliza la infraestructura como lugar de refugio, nidificación o alimentación, los impactos negativos que pudiera causar la instalación (como atrapamiento o mortalidad accidental de fauna) y que pudieran reducirse tomando oportunas medidas, los conflictos generados por la presencia de fauna, las buenas prácticas de gestión de jardines, las fuentes ornamentales, etc.

También se llevarán a cabo en esta etapa los **contactos con los agentes del territorio** y la identificación de oportunidades de cooperación y **sinergias para el desarrollo de proyectos conjuntos**.

A partir del conjunto de información recopilada se elaborará una lista de acciones potenciales de llevar a cabo y objetivos concretos que se pretende conseguir con estas acciones; posteriormente, se evaluarán aplicando una lista de chequeo que establecerá los criterios para la selección y la priorización de acciones (véase el anexo 2, "[Criterios para la selección y la priorización de las acciones](#)"), cuya aplicación permitirá definir la relación final de acciones y sus objetivos.

Acciones por desarrollar durante la evaluación inicial de la instalación en el marco de la elaboración del plan de acción para la biodiversidad.



descripción de acciones por implantar

Una vez identificados los elementos que se han de favorecer y las potencialidades de la instalación, se procederá a la descripción de las acciones referidas a los siguientes ámbitos:

- **Naturalización** de la instalación (véanse ejemplos en las fichas 2.1 a 2.8).
- **Restauración ecológica:** recuperación de especies y hábitats (véanse ejemplos en las fichas 3.1 a 3.5).
- **Buenas prácticas de gestión** que optimicen el funcionamiento de la instalación reduciendo potenciales impactos sobre la naturaleza (véanse ejemplos en las fichas 4.1 a 4.4).

Se deberá verificar que las acciones no comporten ningún conflicto para el funcionamiento de la instalación ni efectos negativos de ningún tipo, y se priorizarán aquellas que tengan mayores beneficios para la biodiversidad y también para las personas.

En el anexo 2, "Criterios para la selección y la priorización de las acciones" se incluye una lista de chequeo para verificar que la acción cumple los requerimientos indispensables y para valorar su interés y en consecuencia, prioridad de ejecución.

Se deberá describir cada una de las acciones, indicar su localización geográfica y evaluar su coste. Asimismo, deberán incluirse los agentes implicados en su desarrollo y los indicadores de seguimiento que se aplicarán.

La programación de las iniciativas deberá plantearse para un periodo de entre dos y cuatro años (o coincidiendo con la duración del periodo de la concesión), a lo largo de los cuales se irá desarrollando progresivamente la naturalización de una instalación y su apoyo a la biodiversidad del territorio en el que se ubica (véase el modelo en la siguiente tabla).

Ejemplo de planificación de programación de acciones en pro de la biodiversidad en una instalación del ciclo del agua

Acciones	Prioridad	Año 1	Año 2	Año 3
Elaboración del plan de acción para la biodiversidad		X		
Naturalización de la instalación				
Eliminación de especies exóticas invasoras	1	X		X
Instalación de refugios para la fauna en jardines	2	X		
Creación de un jardín para mariposas	2		X	
Rehabilitación de un estanque o una fuente existente	1		X	
Adaptación del sistema de iluminación	1	X		
Restauración ecológica				
Colaboración en el desarrollo de un proyecto de restauración fluvial	2	X	X	
Colaboración en un proyecto de reintroducción de una especie amenazada	2		X	X
Actuaciones de comunicación y formación				
Instalación de paneles informativos y elaboración de materiales educativos	1	X	X	
Organización de actividades de participación ciudadana y cooperación	1	X	X	X
Formación de personal técnico y operarios	1	X		X

monitorización de la biodiversidad y evaluación del plan

Además de la obtención de indicadores para evaluar los resultados de cada una de las acciones llevadas a cabo, es interesante implantar sistemas de registro de la presencia de fauna en las instalaciones y realizar una evaluación periódica del avance del plan (véase la ficha 1.2).

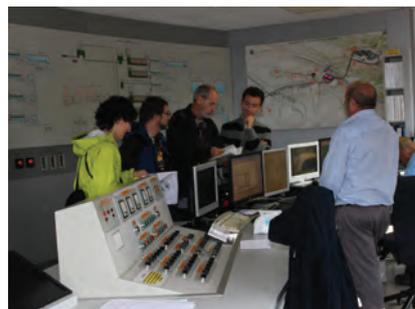
acciones de comunicación y valorización social

El plan debe contar con un adecuado apoyo de comunicación acorde con la estrategia para favorecer la biodiversidad desarrollada por la Dirección de Desarrollo Sostenible de SUEZ Spain.

Se tratará de valorizar al máximo las acciones para favorecer la educación ambiental y la aproximación a la naturaleza, de cooperación, de desarrollo de I+D+i, etc. (véase la ficha 1.3).

Además, será interesante llevar a cabo programas de formación de técnicos y operarios de las instalaciones a fin de capacitarlos para la ejecución de las acciones y el registro de todos los aspectos relacionados con la biodiversidad.

Visitas para la evaluación inicial de las instalaciones y su entorno



periodo de ejecución

► El plan debe elaborarse al inicio del proceso y actualizarse cuando haya cambios relevantes en la instalación que lo justifiquen, o bien cada dos años.

costes orientativos

► La asistencia técnica de personal especializado puede tener costes de entre 3.000 y 18.000 € en función de cuál sea el alcance del plan y el grado de concreción de las actuaciones.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- Una adecuada planificación es la clave para identificar acciones relevantes que, con el mínimo esfuerzo, permitan conseguir el mayor beneficio para la biodiversidad y para las personas.
- La colaboración del personal de las instalaciones es indispensable para garantizar que las actuaciones se adaptan a los requisitos concretos de cada una de ellas.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Diagnóstico y plan de acción elaborados.

referencias y fuentes de información

- VÉANSE REFERENCIAS GENERALES EN EL APARTADO 8, "REFERENCIAS".

REFERENCIAS DEL GRUPO:

Evaluación inicial de biodiversidad realizada en las instalaciones de EMASAGRA, 2015.

Evaluación inicial de biodiversidad realizada en las EDAR de Menorca, 2015.

Mejora ofertada en plica de gestión de la EDAR de Pego, 2015.

Persona de contacto: Clara Rovira, responsable de Biodiversidad, SUEZ Water Spain, crovira@agbar.es.

anexo 1

Fecha de visita a la instalación:	
Interlocutor en la instalación:	
1. Datos básicos	
Nombre instalación:	
Tipología:	
Código:	
Empresa gestora:	
Coordenadas geográficas: longitud y latitud (WGS84):	
Provincia:	
Municipio:	
Cuenca hidrográfica:	
EDAR	
Captación del afluente de agua:	
Destino del efluente de agua:	
Población servida/ habitantes equivalentes:	
Municipios a los que da servicio:	
Caudal tratado anual:	
Tipo de proceso:	
Eliminación de nutrientes:	
Tipo de tratamiento terciario:	
Destino del caudal reutilizado:	
Destino de fangos:	
ETAP	
Origen del agua captada:	
Origen del efluente:	
Rechazos:	
Caudal medio diario de entrada (m3/día) y rendimiento (%):	
Recarga de acuíferos subterráneos:	
Otros:	

Mapas**Fotografías**

--	--

2. Descripción de la infraestructura en relación con el potencial de recuperación de la biodiversidad

Superficie:	
Tipo de cerramiento perimetral:	
Tipo de pavimento:	
Edificaciones existentes:	
Descripción de hábitats existentes para la fauna y la flora:	Zonas ajardinadas, setos, fuentes, etc.
Incidencias con fauna registradas:	Incidencias detectadas durante la visita o registradas previamente por los operarios de la instalación.
Especies exóticas invasoras detectadas durante la visita:	Especies de fauna o flora invasora registradas en el interior de la instalación.
Registro o seguimiento sobre biodiversidad	No/Sí. En su caso indicar detalles, especies objetivo, periodicidad, años con datos, responsable, metodología, indicadores, etc.
Registro de observaciones de fauna silvestre. Incluido el registro de incidencias causadas por animales.	No/Sí. En su caso indicar detalles, especies objetivo, periodicidad, años con datos, responsable, metodología, indicadores, etc.
Registro o protocolo de detección de especies exóticas	No/Sí. En su caso indicar detalles, especies objetivo, periodicidad, años con datos, responsable, metodología, indicadores, etc.
Lista de especies de fauna observada en la instalación durante la visita:	
Lista de especies de flora de interés observadas en la instalación:	

3. Descripción del entorno de la infraestructura	
Usos del suelo:	
Distancia al espacio de la Red Natura 2000 más próximo	
Espacios naturales protegidos (ENP) del entorno (Red Natura 2000 y otros), corredores ecológicos, etc.	Indicar para cada espacio de la Red Natura 2000 la distancia y, en su caso, la superficie ocupada (m ²). Añadir también otras figuras de protección.
Especies incluidas en la Directiva Hábitats y Directiva Aves	Lista de especies de interés comunitario incluidas en las Directivas Hábitats y Aves del espacio Red Natura 2000 más cercano. Nombre de la especie y código.
Otras especies destacables:	Especies amenazadas, presentes en la Lista Roja de la UICN, con una de las siguientes categorías: "Amenazada", "En peligro" y "En peligro crítico". Especies presentes en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEE) con las categorías "En peligro de extinción" y "Vulnerable".
Hábitats destacables:	Hábitats de interés comunitario, especialmente los de hábitats acuáticos y hábitats prioritarios presentes en el entorno de la instalación.

4. Otras iniciativas de fomento de la biodiversidad y potenciales cooperaciones	
Iniciativas de recuperación de la biodiversidad en el entorno de la instalación:	
Mecanismos de cooperación:	
Entidades locales de protección y recuperación del entorno:	

5. Identificación in situ de actuaciones viables de fomento de la biodiversidad	
En el interior del recinto de la instalación:	Lista de actuaciones viables en la instalación. Posteriormente serán evaluadas según los criterios de selección para escoger las que se llevarán a cabo.
En el entorno de la instalación:	Lista de actuaciones viables en la instalación. Posteriormente serán evaluadas según los criterios de selección para escoger las que se llevarán a cabo.

anexo 2

Crterios para la seleccin y la priorizacin de las acciones

Cada accin propuesta deber someterse a una lista de chequeo que verifique cuales de los siguientes criterios se cumplen:

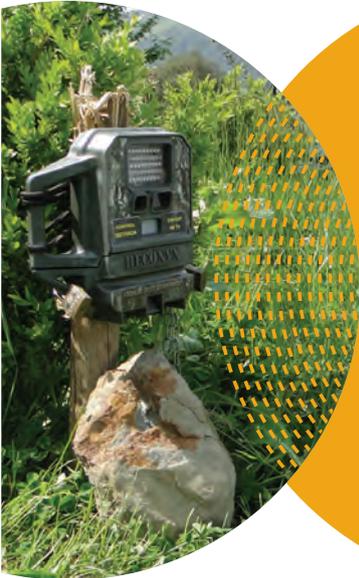
Indispensables

- No causa ninguna alteracin al funcionamiento de la instalacin y al desarrollo diario de las operaciones.
- No crea efectos trampa para la fauna (atraccin hacia zonas con riesgo).
- Tiene bajos requisitos de mantenimiento.

Para valorar en la priorizacin

- Tiene relacin con el ciclo del agua.
- Favorece especies o hbitats calificados de inter s comunitario segn las normativas europeas.

- Favorece especies en peligro de extincin o amenazadas, segn la Lista Roja de la UICN y los catlogos espa oles y auton mico.
- Favorece la conservacin de espacios naturales protegidos (integrados en la Red Natura 2000 u otros).
- Favorece especies o lugares emblemáticos, o que cuenten con proteccin a escala local.
- Favorece el control de especies exóticas invasoras que causen riesgos para la conservacin de la biodiversidad.
- Fortalece la infraestructura verde y aporta servicios ecosistémicos.
- Tiene relacin con planes municipales de conservacin de biodiversidad, de desarrollo sostenible, agendas 21 u otros planes de carácter local.
- Est alineada con estrategias europeas o da opcin de captar fondos para su financiacin.
- Permite la valorizacin en comunicacin, educacin ambiental o voluntariado.
- Facilita la cooperacin con otros agentes: administraciones, universidades, centros de investigacin y entidades conservacionistas o de custodia del territorio, entre otros.



monitorización de la biodiversidad y del desarrollo del plan de acción

objetivos y beneficios

El registro de datos sobre la biodiversidad en el interior de las instalaciones facilitará el desarrollo de las acciones, permitirá identificar nuevas situaciones o elementos sobre los que actuar y contribuirá a sensibilizar al personal de la instalación e incluso a los visitantes, si la instalación cuenta con un programa educativo.

Asimismo, el establecimiento de indicadores que permitan el seguimiento del desarrollo de las iniciativas que se hubieran emprendido permitirá una adecuada valoración de los logros alcanzados y su posterior valorización.

descripción

La monitorización de la biodiversidad y del proceso puede realizarse de muy diversas formas en función del alcance y del grado de complejidad del plan de acción.

A continuación se facilitan algunos ejemplos de los registros que deben implantarse:

- **Obtención anual de los indicadores** de seguimiento establecidos para las acciones llevadas a cabo (véanse, por ejemplo, los indicadores de seguimiento propuestos para distintas actuaciones descritas en las fichas de las secciones 2, 3 y 4).
- **Registro de observaciones y monitorización de fauna.** Puede tratarse de formularios en los que el personal de la instalación (y los visitantes) registren las observaciones de fauna y flora. La utilización de aplicaciones informáticas basadas en plataformas web puede facilitar estas tareas; asimismo, se pueden incorporar guías de detección visuales (e incluso sonoras en el caso de las aves) que, además de facilitar el registro de datos, ofrezcan formación a los usuarios.

Algunos aspectos que pueden ser objeto de monitorización en las instalaciones son los siguientes:

- Flora: registro de periodos de floración y de fructificación de la vegetación.
- Aves: identificación visual de las especies presentes y de las actividades que desarrollan en la instalación (alimentación, descanso nocturno o nidificación, entre otras).
- Mamíferos terrestres: para su monitorización es posible aplicar sistemas de fototrampeo o videotrampeo que cuentan con detectores que activan los dispositivos con la presencia de los animales y permiten obtener imágenes de manera automatizada.
- Murciélagos: su registro puede realizarse mediante estaciones de grabación automática de ultrasonidos; su posterior edición mediante software especializado facilita los conteos y la identificación de las especies presentes en una instalación.

La mayoría de especies de este grupo están amenazadas.

- Mariposas, libélulas u otros invertebrados vistosos son relativamente fáciles de identificar si se cuenta con guías adaptadas a usuarios no expertos; distintas iniciativas de ciencia ciudadana aplican este tipo de seguimientos y pueden ser un complemento interesante en programas de educación ambiental que se desarrollen en las instalaciones.

- **Registro de incidencias con fauna.**

Se tratará de formularios que reflejen tanto los conflictos generados por la presencia de animales silvestres en la instalación como los impactos que esta pueda causar en la fauna. En cada caso se identificará la especie implicada (documentando con imágenes si fuera necesario), el lugar donde se produce el efecto y sus causas. Algunos de los aspectos que podrán ser objeto de registro son los siguientes:

- La detección de fauna atrapada en elementos de la instalación (por ejemplo, anfibios, reptiles u otros).

- La detección de animales muertos por colisión con vallados, ventanas de edificaciones u otras causas.

- La existencia de dormideros de aves en algún sector o elemento de la instalación, indicando si causan algún conflicto para el funcionamiento de esta.

- Proliferación de especies de fauna exótica (algunas especies de bivalvos por ejemplo, llegan a tapizar grandes superficies e incluso a obturar canalizaciones).

Sean cuales fueren los registros y seguimientos que se implanten en una instalación, es importante integrar el conjunto de los datos de manera que puedan utilizarse conjuntamente para evaluar el progreso del plan de acción, así como para actuaciones de comunicación, sensibilización o formación.

Detector de murciélagos



Autor: Ferran Navàs

Cámara de fototrampeo



Autor: Ferran Navàs

Imagen de un zorro conseguida mediante el fototrampeo



Autor: Ferran Navàs

periodo de ejecución

► Variable, en función del tipo de seguimiento aplicado. Es recomendable realizar una integración anual de indicadores y una evaluación periódica cada tres años.

costes orientativos

- Costes muy variables según la envergadura de la actuación.
- El coste estimado de equipos de detección de fauna (por ejemplo, detectores de murciélagos o cámaras de fototrampas) es de 300 a 400 € para los modelos con menores prestaciones, y de entre 600 € (cámaras) y 1.500 € (detectores) para equipos profesionales.
- La contratación de asistencias técnicas que ya dispongan de dispositivos y expertos para analizar los datos registrados puede realizarse a partir de 2.000 € por campaña y grupo taxonómico.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- El registro de datos de biodiversidad puede ser un elemento valioso para la gestión de la instalación que permita tanto la detección de especies de interés como una alerta temprana de la aparición de especies invasoras u otros potenciales conflictos.
- El desarrollo de la monitorización ofrece grandes oportunidades para la participación de voluntariado, tanto interno como externo.

Indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Número de registros de biodiversidad implantados.
- ▶ **Indicador 2.** Número de acciones de participación de voluntariado.

referencias y fuentes de información

- ▶ IHOBE. 2012. CUADERNO DE TRABAJO Nº15 UDALSA-REA 21: LA GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DESDE EL ÁMBITO LOCAL. DIAGNÓSTICO, ACCIONES Y HERRAMIENTAS.

<http://www.udalsarea21.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=e0d5d6ec-204e-418a-8102-e25f1ee09927&Codigo=3589823b-d96b-4627-8703-f4299eb2de1d&Idioma=es-ES&Tipo>

- ▶ SEBI - STREAMLINING EUROPEAN BIODIVERSITY INDICATORS. BIODIVERSITY INFORMATION SYSTEM FOR EUROPE.

<http://biodiversity.europa.eu/topics/sebi-indicators>

- ▶ APP ORNITHO.CAT. REGISTRO DE LAS OBSERVACIONES DE AVES, MAMÍFEROS, ANFIBIOS, REPTILES, LIBÉLULAS, MARIPOSAS DIURNAS Y CICADAS DE CATALUÑA. INSTITUT CATALÀ D'ORNITOTOLOGIA (ICO).

http://www.ornitho.cat/index.php?m_id=1&langu=es

- ▶ APP RIU.NET. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS DE FORMA SENCILLA Y DIVERTIDA. FRESHWATER ECOLOGY AND MANAGEMENT (F.E.M.) DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA.

<http://www.ub.edu/fem/index.php/es/riunetinici-es>

- ▶ FAUNA EN LOS ECODUCTOS DEL EJE VIC - OLOT. EJEMPLO DE VIDEO DE SEGUIMIENTO MEDIANTE FOTOTRAMPEO.

https://www.youtube.com/watch?v=GKGUsA_TjVg

- ▶ UNGULADOS EN LOS PIRINEOS. EJEMPLO DE VIDEO DE SEGUIMIENTO MEDIANTE FOTOTRAMPEO.

<https://www.youtube.com/watch?v=1nMsyXrDtq4>

- ▶ EL JABALÍ EN LAS RESERVAS DEL MONTSENY EJEMPLO DE VIDEO DE SEGUIMIENTO MEDIANTE FOTOTRAMPEO.

[https://www.youtube.com/watch?v=jgh6H5RWblcsidad,SUEZ Water Spain,crovira@agbar.es](https://www.youtube.com/watch?v=jgh6H5RWblcsidad,SUEZ%20Water%20Spain,crovira@agbar.es)



formación, comunicación y educación ambiental

objetivos y beneficios

La implicación del personal de las instalaciones es un elemento fundamental para el correcto desarrollo de los planes de acción. Para ello, las acciones de formación y sensibilización —que con frecuencia corren parejas— son elementos que es aconsejable integrar en el desarrollo de estos planes. La participación del personal de la empresa en sus planes de acción de biodiversidad aporta a los trabajadores motivación, orgullo de pertenencia a la empresa y team building, entre otros aspectos.

De igual modo, es fundamental que las acciones para favorecer la biodiversidad permitan también desarrollar acciones lúdicas o educativas en beneficio de las personas. Los conceptos de infraestructura verde y beneficios ecosistémicos (véase el capítulo 2, “Conceptos básicos”) conllevan la necesidad de ofrecer oportunidades para el ocio, el disfrute de la naturaleza o

la educación ambiental, con el fin de alcanzar, así, un máximo rendimiento de las inversiones realizadas. Estas acciones deberán dirigirse a las comunidades en las que se implanta la instalación y, también, a los propios trabajadores de esta. Los beneficios para la salud, el bienestar y la productividad de un ambiente de trabajo con un entorno más verde, que permita conectar con la naturaleza, están plenamente demostrados.

descripción

formación

La realización de seminarios de formación y sensibilización del personal puede desarrollarse a distintos niveles. Es recomendable ofrecer formación técnica destinada a los responsables de las instalaciones, integrando a técnicos de una misma área operativa, y formación destinada a personal de mantenimiento de las instalaciones. En cualquier caso, será importante adaptar los contenidos (que pueden

basarse en los contenidos generales de esta guía) a las condiciones locales y a las acciones que deban implantarse en cada instalación.

Entre los aspectos que pueden incluir estos seminarios destacan los siguientes:

- Conceptos básicos sobre biodiversidad en las instalaciones del ciclo del agua.
- Formación sobre jardinería ecológica y uso de fauna auxiliar para el control de plagas (ficha 4.2).
- Información sobre consecuencias de la proliferación de especies invasoras y protocolo para la detección precoz y erradicación de las más perniciosas (ficha 4.2).
- Técnicas de poda, siega y otras técnicas de control de vegetación que favorezcan la biodiversidad (ficha 4.5.).
- Mantenimiento de refugios para la fauna (ficha 2.6.).
- Mantenimiento de fuentes y estanques compatible con el desarrollo de la biodiversidad (ficha 2.7).

La formación del personal puede realizarse a través de seminarios teórico-prácticos y puede reforzarse mediante la implicación del personal interesado en el registro y la monitorización de la biodiversidad (véase la ficha 1.2).

En caso de que el mantenimiento de los espacios exteriores de una instalación lo lleven a cabo contratistas de empresas externas, se les requerirá, asimismo, contar con personal adecuadamente formado en los aspectos relacionados con la naturalización y la biodiversidad.

Además, podrán incluirse en los pliegos de condiciones de los contratos prescripciones sobre prácticas que favorezcan la biodiversidad o considerar como mejoras las prácticas para favorecer el control de especies invasoras, la creación de refugios de fauna u otras acciones de semejanza índole.

comunicación y educación ambiental

El desarrollo de acciones en pro de la biodiversidad comporta notables beneficios para las personas (véanse los apartados 2.1 y 2.2 de "Conceptos básicos"), que deben potenciarse y darse a conocer a la ciudadanía con objeto de que puedan apreciarlas y aprovechar las posibilidades de educación o de ocio en contacto con la naturaleza que ofrecen. Estas acciones también son fundamentales para conseguir una mayor vinculación de las empresas gestoras del ciclo del agua con las administraciones y entidades locales de los municipios en los que se ubican.

Para ello, las instalaciones que inician un proceso de integración de la conservación de la biodiversidad en su gestión deberán dotarse de un plan de comunicación adecuado y destinar recursos para su desarrollo. Algunos elementos y aspectos que este plan puede integrar son los siguientes:

- Opúsculos, vídeos u otros soportes comunicativos que ofrezcan información global sobre las iniciativas desarrolladas.

- Incorporación de actividades sobre biodiversidad en los programas de educación ambiental de visitas a las instalaciones del ciclo del agua, con la habilitación de recorridos y puntos de observación ubicados en sectores de interés para la fauna o la flora.

- Instalación de carteles o paneles informativos en los lugares en los que se hayan realizado actuaciones en pro de la biodiversidad. Esto ofrecerá a los visitantes (y al personal de la planta) los datos básicos sobre las especies a las que favorece la actuación y otros beneficios de ella. Los paneles informativos pueden situarse en lugares como estanques naturalizados, jardines y refugios para polinizadores, nidos artificiales para aves insectívoras, etc.

- Realización de campañas de participación de voluntariado como las indicadas en el siguiente apartado.

cooperación y participación de voluntariado

Una estrategia de integración de la conservación de la biodiversidad en la gestión permite, sin lugar a dudas, establecer sinergias y encontrar complicidades con administraciones, universidades y centros de investigación, y también con organizaciones conservacionistas o con otras empresas. La cooperación es, por ello, un aspecto transversal que debe contemplarse a lo largo de todo el proceso; en particular, es indispensable cuando se trata de impulsar iniciativas para la restauración de ecosistemas y la recuperación de especies amenazadas que se desarrollen en el exterior de las instalaciones. Asimismo, puede contemplarse la cooperación de ciudadanía y otras entidades locales, por ejemplo en la monitorización de biodiversidad u otras prácticas. A continuación se indican algunos ejemplos de potenciales acciones:

- Cooperación con universidades y centros de investigación en proyectos de I+D+i que evalúen los efectos de aplicar soluciones basadas en la natu-

raleza y de la naturalización de procesos e instalaciones.

- Cooperación con administraciones y otros agentes para impulsar conjuntamente proyectos que permitan desarrollar iniciativas de restauración de ecosistemas o de recuperación de especies que, además de favorecer la biodiversidad, favorezcan la creación de puestos de trabajo o faciliten espacios de ocio a la población.

- Cooperación con organizaciones de conservación de la naturaleza para apoyar proyectos desarrollados en el ámbito de influencia de la instalación, y para realizar actividades de educación ambiental o de participación de voluntariado en el desarrollo de actividades de monitorización de fauna, control de especies exóticas u otras.



periodo de ejecución

► A lo largo de todo el proceso se desarrollarán acciones de distinta naturaleza.

costes orientativos

► Costes muy variables según la envergadura de la actuación.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- El establecimiento de contactos periódicos con agentes locales es un elemento clave para la vinculación de la instalación con las comunidades de su ámbito de influencia.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Horas de formación por persona a técnicos y operarios de las instalaciones.
- **Indicador 2.** Acciones de comunicación y voluntariado, así como número de destinatarios alcanzados.
- **Indicador 3.** Número de organizaciones con las que se ha establecido cooperación.

referencias y fuentes de información

REFERENCIAS DEL GRUPO:

Web divulgativa y programa de educación ambiental asociado al proyecto de conservación de biodiversidad El Clot de Galvany.

Aigües d'Elx. Persona de contacto: Carlos Peiró, director de Planificación y Producción de Aigües d'Elx, cpeiro@hidraqua.es.

<http://www.clotdegalyany.es/>

Oportunidades para la acción

Naturalización de instalaciones

interior cubiertas verdes

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

En ambientes urbanos o periurbanos, las cubiertas vegetales en tejados, terrazas o depósitos pueden albergar fauna y flora silvestre, y contribuir a la mejora de la conectividad ecológica ofreciendo islas de hábitats disponibles para animales voladores, como insectos polinizadores, que pueden encontrar en estos ambientes plantas que les ofrecen nutrición y refugio.

Las cubiertas verdes generan beneficios de distinta índole:

- Incremento de la diversidad vegetal y animal, con la oferta de hábitats para insectos, reptiles o aves.
- Posibilidad de implantación de especies vegetales de interés para la conservación (autóctonas, amenazadas, etc.), a fin de compensar la pérdida de comunidades naturales en espacios ocupados por construcciones.

- Mejora del aislamiento térmico y acústico de la cubierta, con el consiguiente ahorro energético en el edificio.

- Incremento en la retención de agua en la cubierta del edificio y reducción de su velocidad de tránsito a través de la cubierta, lo que facilita el manejo del agua de lluvia.

- Prolongación de la vida útil de la impermeabilización gracias a la protección contra los rayos UV solares de la lámina impermeabilizante y la reducción de la temperatura a la que está sometida mediante la cubierta de vegetación.

Además, en entornos urbanos estas cubiertas pueden aumentar el bienestar de las personas ofreciendo una mejora estética de las edificaciones e incluso facilitando oportunidades para el descanso si se ubican en terrazas en las que se habiliten espacios accesibles para el ocio.

descripción

La actuación consiste en la plantación de vegetación en la cubierta de construcciones existentes o de nueva ejecución. En cualquiera de los dos casos, se deberá asegurar el buen comportamiento de la estructura en cuanto a la resistencia frente a las nuevas cargas estructurales que supone la nueva tipología de cubierta.

tipologías de cubiertas

Las tipologías básicas de cubiertas verdes son las siguientes:

• Cubiertas verdes extensivas.

Su función principal es ecológica y de preservación de la biodiversidad. Son relativamente ligeras y de poca altura (sustratos minerales de entre 8 y 10 cm de espesor, como mínimo). Las especies que se prevén para este tipo de cubiertas son ruderales, resistentes y autorregenerables, por ejemplo, especies de Sedum u otras plantas crasas,

vivaces y algunas gramíneas. Requieren una inspección mínima de dos veces al año para su mantenimiento. El aporte de riego y nutrientes, en condiciones normales, se realiza de forma natural, por lo que se requieren riegos solo en situación de extrema sequía. Las cargas que se deben considerar sobre la edificación son de entre 120 y 150 kg/m².

• **Cubiertas verdes intensivas.**

Su función principal no es la de preservación de la biodiversidad, sino la de constituir un jardín sobre la cubierta. Esto requiere un mantenimiento regular, similar al que exige un jardín.

estructura

Las cubiertas verdes constan de distintas capas consecutivas que conformarán un sistema de protección y un sustrato para la implantación de la vegetación. Los elementos serán distintos según la tipología de cubierta deseada e incluyen:

• **Elementos estructurales.**

Constituyen la base de la cubierta propia del edificio y se deberán instalar cuidadosamente, puesto que cualquier punto de permeabilidad constituirá un problema añadido en la reparación una vez instalada la cubierta verde. En el caso de cubiertas inclinadas, los elementos estructurales deben incluir los de fijación del sustrato.

• **Capa protectora.** En la parte inferior de la cubierta verde se instalará una capa protectora constituida, básicamente, por elementos que eviten la penetración de raíces en la base de la estructura, así como el desplazamiento horizontal del sustrato.

• **Capa de drenaje.** Facilita la absorción de agua por parte de la vegetación y su evacuación hacia los puntos de desagüe de la cubierta. Su disposición laberíntica facilita un tiempo de retención elevado pero impide el encharcamiento nocivo para la implantación de vegetación.

Esta capa deberá desembocar en las correspondientes canaletas y bajantes para eliminar completamente el agua sobrante de la cubierta.

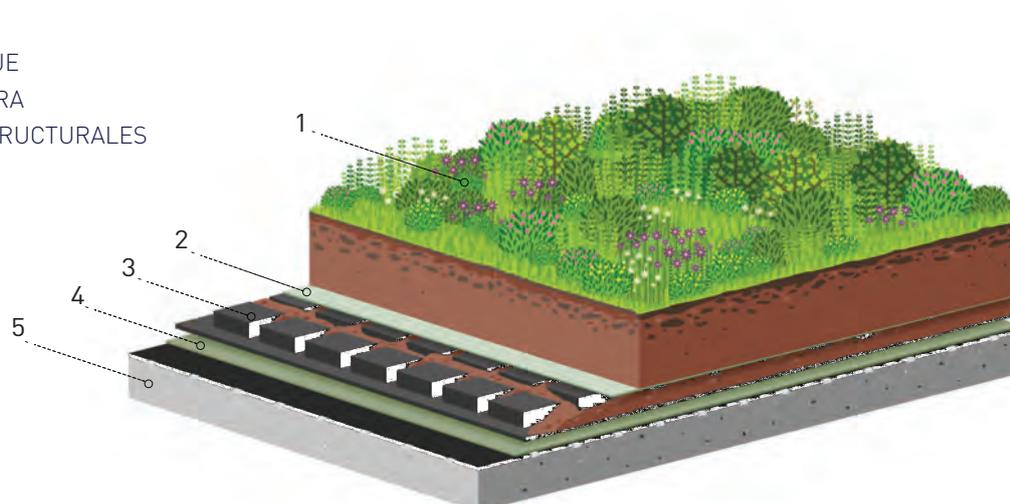
• **Capa filtrante.** Capa complementaria a la de drenaje que evita que esta se colmate con el sustrato y facilita el desplazamiento del agua hacia la capa drenante. Puede estar constituida por geotextiles, que tienen que ser específicos para estos usos, con alta permeabilidad -70 l/(m² x seg) o más- y gran apertura de poro -95 µm o más-, o bien por sellado de gravas.

• **Capa vegetal.** Está conformada por varios elementos:

- Sistema de fijación: se dispone una retícula para impedir el movimiento horizontal del sustrato y la vegetación. En cubiertas inclinadas, es particularmente importante el tipo de soporte escogido y su instalación.
- Sustrato: material en el que se realizarán las plantaciones y cuya composición se adaptará en función de la tipología de vegetación escogida.
- Implantación vegetal: según la tipología de cubierta escogida, puede tratarse de cepellones o de semillas incorporadas al sustrato.

1. CAPA VEGETAL
2. CAPA FILTRANTE
3. CAPA DE DRENAJE
4. CAPA PROTECTORA
5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Estructura de las distintas capas de una cubierta verde



composición de plantaciones

La composición de especies vegetales de la plantación se adaptará en función del contexto biogeográfico en el que se ubique la instalación y de los objetivos de la restauración. A continuación se facilitan algunos ejemplos:

- Una cubierta tapizante de bajos requerimientos hídricos podría estar constituida por especies de sedos (género *Sedum*). Según las especies, alcanza entre 5 y hasta un máximo de 20 cm de altura. La floración, que tiene lugar entre los meses de junio a septiembre, consiste en pequeñas flores blancas o amarillas.

- Un tapiz floral que atraería polinizadores podría integrar especies vivaces adaptables a las condiciones de las cubiertas como clavelinas (*Dianthus* sp.), heliantemos (*Helianthemum* sp.), saxifragas (*Saxifraga* sp.) o ajedrea (*Satureja* sp.), y podría complementarse con especies de gramíneas del género *Festuca*. También es posible incluir arbustos de bajo porte como el tomillo o el serpol (*Thymus* sp.)

Para alcanzar el máximo beneficio para la biodiversidad, debe analizarse la flora de interés que pueda ser susceptible de sobrevivir en las cubiertas. Si se opta por el favorecimiento de polinizadores, se requerirá, en primer lugar, identificar las potenciales especies de insectos que se pretende favorecer; a continuación, se identificarán las plantas nutricias y se valorará si son adecuadas para su plantación en la cubierta. Algunos pastizales xerofíticos que constituyen hábitats de alto interés de conservación también son susceptibles de ser considerados para la restauración en cubiertas.

Ejemplos de cubiertas verdes



Autor: Andreu Massoni



Autor: Andreu Massoni



Autor: Andreu Massoni

periodo de ejecución

- ▶ La actuación se puede ejecutar durante todo el año.
- ▶ En las plantaciones se tendrá en cuenta la época favorable para el éxito de estas.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Superficie verde en la cubierta. Extensión de la superficie cubierta por vegetación.
- ▶ **Indicador 2.** Diversidad de especies vegetales establecidas en la cubierta. Número de especies vegetales de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.
- ▶ **Indicador 3.** Contribución al aislamiento térmico. Consumo energético en calefacción (invierno) y aire acondicionado (verano) en las salas situadas bajo la cubierta.

costes orientativos

- ▶ Impermeabilización con PVC: entre 20 y 28 €/m².
- ▶ Sistema drenante y sustrato de 10 cm: entre 54 y 65 €/m².
- ▶ Riego por goteo: entre 8,50 y 9,60 €/m².

a tener en cuenta

- ▶ El equipo de diseño y ejecución del proyecto deberá contar con expertos en biodiversidad, que prestarán asesoramiento sobre la vegetación y la fauna de interés.
- ▶ Hay que evitar la proliferación de especies invasoras cuyas semillas puedan ser dispersadas por el viento o transportadas por aves.
- ▶ Otras especies de hábitats del entorno pueden constituir, en cambio, elementos valiosos que será deseable potenciar.

referencias y fuentes de información

- ▶ GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. UNEP-DHI.

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guideen-20140814.pdf

- ▶ GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS NATURALES DE RETENCIÓN DE AGUA EN EUROPA. COMISIÓN EUROPEA.

<http://www.nwrm.eu/guide-es/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

- ▶ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CUBIERTAS VERDES.

<http://www.asescuve.org/>



interior muros verdes

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Los muros verdes, como en el caso de las cubiertas verdes, permiten recubrir partes de las edificaciones con vegetación y pueden contribuir a la recuperación de flora autóctona, así como a mejorar la conectividad ecológica. Estos muros albergan islas de hábitats disponibles para animales voladores, como insectos polinizadores, que pueden encontrar en estos ambientes plantas que les ofrecen nutrición y refugio.

Los muros verdes, también llamados jardines verticales, generan beneficios similares a las cubiertas verdes (véase la ficha 2.1):

- Incremento de la diversidad vegetal y animal, con la oferta de hábitats para insectos, reptiles o aves.
- Posibilidad de implantación de especies vegetales de interés para la con-

servación (autóctonas, amenazadas, etc.), a fin de compensar la pérdida de comunidades naturales en espacios ocupados por construcciones.

- Mejora del aislamiento térmico del edificio, con el consiguiente ahorro energético.

En entornos urbanos los muros verdes pueden aumentar el bienestar de las personas ofreciendo una mejora estética de las edificaciones. También pueden generar oportunidades para la educación ambiental, especialmente si se instalan elementos para favorecer la presencia de aves, así como puntos de observación y paneles informativos.

rá asegurar el buen comportamiento de la pared en cuanto a la resistencia frente a las nuevas cargas estructurales que supone la implantación del muro verde, que generará una carga sobre la propia pared.

Se requiere un mantenimiento regular similar al de un jardín (riego, abono, cortes, etc.), en función de las especies vegetales escogidas. A este fin, se deberán prever las instalaciones necesarias para el acceso puntual de personal de mantenimiento, así como el sistema de riego (con la correspondiente acometida) para la irrigación del muro verde.

tipologías

Existen dos tipologías básicas de muros verdes:

- **Muros verdes modulares.** Consisten en la creación de pequeños cubículos en los que se incorpora el sustrato y crece la vegetación.

descripción

La actuación consiste en la plantación de vegetación en paredes de edificaciones existentes o de nueva ejecución, o bien en todo tipo de muros o tapias. En cualquiera de los casos, se debe-

Estos cubículos se pueden generar utilizando elementos externos y creando una estructura superpuesta a la fachada, sujeta a esta mediante elementos de unión. Se puede conformar una cubierta laminar, como si se tratara de una piel sobre la fachada, o aprovechar la misma estructura (especialmente en muros inclinados) para incorporar los cubículos en salientes horizontales.

• **Muros verdes con plantas trepadoras.** Para muros de poca altura, el sustrato se incorpora en un parterre en la parte inferior del muro. Puede habilitarse una estructura, separada de la fachada pero anclada a esta, que facilitará el crecimiento de las plantas trepadoras verticalmente, de forma que estas tapizarán la fachada sin entrar en contacto directo con la pared. Si esto ocurriera, podrían producirse humedades o afectaciones estructurales. Esta tipología es mucho más económica de implantar y más fácil de mantener; no obstante, permite utilizar una variedad reducida de especies autóctonas.

estructura

Los muros verdes constan de distintas capas consecutivas que conformarán un sistema de anclaje y protección sobre la fachada, en el que se incorpora un sustrato para la implantación de la vegetación. Entre sus distintos elementos, se incluyen los siguientes:

• Cerramiento del edificio o muro.

Constituyen la propia fachada del edificio o el muro, y deberán prever el incremento de las cargas que tendrán que soportarse debido a la vegetación. La impermeabilización propia del edificio se deberá instalar cuidadosamente, ya que cualquier punto de permeabilidad constituirá un problema añadido en la reparación una vez instalado el jardín vertical.

• **Estructura de anclaje.** En muros verdes que configuran una capa externa a la pared del edificio, se deberán prever los elementos de fijación de los módulos a la fachada de la edificación. La estructura estará constituida por elementos de sujeción y perfilería, y

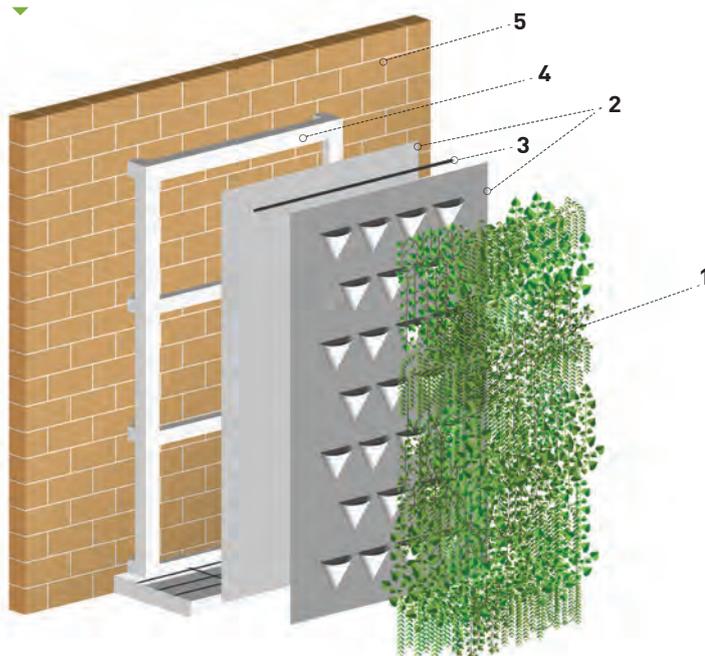
dispondrá de guías para la instalación de gaviones.

• **Sistema de riego.** Es necesario un sistema de riego por goteo, con la dotación de riego necesaria según la climatología, para que el jardín vertical se mantenga verde. Mediante el propio sistema de riego se fertilizará el jardín con abonos solubles.

• **Capa vegetal.** Esta capa se deberá escoger en función del emplazamiento de la instalación, la orientación de la fachada y los requerimientos ambientales y paisajísticos deseados. En jardines verticales modulares en los que se utilice musgo (cultivo sin tierra), este funcionará como un cultivo hidropónico.

• **Elementos para la atracción de fauna.** En el muro verde se pueden instalar dispositivos para la atracción de fauna (como posaderos o espacios de nidificación), de modo que faciliten su establecimiento en la propia pared.

Estructura de las distintas capas de un muro verde



1. CAPA VEGETAL
2. FILTRO DE PLÁSTICO RECICLADO (5 mm)
3. SISTEMA DE RIEGO
4. ESTRUCTURA DE ANCLAJE
5. MURO

composición de plantaciones

La composición de especies vegetales de la plantación se adaptará en función del contexto biogeográfico en el que se ubique la instalación y de los objetivos de la restauración.

Para muros verdes realizados con la plantación de especies trepadoras directamente en el suelo que circunda el edificio, las especies más fáciles de implantar son la hiedra (*Hedera helix*), las madreselvas (*Lonicera sp.*), etc.

Si se opta por la construcción modular, se aconseja utilizar los sistemas que utilicen musgo como sustrato, ya que este presenta una buena retención de agua, es ligero, fácilmente hidratable y permite implantar todo tipo de plantas debido a su pH ácido. Si se escoge esta solución, en el muro vegetal se pueden plantar la mayoría de especies; su factor limitante será la orientación y la temperatura.

A fin de alcanzar el máximo beneficio para la biodiversidad, debe analizarse la flora de interés que pueda ser susceptible de sobrevivir en los muros verdes. Si se opta por el favorecimiento de polinizadores, se requerirá, en primer lugar, identificar las potenciales especies de insectos que se pretende favorecer; a continuación, se identificarán las plantas más adecuadas para ello.

Ejemplos de muros verdes



Autor: Carme Rosell



Autor: Andreu Massoni

periodo de ejecución

- ▶ La actuación se puede ejecutar durante todo el año.
- ▶ En las plantaciones se tendrá en cuenta la época favorable para el éxito de estas.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Superficie verde en el muro. Extensión de la superficie cubierta por vegetación.
- ▶ **Indicador 2.** Diversidad de especies vegetales establecidas en el muro verde. Número de especies vegetales de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.
- ▶ **Indicador 3.** Contribución al aislamiento térmico. Consumo energético en calefacción (invierno) y aire acondicionado (verano) en las salas adyacentes a la fachada.

costes orientativos

- ▶ Impermeabilización con PVC: entre 20 y 28 €/m².
- ▶ Sistema drenante y sustrato de 10 cm: entre 54 y 65 €/m².
- ▶ Riego por goteo: entre 8,50 y 9,60 €/m².

a tener en cuenta

- ▶ El equipo de diseño y ejecución del proyecto deberá contar con expertos en biodiversidad, que prestarán asesoramiento sobre la vegetación y la fauna de interés.
- ▶ Hay que evitar la proliferación de especies invasoras cuyas semillas puedan ser dispersadas por el viento o transportadas por aves.
- ▶ El mantenimiento de muros verdes requiere maquinaria y personal especializado en trabajos verticales.

referencias y fuentes de información

- ▶ GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. UNEP-DHI.

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guideen-20140814.pdf

interior y entorno sistemas de drenaje naturalizados

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Gran parte de las infraestructuras conllevan la impermeabilización de la superficie terrestre. Esto implica la desnaturalización del funcionamiento del ciclo del agua y provoca una mayor escorrentía superficial, por lo que se reduce la infiltración del agua en el terreno. Los sistemas de drenaje tradicionales suelen suponer obras de coste elevado para canalizar el agua de lluvia en superficie (cunetas) o de modo subterráneo (tuberías), lo que dificulta su reutilización.

Los sistemas de drenaje naturalizado permiten aumentar la extensión de zonas con vegetación y, además, generan beneficios de diversa índole:

- Laminación del caudal de escorrentía procedente de la lluvia, que reduce su velocidad y potencial erosivo, y crea un sistema tampón que contribuye a prevenir inundaciones.

- Mejora de la gestión de las aguas pluviales, lo que favorece su acumulación y reutilización para riegos de jardinería o limpieza urbana, además de la recarga de acuíferos subterráneos que habían perdido su capacidad de recarga debido a la impermeabilización de la superficie.

- Aumento de la calidad paisajística de la instalación, con la naturalización de gran parte de la infraestructura hídrica y la posible creación de humedales de interés para la biodiversidad.

descripción

En general, los sistemas de drenaje sostenible tienen por objeto la evacuación del agua de lluvia mediante infiltración, con o sin almacenamiento, la laminación de caudales y el transporte longitudinal hacia reservorios o cauces naturales o artificiales. Su naturalización va acompañada, además, de la re-vegetación de todo o parte del sistema.

tipologías de drenajes naturales

Existen gran número de tipologías de drenaje sostenible, entre las que cabe destacar las siguientes:

- **Cunetas verdes.** Mediante su pendiente, combinan la capacidad de transporte longitudinal de agua con cierta capacidad de retención de esta, gracias a la vegetación sembrada a lo largo de la propia cuneta. Su forma es ancha y poco profunda (pendiente transversal de la cuneta con relación vertical-horizontal: menor a 1/3), para conseguir una gran capacidad de desagüe y una baja velocidad de circulación del agua (inferior a 2 m/s), lo que evita posibles procesos erosivos transversales. La cobertura vegetal aumenta la retención de agua y permite conseguir flujos de velocidad menor a los de cunetas tradicionales cubiertas con hormigón u otros materiales artificiales; no obstante, la sección de la cuneta debe ser mayor para evacuar la misma cantidad de agua.

Se distinguen tres tipos de cunetas verdes: 1) las tradicionales, que son canales recubiertos de césped; 2) las vegetales secas, que disponen de una capa formada por un material muy permeable que actúa como filtro y permite que todo el volumen de agua de calidad se infiltre a través del fondo del canal, de modo que este se mantiene seco durante la mayor parte del tiempo; y 3) las vegetales húmedas, que retienen el agua de forma permanente, ya que se construyen en lugares con un elevado nivel freático o con suelos impermeables.

Las especies herbáceas que se han de plantar en las cunetas verdes deben ser perennes y con una capacidad radicular fuerte para evitar su arrastre en periodos de lluvia fuertes. Para ello, también debe garantizarse que la pendiente longitudinal de la cuneta no supere el 4%.

• **Zanjas, estanques y pozos de infiltración.** Su funcionamiento se basa en su capacidad de almacenar y filtrar agua de escorrentía procedente de espacios pavimentados.

Dependiendo de las dimensiones que tenga, se tratará de un pozo (unidimensional, en profundidad) una zanja (bidimensional, en profundidad y longitud) o un estanque (tridimensional). La construcción de estos sistemas se basa en la excavación y relleno con material granular del volumen de infiltración requerido; este se dimensionará según el cálculo hidráulico a partir del caudal de agua que deba evacuarse y la permeabilidad del terreno inferior.

El material granular, en cualquier caso, estará envuelto con un filtro geotextil que evite su contaminación y deberá disponer de un sistema de alivio para evacuar el exceso de agua que pueda existir en episodios de lluvia importantes. El terreno contiguo a la zona de infiltración debe tener una permeabilidad elevada con el objetivo de liberar la zona drenante para nuevos episodios de lluvia. El rendimiento de los sistemas de infiltración mejora

si se coloca previamente un sistema de retención de sólidos en suspensión que disminuya la entrada de estos, con el fin de reducir el riesgo de colmatación de la zona de infiltración.

• **Estanques de retención.** A diferencia de los estanques destinados a facilitar la infiltración del agua de lluvia, los de retención no disponen de la capa de material drenante y embalsan agua. Suelen ser estanques de gran volumen y el nivel de su lámina de agua es variable: aumenta con cada episodio de lluvias y disminuye con la evaporación. No obstante, es necesario prever aliviaderos de salida que permitan el desagüe en periodos de lluvia prolongados o torrenciales. En el agua embalsada se producen sedimentaciones y procesos bioquímicos de digestión de la materia orgánica facilitada por microorganismos, algas o vegetación sumergida que le confieren capacidad depurativa. Esta puede aumentar si se planta vegetación adecuada en su perímetro, que además mejorará la función estética de la balsa.

• **Estanques de detención.** Son similares a los de retención, pero disponen de una salida de drenaje profundo. Con ello, su función pasa a ser de retención y sedimentación, por lo que pierden su capacidad de almacenamiento. Estos sistemas son adecuados en zonas con episodios de lluvia cortos pero de muy alta intensidad; permiten laminar la escorrentía superficial y evitan el rebose de los sistemas de drenaje.

Además de los sistemas indicados, existen otras instalaciones cuyo objetivo principal no es el drenaje pero que ejercen esta función de forma sostenible y contribuyen a naturalizar la instalación. Algunas de ellas son las siguientes:

• **Pavimentos drenantes.** Porosos y con vegetación, pueden aplicarse en zonas de aparcamiento o con baja intensidad de tránsito de personas o vehículos.

• **Cubiertas verdes.** Facilitan la retención de agua de lluvia en el sustrato vegetal y disminuyen la velocidad del flujo, de modo que el caudal resulta laminado (véase la ficha 2.1).

• **Humedales artificiales.** Funcionan también como sistemas de retención de agua, con capacidad de almacenamiento y de laminación de caudales punta (véase la ficha 3.1).

Estos sistemas de drenaje pueden incorporar elementos que favorezcan la depuración de las aguas filtradas, de modo que en su posterior infiltración final en el terreno su afectación medioambiental se vea reducida.

Pavimento drenante



Zanja de infiltración



periodo de ejecución

► La actuación se puede ejecutar durante todo el año. Para la realización de los trabajos se deberán considerar épocas del año poco lluviosas, puesto que, en muchos casos, se llevarán a cabo en zonas cercanas al nivel freático.

► Se tendrá en cuenta la época más favorable para efectuar las plantaciones.

agentes implicados

► Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.

► Especialistas hidráulicos en cálculo de sistemas de drenaje y avenidas.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Porcentaje de la superficie de sistemas de drenaje cubiertas por vegetación.

► **Indicador 2.** Diversidad de especies vegetales establecidas en estanques de retención o infiltración o en franjas vegetales filtrantes. Número de especies vegetales de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.

► **Indicador 3.** Reducción de las inundaciones aguas abajo de la instalación de drenaje.

costes orientativos

► Dada la gran variabilidad de sistemas de drenaje naturalizado se indican, únicamente, los costes de las unidades de obra principales para estos sistemas:

- Coste de la excavación: 5-20 €/m³
- Coste del material granular: 15-25 €/t
- Coste del filtro geotextil: 1-2 €/m²

a tener en cuenta

► El equipo de diseño deberá contar con expertos en biodiversidad que prestarán asesoramiento sobre la vegetación de interés.

► Debe evitarse la proliferación de especies invasoras cuyas semillas puedan ser dispersadas por el flujo de agua.

► Estos sistemas pueden realizar la misma función que los depósitos denominados tanques de tormenta, destinados a retener agua de alcantarillado en periodos de lluvia torrencial.

referencias y fuentes de información

REFERENCIAS I+D+i DEL GRUPO:

Proyecto SOSTAQUA. Tecnologías para un ciclo del agua auto-sostenible

Financiación nacional-CDTI. Persona de contacto: Montse Martínez, Directora AIRCUD, mmartinezp@aqualogy.net

Proyecto WR0802. RAINWATER HARVESTING

Proyecto R+i Alliance. Persona de contacto: Montse Martínez, Directora AIRCUD, mmartinezp@aqualogy.net

Proyecto SW0803. BATS4CSO

Proyecto R+i Alliance. Persona de contacto: Alicia Gil, Soporte Operaciones Redes, algilg@aqualogy.net

Proyecto SW1002. Alternative Technologies to Stormwater Collection Systems

Proyecto R+i Alliance. Persona de contacto: Montse Martínez, Directora AIRCUD, mmartinezp@aqualogy.net

Proyecto TEDUS. Urretxu

Financiación autonómica URA (Montse Martínez, Directora AIRCUD, mmartinezp@aqualogy.net)

interior
adaptación de cerramientos y pantallas

objetivos y beneficios

El diseño de los cerramientos tiene, como función principal, evitar la intrusión de personas o animales que pudieran ocasionar daños a la propia instalación. No obstante, pueden suponer una barrera que impida los flujos biológicos entre la instalación y su entorno, además de generar riesgos para la fauna, que puede morir atrapada o por colisión. Escogiendo adecuadamente los tipos de cerramientos en función del entorno y del grado de naturalización de cada instalación, se pueden reducir estos efectos e incluso facilitar hábitats para pequeños animales.

Entre los beneficios medioambientales que se pueden obtener con un buen diseño de cerramientos perimetrales, cabe destacar los siguientes:

- Favorecer la permeabilidad del cerramiento para pequeños animales, que podrán utilizar tanto los hábitats

del entorno como los del interior de la instalación.

- Ofrecer espacios para la nidificación de aves, y fomentar la diversidad de especies que ofrezcan alimento, en el caso de los cierres vegetales.
- Integrar el cerramiento en el entorno y el paisaje mediante implantación de vegetación o técnicas constructivas adecuadas.
- Los cerramientos también pueden aplicarse en el interior de la instalación, para apantallar o separar sectores con distintos usos.

descripción

Las actuaciones de cierre perimetral, más allá de evitar el intrusismo de personas en la instalación, podrán diseñarse de manera que favorezcan la permeabilidad para los movimientos de fauna silvestre, siempre que se tra-

servicios ecosistémicos:



te de especies que no puedan causar conflictos.

En general, la estrategia de diseño e implantación de los cierres perimetrales vegetales para fomentar la biodiversidad, consistirá en la diversificación de especies, de procedencia autóctona y con variedad de alturas, jugando con pequeños árboles, arbustos y matas bajas.

Además, se tratará de permitir la circulación de pequeños vertebrados (erizos, lagartos, tortugas, etc.) y de impedir la entrada de grandes mamíferos como el jabalí, que podrían ocasionar daños a los espacios verdes de la instalación.

cerramientos y apantallamientos vegetales

- Los setos vegetales de alta densidad con especies arbóreas o arbustivas autóctonas pueden ser particularmente adecuados en el interior de las instalaciones para separar -o apantallarlos sectores más naturalizados de la ins-

talación de otros destinados a áreas de trabajo. Estos cerramientos vegetales permiten la libre circulación de pequeños animales y ofrecen refugio para la fauna.

- A pesar del interés por implantar cerramientos densos, estos no deben ser impenetrables, permitiendo cierta permeabilidad. Esto se puede conseguir eligiendo especies no demasiado tupidas y plantándolas a distancias adecuadas.
- En unos casos puede ser la de facilitar alimento y lugares para la nidificación de aves; en otros, se tratará de facilitar pantallas a puntos de observación, o bien simplemente serán vallas de separación de espacios.
- Las especies que se pueden utilizar son muy variadas. [Consultar el punto 4 del anexo a esta ficha].



▲ **Buen ejemplo de cerramiento perimetral**
(Instalación gestionada por EMASAGRA)



▲ **Pared de piedra seca**
(Instalación gestionada por Hidrobal)

cerramientos que facilitan la integración en el entorno

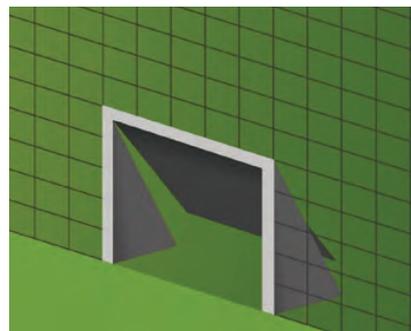
- El cerramiento mediante muros verdes permite una óptima integración paisajística, además de recuperar flora y facilitar hábitats para pequeños animales (véase la ficha 2.2). Estos cerramientos, entre otros tipos, pueden utilizarse como soporte para la instalación de refugios para la nidificación de aves (véase la ficha 2.5).
- La aplicación de técnicas y materiales constructivos locales para la construcción de los cerramientos también puede favorecer a la biodiversidad, así como reducir el impacto paisajístico de la instalación. Existe una amplia diversidad de técnicas, como pueden ser los muros de piedra seca, de tapial y cañizo, característicos de distintas zonas.

Muchos de ellos solo serán adecuados para la separación de sectores interiores de la instalación, pero los muros de paredes secas destacan particularmente porque también pueden aplicarse al cerramiento perimetral, a la vez que constituyen un valioso hábitat en el que encuentran refugio lagartijas, caracoles, insectos y una variada fauna que no causa ningún problema para el normal funcionamiento de una instalación y favorece a la biodiversidad local; si se hubieran acondicionado hábitats para acoger tortugas terrestres o erizos, deben preverse pequeñas oquedades en la zona inferior de los muros para permitir la entrada y salida de estas especies.

elementos para favorecer la permeabilidad para pequeños animales

- Aberturas a nivel de suelo de dimensiones 20 × 20 cm realizadas aproximadamente cada 100 metros de cierre perimetral favorecerán el tránsito por estos orificios de pequeños mamíferos, reptiles o anfibios, además de pequeños invertebrados.

- Localmente puede considerarse el uso de portillos de escape de un solo sentido; se sitúan a nivel de suelo, de 30 × 20 cm, y disponen de una puerta con una bisagra en su parte superior. Estos dispositivos permiten la salida de animales que hubieran podido quedar atrapados en el interior de la instalación, pero no permite su entrada. Requieren un mantenimiento adecuado para garantizar su funcionalidad y solo son recomendables cuando sea necesario dar puntos de salida a animales de mediano tamaño (como tejones o zorros) que pudieran penetrar en las instalaciones por zonas accesibles y quedar atrapados en su interior.



▲ **Portillo de escape para animales**

medidas para evitar la mortalidad de aves por choques con pantallas o cerramientos

- El uso de pantallas transparentes puede comportar mortalidad de aves por colisión. Para prevenir este conflicto es siempre preferible no usar este tipo de materiales. En caso de que ya se disponga de ellas y se detecten aves muertas por colisión es necesario proceder a la señalización de la pantalla mediante franjas verticales de colores blanco y naranja (las prescripciones más adecuadas respecto a dimensiones y colores podrán ser aportadas por especialistas, ya que varían en función del entorno). La aplicación de adhesivos con siluetas de rapaces se desaconseja, ya que se ha comprobado su ineficacia.

- En instalaciones situadas en entornos estepáricos, que pueden albergar una variada avifauna de gran interés de conservación, y con algunas especies de gran tamaño y que vuelan a baja altura como la avutarda (*Otis tarda*), se tendrá particular atención en evitar vallados de malla con hileras de alambres de espino en su parte superior, contra las que pueden colisionar estas aves. En caso de que ya se disponga de vallados de este tipo es preciso señalarlos con bandas o placas de colores vivos (blanco, naranja o similar) en su parte superior.

elementos para evitar la entrada de jabalíes en las instalaciones

- Para evitar la entrada de jabalíes, que pueden comportan destrozos en zonas naturalizadas, jardines u otros elementos de la instalación, es recomendable que los cerramientos dispongan de muretes en su base (con pequeñas aberturas en instalaciones en las que se requiera para facilitar los movimientos de pequeños animales). Si se trata de vallados de malla, deberán enterrarse unos 25 cm para evitar que los jabalíes penetren excavando por debajo de ella.

- También serán adecuados los cerramientos de barrotes metálicos pequeños muretes en la parte inferior, dejando un espacio de separación de unos 10-15 cm entre el muro basal y los barrotes. Este cerramiento permite evitar el paso de personas y animales grandes, mientras que no genera barreras para los movimientos de otros animales de pequeño tamaño.



Fuente: lemurvegetal.com

▲ Apantallamiento vegetal diverso.



Autor: Pablo Serrano

▲ Cerramiento perimetral con encinas, especie autóctona. (Instalación de Aguas de Barcelona)

periodo de ejecución

► Las actuaciones se pueden realizar en cualquier época del año.

costes orientativos

- Vallado perimetral enrejado: 5-30 €/m.
- Vallado perimetral con protección para grandes mamíferos: 20-50 €/m.
- Cerramiento perimetral de obra: 150-250 €/m.
- Vallado vegetal: 90-120 €/m.
- Muro de piedra seca: 180-250 €/m³ (en función de la anchura del muro).

agentes implicados

► Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.

a tener en cuenta

► A partir del diagnóstico inicial de la instalación y de su naturalización o necesidades de conectividad ecológica con el entorno, se podrá definir el cerramiento más adecuado a cada caso.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Incidencias con animales. Número de individuos de distintas especies que hayan sufrido daños relacionados con entradas en lugares de riesgo o con trampas en cerramientos.

► **Indicador 2.** Proporción de cerramientos verdes o adecuadamente integrados. Porcentaje de la longitud de cerramiento que cuenta con adaptaciones.

referencias y fuentes de información

► **PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.**

<http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/C898A5A4-60C2-41518962-7A747B11E860/101771/PrescripPasosFaunaVallados.pdf>

► **MANUAL DE CONSERVACIÓ DE LA BIODIVERSITAT EN ELS HÀBITATS AGRARIS. FITXA 12. DIRECCIÓ GENERAL DEL MEDI NATURAL DEL DMAH.**

http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/ME27_manual_conservacio_habitats_agraris.pdf

► **LIBROS DE REFERENCIA EN EL DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE CIERRES PERIMETRALES VEGETALES**

Dominique SOLTNER |Editeur: SCIENCES ET TECHNIQUES AGRICOLES. Planter des haies 2013. Haies taillées, libres, brise-vent, bandes boisées, bosquets...

Daniel Croci, Serge Schall. Edisud. La Haie Méditerranéenne

anexo

cerramientos y apantallamientos vegetales

1. Introducción	66
2. Criterios de diseño de cerramientos vegetales para favorecer la biodiversidad	66
Permeabilidad del cierre vegetal	67
Diversidad de especies vegetales	67
Otros aspectos de diseño	69
3. Criterios de implantación	70
4. Selección de especies para cierres vegetales	71
5. Casos prácticos	72
Ejemplo de un proyecto de seto en EDAR-Vilanova i la Geltrú.	72
Ejemplo de plantación de setos en el Parc Agroecològic de l'Empordà	73

1. Introducción

La creación y plantación de un seto o cerramiento vegetal bien diseñado, compuesto por una agrupación de especies leñosas locales bien adaptadas, permite generar un entorno de gran belleza, integrar la instalación en el paisaje y favorecer enormemente la biodiversidad.

Desgraciadamente, por costumbre y desconocimiento, estas infraestructuras verdes suelen estar compuestas por alineaciones mono-específicas de coníferas. Estas no ofrecen demasiadas oportunidades para la biodiversidad, suelen ser muy pobres desde un punto de vista biológico, están normalmente expuestas a enfermedades y exigen un mantenimiento regular y costoso.

Si se diseñan y mantienen con unos criterios adecuados, los cerramientos y grupos arbustivos cumplirán sus funciones ornamentales, paisajísticas y de separación de espacios, y también representarán un medio de increíble riqueza en términos de biodiversidad. La vegetación arbustiva actúa como conectora de zonas verdes y ofrece lugares de nidificación, refugio y alimentación a insectos y otros invertebrados, así como a pequeños pájaros y mamíferos.

Los setos compuestos permiten muchas combinaciones estéticas y de contrastes jugando con colores, alturas, formas y olores. En general, e igual que para las zonas de hierbas o para los árboles, para favorecer la biodiversidad se recomienda no uniformizar los espacios y promover la diversidad de especies vegetales.

Adicionalmente, debe ponerse en valor el papel que desempeñan los arbustos como estratos intermedios entre hierbas y árboles. Disponer de las tres alturas vegetales deberá ser siempre un objetivo en las instalaciones del ciclo integral si se quiere conseguir un hábitat atractivo para la biodiversidad.

2. Criterios de diseño de cerramientos vegetales para favorecer la biodiversidad

Lo más importante a la hora de diseñar un cerramiento vegetal en una instalación es el estudio con detalle de las características y necesidades del entorno de la instalación, que guiarán y marcarán las decisiones, especialmente de las especies que se elegirán. Primero será necesario fijarse en el clima y las características del suelo en las fronteras de la instalación, o allí donde se plantee la implantación de vegetación arbustiva. A partir de ahí se deberán buscar especies adaptadas a las características ecológicas de la zona, eligiendo, siempre que sea posible, plantas autóctonas, ya que así nos aseguramos un buen crecimiento y mayor resistencia a enfermedades y plagas.

Será siempre una buena idea fijarse en los árboles y arbustos autóctonos que se desarrollan vigorosamente en terrenos con las mismas características que las nuestras, ya que esto asegurará una adaptación más fácil al entorno de la instalación. Además, siempre convendrá que estos requieran poco mantenimiento y riego. Si la instalación se encuentra en un entorno urbano o periurbano, y muy sometida a las presiones de la



▲
Cerramiento de Cupressocyparis leylandii (monótonos estéticamente, pobres biológicamente, sensibles a plagas y enfermedades, de mantenimiento difícil e imposible regeneración).



▲
Seto vegetal compuesto por asociación de especies autóctonas para favorecer la biodiversidad y fauna auxiliar en el Parc Agroecològic de l'Empordà (Albons).

actividad humana e industrial, puede llegar a ser interesante la implantación de algún tipo de vegetación que no sea autóctona, y que tenga una gran adaptabilidad a estos entornos. En todo caso, este tipo de vegetación se debe considerar solamente cuando no existan especies autóctonas que puedan adaptarse correctamente en la instalación. Será importante, como siempre, no seleccionar especies invasoras que pudieran expandirse fuera de los límites de la instalación.

Por tanto, se recomienda escoger las especies que se implantarán en función de:

- El clima y el tipo de suelo donde se tengan que plantar.
- La función que tengan que cumplir.
- Su desarrollo futuro en relación con el espacio del cual dispongan, las vistas que tengan que ocultar...

Permeabilidad del cierre vegetal

Es importante que el seto no sea como un muro impenetrable. Su permeabilidad debe ser aproximadamente del 50 %. Esto lo conseguiremos eligiendo especies no demasiado tupidas y plantándolas a distancias adecuadas. Las coníferas (ciprés, tuya) son demasiado impermeables, no se regeneran de cepa (les cuesta rebrotar, lo cual dificulta o incluso imposibilita su regeneración en caso de que la plantación esté dañada), acogen menos fauna y son más sensibles a plagas y enfermedades. En cambio, las especies frondosas son más permeables, se pueden podar y además pueden acoger a más fauna.

Combinar un mínimo de 5 a 8 especies frondosas con velocidades de desarrollo similares es lo más acertado, ya que se integran y armonizan mejor con el paisaje y tienen un mantenimiento muy reducido. También es bueno combinar especies de floraciones escalonadas y de familias distintas (leguminosas, labiadas, rosáceas, oleáceas, etc.).

Para el diseño del seto elegiremos una forma lo más natural posible y una estructura no uniforme, ya que, además de conseguir mayor integración paisajística, funcionará de forma más adecuada, con lo cual creará más microambientes y, por tanto, promoverá una fauna mucho más variada.

Diversidad de especies vegetales

Es importante insistir en las ventajas de asociar varias especies en vez de poner un seto de una sola especie. Asociando varias especies nos aseguramos un mayor recubrimiento, ya que los diferentes estratos (árboles, arbustos, pequeñas matas o herbáceas) ofrecen cobertura en toda la altura del cerramiento y así aumenta la biodiversidad vegetal y, con ella, la faunística. También nos aseguramos un seto menos vulnerable, más duradero y resistente, más bello e integrado en el paisaje.

Además de la diversidad de especies dentro del seto, también es interesante jugar con diferentes alturas de los arbustos, pudiendo incluso introducir árboles como parte del cerramiento.

Las plantas más adecuadas para hacer el seto son especies de floraciones escalonadas, de familias distintas, lo más variadas posible (evitando monocultivos en setos), intercalando:

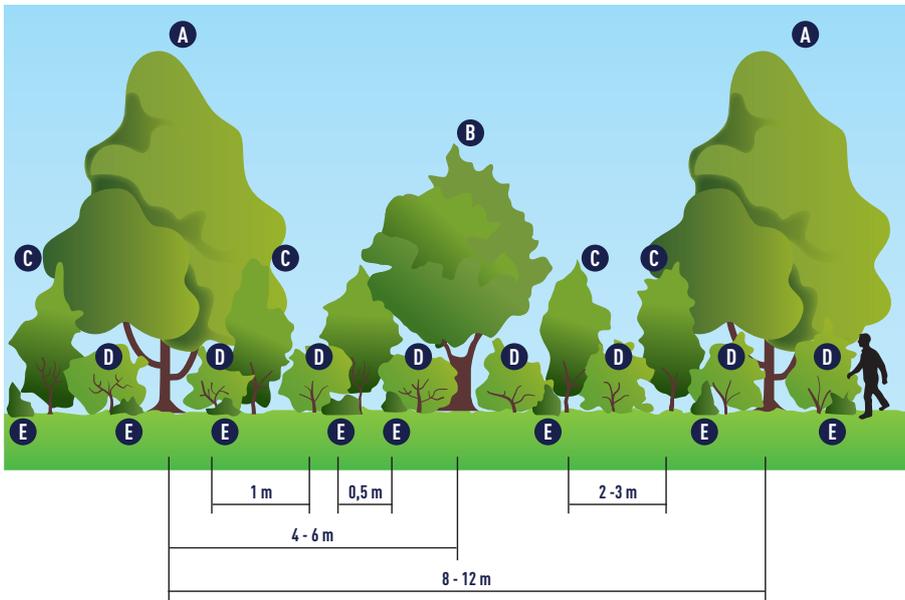
- Árboles cuya copa asegura la protección (encina, almez, roble, arce, fresno, cerezo, tilo...) con árboles pequeños ramificados desde el cuello que aseguran la protección en la parte media del seto. En este grupo se incluyen especies con un buen rebrote de cepa: fresno, cerezo, ciruelo, serbal, tilo, madroño, laurel o, incluso, frutales como el manzano silvestre, el peral, el níspero, el membrillo...
- Arbustos, que guarecen la parte inferior del seto y aseguran su homogeneidad y cubren los huecos dejados por los dos grupos anteriores. Además, los arbustos favorecen el desarrollo de la fauna, a la que dan alimento, refugio y protección. Arbustos de porte alto, como son el espino albar, la lila, la mimbrera, el saúco, el avellano, el taray o la adelfa, y de porte bajo, como el cornejo, el endrino, el durillo, la retama, el enebro, el bonetero, el rosál silvestre...
- Las matas y herbáceas tienen, a su vez, gran importancia para cubrir nichos y dotar al seto de una mayor heterogeneidad estructural y biodiversidad. Así, todas las aromáticas y pequeñas matas que podamos añadir (lavanda, romero, salvia, menta...) y las hierbas que puedan crecer al lado proporcionan el punto de riqueza necesario para convertir al seto en todo un complejo ecosistema.
- Algunas familias suelen ser muy atractivas o adecuadas para la fauna. Los espinos y las arbustivas son especialmente interesantes para pájaros y pequeños mamíferos insectívoros, pues les ofrecen cobijo y alimento alternativo (frutillos). Las especies de floración o fructificación invernal (madroño, brezo, durillo...) son también convenientes, puesto que esa época es la de mayor escasez alimentaria para la fauna útil. Rosáceas, labiadas, compuestas y leguminosas suelen tener abundante néctar o polen.

Otros aspectos de diseño

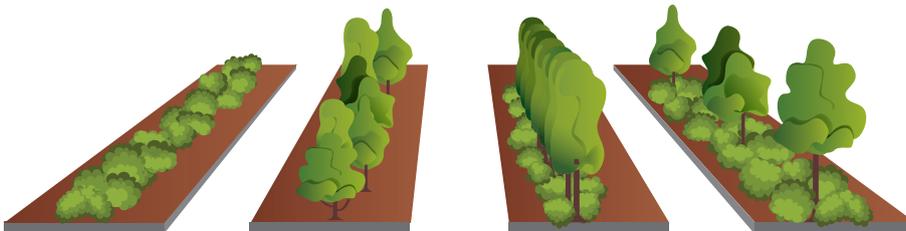
A la hora de diseñar el cierre, se debe tener en cuenta que pies demasiado juntos darían un seto muy tupido y muy impermeable. Además, al crecer, las plantas tendrán excesiva competencia por el espacio y los nutrientes, por lo que podemos tener problemas.

Se deberán asociar especies con vigor y rapidez de crecimiento similares. De lo contrario, las más vigorosas ahogarán a las más lentas.

El marco de plantación depende también del tamaño de la especie elegida. Para árboles grandes se recomienda una separación de entre 8 y 12 m; para árboles pequeños medianos, de entre 4 y 6 m; y para arbustos, de 1 a 2 m. Conviene empezar escogiendo los árboles grandes, y después los árboles intermediarios, arbustos y matas para completar la asociación



▲ Ejemplo de diseño de estructura de cerramiento: A: árboles grandes; B: árboles de porte medio, ramificados desde su base (macollas); C: grandes arbustos; D: arbustos; E: matas y herbáceas.



▲ Ejemplos de cerramientos vegetales pluri-específicos y disposición de las plantas en ellos.

3. Criterios de implantación

Actualmente, se puede considerar que el sistema de plantación desarrollado y divulgado desde hace más de 30 años por Dominique Soltner es el que ofrece más garantías de éxito al menor coste. Este método está basado en los sistemas de plantación de árboles frutales. Los pasos que hay que seguir son los siguientes:

- Se empezará trabajando el suelo en profundidad (no inferior a 40 cm) con un subsoilador o cincel, si es posible, para romper posibles suelas de labor o horizontes compactados. También se puede utilizar la pala de una retroexcavadora, marcha atrás, en la franja donde se ubicará el seto.
- Después se labrará, preferiblemente con útiles de disco, dientes o Rotavator (a baja velocidad y con el suelo en tempero), para conseguir una superficie de plantación uniforme y lista para la plantación.
- Posteriormente esparciremos un abonado a fondo, a base de compost o estiércol maduro de unas 20-30 t/ha, sobre la tierra desmenuzada que no será necesario enterrar.
- Se colocará una malla antihierbas si existe un riesgo importante de concurrencia de la vegetación espontánea local (HorSol, Plantex, Thorenappe, PLA).
- A continuación, se marcarán sobre el terreno los puntos donde se plantarán los pies, respetando el marco de plantación apropiado para las especies elegidas. En el caso de plantaciones de poca envergadura o con un presupuesto limitado, se pueden conseguir los mismos parámetros que en una plantación individual (ver anexo 4.2: "Buenas prácticas en jardinería"), teniendo en cuenta que es imprescindible una buena preparación del suelo y un buen acolchado individual de las plantas para evitar problemas de concurrencia de malas hierbas.

La mejor época para llevar a cabo la plantación es durante el reposo invernal, es decir, de noviembre a febrero. Se utilizarán preferentemente plantas jóvenes de calidad, de 1-2 años de cultivo en contenedor forestal o contenedor antiespiralización, con un sistema radicular equilibrado y bien desarrollado. Durante los primeros años, en zonas poco lluviosas puede ser conveniente el riego auxiliar. Después de la plantación se puede colocar un sistema de riego de goteo de soporte para asegurar la rápida y correcta implantación de las plantas en sus primeros tres años sobre el terreno, y en el caso de que no hayamos colocado una lámina para prevenir y evitar la salida de malas hierbas, conviene extender una capa de más de 10 cm de acolchado alrededor de los árboles y arbustos (pero sin tocar el cuello de estos) a base de restos de poda triturados (BRF, paja de trigo, etc.).



Fotos: Sergi Massanés



▲ Proceso de preparación del terreno y plantación de un cerramiento vegetal siguiendo "las reglas del arte" en la Escuela Agraria de Manresa. Como se puede ver en la última imagen, sin acolchado los arbustos habrían sucumbido ahogados por la competencia de la vegetación espontánea en el primer verano tras su plantación.

4. Selección de especies para cierres vegetales

Selección de especies recomendadas para utilizar en climas secos mediterráneos sobre suelos poco fértiles:

Árboles grandes>8 m	Árboles medianos>4 m	Arbustos grandes>2 m	Arbustos pequeños<2 m
<i>Celtis australis</i>	<i>Sorbus domestica</i>	<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Phillyrea angustifolia</i>
<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Alnus cordata</i>	<i>Crataegus monagyna</i>	<i>Spartium junceum</i>
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Prunus mahaleb</i>	<i>Coronilla emerus</i>
<i>Gleditsia triachantos</i>	<i>Quercus pubescens</i>	<i>Cydonia vulgaris</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>Buplerum fruticosum</i>
<i>Ulmus resistata</i>	<i>Acer monspessulanum</i>	<i>Vitex agnus castus</i>	<i>Amelanchier ovalis</i>
<i>Platanus orientalis</i>	<i>Acer opalus</i>	<i>Nerium oleander</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Sophora japonica</i>	<i>Morus alba</i>	<i>Paliurus spina-christi</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Morus nigra</i>	<i>Viburnum tinus</i>	<i>Myrtus communis</i>
<i>Pinus pinea</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Phillyrea latifolia</i>	<i>Rosa sp</i>
<i>Celtis sinensis</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Buddleja x lochinch, weyeriana...</i>
<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Medicago arborea</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Prunus amygdalus</i>	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Phlomis fruticosa</i>
<i>Cupressus arizonica</i>	<i>Olea europaea spp sylvestris</i>	<i>Tamarix gallica, africana, pentandra</i>	<i>Atriplex halimus</i>

Selección de especies que podemos utilizar en climas húmedos y suelos profundos y fértiles:

Árboles grandes>8 m	Árboles medianos>4 m	Arbustos grandes>2 m	Arbustos pequeños<2 m
<i>Castanea sativa</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Prunus espinosa</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Sambucus racemosa</i>	<i>Evonymus europaeus</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Salix viminalis</i>	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Ribes nigrum</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Sorbus aria</i>	<i>Prunus lusitanica</i>	<i>Ribes spina-crispa</i>
<i>Populus nigra</i>	<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Viburnum lantana</i>
<i>Populus alba</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Juglans regia</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>	<i>Rosa sp</i>
<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Spiraea japonica</i>
<i>Tilia cordata</i>	<i>Dyospiros kaki</i>	<i>Prunus mahaleb</i>	<i>Phyladelphus coronarius</i>
<i>Prunus avium</i>	<i>Malus domestica</i>	<i>Mespilus germanica</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Pyrus communis</i>	<i>Cydonia oblonga</i>	<i>Abelia x grandiflora</i>
<i>Quercus petraea</i>	<i>Prunus domestica</i>	<i>Frangula alnus</i>	<i>Cotoneaster franchetii</i>
<i>Salix alba</i>	<i>Salix cinerea</i>	<i>Cornus mas</i>	<i>Kerria japonica</i>

5. Casos prácticos

Ejemplo de un proyecto de seto en EDAR-Vilanova i la Geltrú

Creación de proyecto de un seto mixto de enredaderas con floración aromática y arbustos mediterráneos a petición del responsable de la instalación debido a las quejas del vecindario. El vecindario demandaba ocultar vistas de la instalación y, a ser posible, utilizar enredaderas con floración aromática para contrarrestar posibles malos olores generados por la planta. Con esta actuación se pretende intentar integrar paisajísticamente la planta a su entorno, favorecer la biodiversidad y disminuir los costes de mantenimiento derivados del desbroce regular de este espacio.



▲ Vista del espacio donde se implantará el seto de 173 m² y 90 m/l y de la simulación de la propuesta de actuación.

Propuestas de actuación

Creación de un seto mixto de enredaderas aromáticas que aprovechen la estructura del cerramiento como soporte y arbustos mediterráneos adaptados:

- Desbroce y regularización del terreno.
- Colocación y fijación de un fieltro biodegradable (PLA o Thorenappe) para evitar la concurrencia de la vegetación espontánea durante la fase de implantación de las plantas y reducir los trabajos de conservación de este espacio.
- Suministro y plantación de una selección de arbustos mediterráneos autóctonos (durillo, jaras, sauzgatillo, madroño...) asociados de manera adecuada con enredaderas (*Jasminum officinale*, *Jasminum polyanthum*, *Trachilospermum jasminoides*, *Lonicera periclymenum*).

Estas enredaderas producen flores olorosas, y correctamente asociadas tienen un periodo de floración que se extiende de marzo a octubre.



▲ Ejemplo de algunas de las enredaderas que pueden utilizarse y de la estructura del seto que se implantará.

Presupuesto de la actuación

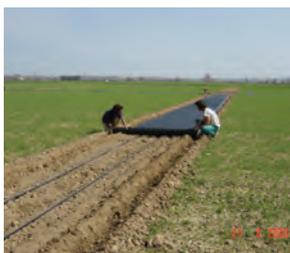
El coste de realización de este seto, siguiendo las pautas de construcción, los materiales y la planta en contenedor de 3 litros, sería de 2.300 euros (13 €/m²).

Evidentemente, estos costes se pueden reducir o aumentar en función de las características y la ubicación del terreno y su dificultad para prepararlo adecuadamente; los materiales que se utilicen para el acolchado; el tipo, edad y tamaño de la planta; la colocación de riego o no, etc.

Ejemplo de plantación de setos en el Parc Agroecològic de l'Empordà

Primeros pasos en la creación de una red de cerramientos de más de dos kilómetros de longitud en una finca de horticultura ecológica en Albons (Girona), con el objetivo de crear un entorno favorable a la biodiversidad y proteger los cultivos de los efectos desfavorables del viento (muy frecuente y violento en esta zona).

La implantación se llevó a cabo con los criterios desarrollados en este anexo.





interior
reducción de emisiones de luz

objetivos y beneficios

El diseño y selección de los dispositivos emisores de luz en cualquier instalación tendrá como premisa conseguir el nivel de luminancia y seguridad adecuado para el correcto uso de este espacio. No obstante, es conveniente considerar otros aspectos que favorezcan la reducción de los efectos de la contaminación lumínica y la interferencia con fauna nocturna, y que, además, comporten una mayor eficiencia energética del sistema.

Numerosos estudios han identificado los impactos del alumbrado exterior en distintos grupos zoológicos y, en particular, sobre insectos, aves nocturnas y murciélagos. Estos impactos pueden llegar a mermar sus poblaciones, por lo que el beneficio principal de la actuación será reducir los efectos perniciosos de la contaminación lumínica sobre estas especies:

- Perturbaciones en las vías migratorias, al actuar una línea de fuentes de luz como barrera para los movimientos migratorios o de dispersión de algunas especies.
- Efectos sobre los insectos nocturnos, que muestran el comportamiento denominado de vuelo a la luz. Este provoca un efecto de cautividad en la zona iluminada, por lo que pueden llegar a morir quemados, extenuados o depredados por murciélagos.
- Mortalidad de aves a causa de colisiones provocadas por el efecto de deslumbramiento.
- Perturbaciones en el ritmo biológico de los animales observable en distintos aspectos: desplazamiento de la nidificación en algunas aves, al alejarse de las fuentes de emisión lumínica; modificación de hábitos de alimentación por la sensación de luz (día) continua o afectación en el apareamiento y reproducción de individuos, entre otros.

servicios ecosistémicos:



descripción

La adaptación de la iluminación de los exteriores de las instalaciones para reducir la emisión de luz y las perturbaciones que esta origina en su entorno requiere una particular atención respecto a los siguientes factores.

- Orientación adecuada de la fuente lumínica.
- Óptima selección del dispositivo de iluminación.
- Posición y separación de los puntos de luz.
- Temporización de la fuente de luz y detectores de movimiento.

Antes de describir estas medidas cabe destacar una evidencia: la fuente de luz menos contaminante es la que no está. Con ello se destaca la necesidad de valorar, en primer lugar, si es necesario (por seguridad o por otras razones) iluminar un espacio exterior, y si se precisa hacerlo durante todo el periodo nocturno.

orientación de la fuente lumínica

La fuente lumínica debe focalizar la iluminación sobre el destino para la que se ha previsto, evitando la emisión de luz hacia el cielo. Toda luz que no ilumina su objetivo es luz perdida y, por lo tanto, fuente de contaminación lumínica, además de un gasto energético innecesario. Focalizar la luz en un cono con ángulo máximo de 70° respecto a la vertical es una buena práctica de iluminación.

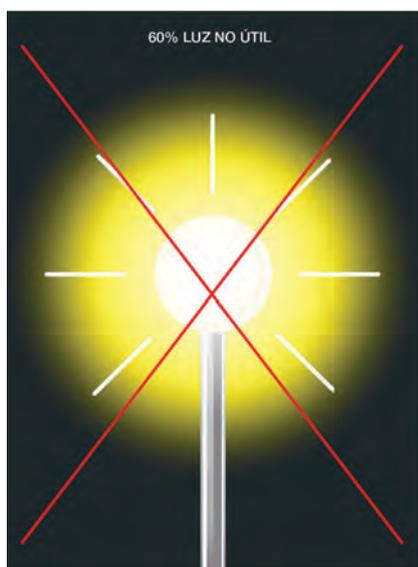
Existen modelos de iluminación expresamente diseñados para focalizar el haz de luz en los objetos que deben iluminarse; de este modo se evita la pérdida lateral de luz o efectos pantalla indeseados.

óptima selección del dispositivo de iluminación

Es importante escoger correctamente la luminaria según se requiera luz directa, indirecta o difusa (o combinaciones entre ellas). Siempre que sea posible, se evitarán iluminaciones indirectas o difusas, no orientadas al objeto que debe iluminarse, puesto que su contaminación lumínica es mayor.

La intensidad lumínica depende también del tipo de luminaria utilizada y algunos cromatismos del foco emisor son más atractivos para los insectos nocturnos. Por ejemplo, las luces de vapor de mercurio son muy atractivas para estos, por lo que, en la medida de lo posible, es mejor evitarlas particularmente en la iluminación de viales, ya que también atraen a murciélagos que acuden a depredar a las aves, con el consiguiente riesgo de colisión con vehículos. Asimismo, generan una elevada afectación, aunque menor, las lámparas fluorescentes y de tungsteno. Las más recomendables, con efectos bajos sobre los insectos, son las luces halógenas y de sodio de baja presión.

Orientación adecuada de la fuente lumínica.



En algunos casos los puntos de luz se pueden sustituir por sistemas de iluminación de baja intensidad en plataforma, que disminuirán la contaminación lumínica del entorno donde estén situados.

distribución espacial de los puntos de luz

El diseño de la iluminación tiene como punto de partida las necesidades reales de iluminación; no obstante, cabe considerar los aspectos medioambientales que se han ido comentando en esta ficha para fijar la luminancia en entornos rurales o suburbanos.

Este diseño, además de considerar el tipo de luminarias que se utilizarán y su orientación, deberá fijar la separación entre sí y la altura a la que deben situarse. La reducción de la altura de los báculos de iluminación es positiva para reducir el efecto barrera de la iluminación y la atracción de insectos y, en consecuencia, de murciélagos que se alimentan de estos.

La separación de luminarias debe favorecer la continuidad cromática en la zona iluminada: se han de evitar zonas sobreiluminadas y zonas de sombra. Una distribución homogénea de la luz permitirá que la intensidad esté repartida, sin zonas sobreexpuestas.

Otra medida de distribución espacial de los puntos de luz consiste en la zonificación del espacio: deben preverse zonas oscuras donde sea posible, así como su conectividad, para facilitar el emplazamiento en estas zonas de fauna específica y su desplazamiento sin crear islas.

temporización de la fuente de luz y detectores de movimiento

En áreas de paso de vehículos y personas, donde el tránsito de estas es esporádico y no se requiere una iluminación continua, es adecuado el uso de detectores de movimiento conectados al sistema de iluminación.

En zonas donde la necesidad de iluminación es elevada en algunas horas nocturnas pero mucho menor en otras, son preferibles los sistemas de iluminación temporizados para activar los dispositivos solo en los horarios con mayor probabilidad de tráfico de vehículos o personas.

Para ambos sistemas, en caso de que la instalación se ubique en un entorno con fauna muy sensible a la iluminación, debe considerarse el comportamiento de las especies implicadas, puesto que, al activarse un temporizador, este puede causar sobresaltos en los animales que pueden ser contraproducentes con la finalidad de reducción de afectación sobre la biodiversidad para los que habían sido diseñados.



▶▶
◀ Diseños adecuados para reducir la contaminación lumínica.

Autor: Carme Rosell

periodo de ejecución

► Las actuaciones se realizarán en los momentos del año con menor actividad biológica.

costes orientativos

► No supone necesariamente un sobrecoste si se realiza la actuación en el momento de diseñar una nueva instalación o cuando deban sustituirse los dispositivos existentes.

agentes implicados

► Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.

a tener en cuenta

► La reducción de la contaminación lumínica en entornos naturales está regulada por normativa en algunas regiones.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Proporción de dispositivos adaptados. Porcentaje de dispositivos con emisión focalizada y/o otros mecanismos para reducir la contaminación lumínica.

► **Indicador 2.** Reducción del consumo energético. Variación del consumo energético de la iluminación exterior antes y después de realizar las adaptaciones.

referencias y fuentes de información

► GUIDANCE NOTE. CONTROLLING LIGHT POLLUTION AND REDUCING LIGHTING ENERGY CONSUMPTION. SCOTTISH EXECUTIVE.

<http://www.gov.scot/resource/doc/170172/0047520.pdf>

► INFORMATION ABOUT LIGHT POLLUTION. SAVE THE NIGHT.

<http://www.savethenight.eu/Light%20Pollution%20in%20Europe.html>



interior
creación de hábitats y refugios para la fauna

objetivos y beneficios

a instalación de refugios para animales en zonas verdes naturalizadas (o incluso en las propias edificaciones), así como la creación de determinados tipos de hábitat, puede favorecer la conservación de muchas especies de fauna silvestre, incluidas las amenazadas o en peligro de extinción. Si se diseñan adecuadamente, estas actuaciones no serán anecdóticas, sino que contribuirán al objetivo global de reducir la pérdida de biodiversidad, compensando los efectos del deterioro de los hábitats naturales y mejorando las posibilidades de supervivencia de especies en declive.

Además, estas medidas también favorecen la agricultura y la jardinería ecológicas, y permiten que la instalación tenga un entorno más saludable.

Esto se debe a que entre las numerosas especies que pueden verse beneficiadas destacan aves, murciélagos y otros animales consumidores de insectos, como erizos o lagartos, todos ellos aliados naturales para el control de plagas (por ejemplo, se ha estimado que un solo ejemplar de murciélago común consume más de tres mil insectos en una noche). Aumentando la presencia de animales silvestres insectívoros también se reducen las necesidades de usar plaguicidas químicos y sus aspectos negativos para el medio ambiente (véase la ficha 4.3).

Otro beneficio de estas actuaciones son las oportunidades que ofrecen para la educación ambiental, pudiéndose definir recorridos con puntos para observar aves, estaciones de fototrampeo o videotrampeo en las que se podrán obtener imágenes de animales -sin causarles molestias-, o instalar carteles con información sobre las distintas especies que se encuentran en los hábitats y refugios aportados.

servicios ecosistémicos:



descripción

Las instalaciones del ciclo del agua ofrecen muchas oportunidades para llevar a cabo una gran diversidad de medidas para favorecer a la fauna. Al tratarse de perímetros protegidos que en ocasiones cuentan con extensas superficies de zonas verdes o espacios marginales no utilizados, y con una actividad humana relativamente baja, plantean la posibilidad de restaurar microhábitats muy diversos con inversiones moderadas. Para conseguir la mayor efectividad con el mínimo coste, será fundamental una correcta planificación del conjunto de actuaciones, dotándolas de sentido ecológico. Será clave, en este sentido, una evaluación inicial de la instalación y su entorno, realizada por expertos que diagnosticarán qué especies del entorno es posible potenciar y a cuáles puede beneficiar en mayor medida la actuación.

A continuación se describen algunas de las actuaciones posibles, que pueden consistir tanto en la disposición de estructuras (piedras, troncos u otros elementos artificiales) que ofrecen lugares para el descanso o la reproducción de pequeños animales como en la creación de hábitats en los que pueden residir, o encontrar alimento y refugio, una extensa diversidad de invertebrados y pequeños vertebrados.

En general, en todas las actuaciones:

- se priorizará el uso de materiales naturales y orgánicos, que no estén impregnados de productos químicos (pintura, barniz u otros);
- se escogerán con atención los lugares de actuación para que ofrezcan la máxima tranquilidad y, cuando sea necesario, se apantallarán para ofrecer mayor resguardo;
- se evitará, en instalaciones situadas en entornos naturales, la instalación de comederos, que contribuyen a que la fauna pierda su comportamiento salvaje;
- se impedirá la atracción de animales hacia sectores de la infraestructura en los que exista riesgo de mortalidad, por ejemplo, por caída en pozos, ahogamiento, colisión de aves con cables o pantallas, etc.;
- se acompañará la instalación de cajas nido y refugios con actuaciones desnaturalización de la instalación y creación de hábitats que incluyan vegetación que aporte alimento a las especies a las que se destinan las estructuras, así como puntos de agua donde puedan abastecerse y bañarse.

instalación de cajas nido para aves

- Existen cajas nido para numerosas especies, entre las que destacan páridos (carboneros, herrerillos, etc.), golondrinas y aviones, vencejos, gorri-

nes, carracas, mochuelos, cernícalos primillas, etc. Las diferencias entre ellas estriban en el tamaño y la forma del orificio de entrada, y en el tamaño de la cavidad interior. La evaluación inicial de la instalación permite seleccionar el modelo más adecuado, según las especies a las que se destinen.

- El número de cajas nido se definirá en función de la superficie disponible, considerando que las cajas para pequeñas aves deben mantener distancias de unos 10 m entre ellas. Para aves coloniales pueden instalarse distintas cajas adosadas (si se destinan a golondrinas, por ejemplo) o estructuras grandes con distintas cavidades para nidificar. En general, se situarán a una altura mínima de 3-4 metros, aunque esta puede variar según las especies.

- Los sectores tranquilos, alejados del tránsito de personas (o que cuenten con apantallamientos que mantengan a resguardo la zona) y preferentemente en árboles, son los lugares más adecuados para la ubicación de cajas nido. La instalación se puede realizar mediante ganchos (habitualmente proporcionados con la misma caja nido) en ramas gruesas y manteniendo una separación de 1-2 metros del tronco, para dificultar el acceso a posibles depredadores y la entrada de agua que rezume por el tronco en días de lluvia.

- Las cajas deberán instalarse en lugares de fácil acceso para las aves y, si fuera posible, con pequeñas ramas próximas, en las que puedan posarse antes de acceder al nido.

- Para algunas especies adaptadas a vivir en áreas edificadas, es posible ubicar estructuras de nidificación en paredes (por ejemplo, bajo cornisas o balcones para la golondrina o el avión común) o en las cubiertas (como pueden ser tejas adaptadas para el cernícalo primilla). Incluso se comercializan estructuras para integrarlas en paredes o tejados, cuando se construye el edificio.

- También pueden situarse cajas nido en postes instalados a tal efecto. En estos casos se deberá evaluar la necesidad de instalar sistemas bajo la caja nido que dificulten el acceso a posibles depredadores.

- En lugares calurosos y secos, se recomienda orientar las cajas nido hacia el norte, para mantener una adecuada temperatura y humedad en su interior.

- Es recomendable realizar un mantenimiento anual de las cajas nido al finalizar el periodo reproductor, eliminando el material acumulado en su interior para evitar la proliferación de ácaros u otros parásitos.



Autor: Ferran Navàs

▲ Ejemplo de cajas nido



Autor: Ferran Navàs

▲ Herrerillo común usando una caja nido

instalación de refugios para murciélagos

- Existen distintos tipos de refugios según las especies a las que vayan destinados. Las diferencias estriban en el tamaño del orificio de entrada y de la cavidad interior, aunque un mismo tipo puede ser utilizado por distintas especies.

- El tamaño del orificio de entrada deberá ajustarse a los requisitos de las especies deseadas; habitualmente será de entre 1,2 y 2 cm.

- Las paredes interiores del refugio deben ser rugosas, para permitir que los murciélagos se cuelguen en ellas, así como también la superficie de "aterrizaje", de un mínimo de 10 cm de longitud, que sobresale por debajo del orificio de entrada.

- Los refugios deberán estar instalados a una distancia de 3-5 metros del suelo, en una orientación que garantice la insolación durante 5-7 horas al día y con la entrada libre de obstáculos (ramas, hiedra, etc.).

- Existen dos tipos principales de refugios. Los más habituales son cajas nido de dimensiones similares a las destinadas a las aves, que pueden ser ocupadas por un número bajo de ejemplares. Estas podrán colgarse en troncos de árboles o en paredes de edificaciones u otras superficies planas.

También pueden instalarse encima de postes destinados a tal efecto o en otros soportes existentes. Se recomienda instalar grupos de 2-5 cajas nido próximas entre sí, para favorecer la agregación de un número superior de individuos y permitir que cambien de refugio en función de su microclima o si se producen episodios de infestación de parásitos.

- Un segundo tipo de refugio son los grandes hábitats aptos para acoger colonias numerosas. Estos se deberán instalar sobre soportes específicos o sobre tejados de edificios.

- No se requiere un mantenimiento exhaustivo de los refugios de murciélagos (los excrementos caen al exterior), pero sí deberá realizarse si se observa que son ocupados por insectos, en cuyo caso se deberán vaciar y limpiar.



▲ Refugio para murciélagos instalado sobre poste

creación de otros hábitats adecuados para la fauna

A continuación se enumeran otras actuaciones que podrán acometerse para proporcionar refugio o hábitats para distintos grupos de fauna silvestre en las zonas verdes.

- Instalación de refugios artificiales para otros grupos de fauna. Además de los mencionados para aves y murciélagos, se comercializan también refugios para otros animales. Podrán instalarse refugios para pequeños mamíferos (lirones o erizos) o también para insectos polinizadores (véase la ficha 3.5).

- Creación de zonas de refugio. Para determinados grupos de fauna es posible crear, mediante sencillas actuaciones, hábitats heterogéneos y adecuados para ellos.

Algunos ejemplos pueden ser la construcción de pirámides mediante troncos para favorecer poblaciones de insectos saproxilófagos (que se alimentan de madera en descomposición); la creación de caballones de tierra, con una pared vertical para la

nidificación de aves (abejarucos); y la acumulación de ramas y piedras, o construcciones en piedra seca, para proporcionar refugio a anfibios, pequeños reptiles y un gran número de invertebrados (caracoles, escarabajos, etc.).

- Creación de charcas para anfibios (véase la ficha 3.1).

- Adecuación de pequeños sectores de unos 4 x 2 metros, sin presencia de vegetación y recubiertos de arena, que pueden utilizar distintas especies de aves (como los gorriones) para limpiarse de parásitos con baños de arena.

- Comederos. Otra actuación habitual en jardines es la instalación de comederos, especialmente para las aves en invierno. No obstante, esta actuación requerirá de un trabajo periódico para aportar alimento y debe valorarse su idoneidad. En instalaciones situadas en ambientes naturales se desaconseja su instalación para evitar que las aves se acostumbren y pierdan su comportamiento de búsqueda de alimento natural. Siempre será preferible contar con vegetación que produzca semillas o frutos apetentes para las aves.

Estas actuaciones podrán verse complementadas con la instalación de puntos de observación para un uso pedagógico en las instalaciones que reciban visitas de grupos escolares o de otro tipo.

periodo de ejecución

► Las actuaciones se podrán realizar en cualquier época del año, aunque deberán estar disponibles al empezar el periodo reproductor de la especie a la que se destinen.

costes orientativos

► Muy variables en función de cuál sea la envergadura de las actuaciones.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- En la evaluación previa de la instalación es importante identificar los hábitats que ya ofrece y que pueden acondicionarse para la fauna con ligeras adaptaciones.
- Es importante contar con asesoramiento experto para garantizar que las actuaciones se destinan a las especies que más puedan verse beneficiadas y, en particular, a fauna en declive o que cuente con programas de recuperación en el entorno de la instalación.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Inventario de especies de fauna que utilizan las cajas nido o refugios instalados.
- **Indicador 2.** Tasa anual de utilización de las cajas nido o refugios.

referencias y fuentes de información

► **BAT CONSERVATION AND MANAGEMENT.**

<http://www.batmanagement.com/Batcentral/batboxes/bathouse.html>

► **GUÍA DE INICIATIVAS LOCALES PARA LOS ANFIBIOS.**

http://awsassets.wwf.es/downloads/iniciativas_para_anfibios_1.pdf

► **MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE GRANOLLERS – LA TELA.**

<http://www.museugranollersciencias.org/caixes-niu/>

► **REFERENCIAS DEL GRUPO:**

Mantenimiento de zonas verdes mediante técnicas de control biológico. Aigües de Barcelona. Persona de contacto: Pablo Serrano, Responsable de Gestores de Edificios, pserranog@aiguesdebarcelona.cat

Parque Urbano Inundable La Marjal. Aguas de Alicante. Persona de contacto: Amelia Navarro, Gerente Sistemas de Gestión, Seguridad y Desarrollo Sostenible, amelia.navarro@aguasdealicante.es

Transformación de antiguos depósitos en refugios para murciélagos. EMUASA. Persona de contacto: Pilar Megia Rico, Responsable de Responsabilidad Corporativa de Aguas de Murcia, pmegia@emuasa.es



interior
naturalización de estanques y fuentes ornamentales

objetivos y beneficios

Las fuentes y los estanques de las zonas verdes de las instalaciones, además de ser un elemento ornamental e incluso artístico, refrescar el ambiente y producir un sonido agradable, pueden adaptarse para favorecer la vida silvestre. Asimismo, las fuentes situadas en jardines públicos o espacios urbanos, en general, brindan una excelente oportunidad para integrar naturaleza en la ciudad.

Los estanques y fuentes naturalizadas urbanas son un entorno idóneo para el establecimiento de programas de sensibilización de la ciudadanía.

Se pueden fomentar las relaciones con el vecindario a través de las asociaciones de vecinos u otras organizaciones de barrio para favorecer un mejor conocimiento de estos elementos, su función y sus valores naturales.

Por otro lado, la naturalización de ciertas fuentes puede permitir el desarrollo de programas de recuperación de especies en declive y de interés de conservación, como anfibios u otras especies de flora y fauna autóctona asociada a los ambientes acuáticos.

descripción

Las fuentes ornamentales naturalizadas son ecosistemas que facilitan hábitats para la flora y la fauna silvestres.

Para su buen funcionamiento ecológico, no solo es necesaria una adecuada selección e implantación de vegetación y fauna, sino que requieren adecuados protocolos de mantenimiento y una correcta gestión que permita conservar la biodiversidad que albergan sin comprometer la calidad del agua ni generar problemas que ocasionen molestias a las personas que usan el entorno (ya sean operarios de la instalación o bien ciudadanía, si se trata

servicios ecosistémicos:



de fuentes ornamentales situadas en espacios públicos).

gestión de parámetros fisicoquímicos del agua

Los estanques poco profundos experimentan cambios de temperatura del agua muy marcados; una profundidad media de entre 60 y 80 cm sería adecuada para un estanque que se deba naturalizar.

En general, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Siempre que sea posible, el llenado de la cubeta se realizará a partir de aguas freáticas para evitar la aportación de cloro.
- Debe reducirse el aporte de compuestos nitrogenados -como el que supondría la incorporación de fertilizantes utilizados en las cercanías de la fuente de materia orgánica (hojas, excrementos de peces, etc.) para evitar que se origine un crecimiento excesivo de algas.

- La turbidez afecta a muchos organismos acuáticos, con lo que deberán contemplarse técnicas de gestión que la eviten, por ejemplo, la presencia de algas o macrófitos adecuados y de organismos filtradores.

- En los estanques naturalizados con recirculación, su calibración se realizará de acuerdo con el técnico responsable de biodiversidad; debe reducirse el caudal de agua recirculada lo máximo posible, principalmente en balsas pequeñas.

- En balsas de poca profundidad deben evitarse sistemas de impulsión que remuevan excesivamente la columna de agua y mezclen nutrientes, ya que con ello podríamos contribuir a aumentar el fitoplancton y a disminuir la transparencia del agua.

establecimiento de vegetación y fauna

Los macrófitos forman la base trófica de la comunidad de la fuente, y sirven de refugio y sustrato para desarrollar el ciclo biológico de algunas especies de fauna.

En general, se trata de conseguir fuentes ornamentales de aguas transparentes implantando especies vegetales adecuadas (como las algas de la familia de las caráceas) y favoreciendo la presencia de invertebrados acuáticos.

Para conseguir la mejor calidad del agua es preciso que las comunidades vegetales y animales sean lo más maduras posibles y que comprendan aquellas especies que, mediante su actividad biológica, mejoren la calidad del agua.

Algunos aspectos que deben considerarse en la gestión de la vegetación son los siguientes:

- Los macrófitos requieren normalmente un sustrato en el que echar

raíces. El fondo de la cubeta deberá contar con sedimento de suficiente grosor; también se podrán instalar jardineras sumergidas.

- Conviene disponer de vegetación preferiblemente autóctona de distintos grupos ecológicos: macrófitos sumergidos (oxigenan el agua y constituyen un soporte físico para la fauna), plantas de hojas flotantes (dan sombra y favorecen la presencia de fauna) y palustres, como los juncos o el lirio de agua, que se dispondrán en los bordes o en isletas centrales.

- Es recomendable incluir algas del género Chara en las rehabilitaciones y el mantenimiento de estanques por los beneficios que generan estas especies:

- Mejora de la transparencia y el contenido de oxígeno del agua.

- Contribución a un ecosistema diverso, maduro y en equilibrio.

- Ahorro de agua, ya que no se requiere una aportación continua de esta.

- Reducción del número de larvas de mosquito en los estanques, ya que estas algas liberan sustancias larvicidas.

- Mejora del aspecto estético del estanque.

- Si se produce un crecimiento excesivo de las plantas acuáticas habrá que retirar parte de la vegetación. Esto se llevará a cabo siempre por medios mecánicos y manuales, preferiblemente en invierno.

- Si se dan proliferaciones de algas filamentosas, lo que ocurre en los primeros estadios de evolución natural de una balsa, se requerirán actuaciones de limpieza frecuentes. Se retirarán los filamentos hasta que el crecimiento de plantas acuáticas que compitan con aquellas las vayan sustituyendo.

La fauna que puede verse favorecida por una gestión del estanque que favorezca la biodiversidad incluye fundamentalmente:

- Macroinvertebrados: grupo heterogéneo de animales de tamaño superior a las 500 micras formado por pequeños crustáceos como las pulgas de agua, escarabajos, caracoles de agua dulce etc., así como larvas acuáticas de insectos voladores (libélulas, escarabajos, efímeras, etc.). Son un buen indicador del buen estado ecológico de un estanque.

- Anfibios: ligados al medio acuático para su reproducción. En el caso de balsas de nueva creación, para que puedan poblarse de anfibios, se plantearán translocaciones de individuos, previo estudio y contando con las autorizaciones pertinentes. Es interesante favorecer la conectividad entre estos nuevos hábitats con los del entorno, para que los individuos nacidos en el estanque puedan dispersarse hacia territorios próximos.

- Aves: pueden utilizar la zona como bebedero; para obtener agua con la que construir sus nidos -en el caso de golondrinas y vencejos como lugar de caza.

aspectos que se deben contemplar en el programa de mantenimiento de las fuentes naturalizadas

- **Evitar tratamientos con productos químicos o fitosanitarios.** Este tipo de tratamientos afectan a la flora y fauna de la balsa; por lo tanto, en una fuente naturalizada deberán sustituirse por la introducción de técnicas de control biológico.

- **Control de especies exóticas y no deseables.** La presencia de peces en los estanques puede no ser deseable en muchos casos; provoca un aumento de nutrientes, a causa de sus detritus y la aportación de comida por los usuarios, y esto conlleva el deterioro de la calidad del agua. Además, los peces impiden la presencia de otros organismos que contribuyen a mantener el agua en buen estado. También las tortugas exóticas ensucian el agua con sus excrementos y depredan a otras especies.

Por lo tanto, será importante realizar una revisión periódica y extraer el mayor número de estos organismos (ya que extraer todos sin vaciar es prácticamente imposible) con el objetivo de moderar el efecto antes descrito. A menor carga de peces y tortugas, menor incidencia sobre el ecosistema del estanque.

- **Desarrollo de un inventario y seguimiento de especies.** Para llevar un control de la fuente, será necesario establecer un seguimiento de la progresiva colonización por parte de la flora y la fauna. Los aspectos que deberán evaluarse se determinarán para cada estanque en función de sus características y de cómo se haya planteado la naturalización. Un seguimiento estándar podría incluir:

- Un inventario o censo periódico de anfibios y aves; en estanques grandes conviene completarlo con un inventario de puntos de reproducción.

En el caso de las poblaciones de anfibios, será interesante diseñar el seguimiento con el fin de detectar posibles carencias en la gestión de los puntos de reproducción, así como posibles incidencias, como la aparición de especies exóticas.

- Un inventario de odonatos (libélulas y caballitos del diablo) u otros grupos de invertebrados.
- Un inventario de macrófitos, con mapa de su ubicación y superficie ocupada.

- **Control de proliferaciones de algas filamentosas y unicelulares.** Si se dan proliferaciones de este tipo de algas, para evitar que afecten a la fauna y la flora de la balsa, se requerirán actuaciones de limpieza frecuentes, o favorecer el crecimiento de plantas acuáticas que compitan con aquellas.

- **Control de las poblaciones de larvas de mosquito.** El control de mosquitos se podrá realizar de manera natural a partir de la gestión de la vegetación y de especies depredadoras. Si puntualmente se requiere algún tratamiento se utilizarán productos inocuos para otros organismos y que no alteren el funcionamiento del ecosistema acuático.

- **Control del exceso de materia orgánica, limpieza superficial e inspección.** Se deberá controlar el exceso de materia orgánica, retirando la hojarasca superficial con un salabre; deberá inspeccionarse si existen otros restos orgánicos y proceder a su retirada para evitar que se pudran, ya que la materia orgánica en suspensión favorece la proliferación de algas filamentosas. Estas limpiezas de la lámina de agua deberán evitarse durante el periodo que corresponda a la época de reproducción de los anfibios, ya que pueden contener puestas.

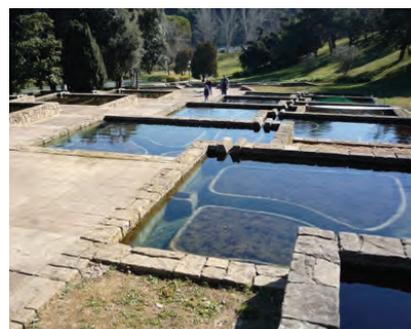
- **Vaciado en función del estado ecológico.** Se puede prever que en determinadas fuentes naturalizadas se requiera de un vaciado y una actuación

de limpieza de fondo, pues pueden presentar acumulaciones de barro. A continuación se muestra un ejemplo de protocolo para el vaciado y mantenimiento de fuentes naturalizadas:



Autor: Sergi Garcia

Operario realizando tareas de limpieza



Autor: Sergi Bieta

Ejemplo de fuente naturalizada en Barcelona



Autor: Sergi Garcia

Rana vulgar en fuente naturalizada

Proceso de limpieza de estanques y fuentes naturalizadas

Cierre del perímetro e instalación de carteles informativos

Cierre de la aportación de agua al estanque o fuente naturalizada

Recuperación de fauna y flora

Vaciado completo del agua

Recogida de vegetación y rescate de fauna por preservar

Extracción de especies exóticas invasoras y otras no deseables

Vaciado completo del agua

Extracción del sedimento de la cubeta (cuando proceda)

Gestión de su mantenimiento mientras dure el vaciado

Reparación de la cubeta por parte del equipo de obra

Puesta en funcionamiento de la aportación de agua o recirculación

Reincorporación de la fauna y la flora una vez concluida la limpieza y llenado

Retirada del cerramiento y de carteles informativos

Seguimiento específico de evaluación del estado del estanque

periodo de ejecución

► Las actuaciones se realizarán en los momentos del año con menor actividad biológica.

costes orientativos

► Costes muy variables según la envergadura de la actuación.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona, o asociaciones de vecinos o centros cívicos si se trata de fuentes urbanas.

a tener en cuenta

- La presencia de especies exóticas invasoras es uno de los principales problemas que comprometen el buen funcionamiento ecológico del estanque. Deben tomarse medidas para prevenir este impacto y aplicar protocolos de detección precoz.
- La formación adecuada a los operarios que realizan el mantenimiento es clave, y será necesario que cuenten con la colaboración de expertos en biodiversidad.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Inventario de especies de macrófitos y de fauna establecidas en el estanque.
- **Indicador 2.** Censos de las especies de mayor interés (por ejemplo anfibios) diferenciando las distintas formas vitales.
- **Indicador 3.** Número de incidencias anuales en la adecuada naturalización del estanque.

referencias y fuentes de información

- **MEJORA DE CONDICIONES PARA POBLACIONES DE ANFIBIOS EN LA ALHAMBRA. PATRONATO DE LA ALHAMBRA Y EL GENERALIFE.**

<http://www.alhambra-patronato.es/index.php/%20Biodiversidad/1352/0/>

- **REFERENCIAS DEL GRUPO:**

UTE Manteniment Fonts Barcelona.

Mantenimiento y gestión de Fuentes naturalizadas de Barcelona. Persona de contacto: Antonio Díaz, Director Técnico.
adiazm@utefontsbcn.es

Plica mantenimiento de fuentes de Barcelona 2015. Persona de contacto: Antonio Díaz, Director Técnico.

adiazm@utefontsbcn.es

Parque Urbano inundable La Marjal. Aguas de Alicante.

Persona de contacto: Amelia Navarro, Gerente Sistemas de Gestión, Seguridad y Desarrollo Sostenible.

amelia.navarro@aguasdealicante.es

Construcción de una charca naturalizada para la reintroducción del Fartet en la ETAP Contraparada.

Persona de contacto: Pilar Megia Rico, Responsable de Responsabilidad Corporativa de Aguas de Murcia.

pmegia@emuasa.es

interior y entorno
actuaciones para favorecer insectos polinizadores

objetivos y beneficios

Proporcionar hábitats para insectos polinizadores favorece la conservación de numerosas especies que están en declive y, además, permite aumentar la productividad de los cultivos. La polinización es uno de los servicios clave que presta la naturaleza; el traslado de polen que realizan abejas, mariposas y otros insectos permite la fecundación de las flores y mejora la calidad y cantidad de frutos de cultivos. No obstante, en las últimas décadas las abejas, incluyendo la abeja de la miel, los abejorros y centenares de especies de abejas solitarias, así como otros insectos polinizadores, están mostrando una acusada regresión que causa importantes pérdidas económicas.

El valor de la polinización por insectos en el mundo se estima que se sitúa alrededor de los 150 billones de euros anuales.

Entre los beneficios de esta actuación destacan los siguientes:

- Promover la diversidad local de insectos polinizadores nativos. Potencia la estabilidad de los ecosistemas y favorece la conservación de especies de insectos en regresión.
- Conservar las poblaciones de insectos polinizadores. Ayuda a mejorar el rendimiento de cultivos, ya que estos animales sostienen la fecundación y la producción de frutos de las distintas especies vegetales, así como la diversidad genética de estas.
- Estimular la presencia de ciertas especies polinizadoras que, además, son depredadoras de insectos herbívoros. Puede ayudar a prevenir y controlar plagas de cultivos.

Estos espacios tienen un alto potencial para la educación ambiental, ya que permiten la observación de mariposas y otros insectos que liban néctar o transportan polen de las distintas plantas que ofrecen alimento para

servicios ecosistémicos:



larvas y adultos. Asimismo, permiten observar de cerca, y sin ningún tipo de riesgo, el comportamiento de nidificación de abejas solitarias. Un jardín para polinizadores complementado con una estructura de refugios y carteles informativos puede ser un polo de interés que aporte valor a las visitas a las instalaciones de tratamiento de agua.

descripción

Las principales acciones para favorecer polinizadores consisten en la creación de hábitats en los que se realiza la plantación de distintas especies con flores ricas en polen y néctar, junto con la instalación de estructuras nido que les ofrezcan refugio para la cría o la hibernación.

jardines para polinizadores

La parcela que se desea adecuar para la atracción y el establecimiento de polinizadores debe estar, preferentemente, en una zona soleada durante la mayor parte del día y en lugares poco ventosos. La siembra y plantación de vegetales debe realizarse siguiendo estas indicaciones:

- Combinar diferentes especies de vegetales de manera que se asegure mantener una floración continua de al menos tres especies vegetales diferentes a lo largo de la época de crecimiento y reproducción de las distintas especies de polinizadores (febrero-noviembre). Es muy importante combinar flores de distintas familias de plantas para promover una mayor diversidad de insectos polinizadores. Para una mayor atracción de polinizadores se recomienda tanto el uso de especies aromáticas como el de flores de distintos colores.

- Escoger plantas que se caractericen por ofrecer abundantes cantidades de néctar (alimento para las abejas y mariposas) y polen (útil para abejas, abejorros y escarabajos).

- Priorizar especies de plantas autóctonas que estén mejor adaptadas al clima local y a los polinizadores nativos. Es preferible que no se trate de plantas híbridas, cuyas semillas no son fértiles y requerirán replantación anual. De todas formas, con el fin de maximizar la producción de polen, conseguir una floración continuada durante el año y atraer a un mayor número de mariposas y otros polinizadores, se pueden implantar especies vegetales no autóctonas, siempre y cuando no sean invasoras. Consultar anexo de esta ficha para encontrar un listado de especies.

- Es recomendable, también, intercalar plantas que puedan ser fuente de alimento para orugas y fases adultas de algunas mariposas (por ejemplo, hinojo, coles, tréboles, etc.).

- Plantar las especies de vegetales formando agrupaciones de aproximadamente 1 m de ancho y distribuir los distintos tipos de plantas según tamaño.

- Establecer áreas de suelo despejado donde puedan formarse pequeños charcos que permitan a los polinizadores libar el agua o bien recoger barro para construir sus nidos. Acondicionar el terreno con piedras u otros materiales como cortezas o trozos de madera que funcionen como cobijo o puntos de descanso para los insectos.

- Evitar el uso de pesticidas u otros productos químicos que puedan ser perjudiciales para los insectos.

- Si la vegetación espontánea presente puede comprometer el desarrollo de las futuras plantaciones o dificultar mucho el mantenimiento del jardín podemos recurrir al uso del geo-textil más adecuado que evite la competencia de esta vegetación (consultar anexo control de la vegetación espontánea).

- Puede ser necesaria prever la instalación de un sistema de riego por goteo automatizado o disponer de bocas de riego próximas para poder realizar riegos de apoyo durante la fase de implantación de la vegetación o durante periodos de sequía muy severos en los cuales haya un riesgo claro para la supervivencia de las plantas.

refugios para polinizadores

Los refugios para insectos (también llamados hoteles de insectos) ofrecen protección a los polinizadores y se instalan con el fin de crear lugares de nidificación o para hibernar. La construcción de estas estructuras no es compleja; no obstante, cabe la posibilidad de adquirir armazones o bloques prefabricados por empresas especializadas.



Autor: Clara Rovira

Panel informativo en un jardín de polinizadores



Autor: Antoni Carulla

Jardín para polinizadores

Estos refugios son muy eficaces para determinadas especies, pero debe tenerse en cuenta que hay otras que anidan bajo tierra. Por ello, es importante dejar espacios de suelo sin cobertura vegetal donde se puedan instalar.

Las construcciones se elaborarán mediante un cajón vertical o similar que contenga estructuras con orificios, acanaladuras y otras oquedades. Combinar distintos tipos de materiales y variar el tamaño de las cavidades, para establecer un mosaico de diversos hábitats, favorecerá el uso del refugio por parte de un mayor número de insectos.

Debe tenerse en cuenta que distintas especies de polinizadores requieren diferentes diámetros de abertura o acondicionamientos (por ejemplo, las abejas solitarias del género *Osmia* requieren agujeros de unos 7-8 mm de diámetro, pero otras abejas más pequeñas necesitan cavidades de menor tamaño).

Aunque tanto el diseño como los materiales usados para su elaboración pueden ser muy variados, existe una serie de requisitos mínimos y recomendaciones con las que cualquier modelo de refugio debe cumplir para garantizar el bienestar de los insectos:

- El refugio debe estar bien aislado y protegido de la humedad. Se tratará el material de construcción con sustancias naturales impermeabilizantes como la cera virgen o aceites, evitando las que generan rechazo a los insectos.
- La instalación de las cajas se realizará en lugares resguardados del viento y del sol intenso. Debe asegurarse que la trayectoria hacia la superficie de entrada al refugio está despejada.



Autor: Clara Rovira



Autor: Jordi Bosch

▲ Refugios artificiales para insectos

periodo de ejecución

- ▶ La actuación puede ejecutarse durante todo el año.
- ▶ En las plantaciones se tendrá en cuenta la época favorable para el éxito de estas.

costes orientativos

- ▶ El coste de un jardín para polinizadores es aproximadamente de 2-2,5 €/m² incluyendo adecuación de terreno, vegetación, y sistema de riego.
- ▶ El coste de un hotel para polinizadores es muy variable según la gama, desde 150 hasta 4.000€.
- ▶ Para encontrar mayor desglose de precios, consultar el anexo a esta ficha.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- ▶ La instalación de colmenas para abeja melífera no es adecuada en la mayor parte de casos, ya que dificultan la colonización por parte de otros insectos polinizadores de mayor interés.
- ▶ La plantación de especies vegetales amenazadas comportará un doble beneficio, ya que contribuirá a la conservación de vegetación.
- ▶ No hay que temer el riesgo de picaduras, que es prácticamente nulo, ya que se acoge una alta diversidad de especies con muy poca abundancia.

Indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Diversidad de especies polinizadoras presentes en el jardín. Número de especies de polinizadores o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.

► **Indicador 2.** Uso y establecimiento de polinizadores en el refugio. Índice de diversidad, éxito reproductivo y de supervivencia de las especies polinizadoras hospedadas en el refugio.

referencias y fuentes de información

► **GREAT POLLINATOR PROJECT.**

<http://greatpollinatorproject.org/management/habitat-restoration>

► **XERCES SOCIETY FOR INVERTEBRATE CONSERVATION.**

<http://www.xerces.org/bringbackthepollinators/>

► **POLLINATOR PARTNERSHIP.**

<http://www.pollinator.org/gardens.htm>

► **UNIVERSITY OF NEBRASKA – LINCOLN EXTENSION, INSTITUTE OF AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES.**

<http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2256.pdf>

► **BUILDING AN INSECT HOTEL.**

<http://www.bbcwildlife.org.uk/sites/birmingham.live.wt.precedenthost.co.uk/files/Insect%20Hotel.pdf>

► **CONSTRUCTOR DE HOTELES PARA POLINIZADORES.**

<http://www.projectebrot.com/obras/insect-hotels/7/S/>

► **REFERENCIAS DEL GRUPO:**

Jardín de Mariposas de la Planta Sant Joan d'Espí.

Aigües de Barcelona. Persona de contacto: Pablo Serrano, responsable de gestores de edificios.

pserranog@aiguesdebarcelona.cat

anexo

jardines de mariposas

1. Introducción	97
2. Selección de especies vegetales	97
3. Carteles informativos	100
4. Listado de mariposas	101
5. Ejemplos	104
6. Costes aproximados de realización de un jardín de mariposas	106

1. Introducción

Llevar a cabo actuaciones para fomentar la presencia de mariposas y otros polinizadores dentro de las instalaciones del ciclo integral permitirá obtener importantes impactos en la biodiversidad local, además de un gran impacto comunicativo con los grupos de interés. Este papel comunicativo será especialmente interesante para fomentar la concienciación a escolares y alinearse con las estrategias locales de preservación de la biodiversidad.

Teniendo en cuenta las pautas marcadas en la ficha "Actuaciones para favorecer insectos polinizadores", en este anexo se recomiendan algunas especies vegetales para atraer mariposas y otros polinizadores, se muestran algunos casos prácticos y se dan costes orientativos.

Para la realización de jardines de mariposas, conviene ponerse en manos de empresas de jardinería expertas que garanticen una buena implantación de las especies vegetales que atraerán y darán alimento y refugio a estos insectos.

2. Selección de especies vegetales

Lo importante es privilegiar la presencia en el jardín de las plantas más adaptadas a las necesidades de las mariposas. No hay que olvidar que el criterio de selección más importante es la diversidad. A más plantas autóctonas diferentes adaptadas al entorno (árboles, arbustos, enredaderas, vivaces, aromáticas, bulbos...), más atractivo será el espacio para las mariposas. Otro criterio que hay que tener en cuenta es que se deben seleccionar e implantar un conjunto de especies con la finalidad de ofrecer un periodo de floración en el jardín lo más amplio posible a lo largo del año, privilegiando las plantas con flores de color malva y amarillo, por lo cual puede ser útil utilizar especies de plantas adaptadas no invasoras originarias de otras regiones del planeta para conseguir este objetivo. Una vez seleccionadas las especies más atractivas para las mariposas y otros polinizadores que se pueden adaptar a nuestro entorno, hay que plantar manchas amplias de estas de varios metros cuadrados y a la densidad que sea adecuada para cada una de ellas.

Selección de plantas fáciles, comunes y adaptables, ricas en néctar para favorecer la presencia de mariposas y otros insectos polinizadores. En negrita se marcan las plantas autóctonas:

Selección de plantas para favorecer la presencia de polinizadores

1 <i>Alyssum maritimum</i>	26 <i>Helichrysum stoechas</i>	51 <i>Salvia sclarea</i>
2 <i>Buddleja alternifolia</i>	27 <i>Helichrysum italicum</i>	52 <i>Salvia verticillata</i>
3 <i>Buddleja x pikei ever</i>	28 <i>Hyssopus officinalis</i>	53 <i>Santolina chamaecyparissus</i>
4 <i>Buddleja x lochinch</i>	29 <i>Lantana camara</i>	54 <i>Santolina viridis</i>
5 <i>Buddleja x weyeriana</i>	30 <i>Lantana montevidensis</i>	55 <i>Scabiosa cretica</i>
6 <i>Calendula officinalis</i>	31 <i>Lavandula dentata</i>	56 <i>Sedum album</i>
7 <i>Ceanothus thrysiflorus</i>	32 <i>Lavandula stoechas</i>	57 <i>Sedum spectabile</i>
8 <i>Centaurea pulcherrima</i>	33 <i>Lavandula xintermedia</i>	58 <i>Sedum sediforme</i>
9 <i>Centaurea scabiosa</i>	34 <i>Lythrum salicaria</i>	59 <i>Sedum triphyllum</i>
10 <i>Centranthus ruber</i>	35 <i>Lonicera etrusca</i>	60 <i>Syringa vulgaris</i>
11 <i>Cheiranthus cheiri</i>	36 <i>Lonicera periclymenum</i>	61 <i>Tagetes lemmonii</i>
12 <i>Coreopsis grandiflora</i>	37 <i>Lotus corniculatus</i>	62 <i>Tagetes patula</i>
13 <i>Cynara cardunculus</i>	38 <i>Medicago arborea</i>	63 <i>Teucrium fruticans</i>
14 <i>Cynara scolymus</i>	39 <i>Medicago sativa</i>	64 <i>Teucrium hycarnicum</i>
15 <i>Daphne gnidium</i>	40 <i>Melissa officinalis</i>	65 <i>Trachelium caeruleum</i>
16 <i>Dipsacum vulgare</i>	41 <i>Mentha suaveolens</i>	66 <i>Thymus hiemalis</i>
17 <i>Echinops ritro</i>	42 <i>Mentha rotundifolia</i>	67 <i>Thymus hirsutus</i>
18 <i>Echinops sphaerocephalum</i>	43 <i>Nepeta x faassenii</i>	68 <i>Thymus serpyllum</i>
19 <i>Echium vulgare</i>	44 <i>Onobrychis sativa</i>	69 <i>Thymus vulgaris</i>
20 <i>Erigeron karvanskiensis</i>	45 <i>Origanum vulgare</i>	70 <i>Trifolium incarnatum</i>
21 <i>Eryngium planum</i>	46 <i>Perovskia atriplicifolia</i>	71 <i>Trifolium pratense</i>
22 <i>Eupatorium cannabinum</i>	47 <i>Phacelia tanacetifolia</i>	72 <i>Trifolium repens</i>
23 <i>Foeniculum vulgare</i>	48 <i>Rosmarinus officinalis</i>	73 <i>Verbena bonariense</i>
24 <i>Hedera helix</i>	49 <i>Ruta chalepensis</i>	74 <i>Verbena rigida</i>
25 <i>Helianthus</i>	50 <i>Salvia officinalis</i>	

* En negrita las autóctonas.

Algunas de las plantas que no deben faltar en un jardín de mariposas:



▲
Buddleja x welleriana



▲
Buddleja x pikei ever

Fotos: Sergi Massanés.



▲
Echinops ritro



▲
Eryngium



▲
Cynara cardunculus



▲
Centranthus ruber



▲
Foeniculum vulgare



▲
Lavandula angustifolia



▲
Lavandula intermedia



▲
Verbena bonariensis



▲
Hedera helix



▲
**Santolina
chamaecyparissus**

3. Carteles informativos

Es imprescindible recalcar el valor de los jardines de mariposas y los hoteles para insectos colocando e integrando carteles informativos que expliquen los objetivos del jardín y las especies más comunes que se pueden observar.



▲ Ejemplos de hoteles para insectos y sus carteles explicativos, observados en parques de Francia y Alemania.

4. Listado de mariposas

Listado de 10 mariposas comunes en la península Ibérica que deben conocerse y protegerse, así como sus plantas nutricias.

Cleopatra - *Gonepteris cleopatra*



Mariposa adulta



Larva



Planta nutricia
Aladerno, Espino negro

Macaón - *Papilo Machaon*



Mariposa adulta



Larva



Planta nutricia
Hinojo, zanahoria silvestre, Ruda

Chupaleche - *Iphiclides feisthamelli*



Mariposa adulta



Larva



Planta nutricia
Endrino, ciruelos, frutales

Numerada - *Vanessa atalanta*



Mariposa adulta



Larva



Planta nutricia
Ortigas, parietais

Cardera - *Vanessa cardui*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Cardos, Malvas, Borraja

Blanca de la col - *Pieris brassicae*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Coles y otras Brassicaceas

Icaro - *Polyommatus icarus*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Fabaceas: Lotus corniculatus, Trifolium repens, Alfalfa,...

Ondas rojas - *Charaxes jasius*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Madroño, Almez, Chopo, Olmo,...

Pavo real - *Aglais io*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Ortigas, paretarias,...

Medioluto ibérico - *Melanargia sp.*



▲
Mariposa adulta



▲
Larva



▲
Planta nutricia
Gramíneas pratenses,...

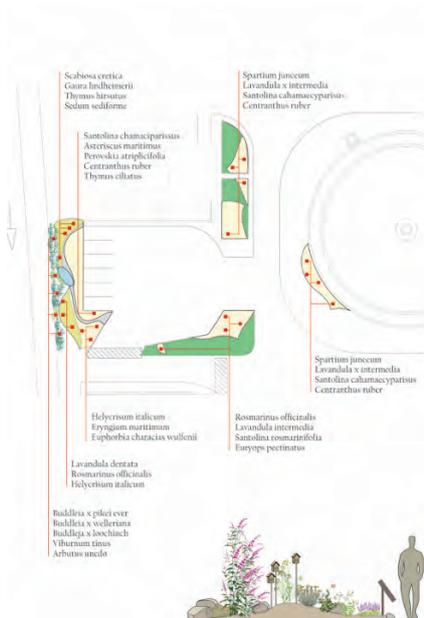
complejo de oficinas de colonial (Sant Cugat del Vallès)



Espacio diseñado y construido por la Fundación World Nature para la inmobiliaria Colonial. Contiene una buena representación de especies nutricias y productoras de polen para favorecer la presencia y el desarrollo teórico de 25 especies de mariposas.

EDAR (Tarragona)

Esta propuesta ha sido desarrollada por la empresa Naturalia Jardineros con el objetivo de crear un jardín en la entrada de esta planta para favorecer la presencia y cría de mariposas y otros polinizadores.



6. Costes aproximados de realización de un jardín de mariposas

Los costes aproximados para las diferentes actuaciones en un jardín de mariposas de unos 250 m² son los siguientes:

Preparación del terreno para la plantación: desfondado, limpieza de piedras, vegetación y propágulos de plantas adventicias vivaces; preparación de superficie de plantación.	180 €
Suministro e instalación de 150 m ² de lámina antigermiante del tipo Plantex Gold (polipropileno termo ligado de 125 gr/m ²).	400 €
Suministro de 75 plantas vivaces de 20/40 cm de altura en contenedor de 1,5 l.	125 €
Suministro de 60 plantas arbustivas de 40/60 cm de altura en contenedor de 3 l.	242 €
Suministro de 15 plantas arbustivas de 100/120 cm de altura en contenedor de 30 l.	270 €
Plantación manual de 75 vivaces de 20/40 cm de altura en contenedor de 1,5 l, prehidratadas a través de malla antihierba + primer riego.	124 €
Plantación manual de 60 arbustos de 40/60 cm de altura en contenedor de 3 l, prehidratados a través de malla antihierba + primer riego.	240 €
Plantación de 15 plantas arbustivas prehidratadas de 100/120 cm de altura en contenedor de 30 l + primer riego.	345 €
Suministro e instalación superficial de 300 m de tubo de riego por goteo de 16 mm con goteros autocompensantes integrados cada 33 cm, fijado al suelo con piquetas plásticas cada 5 m.	849 €
Suministro e instalación de automatismo para el control del riego (programador + electroválvula + arqueta + accesorios instalación).	180 €
Suministro e instalación de boca de riego de bronce para manguera de 3/4 de diámetro con tapa superior de plástico y codo de conexión premontados.	144 €
Acabado superficial del terreno con grava decorativa suministrada a granel y esparcida con medios manuales.	1.800 €
Diseño + suministro y colocación de cartel informativo con placa rotulada y montado sobre postes de castaño.	2.737 €
Suministro y colocación de hotel de insectos de fabricación artesanal.	1.785 €
Bolo de piedra natural para proteger el espacio.	1.200 €



interior
naturalización de estanques y fuentes ornamentales

objetivos y beneficios

Los sistemas de depuración natural (lagunas, humedales artificiales y sistemas de infiltración-percolación) son muy buenos ejemplos de soluciones basadas en la naturaleza, que permiten mejorar la calidad de las aguas a partir del uso controlado de ecosistemas naturales. Aunque los criterios básicos de proyecto obedecen a conceptos de ingeniería, ligeras modificaciones en el diseño o el uso de la vegetación adecuada resultan de gran interés para favorecer la biodiversidad y mejorar la funcionalidad ecológica de estos sistemas.

Además, estas medidas también favorecen la agricultura y la jardinería ecológicas, y permiten que la instalación tenga un entorno más saludable.

La naturalización de los sistemas de depuración aporta distintos beneficios, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Crear hábitats de interés para la fauna y la flora silvestres.
- Mejorar la integración paisajística.
- Reducir los costes de operación.
- Mejorar la eficiencia de depuración. La clave de estos sistemas es que, al ser naturales, son más resilientes a posibles perturbaciones; además, requieren un bajo mantenimiento.

descripción

acciones para favorecer la biodiversidad en sistemas de lagunaje

El lagunaje consiste en el almacenamiento de agua residual en balsas durante un tiempo variable, de forma que la materia orgánica se degrade mediante la actividad de los microorganismos presentes en el medio. Se distinguen dos tipos básicos de lagunaje, que pueden naturalizarse aplicando distintos sistemas:

servicios ecosistémicos:



- **Lagunas anaerobias.** La cobertura con islas flotantes de especies vegetales de bajo desarrollo rizomático puede favorecer la creación de condiciones anaeróbicas en la balsa, a la vez que se reducen olores, mejora la integración paisajística y se favorece la biodiversidad.

Cobertura de lagunas con vegetación flotante



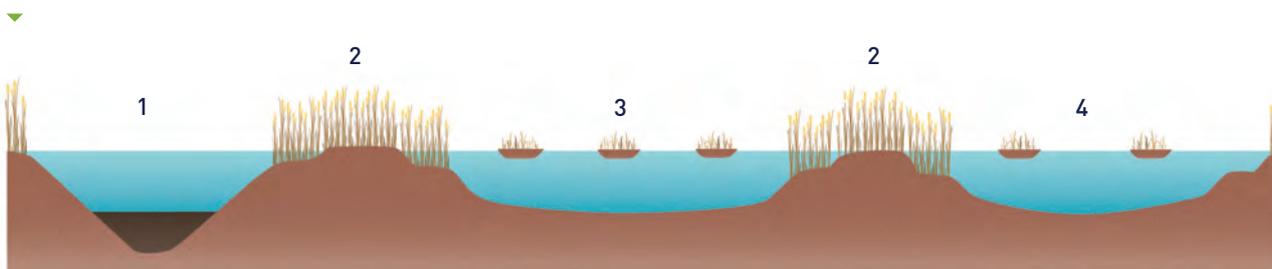
Autor: ESWEG

- **Lagunas facultativas o aerobias.**

Para aumentar la aireación y favorecer la biodiversidad conviene cubrir un máximo del 30% de la superficie con bandas de islas de macrófitos de elevado desarrollo radicular como Phrag-

mites australis e Iris pseudacorus. En lagunas poco profundas (hasta 2 m de profundidad), la incorporación de algas como Chara vulgaris permite aumentar la concentración de oxígeno en el agua.

Esquema de un sistema de depuración con una primera laguna anaerobia y dos lagunas facultativas con islas. Fuente: adaptación de Lothar Bestmann.



1. Balsa de decantación (LAGUNA ANAEROBIA)
2. CARRIZAL DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA Y REGULACIÓN DE FLUJOS
3. LAGUNA FACULTATIVA CON VEGETACIÓN FLOTANTE
4. LAGUNA FACULTATIVA DE AFINAMIENTO

A continuación se indican actuaciones generales para favorecer la biodiversidad en los sistemas de lagunaje:

- Conectar las lagunas con hábitats de interés ecológico localizados en el entorno. Para favorecer la conectividad ecológica es interesante que el sistema de lagunaje mantenga continuidad en algún punto con bosques, matorrales, charcas u otros hábitats acuáticos, como un curso fluvial.
- Diversificar los márgenes del sistema de lagunaje mediante la plantación de helófitos y la creación de sectores con gravas, rocas, piedras amontonadas, vegetación densa, praderas, acumulación de ramaje muerto, etc. Esto contribuye a diversificar los hábitats de los márgenes que se ofrecen como enclaves para la fauna.
- Crear islas en el centro de las lagunas. Estos elementos ofrecen refugios para la fauna inaccesibles para los depredadores.

- Crear estructuras con gravas para la cría de aves. La adecuación de áreas con gravas en el centro de islas u otros lugares de difícil acceso ofrece lugares para la nidificación a resguardo de depredadores. Para ello debe acondicionarse una capa de al menos 20 cm de grosor de gravas o canto rodado de 2-8 cm de diámetro. Es interesante instalar el material más adecuado en función de las preferencias de las especies de aves que puedan anidar en la zona. Bajo la capa de gravas puede instalarse una malla antihierba para evitar, así, que el espacio sea colonizado rápidamente por vegetación.

- Control de peces y tortugas que afectan al desarrollo de la vegetación. Un exceso de algunas especies pueden dañar las praderas sumergidas (especialmente si no están totalmente consolidadas); si no es posible su control, pueden ser necesarios cerramientos protectores para evitar su degradación.

- La instalación de troncos parcialmente hundidos puede crear puntos de parada para las aves o insolación de galápagos acuáticos.

Islas vegetadas y para la cría de aves



Autor: Albert Sorolla

acciones para favorecer la biodiversidad en humedales artificiales

Los humedales artificiales son sistemas de depuración donde el agua discurre por un sustrato de gravas con vegetación, en los que los procesos de descontaminación se producen mediante interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos y la vegetación.

Se distinguen dos tipos básicos:

- **Humedales de flujo superficial.** El tratamiento del agua se produce con el flujo del agua a través de los tallos y las raíces de la vegetación flotante, sumergida y emergente.

- **Humedales de flujo subsuperficial (horizontal/vertical).** Consisten en canales o zanjas rellenas de material granular, generalmente grava, donde el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie granular. La plantación de vegetación emergente permite reducir la producción de malos olores debido a que no hay contacto directo entre el agua residual y el aire.

Los humedales artificiales requieren un bajo mantenimiento; la masa vegetal muerta no debe retirarse totalmente, ya que actúa como fuente de carbono para el sistema.

A continuación se indican actuaciones generales para favorecer la biodiversidad en humedales artificiales:

- Es recomendable, en humedales y en sistemas de lagunaje, crear conexiones con zonas adyacentes, diversificar los márgenes y crear islas en el centro de las lagunas (en el caso de humedales de flujo superficial).
- Asimismo, conviene revegetar con especies autóctonas con importante desarrollo radicular. Las especies más adecuadas se seleccionarán en función de la situación del humedal arti-

ficial (clima, horas de insolación, etc.). Es interesante diversificar las especies que se utilicen para favorecer la naturalización del humedal y la resiliencia del sistema.

- En sistemas terciarios donde los procesos anteriores han consumido el carbono del sistema es preferible no retirar la vegetación para que, en su descomposición, aporten carbono a este sistema. Los lixiviados que produce el carrizo son particularmente adecuados para esta función.

- Al final de los humedales artificiales, especialmente los de flujo subsuperficial, es recomendable crear una charca que permita crear hábitats para la fauna (véase la ficha 3.1).

acciones para favorecer la biodiversidad en sistemas de infiltración-percolación

Se trata de un proceso de depuración aeróbico que consiste en infiltrar aguas residuales a través de un sustrato específico que actúa como filtro y reactor biológico aerobio. Se distinguen dos tipos básicos:

- **Filtros verdes o jardines filtrantes (wildlife garden o rain gardens).** Situados en zonas urbanas, los jardines filtrantes permiten depurar el agua residual o procedente del lavado de las zonas impermeabilizadas tras precipitaciones moderadas.

Estos elementos retardan la entrega del agua al sistema de alcantarillado durante los momentos punta de precipitación. Además, aportan un elemento de valor paisajístico en los ambientes urbanos. El objetivo es que el espacio ajardinado pueda recoger las escorrentías y, en el caso de que existan zonas impermeabilizadas adyacentes, pueda funcionar como filtro verde (véase la ficha 2.3).

- **Balsas de recarga de acuíferos.** Consisten en zonas inundadas (aunque sea temporalmente) con muy poca profundidad donde se favorece la infiltración para la recarga de acuíferos. Se trata de espacios que pueden albergar una gran biodiversidad.

Las actuaciones generales para favorecer biodiversidad en sistemas de infiltración/percolación son similares a las indicadas anteriormente. En particular, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Utilizar especies autóctonas para las revegetaciones del sistema.
- Integrar adecuadamente el sistema en su entorno.

Los sistemas expuestos pueden combinarse para mejorar los resultados. La creación de charcas o puntos de infiltración con el agua excedente de los sistemas de depuración es una actuación que favorece claramente la diversificación del sistema y la biodiversidad asociada.

Balsa de infiltración



Autor: Albert Sorolla

aspectos generales

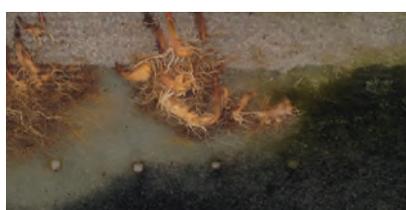
La mejora de la calidad fisicoquímica del agua se ejerce básicamente gracias a bacterias, pero la incorporación de vegetación beneficia al sistema. Por una parte, aumenta su resiliencia frente a cambios, pero también actúa como fuente de carbono y permite la evolución hacia sistemas maduros que reducen el riesgo de plagas y mejoran el paisaje y la biodiversidad.

Para las revegetaciones pueden utilizarse distintos tipos de especies (siempre se elegirán las más adecuadas en función del lugar en el que se ubique la instalación):

- Macrófitos flotantes (como *Lemna* sp.).
- Vegetación helofítica (véase la siguiente tabla).
- Vegetación acuática sumergida (como *Ceratophyllum demersum* y *Chara vulgaris*, entre otras).
- Nunca se deben utilizar especies alóctonas invasoras, como el jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) o la caña (*Arundo donax*).

Las especies helofitas autóctonas presentan distintas características de sus rizomas (véase las figuras siguientes), pudiendo gestionarse los espacios aeróbicos (nitrificación) y anaeróbicos (desnitrificación) a partir de la plantación de especies que presenten el desarrollo más adecuado de las raíces.

Diferentes comportamientos del desarrollo del rizoma de helófitas



Autor: Albert Sorolla

Otras recomendaciones y actuaciones genéricas válidas para todos los sistemas se resumen a continuación:

- Las dimensiones y profundidades de los sistemas variarán en función de la tipología.
- El mantenimiento de los sistemas es bajo o nulo. No es necesario realizar desbroces o podas de la vegetación, ya que el material muerto generado actúa como fuente de carbono para una mejor funcionalidad del sistema.
- Es imprescindible utilizar vegetación autóctona adaptada a cada situación específica.
- Se deberán tomar precauciones para evitar la introducción de fauna exótica invasora. Esta puede suponer un perjuicio grave tanto para la vegetación como para la fauna autóctona.
- La conexión de estos sistemas con los espacios naturales cercanos favorece la conectividad ecológica, por lo que se deben respetar las masas arbóreas, arbustivas y herbáceas adyacentes. En el caso de ser preciso un cerramiento, este deberá ser permeable a la fauna, especialmente pequeños mamíferos, anfibios y reptiles (véase la ficha 2.4).

Vegetación helofítica adecuada

Nombre científico	Nombre común
<i>Carex vulpina</i>	lastán o marciega
<i>Carex pendula</i>	cárice llorón
<i>Carex riparia</i>	cárice de las riberas
<i>Cladium mariscus</i>	junco espigado
<i>Filipendula ulmaria</i>	reina de los prados o altarreina
<i>Iris pseudacorus</i>	lirio amarillo
<i>Juncus acutus</i>	junco espinoso
<i>Juncus inflexus</i>	junco
<i>Juncus effusus</i>	junco de esteras
<i>Juncus maritimus</i>	junco marítimo
<i>Lythrum salicaria</i>	salicaria o arroyuela
<i>Phalaris arundinacea</i>	alpisto bravío
<i>Phragmites australis</i>	carrizo
<i>Typha angustifolia</i>	enea
<i>Typha latifolia</i>	espadaña de hoja ancha
<i>Schoenus nigricans</i>	juncia bastarda
<i>Scirpus holoschoenus</i>	junco común
<i>Scirpus lacustris</i>	junco de agua
<i>Scirpus maritimus</i>	juncia marina
<i>Sparganium erectum</i>	platanaria

periodo de ejecución

- ▶ Las actuaciones se realizarán en los momentos del año con menor actividad biológica.

costes orientativos

- ▶ Costes muy variables según las características de la actuación.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.

a tener en cuenta

- ▶ Es fundamental contar con protocolos de detección y erradicación de especies invasoras.
- ▶ La creación de elementos que ofrezcan refugios para la fauna integrados en los sistemas de depuración y adecuados para favorecer a distintas especies de aves u otras especies aumentará el interés de estos sistemas.

Indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Inventario de especies de macrófitos y de fauna establecidas en los sistemas de depuración.
- ▶ **Indicador 2.** Diversidad de especies vegetales y animales establecidas en los sistemas de depuración naturalizados. Número de especies de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.
- ▶ **Indicador 3.** Número de incidencias anuales en la adecuada naturalización del estanque (aparición de fauna exótica, erosión, etc.).

referencias y fuentes de información

- ▶ **LOS HUMEDALES MEDITERRÁNEOS: EL CONTEXTO AMBIENTAL Y SOCIAL. FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD.**
https://manuelmedioambiente.files.wordpress.com/2014/07/humedales__mediterraneos.pdf
- ▶ **EUROPEAN SOIL AND WATER ENGINEERING GROUP.**
<http://www.esweg.eu>
- ▶ **SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER).**
<http://www.ser.org/>
- ▶ **UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). WETLANDS PROTECTION AND RESTORATION.**
<https://www.epa.gov/wetlands>
- ▶ **FLORA IBÉRICA. PLANTAS VASCULARES DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES.**
<http://www.floraiberica.es/>
- ▶ **VV. AA. (2011). MANUAL DE TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN FLUVIAL. 2.ª EDICIÓN. CEDEX.**
- ▶ **SCHIECHTL, H. M. (1980). BIOENGINEERING FOR LAND RECLAMATION AND CONSERVATION. EDMONTON/ALBERTA, CANADÁ: UNIV. OF ALBERTA PRESS.**

REFERENCIAS DEL GRUPO:

Laguna artificial EDAR Cabezo Beaza.

Hidrogea Cartagena. Persona de contacto: Ernesto Sánchez, Responsable Depuración zona Cartagena y Jefe de plantaesancheza@hidrogea.es

Humedales de depuración del Delta del Ebro. Aquambiente. Persona de contacto: Antoni Tomás, Dirección Construcción Catalunya-Baleares- atomas@agbares

Adaptación de vados para favorecer la conectividad fluvial.

objetivos y beneficios

Los vados que atraviesan los cursos fluviales pueden suponer una discontinuidad, interrumpiendo la conectividad entre el tramo aguas arriba y aguas abajo de la estructura, si no se ejecutan adecuadamente.

Una buena continuidad de las riberas fluviales favorece los desplazamientos tanto de la fauna acuática (invertebrados y peces en particular), como de otras especies de anfibios, reptiles y algunos mamíferos que están asociados a los corredores fluviales. Por otro lado, los vados permeables también facilitan el transporte de sedimentos y restos vegetales aguas abajo del punto donde se encuentra la estructura. En consecuencia, la adecuación de los vados de manera que permitan el libre flujo de agua y de organismos, mejorará la conectividad

ecológica y los procesos geomorfológicos e hidráulicos del curso fluvial.

Una adaptación adecuada de los vados tendrá como finalidad mantener el paso de vehículos sobre la estructura en condiciones secas (o con una lámina de agua de poco espesor si ha habido lluvias) y, al mismo tiempo, que las condiciones hidráulicas del curso fluvial por debajo del vado sean lo más parecidas posibles a lo que tendría el río si éste no existiera. De esta manera, la fauna que se desplace a lo largo del curso no debería encontrar obstáculos insuperables que supongan una barrera a sus desplazamientos.

La adaptación de vados para mantener la continuidad del curso fluvial conlleva varios beneficios, entre los que destacan los siguientes:

- Favorece el desplazamiento de fauna acuática (como peces) y de muchas otras especies vinculadas a las riberas, como la nutria.

servicios ecosistémicos:



- Mejora del curso aguas abajo del vado favoreciendo el transporte de nutrientes y de sedimentos.

- Mejora de la calidad paisajística favoreciendo la continuidad de la lámina de agua.

Los vados naturalizados pueden construirse de manera que aparte de favorecer los movimientos de fauna, faciliten refugios para varias especies de animales. Entre los objetivos funcionales que deben tener los vados están los de permitir el paso por el drenaje inferior en las avenidas ordinarias y no convertirse en un obstáculo para las avenidas extraordinarias.

Los vados no tienen que poner en peligro los márgenes en las transiciones de entrada y salida al mismo, por lo que si es necesario, se llevará a cabo la protección de estas con sistemas que favorezcan su naturalización (ver ficha 2.11. Escolleras que favorecen la biodiversidad).

descripción

Las actuaciones de mejora de los vados van destinadas a naturalizar el tramo fluvial por debajo de la estructura, manteniendo unas condiciones similares a las del cauce natural, y dotar de continuidad al curso fluvial para favorecer los desplazamientos de fauna.

Para favorecer los movimientos de organismos acuáticos es necesario que las condiciones de calado, velocidad y turbulencia del agua, así como la anchura y la pendiente del cauce bajo el vado, se mantengan similares a las del curso fluvial. Hay que evitar la creación de saltos de agua infranqueables u otras barreras físicas que dificulten los movimientos de la fauna.

En esta ficha no se consideran los vados que pasan directamente en plataforma por encima del cauce, y que no hacen posible mantener las condiciones de naturalización que se requieren; las actuaciones se centran en la naturalización de vados consistentes en una plataforma por donde pasan los vehículos y que permite el drenaje, normalmente a través de tubos o cajones por donde circula el agua en condiciones ordinarias. Una adecuada construcción permite la integración del conjunto en el margen fluvial y favorece la continuidad del flujo de agua, manteniendo su calado. Los drenajes se deben acondicionar considerando la capacidad hidráulica necesaria pero también de acuerdo con los requerimientos de la fauna acuática y semi-acuática (o terrestre).

Elementos de adaptación general de vados para evitar efectos barrera y favorecer la biodiversidad.

- Es preferible que la obra de drenaje que configure el vado sea una estructura de sección abierta (pórticos o

vueltas), es decir, que el vado se sustente en dos puntos extremos y que la parte central, que configura propiamente la obra de drenaje, sea el propio cauce del curso fluvial de manera que permitan mantener el sustrato y morfología del cauce.

- Si la estructura debe ser cerrada (cajones o tubos), y en función del conocimiento de las dinámicas de transporte de sedimentos del curso fluvial, se dejará la parte inferior de la estructura unos 15-20 cm por debajo de la cama, de manera que los procesos de transporte de sedimentos puedan mantenerse activos. Durante los primeros meses de funcionamiento del vado se comprobará que este resguardo se ha llenado de sedimentos y que no hay ningún escalón ni a la entrada ni a la salida del cajón.

- En cualquier caso se evitarán saltos de agua a la entrada, en el interior y en la salida del vado.

elementos de adaptación al interior de los vados

- La presencia del vado no debe suponer un cambio de sección importante en el cauce del río, de modo que no se produzcan incrementos de velocidad ni turbulencia importantes. Para conseguir que no haya una variación importante de velocidad, dado que la sección de paso será inferior a la del cauce, se podrá disminuir la pendiente en el interior del cajón respecto al resto de la cama.

- Otra opción para regular la velocidad en el interior del drenaje es instalar paneles deflectores en el interior de éste.

- Para cursos fluviales con períodos de poco caudal, se pondrán en la obra de paso, un canal más profundo por donde se garantice la circulación permanente de agua con calado suficiente.

elementos de adaptación a la entrada y salida de los vados

- La existencia de zonas de aguas tranquilas a la salida del drenaje (pequeñas balsas) facilita que los peces puedan remontar el curso fluvial. Asimismo son zonas donde se puede incorporar vegetación con especies helófitas autóctonas.

- Para las zonas de transición, tanto a la entrada como a la salida del vado es buena práctica ejecutarlas con un encachado de piedra. De esta manera se evitan socavones que produzcan saltos infranqueables. En el caso de realizar las transiciones con encachado de piedra, no se dejará el resguardo de 15-20 cm como en el caso de los cajones. A la entrada del drenaje el encachado de piedra tendrá la misma pendiente que el propio drenaje, a la salida, se podrá dar forma de cuenco amortiguador, de manera se genere una zona de aguas tranquilas para facilitar el remonte del curso del río para algunos peces.

mantenimiento

La buena ejecución del vado para favorecer la biodiversidad requiere un posterior mantenimiento de la infraestructura para hacer sostenibles en el tiempo las características adquiridas. Este mantenimiento se logra de forma bastante sencilla con los siguientes trabajos:

- Limpieza periódica del vado, especialmente después de avenidas y aguas arriba del vado donde habrán podido acumular obstáculos que impidan el paso de los peces y que generen vías de flujo preferente para el agua de alta velocidad y que dificultaría el desplazamiento de peces aguas arriba.

- Dragado de zonas rellenadas de sedimentos aguas abajo que puedan disminuir la funcionalidad del vado.

pasarelas para peatones

Si el vado debe permitir únicamente el paso de personas y no de vehículos se puede sustituir por una pasarela peatonal constituida por bloques de piedra de escollera que sobresalgan por encima del calado habitual de agua.

Estos bloques de escollera se situarán separados entre ellos a la distancia de un paso de persona y serán suficientemente anchos para dar seguridad al peatón.

Para el emplazamiento de esta tipología de pasarelas se buscará un tramo con muy poca pendiente donde la velocidad del agua del curso fluvial sea lo más baja posible manteniendo al máximo las condiciones hidráulicas del propio río. La escollera se fijará sobre el cauce, evitando así que haya ningún salto de agua ni antes ni después de la pasarela.



Autor: Minuartia



Vado amplio que mantiene lámina de agua y calado suficiente



Autor: ABM Ingeniería



Vado con dos puntos de apoyo donde no se modifica el fondo del cauce



Autor: Oriol Prado



Paso de peatones con piedras de escollera

periodo de ejecución

► La ejecución de trabajos de acondicionamiento de vados puede hacerse en cualquier época del año, preferentemente en épocas de menor pluviometría y evitando trabajar en días de lluvia para que las posibles avenidas no perjudiquen el desarrollo de los trabajos.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personales de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones locales.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.
- Especialistas en ictiología, en ecología fluvial y en dinámicas geomorfológicas fluviales.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Censos ictiológicos. Aumento del número de individuos aguas arriba del vado en relación al año anterior del acondicionamiento del vado.
- **Indicador 2.** Transporte de sedimentos del curso fluvial. Incremento de sedimentos aguas abajo del vado en relación al año anterior del acondicionamiento de este.

costes orientativos

► Dado que hay que adaptar los vados a las características del curso fluvial, y estos son de gran diversidad, no es posible dar un coste orientativo para la adaptación a la conectividad de estos.

a tener en cuenta

- Antes de realizar actuaciones sobre vados hay que conocer el comportamiento de las especies de peces, reptiles y anfibios del curso fluvial.
- Adaptar las modificaciones a realizar en los vados a las dinámicas geomorfológicas y los procesos erosivos del curso fluvial.

referencias y fuentes de información

- **GUÍA TÉCNICA. RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS QUE INTERFIEREN CON EL ESPACIO FLUVIAL.** AGENCIA CATALANA DEL AGUA.
- **GUÍA TÉCNICA. IMPACTOS DE LAS PEQUEÑAS INFRAESTRUCTURAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA FAUNA Y LOS HÁBITATS FLUVIALES.** AGENCIA CATALANA DEL AGUA

http://acaweb.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&pageLabel=P18200765031244540740303

Escolleras que favorecen la biodiversidad

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Una práctica utilizada en la protección y estabilización de taludes en los márgenes de ribera es la ejecución de escolleras. Esta protección tiene como objetivo evitar los procesos erosivos que las propias dinámicas fluviales ocasionan a sus márgenes y que pueden afectar a las zonas cercanas donde puede haber infraestructuras del ciclo del agua, tales como tuberías de drenaje, pozos o estaciones de bombeo. Las escolleras también se utilizan en ocasiones para la protección de colectores.

La naturalización de estas escolleras con criterios que favorezcan la biodiversidad puede proporcionar diversos beneficios, como por ejemplo:

- Mejora de la biodiversidad fijando una cubierta vegetal sobre un elemento inerte, la escollera

- Mejora de la calidad paisajística, reduciendo el impacto visual de la escollera, armonizando los taludes con el paisaje cercano.

- Reducción de los procesos erosivos disminuyendo la velocidad del agua.

- Mejora de la depuración del agua por efecto de la vegetación que crecerá en el rompeolas.

La naturalización de escolleras permite favorecer especies autóctonas potenciando la biodiversidad y evitando la implantación de especies invasoras como la caña *Arundo donax*.

descripción

En general, para la naturalización de escolleras se proponen técnicas de revestimiento y estabilización superficial de taludes adaptados particularmente a estas. Por tanto, en la construcción

de escolleras naturalizadas hay una combinación de elementos inertes, las piedras que la conforman, con material vegetal vivo que habrá que fijar sobre el primero.

Se describen a continuación algunas técnicas de estabilización de taludes para la naturalización de escolleras.

estacas vivas

Esta técnica de estabilización consiste en aprovechar los intersticios o grietas entre los distintos bloques que conforman el talud de la escollera.

La pendiente máxima del talud de la escollera para poder naturalizar será 3Horiztonal: 2Vertical y la máxima velocidad del curso de agua será de 3 m/s.

Se escogerá, en zonas cercanas a la actuación, material vegetal idóneo para la reproducción vegetativa, seleccionado entre plantas madres de buen

porte, vigor y estado fitosanitario. De este material se obtendrán esquejes de 3 a 5 cm de diámetro y de 50 a 100 cm de longitud sin provocar daños a las plantas madre. Si no hay material vegetal adecuado en zonas cercanas, también se podrá obtener de vivero.

Se clavará el esqueje los intersticios de los bloques de escollera de manera que sobresalga un cuarta parte de su longitud (entre 10 y 15 cm); El efecto estabilizante será mayor cuanto más largas sean las estacas clavadas en los intersticios de la escollera. Tras la plantación se hará un corte limpio en ángulo recto con tijeras de poda en la parte del esqueje que sobresale.

Las especies más adecuadas para la realización de estacas vivas son las salicáceas (*Salixpurpurea*, *Salixcinerea*, *Salix alba*, *Salixeleagnos*), ya que tienen una muy buena capacidad de reproducción vegetativa; únicamente se desaconseja *Salixcaprea* por la baja capacidad de arraigo y porque tiene un período muy limitado de recolección. También se pueden usar estacas de aliso (*Alnus glutinosa*) aunque la capacidad de rebrotar será menor.

La densidad de plantación estará en torno a 2-5 m² con las estacas dispuestas al azar. Se evitará clavar estacas por debajo del nivel medio del caudal del curso del agua; los sauces en particular no pueden estar sumergidos durante periodos demasiado largos.

Será necesario llevar a cabo un control y mantenimiento inicial una vez ejecutadas las actuaciones, con el fin de reponer el material vegetal que haya podido ser arrastrado y reforzar los sistemas de apoyo.

fajinas vivas

Esta técnica puede ser complementaria a la técnica de las estacas. Una vez clavadas las estacas vivas, se pueden añadir las fajinas vivas, formadas por haces de ramas de especies leñosas con capacidad vegetativa (las mismas que para las estacas vivas), cortadas y

ligadas en forma cilíndrica y ancladas a las estacas aprovechando posibles escalonados de los bloques de escollera.

Las fajinas estarán constituidas por ramas vivas dispuestas en paralelo, en disposición alternada de los extremos y entrelazadas con cordeles de cáñamo no tratado, o bien de alambres galvanizados o cincados. Es recomendable que el conjunto tenga hasta unos 9 metros de longitud y unos 20 a 40 cm de diámetro.

Las fajinas se colocarán longitudinalmente el curso del agua aprovechando los pequeños escalones que se encuentren en el rompeolas y se fijan con estacas vivas, o con estacas de madera muerta, aprovechando los intersticios de los bloques de escollera. También se pueden anclar con piquetas clavadas en el rompeolas.

plantación de especies herbáceas

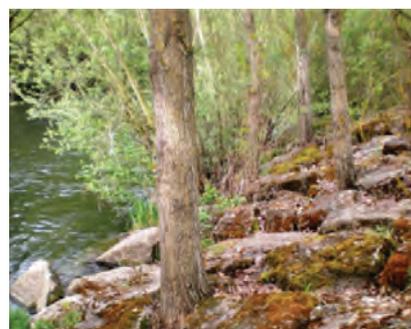
El relleno de las concavidades e intersticios entre los bloques del muro de escollera con sustrato proveniente de sedimentos de avenidas, u otros adecuados para la plantación, permitirá su revegetación con especies herbáceas o arbustivas de la propia orilla, o de otras plantaciones. Estas se harán con especies con un sistema radicular adecuado para desarrollarse en ambientes de ribera. En función de la distancia a la que se encuentre el muro de escollera del cauce del río se elegirán las especies helófitas a plantar, como: *Juncusspp.*, *Iris sp.*, *Scirpusspp.*, *Carexsp.*, *Claudiumspp.*, *Typhaspp.*, *Phragmites*, *Lutriumsp.* En cualquier caso, siempre se plantarán especies autóctonas.

La implantación se hará directamente a los intersticios de la propia escollera, aprovechando el sustrato que se haya depositado gracias a las avenidas del río o de otros agentes de transporte. La densidad de plantación dependerá mucho de las posibilidades que ofrezcan los bloques de escollera.



Autor: Aquanea, endegament_riu_anoia_igualada.pdf

▲ estacas de *Salixsp.* en escollera



Autor: <http://ingenieriaysterrestauracionambiental>

▲ estaca madura en una escollera en pendiente

periodo de ejecución

- ▶ Las escolleras pueden ser ejecutadas en cualquier época del año, preferentemente en las de menor pluviometría y evitando trabajar en días de lluvia para que las posibles avenidas no perjudiquen el desarrollo de los trabajos.
- ▶ Para el éxito de las plantaciones se tendrá en cuenta la época favorable, es decir con las plantas en parada vegetativa y excluyendo periodos de sequía estival o heladas en invierno.
- ▶ Para las fajinas, la cosechadora • colección del material se limita al período de reposo vegetativo invernal del material vegetal.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personales de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente o naturaleza de la administración autonómica y local (solicitud de permiso para recolección de material vegetal para las estacas y fajinas).
- ▶ Responsables de la administración y gestión de la cuenca hidrográfica.

costes orientativos

- ▶ El coste orientativo de la implantación de estacas vivas sobre rompeolas está en torno a 16 €/ m².
- ▶ En cuanto a las fajinas, el coste orientativo está en torno a 24 €/ m².

a tener en cuenta

- ▶ Utilizar especies con tolerancia a zonas inundadas y con resistencia a la corriente del agua.
- ▶ Hay que evitar la introducción o favorecer la proliferación de especies invasoras.
- ▶ Algunas especies de hábitats del entorno pueden constituir elementos valiosos que será deseable potenciar.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Diversidad vegetal. Aumento del recubrimiento en relación al año anterior en la fase de implantación.

referencias y fuentes de información

► NTJ 12S PARTE 5: OBRAS DE BIOINGENIERÍA: TÉCNICAS DE RECUBRIMIENTO Y DE ESTABILIZACIÓN APLICABLES EN ÁMBITOS FLUVIALES.

► FICHAS TIPO DE ACTUACIONES DE RECUPERACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES: TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO Y ESTABILIZACIÓN SUPERFICIAL. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES. FICHA 6.2.0. AGENCIA CATALANA DEL AGUA.

► FICHAS TIPO DE ACTUACIONES DE RECUPERACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES: TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO Y ESTABILIZACIÓN SUPERFICIAL. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES. ESTACAS VIVAS. FICHA 6.2.1. AGENCIA CATALANA DEL AGUA.

► FICHAS TIPO DE ACTUACIONES DE RECUPERACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES: TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO Y ESTABILIZACIÓN SUPERFICIAL. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES. FAJINAS VIVAS. FICHA 6.2.2. AGENCIA CATALANA DEL AGUA.

► RECUPERACIÓN E INTEGRACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL ENCAUZAMIENTO DEL RIU ANOIA EN IGUALADA Y SANTA MARGARITA DE MONTBUI (BARCELONA).

aquanea.com/armari/aquanea:aquanea/2/endegament_riu_anoia_igualada.pdf

► RECUPERACIÓN Y INTEGRACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL ENCAUZAMIENTO DEL RIUANOIA EN IGUALADA Y SANTA MARGARITA DE MONTBUI (BARCELONA)

► GRANOLLERS INSTALR UN SISTEMA INNOVADOR PARA PROTEGER LOS MÁRGENES DEL RÍO CONGOST.

<http://www.sostenible.cat/node/116138>

► INGENIERIA DE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJISMO. TÉCNICA DE ESTABILIZACIÓN: EMPALIZADA.

http://ingenieriayrestauracionambiental.blogspot.com.es/2013_08_01_archive.html

Oportunidades para la acción Restauración ecológica



interior y entorno
restauración y creación de charcas y humedales

objetivos y beneficios

Las charcas y pequeños humedales son hábitats que albergan una gran diversidad de especies de flora y fauna. Son lugares importantes, también, para especies animales que los utilizan temporalmente, como algunas aves en sus migraciones o con finalidades específicas, por ejemplo, la obtención de alimento por aves o culebras que se nutren de peces o renacuajos, o la recolección de barro por las golondrinas para la construcción de sus nidos.

Algunos de estos hábitats, como los estanques temporales mediterráneos, son hábitats considerados de interés comunitario prioritario y se desarrollan numerosos proyectos para su protección y restauración en Europa.

Aunque se trata de ecosistemas de alto interés de conservación, en las últimas décadas muchos de ellos se han deteriorado por distintos motivos

(urbanización, abandono de fincas agrícolas, etc.) y en algunos lugares su número se ha reducido notablemente. Esto ha contribuido al desarrollo de iniciativas para recuperarlos, lo que se ve favorecido por la elevada capacidad de recuperación que tienen estos hábitats acuáticos y la óptima relación coste-beneficio que presentan estas iniciativas.

descripción

La actuación puede consistir en la recuperación de un humedal o charca ya existente o antiguamente presente en el lugar, o bien en la creación de uno completamente nuevo. La mayoría de las prescripciones de esta sección serán aplicables a ambos casos.

Antes de recuperar un hábitat ya existente hay que conocer las causas de su deterioro, para tener la seguridad de que ya no están actuando o poder corregirlas como paso previo a la actuación.

servicios ecosistémicos:



preparación de la cubeta

El primer paso consistirá en preparar la cubeta y resolver el suministro de agua:

- El perímetro de la charca o humedal deberá ser irregular, con la incorporación de isletas y penínsulas e, incluso, la creación de una zona con rocalla que se adentre en la charca.
- La pendiente óptima de los bordes de la cubeta para que la vegetación acuática se pueda establecer adecuadamente es de 1:20 o 1:15, hasta un mínimo de 1:10.
- La profundidad de la cubeta debería ser de entre 1 y 2 metros para que las plantas que viven sumergidas se puedan desarrollar correctamente. Sin embargo, hay que establecer zonas de distinta profundidad, para aumentar la diversidad de especies de la charca.

- La cubeta deberá impermeabilizarse para evitar la pérdida de agua por infiltración. En charcas grandes o con un alto grado de naturalización, podrán utilizarse arcillas compactadas (bentonita sódica es la que ofrece mejores resultados); en otros casos, se podrán utilizar láminas impermeabilizantes de EPDM, protegidas por geotextiles para evitar su rotura.

- Se deberá permitir que el volumen de agua experimente oscilaciones naturales de acuerdo con la precipitación y la evaporación. La aportación suplementaria de agua solo debería hacerse ante el riesgo puntual de que la charca se seque. El agua que se aporte debe tener una calidad adecuada y no debe contener restos de fitosanitarios o abonos.

recuperación de la vegetación

Una vez preparada la cubeta, se procederá a la recuperación o plantación de la vegetación acuática.

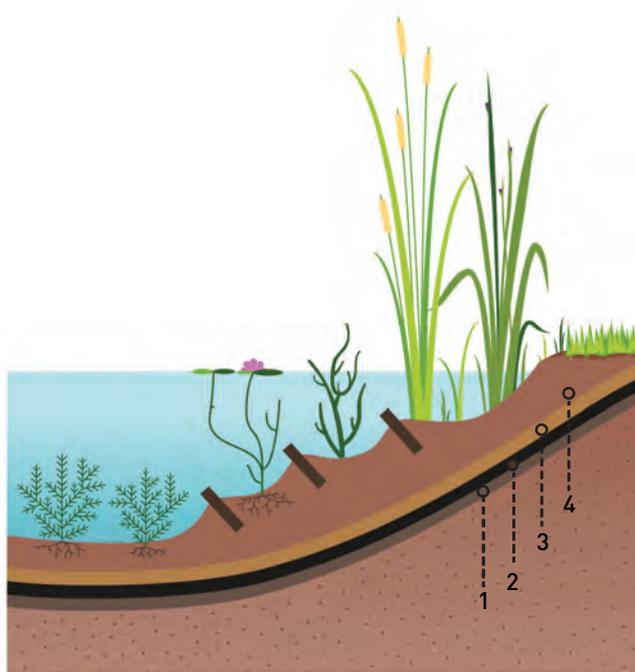
- En el caso de un humedal o charca recuperada que conserve parte de la vegetación previa a la actuación, las distintas especies se expandirán por sí solas donde encuentren condiciones favorables. No obstante, con frecuencia es necesario realizar plantaciones de especies de interés, incluyendo macrófitos, arbustos o árboles, que pueden completarse mediante actuaciones de bioingeniería como son el uso de tepes (secciones de material que incluyen sustrato y vegetación enraizada que se mantienen unidos) con especies características de las riberas.

- La presencia de árboles en alguno de los bordes de la charca o de vegetación flotante en el agua puede ser conveniente, ya que produce sombra y reduce el aumento de temperatura del agua debido a la insolación. También favorece la creación de refugios para la fauna.

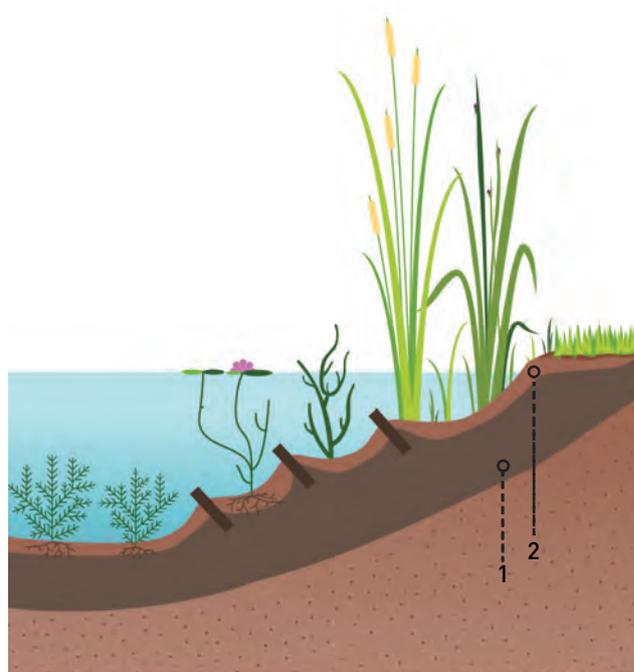
- Las plantas que se utilicen en las revegetaciones deberán ser siempre de especies autóctonas. Se prestará especial atención a evitar la introducción de especies exóticas invasoras.

- Si se desea evitar el acceso de personas, por seguridad u otras razones, se podrá crear una franja perimetral de 1 metro de anchura y unos 10 cm de profundidad, que facilite el crecimiento de macrófitos que actúen como barrera natural; esto puede evitar la instalación de una valla de seguridad.

Tipologías de impermeabilización de la cubeta



1. GEOTEXTIL
2. LÁMINA IMPERMEABILIZANTE (EPDM)
3. GEOMALLA PERMANENTE TRIDIMENSIONAL
4. APORTACIÓN DE TIERRAS



1. ARCILLA COMPACTADA
2. APORTACIÓN DE TIERRAS

recuperación de fauna

Cuando la masa de agua ya disponga de vegetación, se puede proceder a la recuperación de la fauna:

- Muchas especies colonizan espontáneamente las masas de agua, por lo que cabe esperar que las más oportunistas o con mayor capacidad de desplazamiento estén presentes poco después de su creación o recuperación.

- Si se desea acelerar esta colonización y aumentar la diversidad de fauna, se pueden trasladar individuos de especies que se encuentren en charcas cercanas similares a la nuestra y acorde con el proyecto de restauración.

- Los animales que se trasladen a la masa de agua deberán ser siempre de especies autóctonas. Se prestará especial atención a evitar la introducción de especies exóticas invasoras.

- Una charca con peces puede ser inadecuada para anfibios y algunos invertebrados, ya que los huevos y larvas de estos pueden ser depredados por los peces.

- Si la charca no dispone de paredes de pendiente inferior a 45°, se deberán instalar rampas u otros dispositivos para que los animales que pudieran caer accidentalmente al agua (rattones, conejos, perros, etc.) puedan salir al exterior y no mueran ahogados.

- Se puede favorecer la presencia de fauna terrestre si alrededor de la masa de agua se disponen refugios como troncos, rocas o piedras amontonadas. También será positivo que la charca esté en contacto, gracias a algún seto, con las masas de árboles o arbustos de la zona, otras charcas o un curso fluvial, para favorecer la conectividad.

Charca naturalizada



Autor: Albert Sorolla

Tepes de revegetación



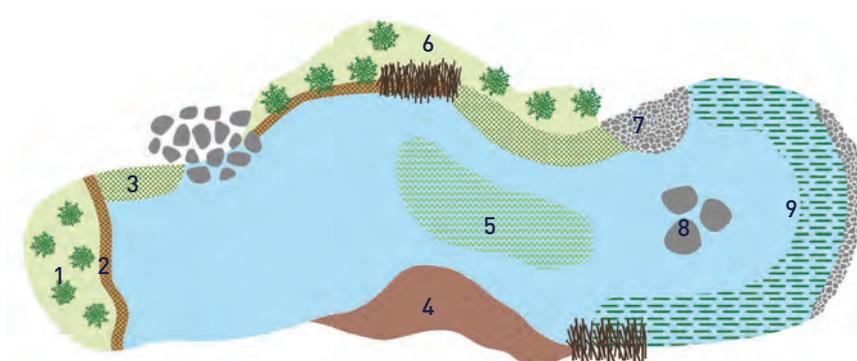
Autor: Albert Sorolla



Autor: Roser Campeny



Autor: Albert Sorolla



1. SAUCES

2. ROLLO ESTRUCTURADO EN FIBRA

3. HERBÁCEAS

4. ARENA

5. CÚMULO DE RAMAJES

6. MACRÓFITOS

7. GRAVAS

8. ROCAS

9. CARRIZAL Y ESPADAÑA

periodo de ejecución

- ▶ Se tendrá en cuenta la época más favorable para efectuar las plantaciones.
- ▶ Si se trata de una restauración, el calendario de trabajos deberá adaptarse también en función de las especies de fauna de la charca; deberán evitarse perturbaciones en los periodos más sensibles del ciclo biológico (épocas de reproducción, de migraciones, etc.).

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

costes orientativos

- ▶ Costes muy variables según la envergadura de la actuación.
- ▶ Puede situarse entre 7.000 y 10.000 € (incluyendo excavación, impermeabilización y revegetación).

a tener en cuenta

- ▶ Debe evitarse el pisoteo de los bordes de las charcas por parte del ganado, con la finalidad de conservar la calidad del agua, mantener en buenas condiciones la vegetación, etc.
- ▶ Se evitará la aplicación de abonos nitrogenados en las zonas cercanas a las lagunas para evitar su eutrofización.
- ▶ Si hay acceso público a la charca, deben tomarse medidas para evitar la liberación de peces, tortugas u otras especies exóticas.
- ▶ Véase la ficha 3.2.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Superficie ocupada por la charca o humedal. Superficie total de la lámina de agua y la orla de vegetación asociada a esta.

► **Indicador 2.** Diversidad de especies animales y vegetales establecidas en la charca. Número de especies de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.

referencias y fuentes de información

► **GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT.** UNEP-DHI.

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guideen-20140814.pdf

► **GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS NATURALES DE RETENCIÓN DE AGUA EN EUROPA.** COMISIÓN EUROPEA.

<http://www.nwrm.eu/guide-es/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

► **MANUAL DE CREACIÓN DE CHARCAS PARA ANFIBIOS.** ASOCIACIÓN REFORESTA.

http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/anfibios_reptiles/Creacion%20charcas%20anfibios.pdf

► **BASSES PER A LA FAUNA. MANUAL DE CONSERVACIÓ DE LA BIODIVERSITAT EN ELS HÀBITATS AGRARIS.** DIRECCIÓ GENERAL DEL MEDI NATURAL NATURALEZA. www.naturalea.eu/armari/naturalea:naturalea/2/basses_faunaca.pdf

► **LA CHARCA. UN HUMEDAL EN MINIATURA EN TU JARDÍN.** SEO/BIRDLIFE.

<http://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/FICHA-06-LACHARCA.pdf>

► **RANA BUSCA CHARCA.** WWF.

http://awsassets.wwf.es/downloads/ideas_de_iniciativas_por_los_anfibios.pdf

► **LIFE BASSES. MENORCA.**

<http://lifebasses.cime.es/es/index.php>

REFERENCIAS DEL GRUPO:

El Clot de Galvany. Aigües d'Elx.

Persona de contacto: Carlos Peiró, Director de Planificación y Producción de Aigües d'Elx, cpeiro@hidraqua.es

<http://www.clotdegalyany.es/>



entorno
restauración de riberas

objetivos y beneficios

La finalidad de la actuación es rehabilitar o restaurar hábitats de ribera en cursos fluviales de zonas adyacentes a las instalaciones de depuración.

Los ecosistemas fluviales son especialmente valiosos debido a que tienen un papel importante en muchos procesos ecológicos. Representan un hábitat esencial para numerosas especies, tienen un papel importante en el ciclo del agua y disponen de una gran capacidad para retener y transformar el exceso de nutrientes disueltos. De este modo, ayudan a mantener la calidad ecológica del agua y mejorar el proceso de depuración. Además, los cursos fluviales son elementos clave para la conectividad ecológica y albergan múltiples hábitats y especies de alto interés de conservación, muchos de ellos de interés comunitario y para los que se han designado espacios incluidos en la Red Natura 2000.

En muchos casos, las zonas fluviales han sufrido impactos importantes y se encuentran fuertemente degradadas, pero durante los últimos años, debido a una mejora de los tratamientos en las depuradoras, se ha incrementado considerablemente la calidad del agua. Este hecho ofrece la posibilidad de restaurar algunas zonas y recuperar sus funcionalidades ecológicas, lo que aporta múltiples beneficios en la provisión de servicios ecosistémicos.

La recuperación de estos hábitats se ha promovido tanto en el ámbito nacional como el europeo mediante la Directiva Marco del Agua, que pretende promover la protección y la recuperación de las aguas continentales y los hábitats ligados a esta.

descripción

La actuación puede consistir en una rehabilitación de los ecosistemas de ribera, por ejemplo, mejorando la vegetación riparia, eliminando especies

servicios ecosistémicos:



invasoras, como las cañas, y recuperando comunidades vegetales propias del lugar. En los casos en que estos hábitats se encuentren deteriorados, será necesaria una completa restauración del conjunto de la ribera, incluyendo también adecuaciones de su cauce y del conjunto de elementos del ecosistema. En estaciones de depuración, es recomendable desarrollar este tipo de actuaciones aguas abajo del punto de vertido del agua tratada, de manera que la restauración contribuya a incrementar el efecto autodepurativo del río y mejorar su estado ecológico, además de potenciar la infraestructura verde.

No hay que considerar esta actuación como una simple revegetación del cauce del río, sino que hay que entender el ecosistema fluvial como un sistema complejo, en el que intervienen muchos factores que hay que tener en cuenta para mejorar su estado de conservación.

Para llevar a cabo la actuación de forma exitosa, se requieren una serie de fases de trabajo.

acciones previas

Una vez se ha seleccionado el tramo que se desea restaurar, es de vital importancia identificar cuáles han sido las causas de su degradación. Si conocemos los impactos potenciales a los que puede estar sometida la zona, podemos plantear la restauración para que la zona sea resiliente a dichos impactos. De lo contrario, corremos el riesgo de que la zona restaurada se vuelva a degradar.

redacción del proyecto

La redacción del proyecto, idealmente, debe ir a cargo de un equipo técnico multidisciplinar que cubra tanto los aspectos hidrológicos y morfológicos, como los biológicos y los culturales. Dentro de la variabilidad de cada proyecto se deben seguir unas premisas básicas:

- Promover y recuperar la flora autóctona, evitando en cualquier caso la introducción de especies exóticas invasoras. Si se encuentran estas especies, se puede considerar su eliminación, dependiendo de sus características y su abundancia. Si tienen recubrimientos muy elevados, su eliminación puede ser inviable, además de muy costosa. En estos casos es deseable consultar los protocolos de actuación ante especies invasoras que pudieran tener establecidos las autoridades locales o autonómicas (véase la ficha 4.5).
- Favorecer especies vegetales con una elevada capacidad de captación de nitrógeno mediante procesos de desnitrificación, ya que este acostumbra a encontrarse en concentraciones elevadas aguas abajo de las EDAR. Esta acción permitirá mejorar la calidad del agua.
- Si se plantea revegetación arbórea, hay que tener en cuenta los requerimientos y las necesidades específicas (hídricas, fisicoquímicas, etc.) de cada especie para garantizar su éxito. Una buena opción es utilizar especies que ya se encuentren en tramos similares del mismo río.

- La vegetación herbácea tiene un papel importante en estos sistemas, tanto en la dinámica de los nutrientes como en la estabilización del terreno y en la sucesión vegetal; por ello, no hay que limitarse solo a los árboles:

- Es interesante buscar una diversidad estructural, con árboles, arbustos y hierbas, ya que favorecerá la viabilidad y el desarrollo del sistema.

- Muchas especies herbáceas son oportunistas y colonizarán la zona de forma espontánea, pero la introducción de algunas especies valiosas o interesantes puede ser muy positiva.

- Para favorecer la diversificación de hábitats puede ser interesante mantener playas de grava intercaladas con las zonas revegetadas.

- Puede considerarse la aplicación de técnicas de bioingeniería para mejorar algunas características morfológicas de la zona:

- Aumentar la sinuosidad e irregularidad del cauce del río. Esto mejorará la eficiencia de retención de nutrientes, lo que aumentará la absorción por parte de la vegetación. También proporcionará nuevos refugios para la fauna.

- Instalar elementos entramados sumergidos, como cilindros de fibra de coco revegetados, que aumentarán la superficie que podrá ser colonizada por biofilms de algas y bacterias que favorecerán la eliminación de nitrógeno.

- Disminuir la pendiente de los taludes o instalar estructuras para facilitar el establecimiento de la vegetación para evitar la erosión.

- Si la morfología del río lo permite, se puede considerar la instalación de islas flotantes que contribuyan a mejorar la calidad del agua y proporcionen refugios para la fauna.

ejecución

Siempre que sea posible, se recomienda evitar el uso de maquinaria pesada para minimizar los impactos de la erosión y la perturbación en la zona. Si se requiere maquinaria, se debe planificar el acceso a la zona de forma que se evite la afectación a las zonas más bien conservadas.

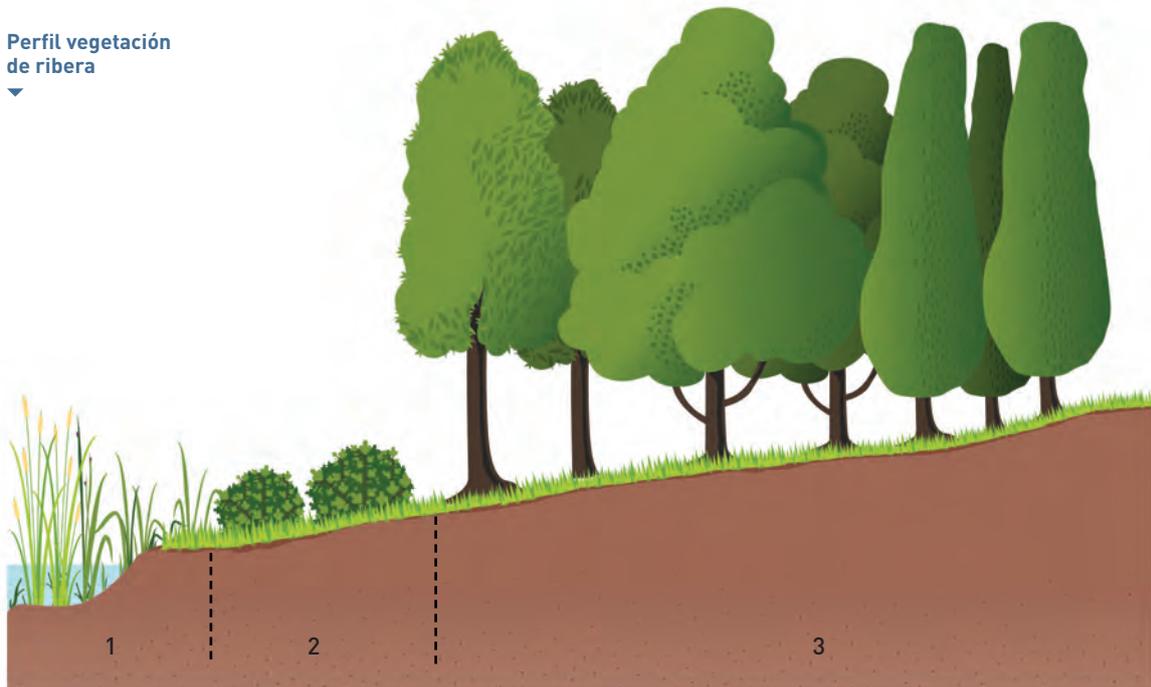
También hay que prever la retirada de restos vegetales, escombros u otros materiales sobrantes una vez finalizada la actuación.

sensibilización y comunicación

La elaboración de un plan de comunicación y divulgación es muy recomendable. Este debe prever la metodología de difusión y valorización de las actuaciones realizadas y los posibles programas de educación ambiental asociados a las distintas fases del proyecto.

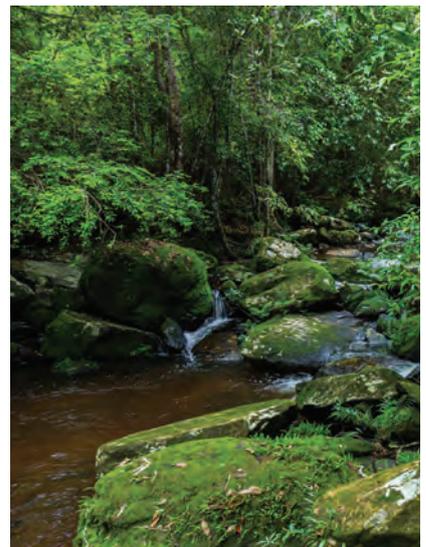
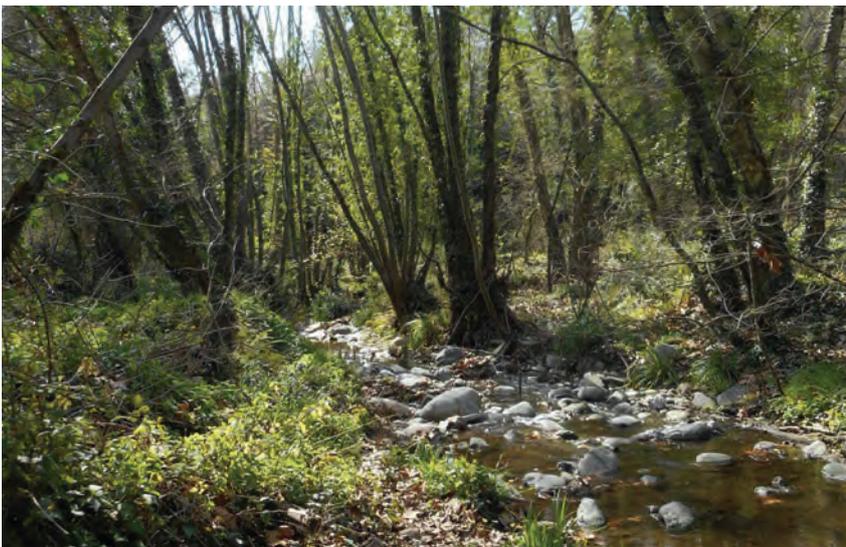
Además, esta acción representa una buena oportunidad para desarrollar proyectos de voluntariado ambiental, ya sea de la propia empresa gestora de la instalación, o implicando a organizaciones naturalistas locales que pueden participar en las distintas tareas de la actuación: revegetación, erradicación de especies invasoras, mantenimiento, etc.

Perfil vegetación
de ribera



1. HELÓFITOS
2. VEGETACIÓN HERBÁCEA Y ARBUSTIVA DE RIBERA
3. ÁRBOLES DE NIVEL FREÁTICO INFERIOR

Hábitats de ribera



Autor: Clara Rovira

periodo de ejecución

- ▶ Se tendrá en cuenta la época más favorable para efectuar las plantaciones.
- ▶ El calendario de trabajos deberá adaptarse también en función de las especies de fauna de la zona; deberán evitarse perturbaciones en los periodos más sensibles del ciclo biológico (épocas de reproducción, de migraciones, etc.).

costes orientativos

- ▶ Muy variables en función de los objetivos y de las características del curso que se deba restaurar.
- ▶ Aproximadamente, desde 10.000 hasta 200.000 €/km de curso.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- ▶ Es importante efectuar un control del origen de semillas y plantas utilizadas en la revegetación para evitar la introducción de especies no deseadas y, en particular, de especies invasoras.
- ▶ Para la captura y traslado de especies de animales o plantas es necesario disponer de autorización de la administración responsable y puede ser necesaria la realización un proyecto específico.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Índice IBMWP. Este índice utiliza la composición de la comunidad de macroinvertebrados como indicador biológico para medir la calidad del agua (véase el apartado "Referencias y fuentes de información").

► **Indicador 2.** Diversidad de especies presentes en la zona. Número de especies o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.

► **Indicador 3.** Tasa de retención de nutrientes. Se calcula con metodologías detalladas que permiten cuantificar la capacidad del río para asimilar y transferir los nutrientes hacia la red trófica, lo que mejora la calidad del agua (véase el apartado "Referencias y fuentes de información").

referencias y fuentes de información

► **EUROPEAN CENTER OF RIVER RESTORATION.**

<http://www.ecrr.org/>

► **GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. UNEP-DHI.**

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guideen-20140814.pdf

► **ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE RÍOS. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.**

<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacionalrestauracion-rios/>

► **MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS. RICOVER.**

http://www.ctfc.cat/docs/RICOVER_esp.pdf

► **DIRECTIVA MARCO DEL AGUA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.** <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacionhidrologica/marco-del-agua/default.aspx>

► **GESTIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA. ACA.**

https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/actuacions/vegetacio_ribera_complerta.pdf

interior y entorno
creación de hábitats acuáticos de transición entre depuradoras y ríos

objetivos y beneficios

El objetivo de la actuación es la restauración de un sistema que incluya distintos tipos de hábitats acuáticos, estableciendo una transición desde charcas en los que las aguas permanecen estancadas hasta cursos artificiales por los que las aguas discurren antes de verter a los ríos. Estos sistemas podrán albergar una gran diversidad de especies vinculadas a ambientes acuáticos, tanto propios de lagunas como de aguas corrientes. Además, permitirán reducir el aporte de nutrientes a los cursos fluviales y actuarán como reservorios de carbono.

Los sistemas acuáticos de transición pueden incluir distintos tipos de hábitats y su diseño deberá adaptarse a las condiciones locales de cada instalación, en función del sistema de depuración aplicado, de la superficie disponible y de los ecosistemas del entorno. Las actuaciones pueden ubicarse en su totalidad en el interior del perímetro de la instalación, e incluso

integrar balsas de lagunaje, adecuadamente naturalizadas (véase la ficha 2.3). También podrán restaurarse hábitats acuáticos de transición en terrenos situados entre la instalación y el río que recibe los vertidos; en este caso será importante la cooperación con organizaciones locales para desarrollar actuaciones conjuntas.

Estos proyectos ofrecen muchas oportunidades para contribuir significativamente a la recuperación de hábitats y especies amenazados cuya conservación es prioritaria. Asimismo, son adecuados para desarrollar acciones de educación ambiental y participación de voluntariado, que podrá implicarse en las distintas fases de la actuación y, en particular, en el seguimiento de la biodiversidad en estas zonas restauradas.

descripción

La creación de estos sistemas consistirá en la realización de distintos tipos de hábitats acuáticos, que pueden incluir desde sistemas de drenaje naturalizados (véase la ficha 2.3) y

servicios ecosistémicos:



charcas (véase la ficha 3.1), hasta otros canales naturalizados o pequeños arroyos. Todo el sistema deberá estar conectado de manera que se establezca un circuito por el que el agua circule hasta alcanzar un curso fluvial. Los distintos tipos de ecosistemas deberán diseñarse de manera que puedan ser colonizados por el más amplio número de especies, priorizando aquellas que puedan tener un mayor grado de amenaza y que más puedan requerir beneficiarse de las acciones de conservación.

acciones previas

- Antes de empezar el proyecto es necesario evaluar el terreno disponible y elegir la ubicación más adecuada para cada uno de los elementos del sistema. La ubicación ideal para este tipo de humedales son zonas con una inclinación natural suave y con sombra parcial.
- Es importante realizar un diagnóstico inicial que considere los aspectos geológicos (también para determinar si se requerirá una impermeabilización de la zona para evitar percolaciones), hidráulicos, climáticos y biogeográficos.

El estudio debe considerar los ecosistemas naturales del entorno para que la restauración ofrezca el máximo de posibilidades de incluir hábitats y especies de la zona, especialmente los que presenten un peor estado de conservación y puedan verse particularmente beneficiados por la actuación.

redacción del proyecto y tipos de hábitats que integra el sistema

El proyecto constructivo definirá ambientes diversificados que, además de favorecer la biodiversidad, permitan desarrollar distintas funciones y procesos (retención de nutrientes, sedimentación de contaminantes, eliminación de materia orgánica, etc.). Aunque el efluente de una planta de tratamiento cumpla escrupulosamente los requerimientos legales de calidad, sus condiciones suelen ser diferentes a las de las aguas de los cursos a los que vierte y este tipo de sistemas pueden favorecer la transición. Es importante que los distintos ambientes estén adecuadamente conectados entre sí, evitando barreras que impidan la conectividad entre las distintas zonas.

Algunos ejemplos de los hábitats que pueden formar parte de este tipo de sistemas se indican a continuación:

• **Balsa de refinamiento (o fitoplanc-ton).** Laguna de 1,5 a 2 metros de profundidad, con los márgenes revegetados; estos tienen efectos positivos en la fotodegradación de componentes que pueda contener el agua, como los tensoactivos.

- Es importante favorecer la circulación del agua con una entrada homogénea a lo largo de un lateral.

- También deben tenerse en cuenta los vientos dominantes, que pueden favorecer la acumulación de materia orgánica en algún margen. Para evitarlo, es posible acondicionar materiales superficiales como las islas flotantes vegetadas, que sirven como sistema de contención.

- En este tipo de lagunas es habitual la aparición de especies flotantes como la lenteja de agua (*Lemna sp.*).

• **Carrizal.** Humedal poco profundo colonizado por carrizo, juncos y otros macrófitos que a medida que envejecen desarrollan una capa de restos vegetales que se pueden elevar sobre el nivel del agua y favorecer la colonización por vegetación terrestre diversa.

- Pueden colonizar espacios de hasta 0,5 metros de profundidad. Hay especies autóctonas bien adaptadas, como *Phragmites australis*, que pueden vivir bien en estas condiciones, pero requieren un proceso de adaptación. Perecerán si se plantan en alveolo forestal, o plántulas, y se inundan. Para facilitar su implantación existen dos sistemas: la inundación progresiva o la implantación de material prevegetado estructurado en fibra de coco.

- Si el objetivo es una estructura de lagunaje, es conveniente plantar en líneas para evitar canales preferenciales del paso del agua.

- Es importante incorporar especies como el *Iris pseudacorus* (que facilita la cría de las libélulas),

Lythrum salicaria, *Scirpus lacustris* u otras especies para favorecer la biodiversidad. Estas deben introducirse mediante plantación, ya que no aparecen espontáneamente.

• **Arroyo con meandros.** Canal artificial semejante a un tramo fluvial natural, que puede contar con zonas de distintas profundidades, piedras, vegetación y playas de arena o gravas, entre otros.

- Para realizar correctamente un tramo con meandros debemos partir del conocimiento del caudal de agua, del transporte sólido y de la pendiente. A partir de estos datos, podremos modelizar el comportamiento y podremos diseñar un recorrido adecuado y perdurable para el arroyo.

- Otra opción es la construcción de espigones deflectores. Se trata de elementos de protección de los márgenes, que se implantan en las orillas en sentido transversal a la corriente. El objetivo es modificar la acción del agua, desviando la corriente principal y alejando el eje de máxima profundidad del río de la orilla. Por lo tanto, es un elemento activo, capaz de proteger un margen y a la vez influir en la dinámica fluvial.

- Para crear esta meandrización, sea inmediata o inducida, se pueden utilizar rocas, troncos y vegetación. Esta última puede implantarse mediante técnicas de bioingeniería tales como entramados y rollos vegetalizados. En cualquier caso, la revegetación es esencial para favorecer la biodiversidad.

Humedal artificial



Autor: Albert Sorolla

Balsa de refinamiento



Autor: Albert Sorolla

Tramo de rápidos con escollera



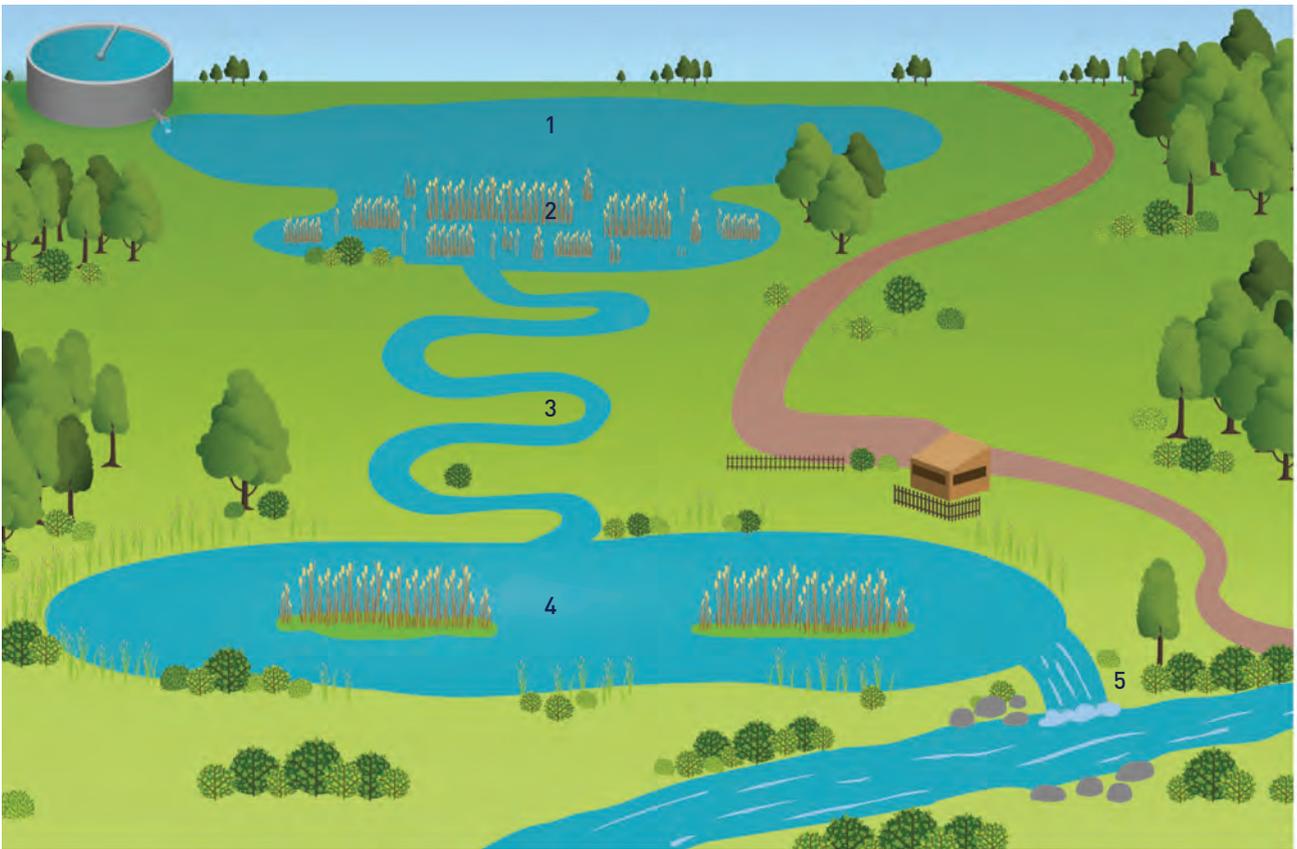
Autor: Albert Sorolla

Herbazal prevegetado en fibras



Autor: Albert Sorolla

Ejemplo de hábitats acuáticos de transición
hacia el río



1. Balsa
2. Carrizal
3. Arroyo con meandros
4. Estanque
5. Cascada

- **Charca o estanque con hábitats para fauna.**

Charca que puede albergar todo tipo de flora y fauna (peces, aves, anfibios, etc.). Se pueden instalar islas flotantes o plataformas para el descanso de aves o la insolación de tortugas acuáticas. Las instrucciones para su construcción se aportan con detalle en la ficha 3.1.

- **Canal con rápidos.** Canal final construido mediante encachados de piedra o similares, que forme pequeñas cascadas que faciliten la oxigenación del agua justo antes de llegar al río.

- Los bloques estarán hormigonados solo en su base y se aplicarán distintos tamaños para facilitar un aspecto más naturalizado. El diámetro de los bloques utilizados se definirá en función del caudal circulante. En el punto de vertido se realizará una escollera para disipar la energía y evitar la creación de zonas erosionadas y socavaciones.

- Si el vertido es en cauce deberá contemplar la información hidráulica de este para facilitar la adaptación a la dinámica fluvial. Esto repercutirá en el diámetro de la piedra y en la cimentación del canal.

- Es recomendable revegetar los márgenes del canal mediante la implantación de estaca viva en el proceso de ejecución de la escollera.

ejecución

Se seguirá un proceso similar al descrito para la creación de balsas (véase la ficha 3.1.).

- **Preparación de la cubeta.** En los casos en que sea necesario se impermeabilizará la zona con arcillas u otros materiales naturales compactados, o bien con láminas sintéticas protegidas por geotextiles para evitar su rotura.

- **Construcción de los diferentes ambiente.** La ejecución será específica para cada zona, pero en general se debe tratar de conseguir sistemas de morfología compleja, similares a los hábitats naturales que se quieran recrear, manteniendo perímetros irregulares, incorporando troncos, piedras, etc.

- **Plantación de la vegetación.** Se escogerán especies vegetales características de las comunidades que deban restaurarse, con ciclos vitales largos, para asegurar la sostenibilidad del hábitat construido. Se evitará siempre la introducción de especies exóticas invasoras. En general, la selección de la vegetación debe seguir los mismos criterios establecidos en actuaciones anteriores (véanse las fichas 3.1 y 3.2)

- **Introducción de fauna.** A medida que la vegetación se establezca en la zona, muchas especies colonizarán espontáneamente las masas de agua. Si se desea introducir alguna especie en particular, se llevarán a cabo los estudios necesarios para evitar aquellas que puedan perjudicar el funcionamiento natural del ecosistema. Se favorecerán las que puedan contribuir al control natural de mosquitos (véase la ficha 2.7).

mantenimiento

Durante los primeros años serán necesarios mayores cuidados hasta conseguir que el sistema se establezca y alcance un funcionamiento ecológico similar al de sistemas naturales. Pueden ser necesarias tareas de eliminación de acumulaciones de materia vegetal que puedan frenar o entorpecer el flujo del agua. Aun así, el objetivo es que el sistema se autorregule y se mantenga en equilibrio con una intervención mínima de los técnicos de mantenimiento.

periodo de ejecución

- ▶ Se tendrá en cuenta la época más favorable para efectuar las plantaciones; normalmente será en primavera, ya que es cuando la vegetación tiene mayor tasa de crecimiento.
- ▶ Habrá que tener en cuenta cuáles son los grupos animales que deseamos que se instalen en la zona y realizar la actuación en el periodo del año más favorable para su ciclo vital.

costes orientativos

- ▶ Muy variables en función de la complejidad de los trabajos y de su extensión.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.

a tener en cuenta

- ▶ Es fundamental que el diseño se adapte a las condiciones de los ecosistemas del entorno y que ofrezca el máximo de posibilidades para recuperar hábitats y especies de conservación prioritaria.
- ▶ Es importante aplicar protocolos para la detección precoz y el control de especies exóticas invasoras.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Diversidad de especies establecidas en el humedal. Número de especies animales y vegetales de interés o índice de diversidad que considere sus abundancias relativas.

referencias y fuentes de información

► **EUROPEAN CENTER OF RIVER RESTORATION**

<http://www.ecrr.org/>

► **GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. UNEP-DHI.**

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf

► **ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE RÍOS. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.**

<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/>

► **MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERES. RICOVER**

http://www.ctfc.cat/docs/RICOVER_esp.pdf

► **DIRECTIVA MARCO DEL AGUA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.**

<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>

► **GESTIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA. ACA**

https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/actuacions/vegetacio_ribera_complerta.pdf

REFERENCIAS DEL GRUPO:

Journey to the Centre of the Libellule Zone. Suez

<http://www.emag.suez-environnement.com/en/zone-libellule-innovation-biodiversity-2157>

Humedales de depuración del Delta del Ebro.

Aquambiente. Persona de contacto: Antoni Tomás, Dirección Construcción Catalunya-Baleares, atomas@agbares.



entorno
recuperación de llanuras de inundación fluviales

objetivos y beneficios

Muchos ríos han sido encauzados mediante motas (acumulaciones lineales de tierras), escolleras o muros de hormigón para controlar los efectos de las avenidas. No obstante, la existencia de llanuras en los márgenes del curso que puedan inundarse durante las avenidas es un elemento clave para el correcto funcionamiento del ecosistema fluvial que, además, contribuye a atenuar los efectos de grandes crecidas, cada vez más frecuentes a causa de los fenómenos asociados al cambio climático. Por ello, la Directiva Europea de Inundaciones recomienda respetar, conservar y, cuando sea posible, recuperar las zonas inundables. La eliminación de diques y motas permitirá recuperar la conectividad lateral con estas llanuras y mejorar considerablemente la funcionalidad y resiliencia de todo el sistema, aportando distintos beneficios:

- Amortiguar las crecidas: una llanura de inundación sin obstáculos y bien conectada con el cauce del río será capaz de almacenar temporalmente el exceso de agua; de este modo se disipará la fuerza y la velocidad excesiva del flujo, y se evitará el desbordamiento aguas abajo.
- Favorecer la biodiversidad: al recuperar los espacios inundables y disminuir la velocidad del agua, se crea una heterogeneidad de hábitats que permiten que el ecosistema albergue una mayor diversidad de especies, tanto animales como vegetales.
- Mejora de la calidad del agua: al restablecer la funcionalidad de la llanura, se potencian los procesos de retención de nutrientes y filtración de contaminantes.
- Disminución de la erosión: otro beneficio asociado a la menor velocidad del flujo es la reducción de la erosión de los márgenes, que facilitará su estabilización y colonización por parte de la vegetación.

servicios ecosistémicos:



- Fertilización del suelo: las grandes crecidas comportan la aportación de una nueva capa de sedimento fértil en toda la llanura de inundación que incluye nutrientes y sustrato de calidad, del cual se pueden beneficiar los cultivos agrícolas.

descripción

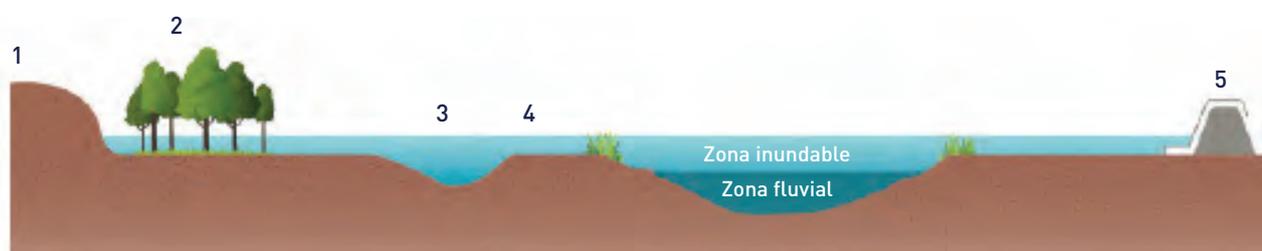
La acción puede consistir en la eliminación completa o bien en el retranqueo (desplazamiento hacia el exterior del cauce) de los diques o motas paralelos al río, para permitir la recuperación de las llanuras de inundación y favorecer la restauración de los ecosistemas ribereños.

Existe cierta diversidad de estructuras que se aplican para encauzar los cursos fluviales, que van desde simples acumulaciones de tierra hasta grandes construcciones de hormigón o escolleras de piedra, y la actuación sobre cada una de ellas requerirá un estudio específico teniendo en cuenta las ca-

Posibles actuaciones para recuperar la llanura de inundación



1. BOSQUE
2. MOTAS QUE ENCAUZAN EL RÍO
3. VEGETACIÓN RIPARIA NATURAL



1. REFUERZO DEL TALUD NATURAL
2. BOSQUE INUNDABLE
3. EXCAVACIÓN DE MATERIALES PARA REBAJAR EL NIVEL DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN
4. ELIMINACIÓN DE MOTA
5. RETRANQUEO DE LA MOTA PARA AMPLIAR LA LLANURA DE INUNDACIÓN

racterísticas de la zona. En general, para el desarrollo de esta actuación se requieren proyectos detallados que evalúen los factores hidráulicos, los usos del suelo en las zonas adyacentes a los ríos y los sectores en los que la actuación puede favorecer la creación de hábitats de interés para la biodiversidad.

acciones previas

En primer lugar será necesario seleccionar la zona de intervención. Es importante identificar bien la problemática del tramo seleccionado y definir los objetivos de recuperación de la llanura. Hay que tener en cuenta el rendimiento, en términos ecológicos y sociales, que comportará el proyecto, así como su coste económico.

elaboración del proyecto y estudio de inundabilidad

Será necesario realizar un estudio técnico para evaluar los efectos de la eliminación o el retranqueo de los diques e identificar aquellos puntos donde la actuación no suponga ningún riesgo de inundación en zonas donde no sea deseable. Para ello, son necesarios estudios de inundabilidad de las zonas afectadas. La redacción del proyecto debe ir a cargo de un equipo técnico multidisciplinar que cubra tanto los aspectos hidrológicos como los biológicos y culturales.

ejecución de la actuación

El proceso de ejecución debe seguir estrictamente las directrices del proyecto y las normativas de rigen las intervención en la zona de ribera. Para cada actuación, el proceso será muy específico, pero existen algunas características generales:

- La eliminación de diques y motas es relativamente sencilla, pero requiere normalmente el uso de maquinaria pesada.

- En algunos casos, el derribo puede comportar la construcción o el refuerzo de una nueva mota más alejada del cauce del río, lo que se define como retranqueo de la mota.

- Los materiales sobrantes deberán ser gestionados debidamente. Solo en el caso de pequeñas cantidades de tierra que procedieran de la misma zona, estas se podrán devolver al río.

restauración y acondicionamiento de la llanura inundable

Una vez completada la actuación de eliminación o retranqueo de diques, se deberá acondicionar la nueva zona inundable según el uso que se le vaya a dar, promoviendo la recuperación de biodiversidad y favoreciendo la prestación de servicios ecosistémicos.

- Si las características de la zona son favorables, puede plantearse la restauración de bosque de ribera (véase la ficha 3.3), humedales o pastos inundables. Es recomendable emprender las restauraciones de los hábitats y especies de mayor interés de conservación en cada lugar favoreciendo especies en declive o ecosistemas deteriorados a causa de actividades humanas.

- Siempre que sea posible, deberán contemplarse usos sociales y productivos compatibles como los usos recreativos o la plantación de cultivos arbóreos, entre otros.

Tareas de eliminación de un dique



periodo de ejecución

► El calendario de la actuación deberá definirse en función de los aspectos hidráulicos y de las épocas más idóneas para plantar vegetación.

costes orientativos

► Extremadamente variables en función de la complejidad de los trabajos y de su extensión.

agentes implicados

- Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- Organizaciones científicas o naturalistas de la zona.
- Agentes locales (asociaciones de agricultores, propietarios, gestores de áreas adyacentes al río, etc.).

a tener en cuenta

► Se pueden generar conflictos de propiedad, multiplicidad de usos e intereses de complicada compatibilización con los propietarios de los terrenos de las llanuras de inundación. Es importante contemplarlos desde el inicio del proyecto, y resolverlos desde ámbitos participativos y de gestión integrada.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Índice de hábitat fluvial (IHF, o RHS por sus siglas en inglés). Evalúa la heterogeneidad de los hábitats fluviales, asociados a la diversidad biológica. Véase el apartado "Referencias y fuentes de información".

► **Indicador 2.** Nivel de encauzamiento. Tiene en cuenta la presencia de motas, escolleras u otras formas de diques y su longitud, con el fin de estimar el grado de conectividad transversal del tramo fluvial. Véase el apartado "Referencias y fuentes de información".

referencias y fuentes de información

► **GUIDELINES RURAL RIVERS HABITAT MANAGEMENT. THE RIVER TRUST.**

http://www.therivertrust.org/environment/downloads/appx_33_rural_river_habitat_management.pdf

► **WHY RESTORE?. RIVER RESTORATION CENTRE.**

<http://www.therrc.co.uk/why-restore>

► **GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. UNEP-DHI.**

http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf

► **GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS NATURALES DE RETENCIÓN DE AGUA EN EUROPA. COMISIÓN EUROPEA.**

<http://www.nwrm.eu/guide-es/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

► **RESTAURACIÓN Y GESTIÓN ECOLÓGICA FLUVIAL. UN MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN DE RÍOS Y RIBERAS. CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA.**

http://www.ctfc.cat/docs/RICOVER_esp.pdf

► **GUÍA METODOLÓGICA SOBRE BUENAS PRÁCTICAS EN GESTIÓN DE INUNDACIONES. MANUAL PARA GESTORES. PROGRAMA DE COOPERACIÓN TERRITORIAL DEL ESPACIO SUDOESTE EUROPEO (SUDOE).**

http://contratoderiomatarranya.org/documentos/Guia_BB_Gestion_inundaciones.pdf

Oportunidades para la acción

Buenas prácticas de gestión

interior
**planificación
del mantenimiento
de zonas verdes**

objetivos y beneficios

Los jardines, céspedes y otros espacios libres ofrecen muchas oportunidades para favorecer la biodiversidad en las instalaciones del ciclo del agua.

Una adecuada gestión de estas zonas permitirá naturalizar la instalación y recuperar fauna y flora silvestres; para ello, el primer paso consistirá en establecer una adecuada zonificación.

El análisis de la superficie de la instalación permitirá delimitar distintos sectores -en función de cuál sea su uso principal y de sus potencialidades para favorecer la biodiversidad- y planificar adecuadamente las prácticas de mantenimiento que deberán llevarse a cabo en cada sector. La gestión diferenciada de zonas permite:

- Programar adecuadamente las tareas de mantenimiento de cada sector según los objetivos predominantes a los que se destine (estéticos, naturales, pedagógicos, etc.).

- Reducir las tareas de mantenimiento y el uso de productos fertilizantes y pesticidas.

- Mejorar la integración de la instalación en su entorno, conectando los hábitats naturalizados en su interior con los de zonas adyacentes.

Un objetivo común a todos los espacios verdes será la reducción de sus necesidades de mantenimiento. Si se favorece la vegetación autóctona y se aplican buenas prácticas en la jardinería, disminuirán los cuidados y tratamientos requeridos; todo ello revertirá, además, en una reducción de costes.

descripción

La actuación consiste en elaborar una delimitación de sectores en la superficie de cada instalación que identifique el uso principal al que se destina cada sector, así como las prácticas de mantenimiento que se llevarán a cabo en cada uno de ellos con el objetivo de favorecer la biodiversidad.

Para cada zona se definirán las actuaciones que deban realizarse, considerando que la aplicación de buenas prácticas de gestión podrá implantarse de un modo progresivo, y en muchos casos, a través de cambios en las especificaciones técnicas en los pliegos de los contratos de mantenimiento de zonas verdes.

delimitación de sectores con distintos usos

Cada sector definirá un objetivo de gestión y las prácticas de mantenimiento que deban llevarse a cabo, considerando sus requerimientos de trabajo, seguridad para personas y animales, aspectos ecológicos, etc.

Si se dispone de un diagnóstico inicial de la biodiversidad en el entorno de la instalación (véase la ficha 1.1), este se puede utilizar para concretar qué hábitats o especies sería prioritario favorecer o qué especies autóctonas podemos utilizar para naturalizar progresivamente una zona verde a través de las prácticas de mantenimiento.

Se propone, a continuación, una posible diferenciación de espacios:

• **Áreas de trabajo.** Son aquellas que tienen como uso preferente las tareas relacionadas con el funcionamiento de la instalación, por ejemplo, el movimiento de operarios, la carga o descarga de materiales, el estacionamiento, etc. Estas zonas, con frecuencia, están pavimentadas y solo en algún caso se podrá considerar la posibilidad de aplicar pavimentos permeables (véase la ficha 2.3) y drenajes naturalizados (véase la ficha 2.4). En una instalación naturalizada, incluso en estos sectores podrán aplicarse técnicas de gestión que limiten el uso de pesticidas y fertilizantes (véase la ficha 4.3), y habrá que evitar que haya elementos que puedan causar mortalidad de fauna, como pozos o determinados tipos de cerramientos (véase la ficha 2.5).

• **Áreas ajardinadas.** Se trata de zonas donde prevalecen los aspectos estéticos y paisajísticos, aunque podrán aplicarse medidas para la creación y mejora de hábitats para la fauna, como jardines para polinizadores (véase la ficha 2.8), u otros elementos que acogerán fauna autóctona, incluidos refugios para insectos, aves, erizos, etc. (véase la ficha 2.7), que podrán ser aliados para el control de plagas en el jardín.

Si se cuenta con fuentes o estanques, se podrá considerar su naturalización (véase la ficha 2.9). Para el mantenimiento de estas zonas se pueden aplicar medidas de jardinería ecológica, con el fin de sustituir progresivamente especies exóticas o que requieren costosos mantenimientos por otras autóctonas mejor adaptadas a las condiciones locales, que requieran menos tratamientos fitosanitarios (véase la ficha 4.2) y puedan aportar alimento a los animales. En cualquier caso, y de forma prioritaria, se evitará la plantación de especies invasoras que puedan propagarse y causar un impacto negativo en las especies autóctonas (véase la ficha 4.5).

• **Áreas con función de restauración ecológica.** Son zonas gestionadas básicamente con criterios ecológicos.

Podrá tratarse de espacios con vegetación herbácea (prados o pastos), sectores de matorrales, bosques o incluso humedales u otro tipo de hábitats acuáticos. Para las áreas que cuenten solo con cobertura de hierba, una vez preparado el terreno, posiblemente se podrá dejar que la vegetación propia de los alrededores colonice espontáneamente la zona.

Sería suficiente con realizar siegas adecuadas o aplicar pasto de ganado para evitar que la zona sea colonizada por arbustos (véase la ficha 4.4). En sectores forestales se podrán favorecer grupos de árboles o arbustos que aporten refugio a aves y otros animales, así como mantener en el suelo madera muerta, lo que favorece a una amplia diversidad de insectos; también pueden crearse acumulaciones de rocas en lugares con distinta insolación para beneficiar tanto a reptiles como a pequeña fauna (véase la ficha 2.7). Si las condiciones del lugar son propicias, se podrán crear charcas (véase la ficha 3.1) y, si existe un río cercano, se pueden recuperar superficies inundables (véase la ficha 3.4) o bosques de ribera (véase la ficha 3.3). En plantas de depuración con sistema de lagunaje, se ofrecen oportunidades para favorecer a las especies vegetales y animales que habitan humedales (véase la ficha 3.1). Siempre que sea posible, será interesante restaurar diferentes tipos de hábitats y así aumentar la biodiversidad del conjunto.

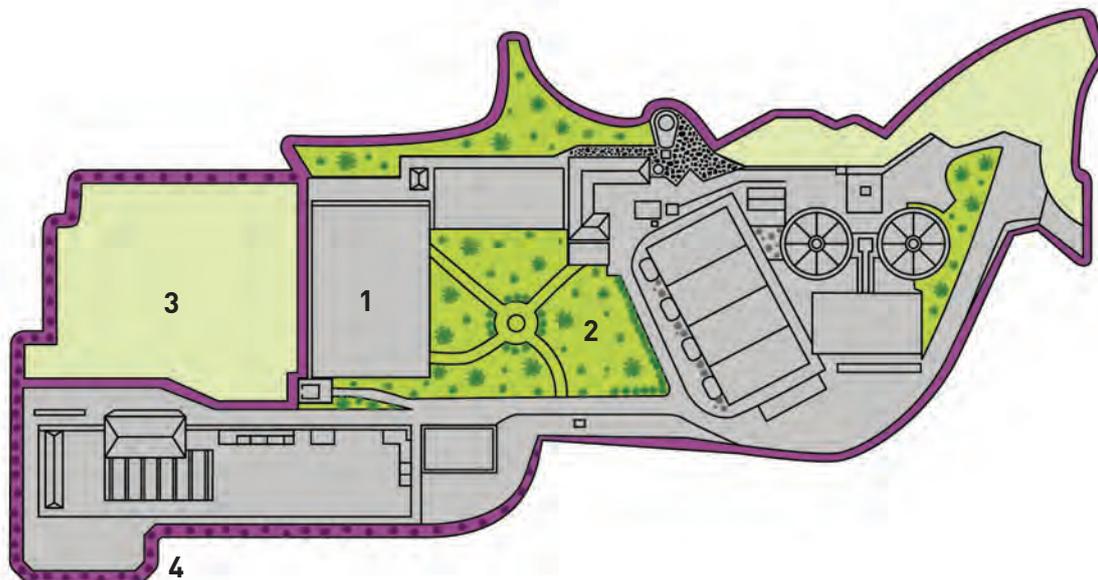
• **Cerramientos de separación y apantallamiento de zonas.** Son zonas que pretenden el apantallamiento visual o con función de delimitar espacios. Serán adecuadas para separar las áreas con función ecológica y de restauración de las áreas ajardinadas o las destinadas al funcionamiento de la instalación.

En estas zonas se podrán construir muros de piedra seca, setos u otro tipo de pantallas vegetales (véase la ficha 2.5). Si las pantallas vegetales se han diseñado para facilitar alimento o refugio para las aves, deberá tenerse en cuenta en su mantenimiento que los trabajos no afecten a estas aves y, particularmente, a su época de nidificación.

programación de tareas en cada sector

Una vez definida la zonificación del ámbito de la instalación, se deberá programar la secuencia de actuaciones de mantenimiento que deberán aplicarse en cada una de ellas para alcanzar progresivamente las mejoras prácticas para la conservación de la naturaleza. Algunas serán sencillas, como la adecuación de pequeños hábitats para los animales (instalación de cajas nido para aves, creación de acumulaciones de piedras para pequeños vertebrados, etc.) y podrán implantarse de inmediato; sin embargo, la naturalización de un estanque o la rehabilitación de una zona de humedal que presente mal estado requerirán un periodo de ejecución más largo e incluso pueden requerir un proyecto específico o la colaboración de un equipo técnico especializado. También será conveniente prever en esta programación las tareas de seguimiento que permitirán evaluar los efectos de las medidas implantadas sobre la biodiversidad.

Plano de una planta con delimitación de distintos sectores



1. ÁREAS DE TRABAJO
2. ÁREAS AJARDINADAS
3. ÁREAS CON FUNCIONES DE RESTAURACIÓN
4. CERRAMIENTO Y APANTALLAMIENTO

Zonas verdes en instalaciones del ciclo del agua



Seto de cerramiento perimetral



periodo de ejecución

► La planificación de actuaciones de mantenimiento podrá realizarse en cualquier momento y será una de las primeras tareas que deba llevarse a cabo cuando se determine la naturalización de una instalación.

costes orientativos

► Puede conllevar una reducción de costes de mantenimiento

agentes implicados

► Responsables, técnicos y operarios de la instalación.

a tener en cuenta

► La zonificación de la instalación deberá garantizar que la naturalización de sectores no interfiera en el desarrollo de las tareas relacionadas con el funcionamiento de la instalación.

► El control de la proliferación de especies invasoras y la eliminación de "trampas" que puedan causar mortalidad de fauna deberán incluirse como un elemento transversal.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Número de actuaciones de mantenimiento planificadas.

► **Indicador 2.** Reducción de los costes anuales de mantenimiento de zonas verdes.

referencias y fuentes de información

► GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES. JARDINERÍA. CENTRO DE RECURSOS AMBIENTALES DE NAVARRA.

http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/236/218/bbpb_jardineria.pdf



interior
buenas prácticas en jardinería

objetivos y beneficios

Los jardines y céspedes ubicados en las zonas verdes de muchas instalaciones del ciclo del agua generan un entorno de trabajo más agradable, con mayor calidad estética y, además, presentan un alto potencial para favorecer la biodiversidad. Un jardín de gran belleza y bajos requerimientos de mantenimiento también puede ser un hábitat que contribuya a conservar flora y fauna amenazada.

Normalmente, los jardines están integrados básicamente por plantas exóticas, seleccionadas por sus floraciones u otras cualidades; muchas de ellas ofrecen alimento y refugios de interés para la fauna silvestre. Pero, además, se pueden potenciar los beneficios del jardín para la biodiversidad plantando especies de flora autóctona en regresión o amenazadas (muchas producen, también, hermosas floraciones) y que, a su vez, faciliten refugio y alimento

para especies de animales en regresión.

Una de las principales contribuciones de la jardinería a la conservación de la biodiversidad será prevenir riesgos de introducción en el entorno de especies invasoras que se expanden, desde los jardines, sin control por el entorno, lo que puede ocasionar causar graves perjuicios para los ecosistemas naturales.

descripción

Las buenas prácticas en jardinería consisten en un conjunto de actuaciones para favorecer la biodiversidad que podrán aplicarse tanto en el mantenimiento de zonas ajardinadas, con prioridad de función estética, como en sectores naturalizados en los que se desee recuperar hábitats para determinadas especies. Si se desea restablecer hábitats con funcionalidad ecológica, es especialmente importante

servicios ecosistémicos:



planificar una baja intensidad de mantenimiento y evitar la plantación de especies o variedades exóticas (véase la ficha 4.1).

selección y siembra de la vegetación

Una selección adecuada de las especies que se plantan en un jardín puede disminuir de manera muy significativa los costes de mantenimiento, sin que ello represente una disminución de la calidad estética o funcional de la zona verde. Para ello, es importante contar con buenos viveros, que podrán suministrar material de calidad y especies autóctonas para las plantaciones. En el anexo de esta ficha se puede encontrar un listado de plantas con interés para la biodiversidad y resistencia a la sequía.

Por ejemplo, el uso de especies autóctonas permitirá reducir los costes de mantenimiento, ya que al estar adaptadas al clima y al suelo local, son más resistentes a las enfermedades y re-

quieren menos cuidados. Además, esto favorecerá la biodiversidad en la instalación, ya que las especies animales que se alimentan o encuentran en ella sus hábitats, se verán atraídas hacia el jardín. Las plantas aromáticas por ejemplo, son una buena opción tanto en jardines como en naturalización y restauración, ya que algunas especies tienen un alto valor ornamental y, al mismo tiempo, favorecen a los insectos polinizadores (véase la ficha 2.8).

En muchos sectores ajardinados se utilizan especies exóticas, que no son propias de la vegetación natural del entorno geográfico de la instalación; esto no debe suponer problemas siempre que se seleccionen especies resistentes que requieran el mínimo uso de fitosanitarios. Además, es muy importante que no tengan características invasivas. Cabe evitar a toda costa la plantación de especies con gran capacidad de expandirse fuera de la instalación y causar daños a los ecosistemas locales (véase la ficha 4.5). Dos ejemplos de plantas particularmente nocivas muy utilizadas en jardinería son la uña de gato (*Carpobrotus edulis*) y el plumero de la pampa (*Cortaderia selloana*), que están colonizando extensas zonas de espacios naturales protegidos y desplazando a la vegetación autóctona, por lo que se requieren altas inversiones y la colaboración de voluntarios para frenar su expansión.

abono con productos orgánicos

Se priorizará, siempre que sea posible, el uso de abono orgánico frente al mineral, para reducir costes y facilitar el mantenimiento de las zonas verdes:

- El abono mineral puede comportar afectaciones al entorno, por ejemplo, alteraciones en comunidades acuáticas a causa del exceso de nutrientes que son arrastrados al agua.
- El abono orgánico comporta pocos riesgos de fertilización en el entorno y, además, reduce el riesgo de muerte súbita de las plantas y los ataques de

plagas de insectos que en ocasiones comporta el uso de fertilizantes químicos.

- Los materiales orgánicos también contribuyen a mantener la calidad del suelo con mejoras físicas (esponjamiento y aireación) y biológicas (aumento de los microorganismos e invertebrados), al mismo tiempo que aportan al suelo una amplia diversidad de nutrientes.

Siempre que sea posible, los abonos orgánicos procederán de compost realizado mediante restos de siegas y poda de la propia zona verde (véase la ficha 4.4). El vermicompostaje, que acelera la descomposición de la materia orgánica mediante la aplicación de lombrices, es un método complementario que permite reducir residuos orgánicos y producir un humus de alta calidad, con una estructura esponjosa muy estable. El uso de este tipo de compost presenta ventajas frente a otro tipo de abonos orgánicos, como son la riqueza en enzimas y microorganismos que estimulan el crecimiento de las plantas y restauran el equilibrio tierra-vegetal. En determinadas instalaciones de depuración y en función del origen de las aguas tratadas, podrá valorarse el uso de fangos de depuradora para el compostaje.

riego

La selección de un sistema de riego eficiente reducirá el consumo de agua y los costes energéticos del riego. El riego localizado (gota a gota o por inundación) es el más indicado para árboles alineados en viales, parterres y zonas ajardinadas con arbustos. Este sistema minimiza las pérdidas por evaporación y requiere una baja presión de agua, por lo que el coste energético es reducido.

Los riegos por difusión y aspersión son indicados para superficies de prado y plantas tapizantes de bajo porte, y pueden constituir un riego eficiente si el sistema está bien dimensionado y adecuadamente distribuido. Existen

sensores del grado de humedad del suelo que nos permiten planificar mejor el momento del riego y la cantidad de agua que debe aportarse, lo que reduce tanto en un ahorro de agua como energético, además de beneficiar a la planta. Estos sistemas serán útiles en espacios de grandes dimensiones.

En el caso de remodelación de la instalación, será oportuno considerar la posibilidad de aplicar pavimentos y sistemas de drenaje que permitan reutilizar para el riego las aguas pluviales. Para conocer algunos consejos sobre la implantación y selección de especies con bajos requerimientos hídricos, consultar el anexo de esta ficha.



Autor: Pablo Serrano

▲ Cerramiento perimetral con encinas, especie autóctona (Instalación de Aguas de Barcelona)



▲ Vermicompostaje



▲ Riego gota a gota

periodo de ejecución

- ▶ La gestión de las zonas verdes se deberá ejecutar durante todo el año y según los requerimientos de la vegetación y del tratamiento que deba realizarse.
- ▶ En el caso de siembras, hay que prever que en épocas de lluvias no queden suelos desnudos fácilmente erosionables y sometidos a riesgo de pérdida de la capa fértil del suelo.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Empresas de mantenimiento de zonas verdes.

costes orientativos

- ▶ No supone necesariamente un aumento de costes, sino un cambio en las prácticas.

a tener en cuenta

- ▶ Contar con una lista o guía de especies invasoras de alto riesgo para los ecosistemas del entorno facilitará su reconocimiento y permitirá evitar su introducción involuntaria en dicho entorno. Si ya existen en los jardines de la instalación, se procederá a aplicar los métodos más efectivos para su eliminación.

Indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Diversidad de especies vegetales de interés establecidas en el espacio verde.
- ▶ **Indicador 2.** Diversidad de especies animales establecidas en el espacio verde.
- ▶ **Indicador 3.** Reducción de consumo de agua, riego y fertilizantes para el mantenimiento del jardín.

referencias y fuentes de información

- ▶ **PLANNING AND CREATING A WILDLIFE-FRIENDLY GARDEN. ROYAL SOCIETY FOR THE PROTECTION OF BIRDS (RSPB).**

http://www.rspb.org.uk/makeahomeforwildlife/advice/gardening/wildlife-friendly_garden.aspx

- ▶ **GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS – JARDINERÍA. SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ORNITOLOGÍA.**

<https://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/FICHA-10-JARDIN-ECOLOGICO.pdf>

- ▶ **JARDINERÍA ECOLÓGICA. INFOJARDÍN.**

<http://articulos.infojardin.com/articulos/jardineria-ecologica.htm>

- ▶ **MANUAL DE JARDINERÍA ECOLÓGICA. ECOLOGISTAS EN ACCIÓN.**

<http://www.ecologistasenaccion.org/tienda>

- ▶ **OLIVIER FILIPPI, “EL JARDÍN SIN RIEGO”. EDICIONES OMEGA.**

<http://www.jardin-sec.com/>

- ▶ **LISTADO DE VIVEROS DE PLANTAS AUTÓCTONAS.**

Girona

<http://www.carex.cat/ca/vivers-carex/empresa.aspx>

<http://www.myc-5.com/productos.php>

Murcia

<https://www.viverosalharabe.es>

<http://www.viverosmuzale.com/>

Madrid

<https://www.viverosalborada.com/>

Granada

<http://www.viveroszuame.es>

www.viverosponcelajara.com

Cáceres

www.viverosladehesa.com

- ▶ **PROVEEDOR MALLAS ANTI-HIERBAS.**

<https://www.projar.es/categoria-de-producto/productos-jardineria-urbanismo/mallas-antihierbas/>

anexo

buenas prácticas en jardinería

1. Introducción	156
2. Criterios de selección de plantas	156
3. Guía de plantas	158
4. Metodología de plantación	160

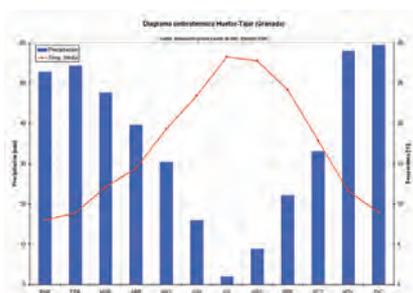
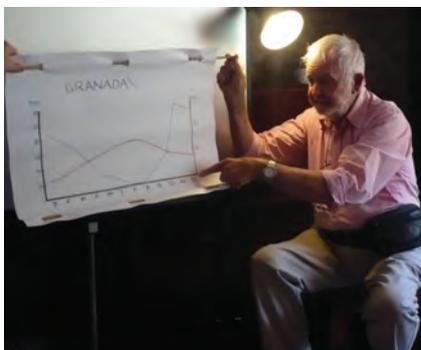
1. Introducción

Actualmente, existen técnicas de jardinería que nos permiten la creación de jardines con muy pocos requerimientos hídricos y de conservación. Es perfectamente posible y se dispone de la experiencia y los conocimientos necesarios para realizar el diseño y la instalación de un jardín o zona verde con plantas de bajos o nulos requerimientos hídricos una vez implantadas. Para ello es necesario tener en cuenta las características del clima y el suelo donde se ha implantar este tipo de jardín, para así poder seleccionar las especies de plantas más adecuadas.

2. Criterios de selección de plantas

Para determinar qué especies de plantas serán las más adecuadas para nuestro jardín sin riego, se deberá:

1. Conocer previamente las características del clima de la zona donde debemos realizar una plantación. Lo que más nos interesa es obtener diagramas ombrotérmicos del lugar o de las zonas próximas. Estos se pueden encontrar consultando las webs de los servicios meteorológicos. Los datos que más nos interesan para poder seleccionar las especies de plantas más adecuadas para un jardín con mínimas necesidades de riego son las temperaturas mínimas más bajas registradas en la zona y los períodos medio y más largo de déficit hídrico.



▲ **Patt Mills, uno de los fundadores de la Mediterranean Garden Society peninsular y pionero en la creación de los códigos de resistencia a la sequía para plantas de jardín, con un diagrama ombrotérmico. El espacio en blanco entre la línea de precipitación media anual y las temperaturas medias muestra el período seco del año o de déficit hídrico para las plantas. En el caso de Granada, entre abril y octubre, si no escogemos plantas con un código de resistencia a la sequía >5, tendremos que recurrir al riego suplementario para que sobrevivan.**

2. Conocer las características del suelo. Es necesario saber a grandes rasgos qué naturaleza tiene (calcárea, silícica, salina...), la profundidad de terreno explorable por las raíces, la existencia de horizontes compactados a poca profundidad, su capacidad de infiltración, su textura y estructura, y la vegetación espontánea dominante.

La observación del terreno y la obertura manual de hoyos de más de 40 cm de profundidad con unos mínimos conocimientos previos nos servirán para obtener e interpretar los datos que obtengamos a partir de este estudio.



▲ **Con herramientas manuales y ciertos conocimientos se pueden obtener valiosos datos sobre la naturaleza y las características del suelo donde se van a desarrollar las plantaciones.**

3. Conocer el espacio y el uso de las plantas. Con los datos obtenidos anteriormente, conociendo la superficie que tenemos que plantar y el uso y funciones que han de tener las plantas que queremos plantar, junto con unas buenas guías y catálogos de algunos viveros (consultar referencias bibliográficas y recursos), podemos acabar de seleccionar un conjunto de especies adaptadas a nuestros requerimientos.
4. Escoger una planta de calidad, no envejecida, endurecida, no forzada en exceso mediante fertilizantes químicos y atmósfera controlada, y con un sistema radicular sano, equilibrado y bien desarrollado. Producida en viveros de confianza adecuadamente ubicados.



▲ **Tipo de planta que debe evitarse (planta envejecida, contenedor convencional, raíces espiralizadas).**



▲ **Tipo y calidad de planta que debe utilizarse. Planta joven con buen sistema radicular en contenedor antiespiralización de raíces.**

3. Guía de plantas

A continuación, se ofrece una selección de plantas resistentes a la sequía con un déficit hídrico de hasta 3 meses y una rusticidad de hasta los -10 °C. Las especies autóctonas aparecen en negrita.

Árboles y palmeras		
1	<i>Acer monspessulanum</i>	17 <i>Pistacia terebinthus</i>
2	<i>Arbutus unedo</i>	18 <i>Quercus ilex</i>
3	<i>Arbutus andrachne</i>	19 <i>Tamarix gallica</i>
4	<i>Chilopsis linearis</i>	20 <i>Tamarix ramosissima</i>
5	<i>Cercis siliquastrum</i>	21 <i>Tamarix tetrandra</i>
6	<i>Cornus mas</i>	22 <i>Tilia tomentosa</i>
7	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	23 <i>Acacia farnesiana</i>
8	<i>Fremontodendron</i>	24 <i>Brahea armata</i>
9	<i>Juniperus oxycedrus</i>	25 <i>Butia capitata</i>
10	<i>Ligustrum japonicum</i>	26 <i>Chamaerops excelsa</i>
11	<i>Laurus nobilis</i>	27 <i>Cercis canadiensis</i>
12	<i>Juniperus phoenicea</i>	28 <i>Chitalpa tashkentensis</i>
13	<i>Maclura pomifera</i>	29 <i>Cupressus sempervirens</i>
14	<i>Photinia serratifolia</i>	30 <i>Cupressus arizonica</i>
15	<i>Olea europaea</i>	31 <i>Pinus halepensis</i>
16	<i>Pistacia atlantica</i>	32 <i>Quercus suber</i>
33	<i>Prosopis glandulosa</i>	
34	<i>Celtis sinensis</i>	
35	<i>Sabal palmetto</i>	
36	<i>Alnus cordata</i>	
37	<i>Celtis australis</i>	
38	<i>Corylus colurna</i>	
39	<i>Cupressus dupreziana</i>	
40	<i>Diospyros lotus</i>	
41	<i>Fraxinus velutina</i>	
42	<i>Koelreuteria integrifolia</i>	
43	<i>Koelreuteria paniculata</i>	
44	<i>Morus alba</i>	
45	<i>Morus rubra</i>	
46	<i>Sorbus domestica</i>	

Herbáceas vivaces y bulbosas		
1	<i>Acanthus mollis</i>	22 <i>Eryngium maritimum</i>
2	<i>Achillea coarctata</i>	23 <i>Erysimum "Bowles mauve"</i>
3	<i>Achillea filipendulina</i>	24 <i>Eschscholzia californica</i>
4	<i>Allium tuberosum</i>	25 <i>Ferula communis</i>
5	<i>Agapanthus praecox</i>	26 <i>Ferula linkii</i>
6	<i>Anthriscum majus</i>	27 <i>Foeniculum vulgare</i>
7	<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	28 <i>Gaura lindheimeri</i>
8	<i>Artemisia absinthium</i>	29 <i>Geranium sanguineum</i>
9	<i>Asphodeline liburnica</i>	30 <i>Glaucium flavum</i>
10	<i>Campanula portenschlagiana</i>	31 <i>Iris lutescens</i>
11	<i>Calamintha nepeta</i>	32 <i>Kniphofia uvaria</i>
12	<i>Asphodelus fistulosus</i>	33 <i>Iris unguicularis</i>
13	<i>Catananche caerulea</i>	34 <i>Liriope muscari</i>
14	<i>Centranthus ruber</i>	35 <i>Limonium vulgare</i>
15	<i>Centaurea bella</i>	36 <i>Linum narborensis</i>
16	<i>Ceratostigma plumbaginoides</i>	37 <i>Lotus corniculatus</i>
17	<i>Coronilla glauca</i>	38 <i>Nepeta x faassenii</i>
18	<i>Delosperma cooperi</i>	39 <i>Origanum vulgare</i>
19	<i>Dicliptera suberecta</i>	40 <i>Perovskia atriplicifolia</i>
20	<i>Epilobium canum</i>	41 <i>Potentilla verna</i>
21	<i>Erigeron karvanskianus</i>	42 <i>Salvia fruticosa</i>
43	<i>Salvia amplexicaule</i>	
44	<i>Salvia interrupta</i>	
45	<i>Sanguisorba minor</i>	
46	<i>Salvia sclarea</i>	
47	<i>Saponaria ocymoides</i>	
48	<i>Salvia lavandulifolia</i>	
49	<i>Sedum album</i>	
50	<i>Sedum sediforme</i>	
51	<i>Sedum spectabile</i>	
52	<i>Stachys byzantina</i>	
53	<i>Stachys cretica</i>	
54	<i>Thymus ciliatus</i>	
55	<i>Trachelium caeruleum</i>	
56	<i>Trifolium fragiferum</i>	
57	<i>Thulbargia violacea</i>	
58	<i>Verbascum olympicum</i>	
59	<i>Verbascum thapsus</i>	
60	<i>Verbena venosa</i>	
61	<i>Veronica potifolia</i>	
62	<i>Vinca minor</i>	

Arbustos, enredaderas y matas			
1	<i>Aloysia triphylla</i>	37 <i>Cotoneaster lacteus</i>	73 <i>Myrsine africana</i>
2	<i>Amelanchier ovalis</i>	38 <i>Daphne gnidium</i>	74 <i>Nerium oleander</i>
3	<i>Anthyllis cytisoides</i>	39 <i>Erica multiflora</i>	75 <i>Paliurus spina-christi</i>
4	<i>Artemisia alba</i>	40 <i>Euonymus europaeus</i>	76 <i>Phlomis fruticosa</i>
5	<i>Artemisia arborescens</i>	41 <i>Euphorbia characias sp wulf</i>	77 <i>Phlomis purpurea</i>
6	<i>Atriplex canescens</i>	42 <i>Euphorbia myrsinites</i>	78 <i>Phlomis viscosa</i>
7	<i>Atriplex halimus</i>	43 <i>Euphorbia rigida</i>	79 <i>Phillyrea angustifolia</i>
8	<i>Ballota pseudodictamnus</i>	44 <i>Globularia alypum</i>	80 <i>Phillyrea latifolia</i>
9	<i>Buddleja alternifolia</i>	45 <i>Helichrysum orientale</i>	81 <i>Pyracantha coccinea</i>
10	<i>Buddleja x pikei ever</i>	46 <i>Helichrysum italicum</i>	82 <i>Pistacia lentiscus</i>
11	<i>Buddleja x weyeriana</i>	47 <i>Helichrysum stoechas</i>	83 <i>Prunus spinosa</i>
12	<i>Buddleja x lochinch</i>	48 <i>Helianthemum caput-felis</i>	84 <i>Punica granatum</i>
13	<i>Bupleurum fruticosum</i>	49 <i>Hertia cheirifolia</i>	85 <i>Retama monosperma</i>
14	<i>Buxus balearica</i>	50 <i>Hippophae rammoides</i>	86 <i>Retama sphaerocarpa</i>
15	<i>Buxus sempervirens</i>	51 <i>Hypericum balearicum</i>	87 <i>Rhamnus alaternus</i>
16	<i>Caesalpinia gilliesii</i>	52 <i>Hyssopus officinalis</i>	88 <i>Rhamnus ludovici salvatoris</i>
17	<i>Callistemon violaceus</i>	53 <i>Iberis semperflorens</i>	89 <i>Rosa chinensis</i>
18	<i>Capparis spinosa</i>	54 <i>Jasminum fruticans</i>	90 <i>Rosmarinus officinalis</i>
19	<i>Ceanothus "Concha"</i>	55 <i>Jasminum nudiflorum</i>	91 <i>Ruta graveolens</i>
20	<i>Ceanothus thyrsoiflorus</i>	56 <i>Juniperus horizontalis</i>	92 <i>Salvia officinalis</i>
21	<i>Centaurea cineraria</i>	57 <i>Lavandula angustifolia</i>	93 <i>Sambucus nigra</i>
22	<i>Choisya ternata</i>	58 <i>Lavandula lanata</i>	94 <i>Santolina chamaecyparissus</i>
23	<i>Cistus albidus</i>	59 <i>Lavandula x intermedia</i>	95 <i>Santolina rosmarinifolia</i>
24	<i>Cistus monspeliensis</i>	60 <i>Lavatera olbia</i>	96 <i>Santolina viridis</i>
25	<i>Cistus x purpureus</i>	61 <i>Leucophyllum frutescens</i>	97 <i>Satureja montana</i>
26	<i>Cistus x argenteus</i>	62 <i>Leucophyllum langmaniae</i>	98 <i>Senecio cineraria</i>
27	<i>Cistus x florentinus</i>	63 <i>Ligustrum vulgare</i>	99 <i>Spatium junceum</i>
28	<i>Cistus x pulverulentus</i>	64 <i>Limoniastrum monopetalum</i>	100 <i>Syringa vulgaris</i>
29	<i>Cistus x skanbergii</i>	65 <i>Lomelosia cretica</i>	101 <i>Teucrium flavum</i>
30	<i>Cistus x verguinii</i>	66 <i>Lomelosia minoana</i>	102 <i>Teucrium fruticans</i>
31	<i>Cneorum trichum</i>	67 <i>Lonicera etrusca</i>	103 <i>Thymus mastichina</i>
32	<i>Colutea arborescens</i>	68 <i>Lonicera implexa</i>	104 <i>Thymus capitatus</i>
33	<i>Convolvulus cneorum</i>	69 <i>Lycium barbarum</i>	105 <i>Thymus vulgaris</i>
34	<i>Cotinus coggygria</i>	70 <i>Mahonia aquifolium</i>	106 <i>Viburnum lantana</i>
35	<i>Cornus sanguinea</i>	71 <i>Marrubium incanum</i>	107 <i>Viburnum tinus</i>
36	<i>Coronilla glauca</i>	72 <i>Medicago arborea</i>	108 <i>Vitex agnus-castus</i>

4. Metodología de plantación

Además de una correcta selección de especies, el momento de la plantación es de suma importancia para garantizar el éxito de las plantaciones. Si esta no se hace correctamente, es posible que tengamos bajas y el proceso de implantación sea lento y difícil, con un mantenimiento futuro más costoso en tiempo y recursos. Estos son los pasos que deben seguirse:

1. Plantar en el momento adecuado. En zonas mediterráneas, al inicio del otoño, preferentemente después o antes de un período de lluvias copioso, aunque otra opción es llevar a cabo las plantaciones a finales de invierno. Como máximo, en el mes de marzo.
2. Preparar el terreno en profundidad. Hacer un hoyo de plantación de alrededor de 40 cm para que las raíces de las plantas puedan explorar un volumen amplio de suelo con facilidad.
3. Agrupar plantas con necesidades hídricas similares a una densidad adecuada de plantación para que puedan desarrollarse sin problemas de espacio (con lo que se ahorran trabajos de recorte, poda o entresacado de pies).
4. Acollar las plantas o plantaciones con el material más adecuado para limitar la pérdida de agua por evaporación del suelo. También será importante limitar la salida y posterior concurrencia de la vegetación espontánea debido al agua y los nutrientes.
5. Llevar a cabo un riego abundante inmediatamente después de la plantación y posteriormente durante los periodos de déficit hídrico, y en casos en que las plantas muestren síntomas de estrés por falta de agua, hasta que estén correctamente implantadas. Una buena idea, que puede ser sustitutiva de varios riegos iniciales, es la de embeber de agua previamente el sustrato del contenedor sumergiendo este durante un tiempo en un recipiente.



▲
Ejemplo de proceso de plantación: preparación del terreno en profundidad, enmendado, plantación y resultado un año después.



interior
eliminación de fitosanitarios – control de plagas

objetivos y beneficios

El uso de productos químicos para controlar plagas (herbicidas, fungicidas, insecticidas o raticidas, entre otros) permite reducir el deterioro de las plantas de las zonas verdes y otros conflictos como la proliferación de roedores, pero estos productos pueden presentar una alta toxicidad, tanto para los animales como para las personas. Distintos estudios relacionan la aplicación de estos tratamientos —y, en particular, el uso de insecticidas neonicotinoides— con la acusada reducción de abejas y otros insectos polinizadores; también se ha observado que afectan a larvas de insectos acuáticos, microorganismos del suelo, etc. Sus impactos pueden ser directos, debilitando o causando mortalidad de fauna, o bien indirectos, por la progresiva acumulación de productos tóxicos en los ecosistemas.

El uso de técnicas naturales para el control de plagas permite reducir o eliminar la presencia de productos tóxicos en la instalación, con el consiguiente beneficio tanto para la biodiversidad como para los operarios y visitantes, que disfrutarán de un entorno más saludable. Todo ello ofrece, también, oportunidades para la comunicación y la educación ambiental.

descripción

La reducción del uso de productos fitosanitarios y pesticidas puede conseguirse aplicando técnicas preventivas (como la naturalización de los espacios verdes y su adecuado mantenimiento), usando productos naturales y contando con fauna auxiliar, como insectos que consumen pulgones o aves que capturan orugas (véase la ficha 2.7). Si fuera indispensable usar un tratamiento químico, se evitará el uso de productos sintéticos genéricos

servicios ecosistémicos:



y se aplicarán solo los que tienen como diana una plaga muy concreta.

técnicas para prevenir el uso de pesticidas

- Las grandes superficies con plantas de una misma especie son un factor de riesgo importante en la proliferación de plagas y enfermedades, ya que muchas de ellas afectan a determinadas familias (labiadas, rosáceas, etc.), especies, o variedades. Por ello, cuanto más diversa sea la flora de los jardines, menores serán los riesgos de proliferación de enfermedades.
- Las especies autóctonas son las que están mejor adaptadas al clima y al suelo local, por lo que suelen ser más resistentes, requieren menos cuidados y son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades que las exóticas. (Véase la ficha 4.2)
- En el caso de plagas de animales (como insectos o roedores), su proliferación puede verse sensiblemente re-

ducida si se evita su atracción evitando los acúmulos de materiales que puedan constituir su alimento.

En cualquier caso, un registro de incidencias con animales (como la aparición de altas densidades de una determinada especie) permitirá identificar los elementos que propician el problema y actuar con mayor acierto en su prevención (véase la ficha 1.2).

control biológico mediante fauna auxiliar

Para controlar insectos que pueden constituir plagas es posible aplicar técnicas de control natural mediante trampas de feromonas que los atraen y capturan.

Otro método es el control biológico, que se sustenta en el uso continuo de animales auxiliares que depredan a las especies animales que podrían constituir una plaga. Existe una amplia diversidad de animales que pueden actuar como enemigos naturales de plagas y enfermedades (insectos como las mariquitas, aves, erizos, murciélagos...). Para potenciar esta fauna auxiliar, hay que favorecer la instalación y desarrollo de las poblaciones de especies ya presentes en el entorno, ofreciéndoles hábitats o refugios adecuados (véase la ficha 2.7) y evitando el uso de insecticidas que, a su vez, pueden perjudicarlos.

El control de plagas deberá plantearse de forma integrada con otras prácticas como las siguientes:

- Plantar una alta diversidad de especies de flora.
- Adecuar el riego y el abono a los mínimos indispensables para garantizar la salud de las plantas (véase la ficha 4.2).
- Plantar especies bien adaptadas a las condiciones locales y evitar las que presenten mayores problemas sanitarios (véase la ficha 4.2).

- Establecer procedimientos de control precoz para la detección de plagas y enfermedades.

- Utilizar productos específicos de baja toxicidad que no afecten a las especies auxiliares.

El control de plagas mediante fauna auxiliar puede constituir un recurso para la educación ambiental en las instalaciones que reciban visitas de grupos, para lo cual se pueden diseñar paneles explicativos de las especies que se han favorecido para conseguir el control natural de plagas (insectos, aves insectívoras, erizos, etc.).

otras técnicas de control de plagas

Además de la lucha biológica, existen otras técnicas y productos ecológicos alternativos a los pesticidas:

- Métodos de control físico, como trampas o barreras que impidan la proliferación o el acceso de la plaga a las especies vegetales o las instalaciones.

- Productos ecológicos. Existen un gran número de estos productos autorizados en zonas verdes urbanas, como los jabones potásicos, nematodos y hongos que depredan a las plagas, fitofortificantes etc.

Para más detalle, consultar el Anexo de esta ficha.

tratamientos químicos bien aplicados y de baja toxicidad

Como última alternativa, y cuando no sea posible evitar la aplicación de tratamientos químicos, lo apropiado será utilizar productos:

- De baja toxicidad (según la normativa de cada país);
- Específicos para el objetivo al que vayan destinados;

- De baja permanencia en el medio, para disminuir la probabilidad de ingesta de los cadáveres por parte de otros animales.

Antes de utilizar el producto será importante conocer su ficha de seguridad, y seguir las recomendaciones para la aplicación y las dosis indicadas. No es aconsejable efectuar la aplicación en condiciones climatológicas de lluvia o viento; además, siempre es preferible la aplicación en pulverizador en lugar de aerosol.

Una técnica popular es la endoterapia que consiste en la inyección controlada de producto fitosanitario en los sistemas vasculares de los árboles para el control de las plagas que los afectan. A pesar de ser un tratamiento fitosanitario, no existe dispersión del producto en el ambiente, por lo que cada vez es más utilizado en arbolado urbano.



▲ Ejemplos de fauna auxiliar

periodo de ejecución

- ▶ La potenciación de fauna auxiliar y las actuaciones de lucha integrada contra las plagas se planificarán a lo largo del año según sus características.

costes orientativos

- ▶ No supone necesariamente un aumento de costes, sino un cambio en las prácticas.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y operarios de la instalación.
- ▶ Empresas de mantenimiento de zonas verdes.

a tener en cuenta

- ▶ En algunos países existe normativa que regula el uso de productos fitosanitarios en zonas sensibles para la fauna silvestre. Cada país dispone, además, de su propia regulación del uso de los plaguicidas.
- ▶ Si se aplican productos fitosanitarios o pesticidas sintéticos es importante recoger y dar un tratamiento adecuado a todos los envases.

Indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Reducción de productos fitosanitarios utilizados.
- ▶ **Indicador 2.** Número de actuaciones para potenciar la fauna auxiliar.

referencias y fuentes de información

- ▶ **HUERTAS Y JARDINES SIN PLAGUICIDAS. RED DE ACCIÓN EN PLAGUICIDAS.**

http://www.rap-al.org/articulos_files/Huerta_y_jardines_organicos.pdf

- ▶ **REGULACIÓN BIOLÓGICA: ALIADOS PARA UNA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOSTENIBLE. FAUNA AUXILIAR.**

<http://faunaauxiliar.blogspot.com.es/>

- ▶ **LLIBRE BLANC SOBRE CONTROL DE PLAGUES EN ESPAIS VERDS (Servei de Sanitat Vegetal 2015 Generalitat de Catalunya, Departament d'Agicultura, Ramaderia i Pesca).**

http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_a02_01_monografies_altres/documents/fitxers_estatics/llibre-blanc-sobre-control-plagues_juliol-2015.pdf

- ▶ **PLAGAS Y ENFERMEDADES EN HORTALIZAS Y FRUTALES ECOLÓGICOS (XAVI FONTANET Y ANDREU VILA) - EDITORIAL LAFERTILIDAD DE LA TIERRA.**

- ▶ **EMPRESAS DE REFERENCIA EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS Y PRODUCTOS ECOLÓGICOS:**

<http://www.bichelos.com/>

<https://www.koppert.es/>

www.lucaplant.com

www.martiagricola.com/

<https://controlbio.es/es/271-plagas-de-jardin>

<https://www.ecobest.es/tienda-online/>

- ▶ **REFERENCIAS DEL GRUPO:**

Mantenimiento de zonas verdes mediante técnicas de control biológico. Aigües de Barcelona. Persona de contacto: Pablo Serrano, responsable de gestores de edificios.

pserranog@aiguesdebarcelona.cat

anexo

eliminación de fitosanitarios - control de plagas

1. Introducción	168
2. Técnicas de prevención	169
3. Técnicas de control	170
3.1. Lucha biológica	170
3.2. Lucha física	171
3.3. Endoterapia	172
3.4. Productos ecológicos autorizados en parques y jardines	172
4. Casos prácticos	175

1. Introducción

El control integrado de plagas consiste en un sistema sostenible de control de plagas y enfermedades que se basa en los siguientes principios:

- Utiliza información sobre los ciclos biológicos de las plagas y su interacción con el entorno, con el objetivo de evitar los daños de estas sobre las plantas sin provocar efectos nocivos en las personas o el medioambiente.
- Su objetivo es mantener las plagas por debajo de un umbral y no tanto erradicarlas.
- La protección de la salud de los operarios y del medio ambiente. Además, el control integrado de plagas es más efectivo y económico a medio plazo.
- El cumplimiento de las directivas actuales (2009/128/CE).

No obstante, el control integrado de plagas tiene sus limitaciones e inconvenientes:

- Al ser un proceso dinámico está influenciado por muchas variables, como los tipos de plagas y su grado de desarrollo, las condiciones meteorológicas y ambientales, la ubicación de los focos y el momento de detección, la opinión pública, etc.
- Su uso todavía no está generalizado en jardinería, y aún falta experiencia.
- Requiere personal cualificado con formación específica para su puesta en marcha.
- Requiere tiempo para que sea efectiva, ya que en muchos casos será necesario probar y descartar diferentes técnicas.
- Inicialmente puede resultar más costosa desde un punto de vista económico.

Para desarrollar un plan de gestión biológico integrado de plagas, es fundamental conocer las plagas, identificarlas, aprender todo lo posible sobre ellas (hábitos, ciclo de vida, necesidades...) y conocer sus enemigos naturales. Las estrategias de control integrado de plagas se basan fundamentalmente en la prevención.

El control de las plagas solo se lleva a cabo cuando la identificación de la plaga y sus umbrales de tolerancia indican que es necesario actuar, y también cuando los métodos preventivos ya no son viables. En ese caso se aplica el método del control que sea más efectivo y tenga menos riesgo para las personas y el medio ambiente.

2. Técnicas de prevención

La mayoría de plagas y enfermedades que se dan en el jardín y en los espacios verdes son debidas a ambientes poco propicios y estresantes para las plantas. Las principales causas de las plagas son las siguientes:

- Gran parte de las especies utilizadas son exóticas y originarias de regiones con unas condiciones climáticas diferentes, poco adaptadas a las cada vez más frecuentes condiciones de sequía y calor imperantes o muy sensibles a determinados patógenos.
- Muchas veces están plantadas en suelos compactados y desestructurados, pobres en materia orgánica y con poco espacio para el desarrollo de las raíces.
- Las plantas están en situación de estrés hídrico o son regadas en exceso.
- Están sometidas a prácticas de conservación erróneas (podas incorrectas y demasiado drásticas, utilización de sistemas de riego poco adaptados, sobre-fertilización o densidades de plantación muy elevadas).

Las mejores técnicas de prevención se centran en evitar las anteriores situaciones. Promoviendo jardines con una gran diversidad de plantas autóctonas o adaptadas a las condiciones locales que favorezcan la biodiversidad, se garantizará en la mayoría de casos la correcta prevención de plagas y enfermedades.

3. Técnicas de control

3.1. Lucha biológica

La lucha biológica consiste en la introducción de insectos depredadores o parásitos para controlar plagas que dañan las zonas verdes. Estos organismos a menudo no están adaptados a las circunstancias locales, tienen un ciclo de vida corto y, si no se pueden usar inmediatamente, hay que almacenarlos de forma adecuada durante un tiempo limitado. Hay que tener en cuenta que los métodos de lucha biológica basados en la introducción de organismos producidos comercialmente no son fáciles de aplicar en el control de plagas en espacios verdes y su aplicación puede ser costosa (12 €/árbol, 4 €/m² seto, 1 €/m² macizo de arbustos). Solo se utilizarán aquellos enemigos naturales que ya se sepa que se adaptan bien a la zona, y en casos muy concretos. Actualmente, en ciertas ciudades se están utilizando con cierto éxito para el control del pulgón insectos depredadores como la *Adalia bipunctata* y la *Chrysoperla carnea*, o bien parasitoides como el *Aphidius colemani*.

Sin embargo, cabe destacar que la mejor estrategia alternativa consiste en favorecer al máximo la fauna auxiliar autóctona mediante estrategias adecuadas de creación y gestión de los espacios verdes.



▲ Control biológico de plagas mediante la introducción de insectos depredadores. *Adalia bipunctata* para el control de pulgón y *Anthrenus nemoralis* para el control de la Psylla del laurel.



▲ Hay que favorecer los organismos de control que se encuentran en el medio de forma natural.



▲ Hay que detectar la presencia de organismos de control antes de actuar. Ejemplo de pulgones parasitados por organismos presentes en el entorno.

3.2. Lucha física

Se basa en la utilización de agentes físicos o mecánicos para prevenir y evitar los daños provocados por la plaga, o bien para proceder a la eliminación de esta.

Algunos métodos de control físico:

- La colocación de trampas para la captura de fauna, como procesionaria, caracoles, roedores, etc.
- La eliminación física (extracción y destrucción de bolsas de procesionaria).
- La colocación de barreras que dificulten el acceso de la plaga al vegetal que debe protegerse (mallas antipájaros, embolsado de frutos, cintas adhesivas para evitar la subida de hormigas etc).
- La solarización del terreno (consultar el anexo "Control y gestión de la vegetación espontánea").



▲ Diferentes métodos de control físico: barrera para caracoles, extracción manual de nidos de procesionaria, trampa para orugas de procesionaria, cinta adhesiva para hormigas.

3.3. Endoterapia

La endoterapia es un método terapéutico de tratamiento fitosanitario del arbolado urbano, que consiste en la inyección del producto fitosanitario y/o abono directamente en el sistema vascular de la planta.

Destaca, respecto a los tradicionales tratamientos aéreos, por la ausencia de nebulización o atomización de productos químicos en el ambiente, suelos y aguas, y por presentar muy poco riesgo para la salud de las personas y los animales. Además, puede utilizarse a cualquier hora del día.

Esta técnica se aplica en ciertas plagas y especies, pero hay que seguir unos estrictos protocolos de actuación que aseguren su eficacia y minimicen el daño a los árboles, por lo que este tipo de estrategia de control tiene que ser llevada a cabo por personal con una sólida formación acreditada en arboricultura y control de plagas.

Esta técnica es muy adecuada y eficaz para el control temprano de la procesionaria del pino, especialmente en ubicaciones problemáticas en las que el acceso es difícil y no se pueden hacer fumigaciones, como por ejemplo patios de escuelas.



3.4. Productos ecológicos autorizados en parques y jardines

Los productos de este tipo que pueden utilizarse en parques y jardines es muy reducido. Se tienen que emplear como último recurso cuando los métodos de prevención no han resultado eficaces y no hay otras alternativas viables de control físico o biológico, ya que, aunque son poco tóxicos y persistentes, generalmente son poco selectivos. Al actuar por contacto e ingestión, es necesario que las aplicaciones cubran bien el follaje y se hagan a última hora de la tarde o durante la noche (son sensibles a la acción de los rayos solares, que degradan estos productos con facilidad).

Algunos de los productos ecológicos de origen natural y no residuales son:

Azadiractin: aceite de Neem, procedente de las semillas del árbol del Neem. Se aplica pulverizado sobre las hojas y es más efectivo en insectos inmaduros. Es un producto eficaz para el control de muchos insectos y no tóxico para los humanos ni la mayoría de organismos, a excepción de ciertos tipos de insectos. Actúa de forma lenta, se altera con la luz solar y es lavado después de una lluvia.

Jabón potásico y fosfórico: jabones insecticidas a base de fósforo o potasio combinados con ácidos grasos. Los ácidos grasos que contiene el jabón penetran en la capa protectora del insecto y provocan el colapso de las células. Se utilizan principalmente para el control de pulgón y limpieza de melazas originadas por la acción de insectos chupadores. Son productos no tóxicos para los animales, ni tampoco son residuales. Se debe evitar su uso en situaciones de mucho calor e insolación.

Aceite de parafina: se utiliza principalmente para el control de pulgones y larvas de cochinillas. Evitar su uso en situaciones de mucho calor e insolación.

Bacillus thuringiensis var. kurstaki: la espora de esta bacteria se utiliza principalmente contra orugas defoliadoras, y más concretamente esta cepa, contra orugas de lepidópteros (mariposas). Se aplica mediante un polvo que debe disolverse en agua, preferiblemente con pH<6,5. Durante su aplicación la cobertura debe ser muy buena, pues el insecto debe ingerir el producto para morir. Evitar su uso en situaciones de mucho calor e insolación y en días en que haya posibilidad de lluvias.

Oxicloruro de cobre: producto de origen mineral que debe utilizarse con moderación y de forma preventiva contra la aparición de enfermedades de las plantas provocadas por hongos.

Azufre: producto de origen mineral que debe utilizarse con moderación y de forma preventiva contra la aparición de enfermedades de las plantas provocadas por hongos como el oídio o para repeler plagas de ácaros. Evitar su uso en situaciones de mucho calor e insolación.

Nematodos: gusanos redondos microscópicos, normalmente del género *Sternema*, utilizados para el control del picudo rojo de las palmeras, larvas de Pyral, orugas de escarabajos del suelo, típulas y gorgojos. Después de su aplicación sobre suelos húmedos, con temperaturas suaves y días nublados, buscan las larvas del insecto plaga, penetran en su cuerpo y acaban matándolo.

Hongos: como los del tipo *Beauveria bassiana*, parasitan a insectos de diferentes especies, causando la conocida enfermedad blanca. Pueden ayudar en el control de orugas, moscas blancas, áfidos, escarabajos o ácaros. Funcionan mejor en presencia de humedad ambiental. Actúan por contacto, por lo que una buena cobertura es indispensable. También existen preparados a base de *Trichoderma harzianum*, un hongo antagonista de hongos patógenos vegetales que se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Se aplica al suelo o mezclado en los substratos. Es efectivo contra enfermedades provocadas por hongos de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium*.

Fitofortificantes: entre ellos se encuentran productos a base de algas y extractos vegetales. La mayoría no están registrados oficialmente para el control de plagas y no se ha demostrado científicamente su eficacia, aunque son utilizados frecuentemente en agricultura ecológica y a un nivel amateur para el control y la prevención de ciertas plagas y enfermedades. Ejemplos: purín de ortiga contra pulgones y ácaros, y decocción de cola de caballo para la prevención de enfermedades provocadas por hongos.



▲
Escarabajo de la patata afectado por *Beauveria bassiana*.

Aspectos que deben tenerse en cuenta en la compra y utilización del producto:

Antes de escoger el producto adecuado, es necesario:

1. Identificar el vegetal afectado. Para iniciar la búsqueda es básico conocer el vegetal afectado por la plaga, enfermedad o alteración fisiológica.

2. Identificar la plaga o enfermedad. Una vez localizado el vegetal o grupo vegetal afectado hay que identificar la plaga o enfermedad, lo cual resulta a veces difícil. En caso de duda, hay que recurrir a personas experimentadas o a laboratorios de diagnóstico.

3. Elegir el producto. Para cada plaga o enfermedad encontraremos los productos autorizados para su control en el ámbito de parques y jardines. Antes de tomar la decisión de utilizar un producto es necesario consultar su hoja de registro. En dicha hoja figuran actualizados los datos que condicionan su uso. La información que podemos leer, y que también figura en la etiqueta del envase, es la siguiente:

- Nombre comercial, número de registro, titular del registro y fabricante.
- Composición, tipos de envase y tipo de función.
- Ámbitos de utilización.
- Usos autorizados y plagas que combate.
- Dosis de aplicación.
- Plazo de seguridad (solo en el caso de tratarse de frutos comestibles).
- Condicionamiento de aplicación.
- Quién está autorizado a utilizar el producto. En el caso del ámbito de parques y jardines, siempre se indica: "Uso reservado a aplicadores profesionales".

Los productos autorizados en el ámbito de parques y jardines solamente pueden utilizarlos aplicadores profesionales que dispongan del correspondiente carné de aplicador. Solo se pueden adquirir en establecimientos autorizados que estén inscritos en el Registro Oficial de Productores y Operadores de Medios de Defensa Fitosanitaria (ROPO), los cuales exigirán el carné de aplicador en el momento de la compra.

4. Casos prácticos

Ejemplo de control integrado de la procesionaria del pino

La procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, es una mariposa cuya larva afecta principalmente al pino carrasco (*Pinus halepensis*), al pino albar (*Pinus sylvestris*) y a los cedros (*Cedrus sp*). Provoca graves defoliaciones y debilitamiento de los árboles afectados, así como graves alergias cutáneas y oculares a las personas que entran en contacto con las orugas o se encuentran cerca de ellas.

Umbral de tolerancia: en zonas urbanas es muy bajo. Debido a su peligrosidad para la salud de ciertas personas, se recomienda su control con una presencia muy baja de la plaga.

Umbrales y grados de afectación:

Umbral 0: sin presencia de plaga; no hay daños.

Umbral 1: presencia de nidos aislados (un nido por árbol).

Umbral 2: colonias medianas y grandes; afectación a gran superficie y defoliación de los árboles elevada.

Estrategia de control integrado aplicada:

- Determinar la presencia de fauna útil que pueda colaborar en el control de la plaga (aves insectívoras, micromamíferos, murciélagos). En caso de que sea necesario instalar durante otoño-invierno un mínimo de 5 cajas nido/ha para herrerillos y carboneros, orientadas al sudeste y protegidas del viento, y a una altura del suelo superior a 4 m.
- Entre los meses de julio y agosto hay que determinar la presencia y la cantidad de mariposas capturadas de esta especie, mediante la colocación de 4 trampas por hectárea con feromonas específicas.
- Las capturas de mariposas de esta especie irán evolucionando hasta llegar a una fecha en la que se alcanzará un número máximo, que después empezará a reducirse. Treinta días después del máximo de capturas registradas será el momento idóneo para hacer un tratamiento biológico con *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*. Es muy importante que las larvas de esta mariposa estén poco desarrolladas cuando decidamos hacer esta aplicación, que preferentemente debe llevarse a cabo a últimas horas de la tarde o durante la noche, mediante fumigación dirigida a la copa del árbol.
- En el caso de no poder recurrir al control biológico de esta plaga, podemos utilizar técnicas de control localizado y selectivo como la endoterapia o el control físico, mediante la eliminación mecánica de nidos o bien la colocación de collares anti-orugas (son técnicas reservadas para cuando haya que tratar pocos árboles).

La fumigación con plaguicidas a base de piretroides será el último recurso de control si el desarrollo y la presencia de la plaga son demasiado importantes para que esta sea eliminada por los métodos antes mencionados.

Calendario de actuaciones para el control integrado de la procesionaria del pino												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Monitoreo						■	■	■				
Captura Masiva								■	■			
Tratamiento Biológico									■	■		
Endoterapia										■		
Tratamiento Químico											■	■
Eliminación Manual	■	■										■
Collares anti-orugas	■	■										



▲ Trampas para la captura, seguimiento y control de las poblaciones de procesionaria, y trampa con collar para la captura de orugas cuando estas descienden del árbol para enterrarse.

Control integrado biológico del picudo rojo de las palmeras

El picudo rojo de la palmera, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1970), es un coleóptero de origen tropical, originario del sudeste asiático y Oceanía. En España fue citado por primera vez en 1994, cuando se detectó sobre palmeras localizadas en Almuñécar (Granada).

Esta plaga, de especial virulencia, afecta especialmente a los pies machos de la palmera canaria (Phoenix canariensis).



▲ Imagen del picudo y sus larvas.



▲ Palmera canaria muy afectada por picudo y sus efectos.

El éxito en el control de esta plaga se basa fundamentalmente en su detección precoz y en la prevención de sus daños mediante el seguimiento de un programa de tratamientos preventivos a lo largo del año. Cuando los daños afectan a la yema apical de la palmera, único punto de crecimiento del árbol, se produce la muerte del ejemplar.



▲ Síntomas iniciales de presencia de picudo en hojas.



Fuente: Guía práctica para la identificación del picudo rojo de las palmeras. Gobierno de Extremadura.

Estrategias de control

La vigilancia del estado fitosanitario de las palmeras es la principal herramienta para el control de la plaga, por lo que se recomienda visualizar el aspecto exterior del árbol como mínimo cada 30 días. Cuando se observe algún síntoma de ataque de la plaga, se recomienda actuar rápidamente para que las larvas del picudo rojo no sigan destruyendo el interior de la palmera. La vigilancia se puede hacer también mediante trampeo o el uso de sensores con tecnología inalámbrica.

El trampeo tiene dos utilidades frente al picudo rojo: reduce poblaciones mediante el trampeo masivo (captura un mayor porcentaje de hembras) y permite tomar decisiones sobre los tratamientos (cadencia) en función de la presencia o ausencia de capturas. En la actualidad hay varios modelos y colores de trampas, siendo todas válidas para montar una red de trampeo. Se ha observado que las trampas de color negro y forma cónica capturan más adultos que otros formatos y colores. Para optimizar una trampa, esta debe tener los siguientes componentes: una feromona de agregación (cuyo componente principal es el ferrugineol), restos vegetales (como caña de azúcar, manzana, trozos de palma, dátiles...) y agua. Las trampas deben colocarse en el suelo y no colgadas, dado que el insecto tiene un vuelo torpe y una vez que se aproxima a la trampa, le es más fácil entrar andando. Se recomienda no ponerla a menos de 50 m de palmera.

Las trampas deben revisarse como mínimo cada 15 días para contabilizar y retirar las capturas, además de añadir agua. El agua evita que los adultos puedan volar y escapar de la trampa. En zonas donde no hay presencia de palmeras con daños y no se realizan capturas, se pueden espaciar los tratamientos preventivos cada 90 días, sin bajar la guardia y siguiendo con la vigilancia de las capturas y del aspecto de las palmeras.

Tratamientos preventivos

Estos tratamientos se llevarán a cabo sobre palmeras que no muestran síntomas externos de ataque.

Los últimos estudios realizados indican que son suficientes tratamientos preventivos cada 60 días para poder recuperar una palmera que, aun tratándola, haya sido infestada. Cadencias inferiores a 60 días tampoco evitan que las palmeras puedan ser atacadas, por lo que cuanto más se alarguen los tiempos entre tratamientos, mayor serán los daños generados por un posible ataque. Determinar si los tratamientos preventivos deben realizarse cada 45 o 60 días será una decisión técnica basada en el nivel de infestación de la zona, el valor del ejemplar y, sobre todo, la disponibilidad económica para llevar a cabo los tratamientos.

Control integrado

Siguiendo la cadencia de tratamientos elegida por criterio técnico, las palmeras se tratarán con nematodos entomopatógenos o plaguicidas químicos, dependiendo de la época del año. Entre los meses de mayo y septiembre se darán tratamientos químicos con imidacloprid (dosis de 0,75 ml/litro) siguiendo la cadencia elegida según el criterio técnico. Entre los meses de octubre y abril se darán tratamientos con nematodos entomopatógenos (*Steinernema carpocapsae*, dosis de 1 millón/litro). En aquellas zonas donde no se puedan aplicar productos químicos durante los meses de verano, se recomienda aplicar los nematodos entomopatógenos intensificando la cadencia de tratamientos como mínimo cada 30 días, ya que en los meses calurosos disminuye su eficacia y es preferible el imidacloprid. El protocolo integrado nos aporta una mayor eficacia en tratamientos curativos, dado que estamos aplicando los distintos productos en función de su eficacia. Cada 45 días, se procederá del siguiente modo: entre los meses de mayo y septiembre se darán tratamientos químicos con imidacloprid (dosis de 0,75 ml/litro). Entre los meses de octubre y abril se darán tratamientos con nematodos entomopatógenos (*Steinernema carpocapsae*), en dosis de 1 ml/litro.

Los tratamientos preventivos y curativos son eficaces cuando se lleva a cabo un baño de todo el cogollo de la palmera. Esto se consigue cuando todas las uniones de las tábalas con el estípite quedan llenas de agua y se logra así que todas las fibras queden empapadas y retengan el producto, que a su vez llega directamente a las galerías donde se encuentran las larvas. En cuanto al volumen de caldo, una palmera canaria de más de 3 m de altura de estípite puede necesitar entre 20 y 30 l. El uso de una pértiga facilita al operario poder bañar homogéneamente todo el cogollo (varios puntos de aplicación en el contorno de la palmera).

Los tratamientos dan muy buenos resultados si se hacen en forma de ducha, acercando la alcachofa a la base de las axilas del árbol.



Control integrado de avispas

Son numerosas las especies de avispas que pueden llegar a encontrarse en las instalaciones, pudiendo causar grandes molestias al personal encargado de su mantenimiento. Inicialmente, es preciso considerar que se trata de insectos beneficiosos. Por su carácter omnívoro, las avispas contribuyen a la eliminación de residuos orgánicos y son capaces de depredar a otros insectos potencialmente dañinos.

Durante la primavera y el verano los avisperos irán creciendo y en ese momento ya puede haber problemas, puesto que el número de avispas puede ser muy importante. Los avisperos se deberán retirar a principio de año o en otoño, una vez la colonia empiece a decaer y las avispas sean menos agresivas.



▲
Diferentes tipos de avisperos.

Es preciso considerar que la presencia esporádica de alguna avispa no suele ser problemática. De hecho, su presencia ocasional resulta difícilmente evitable.

Lo importante es determinar si ese “merodeo” ocasional tiene que ver con la presencia cercana de un avispero, lo que requeriría su pronta localización y su eliminación profesional. En este sentido, debe alarmar la presencia de varias avispas saliendo o entrando en orificios situados en el suelo, en huecos de árboles y/o en paredes (usualmente de ladrillo visto) u oquedades (huecos de persianas, tuberías metálicas, etc.), así como debajo de tabiques pluviales y en el interior de los tallos de determinadas plantas (hinojo, lavanda, zarzas, setos de ciprés) o colgados de ellos. En ocasiones, las avispas forman nidos visibles (esféricos colgados en árboles, como la avispa asiática).

Condicionada por su peculiar biología, la prevención frente a las avispas se basa fundamentalmente en:

- Extremar el cuidado en la gestión de residuos (basuras) y la limpieza regular de zonas donde se pueda acumular materia orgánica.
- Localizar y reparar o sellar todas aquellas grietas, fisuras, pasatubos, etc. que pudieran permitir el acceso de estos pequeños insectos al interior de las cámaras de aire (espacios entre fachadas y tabiques internos), donde las avispas gustan de formar sus avisperos.
- Extremar la conservación de estructuras metálicas en entornos sensibles.
- Evitar encharcamientos y proteger depósitos de agua.
- Localizar las áreas donde suelen encontrarse avisperos e intentar localizarlos y eliminarlos al inicio de la formación de las colonias.

Control

Por ser insectos benéficos, el control solo debe hacerse donde haya una amenaza inmediata para las personas.

Por razones de seguridad, la retirada y eliminación de avisperos solo deberían llevarla a cabo profesionales experimentados. El avispero no debe ser molestado hasta que lleguen estos profesionales.



interior
podas, siegas y otras técnicas de control de la vegetación

objetivos y beneficios

Una adecuada realización de podas y siegas, así como el tratamiento que se da a la madera muerta en las zonas verdes de la instalación, permiten generar beneficios tanto para las propias plantas como para el conjunto de los hábitats, además de refugios para fauna silvestre. En caso contrario, determinadas prácticas, como podas demasiado drásticas, pueden actuar en detrimento de la fauna, al eliminar la protección que requieren o reducir la producción de semillas o frutos apetentes para animales granívoros.

Algunas prácticas, como la conservación de troncos en descomposición, donde habita una rica fauna de invertebrados, aportan, además, oportunidades para la educación ambiental; estos nuevos hábitats pueden acompañarse de carteles que muestren las especies que viven en estos lugares.

Esto también será necesario para una adecuada divulgación de las actuaciones, ya que de este modo se valorarán como buenas prácticas en pro de la biodiversidad y no se confundirán, en ningún caso, con un inadecuado mantenimiento.

descripción

A continuación se describen distintas posibilidades de favorecer la biodiversidad mediante las actuaciones de mantenimiento de la vegetación. Estas actuaciones pueden ser muy diversas en función del tipo de instalación, su superficie y el entorno en el que se ubique.

siegas

La siega realizada con alta frecuencia a lo largo de todo el año produce una disminución del número de especies vegetales y, como consecuencia, de

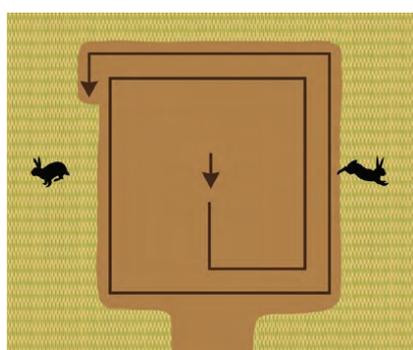
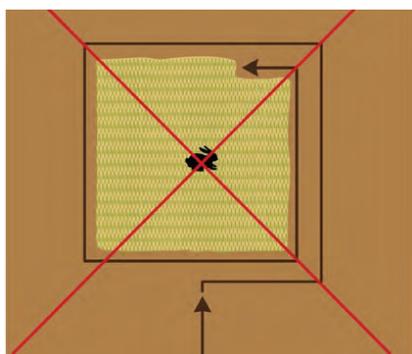
servicios ecosistémicos:



la fauna que se encuentra asociada a ellas. Pueden tratarse de especies de insectos que realizan sus puestas de huevos en la vegetación, de animales que consumen las semillas o el polen de determinadas flores, como algunas mariposas se alimentan exclusivamente del néctar de plantas que florecen tardíamente, por lo que, si se siegan antes de la floración, no podrán completar su ciclo biológico.

Para reducir estos efectos, en los espacios naturalizados de las instalaciones se reducirán, en la medida de lo posible, el número de siegas; con una única siega al final del verano, que permita la completa floración y fructificación de la mayoría de las plantas — incluso de las más tardías—, se favorecerá la diversidad vegetal, así como las especies animales a ella asociadas. La altura más adecuada de corte de la vegetación se podrá establecer en función de los requerimientos de la fauna local. Para conocer más detalles sobre las diferentes estrategias de siegas y gestión de las zonas herbáceas, consultar la ficha 4.6 Gestión de Zonas herbáceas y su anexo.

En grandes instalaciones, donde el terreno que se ha de segar suele ser muy extenso, es recomendable realizar la siega por sectores, de manera que los animales no queden privados súbitamente de su refugio y alimento. En cualquier caso, es recomendable iniciar la siega desde el centro del sector y avanzando hacia su periferia, de manera que los animales que se encuentren en la zona (por ejemplo lagartos, erizos o algunas aves), tengan la oportunidad de huir. Si en las instalaciones se hubieran acondicionado hábitats para tortugas, se tendrá una particular atención, ya que estos animales, con frecuencia, son heridos por la maquinaria de corte.



Recorrido adecuado de siega para evitar dañar a los animales

Los restos de la siega pueden utilizarse para producir compost que actuará como abono (véase la ficha 4.2). No es recomendable dejarlos sobre el terreno, puesto que ello supone un gran aporte de nutrientes al suelo que solo favorece a unas pocas especies de plantas oportunistas, además de suponer un incremento del riesgo de incendio si se secan.

podas y desmochados

• Frecuencia de las podas:

Las podas se limitarán a las imprescindibles, ya que un exceso de poda puede reducir los refugios para la fauna, además de generar innecesariamente restos vegetales y aumentar el riesgo de ataque de plagas o enfermedades, con lo cual aumenta la necesidad de aplicar productos fitosanitarios (véase la ficha 4.3). En el caso de árboles o arbustos que faciliten frutos para las aves, las podas se realizarán de manera que se maximice la producción de estos frutos. En grupos o hileras de árboles también puede ser adecuada la poda alternada de manera que cada año queden algunos ejemplares sin podar.

• Periodo de las podas:

El objetivo es que las podas no coincidan con el periodo primaveral de nidificación de las aves, y si no queda alternativa, se debe llevar especial atención para detectar nidos en las copas de los árboles o arbustos.

El crecimiento y la cicatrización de heridas se maximizan si la poda de las ramas vivas se realiza en invierno o antes de que se inicie el crecimiento, a principios de la primavera. Durante las podas invernales hay que tener cuidado con la presencia de grietas y cavidades en árboles, que puedan contener colonias invernantes de murciélagos, que aprovechan este sustrato como lugar de hibernación.

La eliminación de ramas enfermas, rotas o muertas puede realizarse durante cualquier estación, ya que provoca pocos efectos negativos para el árbol, aunque se deberá verificar que no sustentan ningún nido.

residuos de poda

Los restos de poda más que un desecho pueden constituir un valioso recurso. Los tocones y troncos gruesos pueden reutilizarse no solo como leña si no para crear refugios para favorecer la biodiversidad

Estos restos se pueden distribuir a lo largo de la zona intervenida en una densidad que no comporte riesgo de incendio. Se crean así refugios y lugares de alimentación para invertebrados, o pequeños mamíferos como el erizo europeo (*Erinaceus europaeus*) y para aves de sotobosque.

En función del volumen de ramaje generado con los restos de poda esta se puede triturar o bien utilizar para crear hábitats para la fauna. Cuando el volumen de ramaje triturado sea importante puede resultar más económico triturar este en vez de almacenarlo en el lugar o evacuar este a un vertedero autorizado. El valioso producto obtenido del ramaje fragmentado o triturado "BRF" puede reutilizarse en el jardín para acolchar las plantaciones, para evitar el crecimiento de vegetación espontánea o como enmienda esparcida en superficie para mejorar el suelo.

conservación de árboles viejos y de madera muerta

La madera en proceso de descomposición constituye un excelente hábitat para muchos insectos y otros invertebrados saproxilófagos (que viven de la madera muerta), así como para hongos y líquenes.

Estos, a su vez, son la base de la alimentación de muchos otros vertebrados como aves, que acuden a capturar larvas de insectos. Así, con el mantenimiento de árboles muertos en pie, tocones de árboles o de grandes troncos en el suelo, se genera un nuevo hábitat que permite aumentar la biodiversidad en el entorno. Por otro lado, si los árboles presentan grandes oquedades en su interior constituirán un refugio -más atractivo que los artificiales- para murciélagos o aves.

La conservación de árboles muertos en pie tiene particulares requerimientos por lo que respecta a seguridad y deberá asegurarse que se eliminan todas las ramas que puedan suponer un peligro de rotura o desprendimiento.

Además, la descomposición natural de estos elementos obligará a sustituirlos al cabo de ciertos años.

Tal y como se ha indicado anteriormente, será interesante acompañar la actuación con paneles informativos que informen adecuadamente de los beneficios que supone esta práctica para la biodiversidad.



◀ **Montones de ramas dispuestos estratégicamente para creación de hábitats para la fauna en un parque de Bielefeld (Alemania)**

Autor: Sergi Massanés

pastoreo

En grandes instalaciones en las que se disponga de extensas superficies de prados o dehesas, el pastoreo puede ser una óptima alternativa para su mantenimiento, ya que las praderas gestionadas con rebaños presentan una riqueza de especies superior a las gestionadas mediante siega. Las especies de ganado que formen el rebaño, su número, la intensidad de pastoreo, etc. deberán definirse en función de las condiciones de cada lugar. Para aplicar este método podrán realizarse acuerdos con organizaciones de custodia de territorio, que facilitarán contactos con pastores, de modo que se favorecerán los vínculos de la instalación con otros agentes sociales de su entorno. El uso de pastoreo para la gestión de espacios naturales, el control de vegetación en zonas periurbanas y la reducción de riesgos por incendio forestal, entre otros, está en auge y recibe apoyos de numerosas organizaciones.



Autor: Carme Rosell

▲ **Árboles trasmochos**



▲ **Pastoreo**



▲ **Ejemplo de siega adecuada**

periodo de ejecución

► Las actuaciones se ejecutarán en el momento adecuado según las especies y el tratamiento que se deba realizar.

costes orientativos

► No supone necesariamente un aumento de costes, sino un cambio en las prácticas.

agentes implicados

► Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.

a tener en cuenta

► Durante las tareas de siega deberá prestarse particular atención a evitar la erosión y la colonización del lugar por especies invasoras.

indicadores de seguimiento

► **Indicador 1.** Diversidad de especies vegetales y animales en las zonas segadas o pastoreadas.

► **Indicador 2.** Número de puntos en los que se ofrecen hábitats de madera en descomposición.

► **Indicador 3.** Porcentaje de restos vegetales destinados al compostaje.

referencias y fuentes de información

► **APUNTES SOBRE TRASMOCHOS. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL TRASMOCHEO.**

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=TRASMOCHOS_Guia_BuenasPracticas.pdf

► **CATÁLOGO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DEL HÁBITAT EN RED NATURA 2000: BOSQUE Y MATORRAL MEDITERRÁNEOS.**

(incluye información sobre gestión de pastos y podas para favorecer la biodiversidad)

<http://ec.europa.eu/environment/life/publications/otherpub/documents/rednatura.pdf>

► **UN ESPACE DE BIODIVERSITÉ AU SERVICE DES PRODUCTIONS HERBIVORES: LA PRAIRIE PERMANENTE.**

<http://idele.fr/domaines-techniques/elevage-environnement-et-territoires/biodiversite-et-paysages/publication/IdeleSolr/recommends/casdar-arbele-larbre-dans-les-exploitations-delevage-herbivore.html>

► **ECOSYSTEM SERVICES OF MOWN, GRAZED AND ABANDONED GRASSLANDS IN THE CSÍK MOUNTAINS, EASTERN CARPATHIAN MOUNTAINS, ROMANIA.**

http://www.efncp.org/download/csergo_demeter_ecosystem_services_2012.pdf

interior
detección y control de especies invasoras

objetivos y beneficios

La expansión de las especies exóticas invasoras, tanto de flora como de fauna, se considera una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el planeta. Algunas especies causan graves alteraciones en los hábitats que invaden, llegando a comportar la extinción de especies autóctonas, debido a la depredación o por competencia. Por ello, el Plan Estratégico para la Biodiversidad en Europa para el horizonte 2020 establece objetivos y actuaciones para su control y erradicación.

Algunas especies invasoras también causan graves perjuicios a la agricultura o a la explotación de infraestructuras; entre los casos más emblemáticos destacan moluscos acuáticos como el caracol manzana, que ocasiona grandes pérdidas en arrozales, o el mejillón cebra, que obtura tuberías y tapiza canales llegando a paralizar su funcionamiento y, en consecuencia, el de procesos industriales. Otras espe-

cies incluso son nocivas para la salud humana.

Muchas especies exóticas que afectan a los sistemas naturales se dispersan gracias a actividades humanas como las prácticas de acuicultura o acuariofilia; otras, en el caso de plantas, son especies plantadas en jardines que se dispersan sin control por el medio natural, y cada vez con mayor frecuencia, en el contexto de cambio climático, el establecimiento de especies exóticas de latitudes más cálidas se está viendo favorecido.

No todas las especies exóticas son invasoras; solo aquellas que tienen alta capacidad de dispersión y de colonización de los ecosistemas autóctonos comportan riesgos para la biodiversidad. La principal herramienta para la lucha contra las especies invasoras es el establecimiento de protocolos de detección temprana, ya que el control cuando están completamente establecidas y cuentan con poblaciones numerosas es mucho más difícil de acometer.

servicios ecosistémicos:



descripción

Existe una elevada diversidad de especies invasoras y, por ello, las técnicas de detección y control son también muy distintas. A continuación se describen algunas actuaciones útiles para su contención.

evitar la introducción directa de especies exóticas invasoras

- Algunas de las especies de plantas invasoras se utilizan en jardinería, estabilización de suelos, actividades productivas, etc. Sería el caso, por ejemplo, de la hierba o carrizo de la Pampa (Cortaderia selloana), la uña de gato o de león (Carpobrotus edulis), el ailanto o árbol del cielo (Ailanthus altissima)

o de la pitera común (Agave americana), que son objeto de programas de erradicación en muchos lugares al haber proliferado en entornos naturales. El principal mecanismo para

su control consiste en evitar su uso en las actuaciones de ajardinamiento de las instalaciones. Distintos países han elaborado catálogos —como el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras— que incluyen las listas de las especies cuya plantación debe evitarse. Además, también existen normativas que prohíben la comercialización de especies incluídas en estos catálogos y es recomendable su consulta y la elaboración de listas de plantas que no se utilizarán, o que se arrancarán si ya están implantadas en las zonas verdes de la instalación. En algunos casos se requieren complejas técnicas para evitar que estas especies se propaguen de nuevo.

- En relación con los animales, un vector importante de introducción de especies invasoras es la liberación de mascotas al medio natural. Muchas de estas especies son acuáticas, como el cangrejo rojo o americano (*Procambarus clarkii*), la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*) o similares, o distintas especies de peces.

- Es necesario evitar la liberación de animales en las balsas u otros ecosistemas restaurados y por ello, si se considera que existe un alto riesgo, se dispondrán carteles informativos que alerten sobre las consecuencias nocivas de soltar estas especies en el medio natural, y se indicará el contacto de las organizaciones que pueden hacerse cargo de los ejemplares que no se quieran mantener en los hogares.

establecimiento de un protocolo para la detección temprana de especies exóticas invasoras

- Es indispensable informar y formar al personal técnico de las instalaciones sobre las consecuencias de la presencia de especies exóticas invasoras y la necesidad de evitar su proliferación.

- A tal efecto, se podrán editar guías de reconocimiento de las especies exóticas invasoras más habituales,

para que el personal de mantenimiento de las zonas verdes y ajardinadas (así como otro personal de las instalaciones) pueda detectar la aparición de estas. En algunos casos puede ser necesaria una inspección y evaluación sistemática para detectar la presencia de determinadas especies invasoras.

- También se establecerán los procedimientos de actuación para el caso de que se detecte la presencia de una especie invasora. Estos determinarán cómo proceder a su captura y traslado a un centro receptor, o bien indicarán las organizaciones de contacto que pueden proceder a su captura. Asimismo, será necesario informar a los puntos focales de la red de alerta para la vigilancia de especies exóticas invasoras de la región en la que se encuentre la instalación.

eliminación de especies exóticas invasoras presentes en las instalaciones

- Cuando se detecte la presencia de una especie exótica invasora deberá procederse lo más rápidamente posible a su eliminación. Esta actuación puede requerir la participación de expertos, puesto que cada grupo o especie requerirá una actuación distinta que, de realizarse incorrectamente, no surtirá efecto alguno. Asimismo, deberá disponerse de todas las autorizaciones de la administración que se requieran.

- Si se trata de una especie vegetal, las plantas deberán ser eliminadas en su totalidad, incluyendo las raíces, por lo que en función de su tamaño la actuación deberá ser realizada contando con medios mecánicos.

- Los residuos generados deberán gestionarse correctamente y en ningún caso se dejarán en las instalaciones, para evitar un nuevo enraizamiento que reduciría la efectividad de la actuación. El transporte de residuos deberá realizarse asegurando que no se dispersan fragmentos que puedan establecerse en otros lugares. No de-

berán transportarse tierras que puedan contener raíces hacia otros lugares.

- En el caso de animales, deberá procederse a su captura, mediante los sistemas adecuados a cada especie. Deberá ponerse especial atención en extraer los animales en cualquier estadio de su ciclo vital (ejemplares adultos, jóvenes, larvas, huevos, etc.).



Autor: Ferran Navàs



Autor: Roser Campeny



Autor: Alba Montoro

▲ **Especies invasoras:**
Cangrejo americano (*Procambarus clarkii*), Plumero de la Pampa (*Cortaderia selloana*) y Uña de gato (*Carpobrotus edulis*)

periodo de ejecución

- ▶ A lo largo de todo el año.

agentes implicados

- ▶ Responsables, técnicos y personal de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Responsables de medio ambiente de las administraciones autonómica y local.
- ▶ Expertos en control de especies exóticas invasoras.
- ▶ Organizaciones y centros especializados en la recogida de especies invasoras.

indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Número de especies invasoras (plantas y animales) que se identifiquen en la instalación.
- ▶ **Indicador 2.** Coste anual de las actuaciones requeridas para la extracción de especies invasoras.

costes orientativos

- ▶ El establecimiento de protocolos de detección temprana y de actuación comporta costes muy moderados. En cambio, los costes de erradicación pueden ser muy variables en función de la expansión que haya alcanzado la especie.

a tener en cuenta

- ▶ Se priorizará evitar el establecimiento de especies invasoras. Se ha demostrado reiteradas veces que su erradicación una vez las poblaciones se hallan completamente establecidas es muy difícil y tiene un coste muy elevado.
- ▶ Una vez llevada a cabo una actuación, es importante realizar un seguimiento para garantizar la eliminación completa de la especie en cuestión.

referencias y fuentes de información

- ▶ **ACTION PLAN CONCERNING SPECIES INTRODUCTIONS AND INVASIVE SPECIES IN THE MEDITERRANEAN SEA. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP).**
http://www.rac-spa.org/sites/default/files/action_plans/invasive.pdf
- ▶ **100 DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS MÁS DAÑINAS DEL MUNDO. GRUPO ESPECIALISTA DE ESPECIES INVASORAS (GEEI).**
http://www.issg.org/database/species/reference_files/100Spanish.pdf
- ▶ **PLAN DE CONTROL Y ELIMINACIÓN DE ESPECIES VEGETALES INVASORAS DE SISTEMAS DUNARES. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO.**
http://origin.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/TODO_tcm7-338467.pdf
- ▶ **ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.**
<http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/>

interior
gestión de zonas herbáceas

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Las zonas herbáceas son las más ampliamente extendidas en las instalaciones del ciclo integral, así como en otras zonas urbanas, debido a su carácter estético.

Estos espacios, en función de su gestión o mantenimiento, pueden ser zonas pobres en biodiversidad, costosas y difíciles de mantener de acuerdo con los patrones estéticos tradicionales; o, por el contrario, pueden ser zonas que favorezcan la biodiversidad, con un bajo coste de mantenimiento.

El mantenimiento tradicional del césped basado en criterios puramente estéticos ajenos a la realidad ecológica de nuestro entorno requiere numerosas siegas y otras operaciones de conservación. Además, obliga a un gran consumo de agua y supone una fuente de contaminación debido al uso de combustibles fósiles y al ruido que

genera la maquinaria utilizada para su mantenimiento, así como por el uso de herbicidas para combatir especies de hoja ancha no deseadas, el uso de fertilizantes químicos para mantener la homogeneidad y el vigor de las mezclas de gramíneas y el uso de insecticidas que se utilizan para combatir las plagas de estas.

El objetivo es conseguir el mantenimiento de estas zonas con criterios que favorezcan la biodiversidad manteniendo su carácter estético y funcional, con unos costes de conservación reducidos y eliminando el uso de productos fitosanitarios y fertilizantes.

descripción

La denominación **césped** hace referencia a una cubierta de hierba baja <10 cm, normalmente de origen artificial (mezcla de semillas comerciales), densa y uniforme, formada básicamente por un conjunto limitado de

especies de gramíneas perennes, que tiende a segarse periódicamente (hasta 30 veces al año) y que para mantenerse verde y uniforme a lo largo del año, en climas mediterráneos necesita grandes cantidades de agua, sobre todo de riego, así como abonado y uso de herbicidas para la eliminación de especies de hoja ancha.

Los **prados** son formaciones naturales o artificiales estables compuestas por una amplia diversidad de especies herbáceas adaptadas a la siega. Necesitan un mantenimiento menos intensivo, de modo que tienen asociadas frecuencias de siega más bajas que los céspedes y su conservación es más económica en tiempo y recursos. Son ecológicamente más interesantes y ofrecen más oportunidades para el desarrollo de la biodiversidad.

Los **herbazales** son formaciones vegetales de herbáceas densas, compuestas por hierbas altas a las que se asocia un mantenimiento muy bajo. Estas zonas normalmente están ocupadas por un conjunto de plantas anuales y

vivaces adaptadas a vivir en ambientes alterados y que colonizan de manera natural estos espacios abiertos.

En los herbazales se establecen una gran cantidad de invertebrados que enriquecen la biodiversidad del espacio y proporcionan un recurso alimentario para anfibios, reptiles, pájaros insectívoros y algunos mamíferos. También ofrecen protección en las fases larvianas y en las puestas de muchos invertebrados que pasarán el invierno refugiados en estos espacios.

Según el grado de reducción del mantenimiento que reciban, los céspedes pueden evolucionar a prados o herbazales, donde a la larga se establecerán especies distintas que logran desarrollarse de forma competitiva en base al mantenimiento al que sometemos el espacio.

Los espacios abiertos, como prados y herbazales, tienen un gran valor para la biodiversidad, ya que son hábitat de una gran cantidad de invertebrados que conforman la base de la cadena trófica de muchos grupos faunísticos.

creación de céspedes naturalizados

Normalmente, cuando un césped convencional deja de mantenerse de forma intensiva o de acuerdo con los estándares convencionales, suele evolucionar hacia un prado más diverso. A medida que disminuye la fertilidad del suelo y las condiciones de vida se hacen más difíciles para las gramíneas (que componen el 100 % de las mezclas comerciales de los céspedes actuales), aparecen especies (en función del tipo de clima, suelo y ubicación del césped) más interesantes desde un punto de vista ecológico y ornamental. Este tipo de césped siempre es más diverso, más resiliente y fácil de mantener.

Para naturalizar un césped y convertirlo en un espacio ecológicamente más interesante, hay que tener en cuenta diferentes aspectos.

diferenciación de las zonas

Orientarse hacia un mantenimiento más ecológico implica establecer, en primer lugar, una zonificación de los espacios verdes según su uso y la adaptación del mantenimiento de dichos espacios.

- Los **céspedes bajos** son recomendados para aquellas zonas transitadas y de mucho uso, cercanas a las zonas de trabajo.
- Los **céspedes de tipo prado** son recomendables para aquellas zonas cercanas a las áreas de trabajo o de paso, pero que no limitan de manera inmediata con ellas.
- Las zonas donde conviene conservar o implantar **herbazales** son aquellas con poco uso o tránsito, visitadas esporádicamente y alejadas de las zonas de trabajo de paso. En la ficha 4.1 se hace referencia a ellas como zonas con funciones de restauración, ya que su escaso mantenimiento y la altura de la vegetación permitirán albergar una gran diversidad de fauna y flora.

manejo de la siega

El cambio de frecuencia y tipología de siega permitirá que evolucionen los céspedes ornamentales tradicionales hacia céspedes naturalizados, prados o herbazales. De esta forma, aumentarán la biodiversidad y el interés ecológico de los céspedes, y disminuirán los costes de mantenimiento.

- En el caso de los **céspedes naturalizados**, se recomienda reducir la frecuencia de siegas. El emplazamiento del césped, las especies que lo componen, la fertilidad del suelo y el régimen de lluvias, así como la maquinaria de

la cual dispongamos para su mantenimiento, acabarán de determinar el calendario de siegas. Se deberán respetar las zonas donde aparecen especies interesantes, y se dejarán rodales sin segar hasta que las plantas emitan semillas para favorecer su dispersión. En suelos pobres, con hierba baja y poco vigorosa que no esté húmeda, es recomendable incorporar los restos de siega en la superficie del césped mediante el uso de máquinas segadoras recicladoras que permitan incorporar los restos de siega en la superficie del césped.

Una altura de corte alta (entre 8 y 10 cm) permite respetar la floración de especies interesantes y mantener cierta humedad en el césped, lo cual favorece la fauna invertebrada y, al mismo tiempo, reduce las necesidades de riego.



Autor: Sergi Massanes

Máquina segadora recicladora

- En cuanto a los **prados**, se recomienda siempre segar después de la floración de las especies que queramos potenciar. Si se hace con desbrozadora o preferentemente con guadaña o motoguadaña, conviene dejar secar los restos de siega unos días sobre el terreno para que eventualmente se liberen semillas, y evacuar los restos de siega a un espacio donde compostarlos en montón. Como número orientativo, se pueden considerar entre 1 y 3 siegas anuales para este tipo de zonas, con una altura de unos 12 cm. Una estrategia típica de implantación de prados es mantener isletas o rodales sin segar,

zonas con vegetación alta donde haya especies interesantes para la fauna que queramos potenciar, siempre que no supongan un obstáculo o problema estético importante.

- En el caso de los **herbazales**, se recomienda segar la hierba después de su floración. Será interesante mantener zonas o rodales sin segar preferentemente hasta finales de invierno como refugio para la fauna. Conviene utilizar, si es posible, guadaña, motoguadaña o desbrozadora con disco de corte. Hay que evacuar, si es posible y viable, restos de siega en terrenos fértiles y compostarlos en montón o dejarlos sobre el terreno parcialmente triturado para que se descompongan. La frecuencia de siega puede variar entre dos y una vez al año, o una vez de manera bianual.

Mediante la creación de caminos segados o desbrozados en las zonas de herbazales podemos dirigir el paso de las personas, favorecer su acceso a las instalaciones y, por otra parte, aproximar y facilitar al personal de las instalaciones y las visitas la observación de la biodiversidad asociada a estos espacios. Estos caminos servirán para evitar pisar y alterar las zonas naturalizadas.

riego

Se utilizará el riego como soporte en el caso de implantación de nuevas áreas, o para prolongar los períodos de floración, pero no para mantener verde a toda costa la superficie de hierba todo el año.

Las dotaciones de riego y tiempos de riego se establecerán en función del tipo de instalación, la zona climática, el tipo de suelo, el período del año y las especies que integran el césped. (Ver anexo para más información.)

En el caso de céspedes naturalizados, será necesario dotar de un riego más

frecuente en verano, y en menor medida en otoño y primavera. Los prados normalmente se regarán solamente en verano, y los herbazales no requerirán riego.

control de hierbas no deseadas

Muchas especies de plantas que dificultan el tránsito o el uso de espacios con hierba desempeñan un importante papel ecológico. Sus flores son una importante fuente de néctar y polen para muchos insectos polinizadores beneficiosos y sus plantas sirven de alimento para ciertas larvas de mariposa. Antes de comenzar a luchar contra las conocidas "malas hierbas", podemos contemplar la opción de dejar rodales o pies aislados de algunas de estas especies. En zonas donde no podamos convivir con ellas, existen numerosos métodos de prevención, como las mallas antihierbas, y otros mecanismos de control. (Ver más información en la ficha 4.7 y su anexo, sobre eliminación de fitosanitarios y gestión de vegetación espontánea.)

resiembras y plantaciones

El cambio en las estrategias de conservación de las zonas de césped a medio plazo normalmente favorecerá la colonización del terreno por especies de plantas salvajes más atractivas para la biodiversidad. No obstante, también podemos acelerar estos cambios mediante la introducción de nuevas especies autóctonas adaptadas al entorno por medio de su resiembra después de una operación de escarificado del césped en otoño o al inicio de la primavera. También es posible hacerlo cuando resembramos áreas donde por alguna razón ha desaparecido la cubierta herbácea (mezclando semilla de césped con semillas de otras especies de plantas pratenses de porte bajo). Una vez esparcida la semilla después del escarificado, se-



Autor: Sergi Massanes

▲ **Gestión diferenciada. Ejemplo de prado florido en forma de isleta.**



Autor: Sergi Massanes

▲ **Siega diferenciada para conservar un herbazal.**



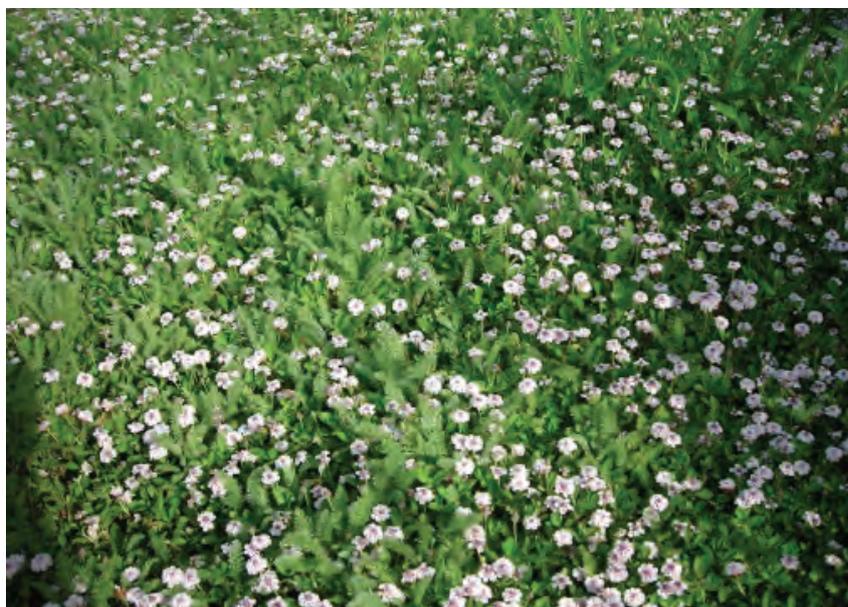
Autor: Sergi Massanes

▲ **Plantación en césped para ampliar su diversidad.**

ría recomendable cubrirla con una fina capa de compost maduro a una dosis de entre 0,5 y 2 kg/m² para proteger las semillas y mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo.

Actualmente existen mezclas comerciales de semillas, aunque también es posible solicitar mezclas de semillas adaptadas a la biodiversidad que se pretenda favorecer. Por ejemplo, con el objetivo de desarrollar un prado que favorezca polinizadores, se deberán plantar semillas de especies autóctonas con flor. Se pueden consultar estas especies en el anexo de la ficha 2.8 ("Actuaciones para favorecer polinizadores").

Otra opción es introducir nuevas especies (mediante la plantación en rodales o de forma irregular) en contenedores pequeños (alveolo o godet), o esparciendo bulbos.



Autor: Sergi Massanes

▲
Detalle de prado florido.

uso de fertilizantes

Salvo en terrenos muy pobres en nutrientes donde el mantenimiento de una cubierta herbácea densa y estable sea muy difícil, el uso de fertilizantes no será necesario. Si se dan unas condiciones tan difíciles y no podemos optar por otro tipo de cubierta, utilizaremos preferiblemente fertilizantes orgánicos. Preferentemente en forma de compost maduro de estiércol animal con cama (evitar porcino y avícola), para incorporar superficialmente al inicio del otoño o finales de invierno después de una operación de escarificado o aireado. Normalmente, en terrenos pobres en nutrientes la composición florística del césped es más rica. Si utilizamos máquinas segadoras recicladoras, no será necesario abonar el césped.

periodo de ejecución

- ▶ Las resiembras del césped o la introducción de nuevas especies mediante plantación se pueden hacer a finales de invierno o principios de otoño.
- ▶ Se puede poner en marcha un cambio en las estrategias de siega tan pronto como se inicien los trabajos de mantenimiento del césped.

agentes implicados

- ▶ Responsables técnicos y personal de mantenimiento de la instalación
- ▶ Empresas encargadas del mantenimiento de las zonas verdes de las instalaciones.

costes orientativos

- ▶ Resiembra del césped: escarificado previo, semilla, cobertura de esta y pase de compactador manual: 2,3 €/m².
- ▶ Plantación de nuevas especies: 2 y 4 €/m².

a tener en cuenta

- ▶ Naturalizar los céspedes favoreciendo especies locales interesantes para la biodiversidad.
- ▶ Las mezclas de semillas de céspedes floridos comerciales normalmente incluyen muchas especies alóctonas poco adaptadas. Es necesario asesoramiento en este sentido.

indicadores de seguimiento

- **Indicador 1.** Aumento de la biodiversidad botánica del césped. Aumento de la biodiversidad faunística.
- **Indicador 2:** Disminución de la frecuencia en los trabajos de conservación y los costes de mantenimiento del césped.

referencias y fuentes de información

► BIBLIOGRAFÍA

VV. AA. *Buenas prácticas de jardinería en Barcelona: conservar y mejorar la biodiversidad*. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona, 2016.

Filippi, Olivier. *Les alternatives au gazon*. Arles: Actes Sud, 2011.

Thomas, Adrian. *Gardening for Wildlife*. Londres: Bloomsbury, 2010.

Ros Orta, Serafin. *La empresa de jardinería y paisajismo. Mantenimiento y conservación de espacios verdes*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2006.

Alonso Martínez, María del Puy. *(Re) valorización de la biodiversidad en el espacio urbano mediterráneo*. Conama, 2014.
<<http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/CT%202014/1896711388.pdf>>

► SUMINISTRADORES DE SEMILLAS, PLANTAS Y BULBOS PARA NATURALIZACIÓN DE CÉSPEDES:

<http://www.jardin-sec.com>

<http://www.nova-flore.com>

<http://www.carex.cat>

<http://www.semillasilvestres.com>

<https://semillascantueso.com/productos/composiciones/creacion-de-praderas>

► SUMINISTRADORES DE MAQUINARIA:

<http://riversa.es/jardineria/maquinas.html>

anexo

gestión de zonas herbáceas

1. Introducción	196
2. Mantenimiento diferenciado en céspedes, prados y herbazales	196
3. Zonificación	197
4. Estrategias de creación de céspedes naturales y prados	198
5. Tabla de especies interesantes que pueden sembrarse en un prado	200
6. Comunicación	202

1. Introducción

Tradicionalmente, las superficies herbáceas se han gestionado mediante criterios estéticos y ornamentales, que requieren grandes esfuerzos de mantenimiento, siegas y riego, y en muchas ocasiones también la utilización de productos fitosanitarios que causan pérdida de biodiversidad dentro y fuera de las instalaciones.

Un cambio en la tipología de gestión y creación de este tipo de superficies hacia criterios más ecológicos puede dar como resultado una disminución de las tareas de mantenimiento y, además, ser la base para una gran diversidad de fauna y flora en el entorno.

En el siguiente anexo se sintetizan las pautas de gestión que permiten llevar a cabo un mantenimiento y diseño de las zonas verdes herbáceas con criterios que favorezcan la biodiversidad.

2. Mantenimiento diferenciado en céspedes, prados y herbazales

A continuación se muestra una tabla resumen con las características de mantenimiento aplicables a cada una de las tres zonas diferenciadas: céspedes, prados y herbazales.

	Altura de siega (recomendada)	Frecuencia de siega	Frecuencia de riego	Zonas de aplicación orientativas
Céspedes naturalizados	8-10 cm (después de la floración)	6-7 año	1 riego semana/ primavera-otoño 2 riegos semana/verano	Dos primeros metros cercanos a las zonas de trabajo
Prados	12 cm (después de la floración)	1-3 año	1 riego semana/verano	A partir de los dos primeros metros a partir de la zona de trabajo
Herbazales	12 cm	1 bienal	No	Áreas alejadas de las zonas de trabajo y no frecuentadas

3. Zonificación

A la hora de elegir la tipología de hierba y las necesidades de mantenimiento, será necesario establecer una zonificación de la instalación según la utilización de los espacios y la cercanía a las zonas de trabajo.

En resumen, la técnica consiste en establecer diferentes estratos herbáceos de diferentes alturas mediante la siega, en función de su proximidad a instalaciones o zonas más frecuentadas. A medida que nos alejemos de instalaciones, zonas de paso, caminos, entradas de edificios, alcorques, etc., dejaremos la hierba más alta. Al lado de un camino o una zona muy transitada podemos dejar una franja de 2 o 3 m de hierba segada a una altura inferior a 10 cm.

■ Céspedes ■ Prados ■ Herbazales



▲ Ejemplo de propuesta para la EDAR Tarragona.

4. Estrategias de creación de céspedes naturales y prados

Para llevar a cabo la transición desde céspedes ornamentales hasta céspedes naturalizados, prados o herbazales existen tres estrategias principales. La primera estrategia, y más sencilla, es simplemente dejar evolucionar el césped actual, cambiando el tipo de mantenimiento, y sin necesidad de plantar especies de gramíneas adicionales. Esta será la técnica más común y natural. De todas formas, si se quiere tener una transición más rápida, se podrá recurrir a la introducción y plantación de especies o a la plantación de mezclas de semillas.

Tipo de estrategia	Descripción de la estrategia	Tiempo obtención resultados	Mejor época de implantación	Consideraciones (ventajas/inconvenientes)
Evolución natural del césped "naturalización del césped"	Dejar evolucionar el césped actual, cambiando las estrategias de siega, riego y mantenimiento, y sin necesidad de plantar especies de gramíneas adicionales.	Lenta: varios años en función de las especies que vayan colonizando el césped	Finales de invierno inauguramos la temporada cambiando la estrategia y objetivos de mantenimiento	Esta estrategia es la más natural y económica, aunque es la más lenta en la obtención de resultados. Dependiendo de la zona y las especies espontáneas que se desarrollen la aparición de especies con flor para la atracción de polinizadores podría ser inicialmente muy limitada.
Plantación de planta viva	Mediante plantación de rodales de plantas vivaces, en contenedores pequeños (alveolo o godet), o mediante el esparcimiento de bulbos.	Muy rápida: de 2 a 6 meses	Octubre a Marzo	Estrategia para enriquecer la biodiversidad de céspedes ya establecidos. Limitada a superficies pequeñas cuando se pretenden crear praderas solo mediante este sistema por su gran coste económico.
Plantación de semilla	Plantación de mezclas de semillas comerciales o mezclas personalizadas adaptadas a las necesidades de la instalación.	Rápida : 4-6 meses	Otoño o finales de invierno	Permiten orientar la tipología de especies a promover y acelerar la transición, pudiendo atraer a grupos faunísticos concretos. Existen experiencias limitadas en la península ibérica y se podrían llegar a obtener resultados irregulares en climas secos y es necesario contar con riego en estos casos. Con el paso de los años, la mezcla de semillas podría ser sustituida por las especies predominantes en la zona previa a la plantación.

anexo
gestión de zonas herbáceas

Siempre será interesante llevar a cabo un pequeño diagnóstico de la fauna y la flora existentes en el entorno de la instalación, que ayudará a definir las especies interesantes para la biodiversidad local y a hacer el seguimiento de la mejora de la biodiversidad que ha supuesto el cambio.



Fotos: Sergi Massanés

▲ **Plantación en césped para ampliar su diversidad. Se puede hacer con una densidad de plantación de 4 a 6 plantas por metro cuadrado.**

▲ **Césped florido, creado mediante plantación de una asociación de diversas especies atractivas para los insectos polinizadores, en Malgrat de Mar.**



Fotos: Sergi Massanés

▲ ***Phyla nodiflora* + *Achillea crithmifolia*.**

▲ ***Bellis perennis*, una especie a la que, si aparece espontáneamente, podemos favorecer mediante un mantenimiento adecuado del césped, y que podemos introducir mediante su plantación.**



Fotos: Sergi Massanés

▲ **Bulbosas: *Narcissus assoanus* y *Muscari neglectum*.**

▲ ***Asphodelus fistulosus* naturalizado en prado.**

▲ **Plantación de *Anemone coronaria*.**



Fotos: Sergi Massanés

▲ **Hay que dejar isletas o zonas sin segar donde se concentren las especies que queremos favorecer para que florezcan, aporten néctar y polen para los insectos y emitan semillas que permitan su dispersión por toda el área de césped que queremos naturalizar.**

5. Tabla de especies interesantes que pueden sembrarse en un prado

En la tabla se recogen algunas especies interesantes para prados floridos:

<i>Borago officinalis</i>	<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Chrysanthemum coronarium</i>
<i>Chrysanthemum segetum</i>	<i>Glaucium flavum</i>	<i>Onobrychis sativa</i>
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Sinapis alba</i>	<i>Diptaxis eurocoides</i>
<i>Calendula silvestris</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Cichorium intybus</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Galium verum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Malva sylvestris</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Trifolium pratense</i>	

Existen algunas empresas productoras de semillas especializadas que ofrecen mezclas personalizadas a la carta, para usos y condiciones ambientales específicas. Si la instalación está cerca de un espacio natural, solo sembraremos especies de plantas que se encuentren de forma natural en ese entorno. Se pueden encontrar empresas comercializadoras de semillas en el apartado Referencias de esta ficha.



Foto: Sergi Massanés

▲ **Gestión diferenciada dejando en los dos primeros metros el césped naturalizado bajo.**



Fotos: Sergi Massanés

▲ **Hay que dejar isletas o zonas sin segar donde se concentren las especies que queremos favorecer para que florezcan, aporten néctar y polen para los insectos y emitan semillas que permitan su dispersión por toda el área de césped que queremos naturalizar.**



Fotos: Sergi Massanés

▲ Ejemplos de siega diferenciada para favorecer la biodiversidad.



Fotos: Sergi Massanés

▲ *Lobularia maritima* + *Dittrichia viscosa* + *Sylbium marianum*.



Fotos: Sergi Massanés

▲ *Dittrichia viscosa* + *Verbascum sp* + *Foeniculum vulgare*.

Tipología de los herbazales o zonas agrestes, y alguna de las especies de alto valor ecológico que se suelen encontrar. El mantenimiento de estos espacios debe respetar las floraciones y fomentar las especies con más valor ecológico.



Foto: Sergi Massanés

▲ En un espacio como este, la estrategia podría consistir en segar solamente el perímetro cercano a la instalación y un camino de circunvalación y acceso a ellas. Iniciaríamos la siega desde el perímetro o desde las instalaciones hacia el seto para facilitar el escape de la fauna.

6. Comunicación

Para el establecimiento de esta estrategia de gestión es necesario informar previamente a los usuarios de las instalaciones y colocar carteles que expliquen los objetivos y las ventajas de este tipo de gestión, a través de material divulgativo. La forma más común y utilizada en instalaciones y parques urbanos que siguen estas técnicas de mantenimiento son carteles que explican de una manera sencilla y resumida la importancia y el sentido del mantenimiento ecológico.

Es una buena idea relacionar la naturalización de las zonas de césped y el tratamiento diferenciado con el incremento de la biodiversidad y la racionalización de la gestión de espacios verdes, y todos estos aspectos con la mejora de los impactos provocados por las actividades de gestión del agua.

Estos carteles podrán servir como puntos donde detenerse durante las visitas a las instalaciones, para explicar más en detalle el sentido de las actuaciones y el cambio de mantenimiento de zonas verdes.



Fotos: Sergi Massanés

▲ Ejemplos de carteles de las ciudades de Santander y Metz, y un diseño-borrador realizado para el proyecto de naturalización de la EDAR Tarragona.

interior
eliminación de fitosanitarios - gestión de la vegetación espontánea

servicios ecosistémicos:



objetivos y beneficios

Bajo el nombre de malas hierbas se agrupan normalmente una gran variedad de plantas de crecimiento espontáneo, pero muy pocas de ellas son realmente nocivas, y suelen ser aquellas de carácter invasor o dañinas para los cultivos. Estas plantas también son conocidas como plantas adventicias, o vegetación espontánea.

El control y la eliminación rutinaria de este tipo de vegetación proviene de la percepción negativa vinculada a la sensación de abandono, suciedad y poco mantenimiento, o debido a molestias y daños a otras especies vegetales.

Sin embargo, los beneficios de la vegetación espontánea son numerosos, ya que tiene un papel vital en la mejora de la biodiversidad atrayendo a especies de mariposas y otros polinizadores, y con ello a otras especies de aves.

Pueden atraer a especies interesantes que ayuden a luchar contra las plagas. Contribuyen a mejorar el verde urbano, retienen la humedad del suelo y ayudan a disminuir su erosión.

Las estrategias de prevención y control de la vegetación espontánea se deben razonar teniendo en cuenta cuál es la necesidad real de su eliminación y si podemos convivir con ellas. El conocimiento de las especies de plantas que queremos controlar nos facilitará el establecimiento de una adecuada estrategia de eliminación (sus características, su ciclo de vida, su estado de desarrollo vegetativo, etc.). Además, parámetros como su ubicación en las instalaciones, el tipo de superficie donde se desarrollan y la extensión que ocupan marcarán estrategias diferentes de gestión, que en algunos casos implicarán la convivencia con ellas o bien esfuerzos de mantenimiento o inversión en métodos para eliminar la posibilidad de aparición.

El uso generalizado de herbicidas como método de control de la vegeta-

ción espontánea más extendido conlleva muchos problemas asociados: riesgos para la salud humana, contaminación de acuíferos, contaminación del suelo, pérdida de fertilidad biológica, daños en el medio acuático y mortalidad de fauna piscícola y de anfibios, además de daños al arbolado y las plantaciones próximas a las zonas tratadas.

En 2015, la OMS caracterizó el glifosato (el herbicida más común) como "potencialmente cancerígeno". Desde ese momento, países como Francia y Holanda han prohibido su uso, y muchos ayuntamientos españoles se han sumado a esta tendencia, entre ellos Madrid y Barcelona. Considerando el impacto ambiental que generan y la aplicación del principio de prudencia, es de vital importancia la búsqueda de alternativas menos peligrosas para las personas y la biodiversidad.

descripción

El control ecológico de la vegetación implica el uso de nuevas técnicas y la puesta en marcha de diferentes estrategias basadas en la prevención, el uso de nuevos materiales y maquinarias y la tolerancia ante la presencia de determinadas especies en lugares y momentos determinados. Estos métodos alternativos son menos contaminantes, y de menor impacto para la biodiversidad en general, y actuarán solo sobre las especies que queremos eliminar, sin tener otros efectos.

A continuación se describen las técnicas más adecuadas.

convivencia o tolerancia

La primera estrategia que hay que considerar a la hora de gestionar la vegetación espontánea es plantear si realmente es necesaria su eliminación. Las razones para combatir la vegetación espontánea se basan normalmente en criterios estéticos y en dar una apariencia de limpieza en un determinado espacio. No obstante, el objetivo principal del control y la prevención de la vegetación espontánea tiene que ser el mantener los espacios plenamente funcionales y aparentemente limpios con las mínimas intervenciones.

El enfoque inicial antes de cualquier intervención es zonificar la instalación y determinar en qué espacios es tolerable o deseable la presencia de vegetación espontánea (alcorques, pies de muros, taludes, pavimentos blandos...) y en qué lugares tendrían una afectación real sobre la operativa de la instalación, y por tanto se deben buscar estrategias de prevención o eliminación.

la prevención

Se basa en la concepción de espacios y nuevas plantaciones con el objetivo claro de que no se propicien situaciones que favorezcan la presencia de vegetación espontánea en lugares no deseados y en que el control de la vegetación no deseada sea fácil y económico. Antes de llevar a cabo cualquier plantación hay que intentar conocer las características de las plantas que se encuentran en el lugar.

Algunos de los métodos preventivos más utilizados son:

• Uso de acolchados

Los acolchados son cubiertas protectoras que se extienden sobre el suelo para evitar el crecimiento de vegetación espontánea, además de mantener la humedad del suelo. Existen acolchados de materiales de origen orgánico, minerales y plásticos.

Para los acolchados orgánicos suelen utilizarse normalmente restos de poda triturados, u otros materiales como la corteza de pino, la paja de cereales, etc.

Entre los materiales de origen inorgánico existen materiales minerales y los de origen plástico. Las gravas de diferentes orígenes, tipo y granulometrías son el material que se suele utilizar más en los acolchados de origen mineral.

• La falsa siembra

Esta técnica consiste en preparar el terreno para provocar la germinación de las malas hierbas y eliminarlas después de los primeros días de crecimiento, para después sembrar las semillas reales. Esta técnica se suele utilizar en agricultura ecológica, pero también puede ser aplicada en espacios verdes, antes de sembrar praderas.



▲ Tolerancia a plantas adventicias.



▲ Malla sintética antihierbas Plantex.



▲ Acolchado proveniente de triturado de restos de poda.

- **La solarización**

Esta técnica consiste en cubrir los suelos húmedos mediante un plástico fino transparente durante los días calurosos, de manera que el efecto de las altas temperaturas acaba por eliminar la vegetación. Es interesante aplicar esta técnica antes de sembrar las especies deseadas.

- **Uso de vegetación tapizante**

Las plantas tapizantes son especies que forman cubiertas tupidas y colonizan el terreno, evitando que surjan otras especies. Estas tienen pocos requerimientos hídricos y de conservación, además de ser resistentes a plagas.

control de la vegetación

El método más adecuado de control de la vegetación no deseada se escogerá teniendo en cuenta las especies que queremos controlar, su desarrollo vegetativo, la superficie que ocupan y las características de esta.

Los métodos de control más efectivos actualmente son de tipo mecánico. De todas formas, y a pesar de ser desconocidos, existen un gran número de herramientas manuales y ergonómicas que ofrecen buenos resultados. Algunos ejemplos son las escardadoras y binadoras ergonómicas oscilantes y de rueda, los extractores manuales, los extractores de cardos o la tradicional guadaña. Estos pueden hacer la operación de extracción de vegetación espontánea mucho más llevadera y menos cansada. Además, estos aperos manuales son simples, económicos y muy interesantes desde el punto de vista ambiental y para la salud del usuario.

Para el control mecánico de la vegetación se pueden utilizar diferentes tipos de máquinas:

- Desbrozadoras. Actualmente son las máquinas más utilizadas para el

control de la hierba. En todo caso, se debe tener en cuenta que comportan riesgos para los operarios y producen contaminación atmosférica y acústica. Para el control de determinadas especies será necesario hacer varias pasadas al año con estas máquinas.

- Cepillos de cable de acero. Se utilizan para el control de vegetación poco desarrollada en bordes de aceras y juntas y pies de muros sobre superficies duras.

- Motosegadoras. Son útiles para la siega de grandes superficies llanas en praderas con vegetación alta. Tienen un gran rendimiento de siega y son una alternativa con la que es posible provocar el mínimo daño a la biodiversidad.

- Desbrozadoras de martillos flotantes, cuchillas o cadenas. Están reservadas a grandes superficies y también tienen buenos rendimientos.

Aunque no estén muy generalizados, los quemadores por infrarrojos de hierba y los deshidratadores de vapor de agua pueden ser una alternativa para el control de hierbas en superficies pavimentadas. Estos medios suelen funcionar bien para el control de vegetación herbácea anual poco desarrollada.

- Quemadores. Este método actúa mediante la aplicación breve de calor (1200 °C) sobre las plantas no deseadas con la finalidad de provocar un choque térmico. Se puede utilizar para el control de vegetación muy poco desarrollada, en terrenos pavimentados en períodos secos sin riesgo de incendio.

- El control de las malas hierbas mediante deshidratación consiste en la aplicación de vapor y aire caliente a 96°C, lo que provoca la destrucción de la planta.



▲ Cepillo de acero propulsado.

periodo de ejecución

- ▶ Después de definir cuáles son los objetivos del mantenimiento, hay que determinar las zonas donde se puede tolerar o fomentar la vegetación espontánea.
- ▶ Controlar la vegetación espontánea en estados tempranos de desarrollo o después de la floración, si esta desempeña un papel importante para la biodiversidad.

agentes implicados

- ▶ Responsables técnicos y operarios de mantenimiento de la instalación.
- ▶ Empresas de mantenimiento de zonas verdes.

indicadores de seguimiento

- ▶ **Indicador 1.** Supresión del uso de herbicidas en las instalaciones.
- ▶ **Indicador 2.** Aumento de la diversidad botánica y aumento de la presencia de mariposas y otros insectos polinizadores.

costes orientativos

- ▶ Consultar en el anexo a esta ficha los cuadros comparativos de precios de los diferentes métodos de prevención y control.

a tener en cuenta

- ▶ Hay que actuar en el momento preciso, pero solo si realmente es necesario.
- ▶ Hay que razonar la estrategia de control en función de las características del espacio, las especies que haya que controlar y su estado de desarrollo vegetativo.
- ▶ El control mecánico de las malas hierbas implica más tiempo y frecuencia de las operaciones.
- ▶ Adaptar la gestión de la vegetación en función de las necesidades y a una nueva visión implica reducir o eliminar trabajos rutinarios y fatigantes, costosos, contaminantes y peligrosos.

referencias y fuentes de información

▶ PROVEEDORES DE MATERIAL Y MAQUINARIA

- <http://es.ouils-wolf.com/catalog/Herramientas-intercambiables-Multi-star,13200.html?catalogParam%5Bpage%5D=>
- <https://www.poget.pro/eco-brosse-desherbante/>
- <http://www.ecoprac.com/casteproductes.html>
- <https://www.projar.es/categoria-de-producto/productos-jardineria-urbanismo/mallas-antihierbas/>
- <http://myc-5.com/#productos>
- <http://www.ilaga.es/productos/quemadores-de-hierbas/deshidratadores-de-empuje>

▶ VIDEO SOBRE DIFERENTES TÉCNICAS DE CONTROL

- https://www.ecophyto-pro.fr/documents/view/54/les_techniques_de_desherbage_alternatif_en_espace_vert/n:306
- <https://www.youtube.com/watch?v=dZQJ-sUSa80>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TyFtnzy7gyw>

anexo

prevención y control de la vegetación espontánea

1. Introducción	208
2. Estrategias preventivas	208
Tabla comparativa métodos preventivos	209
Falsa siembra	210
Solarización	210
Acolchados	211
- Acolchados orgánicos	
- Acolchados minerales	
- Acolchados sintéticos	
Vegetación tapizante	214
3. Estrategias de control	215
Tabla comparativa métodos de control	215
Control mecánico	216
- Control manual de la vegetación	
- Maquinaria para el control mecánico	
Control térmico	219
Herbicidas "ecológicos"	220

1. Introducción

En este anexo, se presentan algunas técnicas más comunes de prevención y control de la vegetación espontánea.



Foto Sergi Massanés

▲ **Imágenes de diversos espacios donde la presencia de vegetación espontánea puede tolerarse y ser beneficiosa para el fomento de la biodiversidad.**



Foto Sergi Massanés

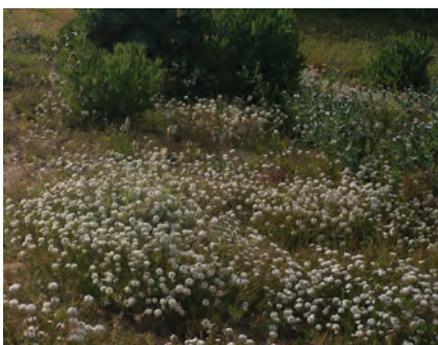


Foto Carles García.

▲ **Control selectivo de la vegetación para favorecer ciertas especies con objetivos estéticos y para favorecer la biodiversidad.**

2. Estrategias Preventivas

Las estrategias preventivas consisten en evitar que se propicien situaciones que favorezcan la presencia de vegetación espontánea en lugares no deseados. Una buena estrategia de prevención disminuirá claramente el control de la vegetación no deseada. Es de vital importancia que antes de llevar a cabo cualquier plantación se conozcan las características de las plantas que se encuentran en el lugar y se adopten las estrategias de prevención adecuadas.

Tabla comparativa de métodos preventivos

Métodos de prevención de la vegetación espontánea					
Método preventivo	Naturaleza	Tipos	Precio	Duración	Aplicación
Acolchados	Orgánicos	BRF	20 a 30 €/m ³	Degradación rápida sustituir o reponer capa > 5cm anualmente.	Obtenidos como subproducto de la gestión de restos de poda mediante triturado. Se aplican en plantaciones de árboles y arbustos leñosos, en lugares con poca concurrencia de vegetación espontánea vivaz. Mejoran notablemente la estructura del suelo y fertilizan ligeramente el cultivo. En función de su origen se degradan con mayor o menor facilidad, por lo que será necesario hacer nuevos aportes para mantener el grosor original. Este tipo de materiales son poco útiles en terrenos con mucha concurrencia de plantas vivaces. Se debe evitar contacto con el cuello de las plantas para que no haya pudriciones.
		Corteza Pino	30 €/m ³	Degradación media-rápida Reponer o mantener capa > 5cm cada 3 años	Se aplican en plantaciones de árboles y arbustos. Son poco útiles en terrenos con mucha concurrencia de plantas vivaces y pueden acidificar el suelo. Su duración es superior al BRF y tiene un mejor efecto herbicida, aunque no se caracteriza por aportar demasiadas mejoras al suelo. Son poco útiles en terrenos con mucha concurrencia de plantas vivaces. Para que sea efectiva, se deben aplicar capas de más de 10 cm de grosor.
		PLA	2 €/m ²	> de 2 años	Para evitar vegetación espontánea durante el los primeros años de crecimiento de vegetación recién implantada. Film biodegradable de fácil uso y buen acabado estético.
		Thorenappe	1 €/m ²	> de 2 años	Lámina biodegradable para evitar vegetación espontánea durante los primeros años de crecimiento de la vegetación recién implantada. Gruesa y de difícil manipulación. A evitar en climas cálidos y húmedos con mucha concurrencia de vegetación espontánea.
		HorSol Bio	2€/m ²	> 2 años	Film biodegradable útil para evitar vegetación espontánea durante los primeros años de crecimiento de vegetación recién implantada.
	Minerales	Diversos materiales	30 a 70 €/m ³	Restituir grosor mínimo > 5cm en función necesidad	Muy adecuados para acolchar plantaciones de plantas resistentes a la sequía. Recomendable colocar encima de una malla hor-sol o Plantex, cubriendo con el material mineral. Los más típicos son gravas, arenas gruesas, guijarros, bolos y greda volcánica.
	Sintéticos	HorSol	0,3 y 0,6 €/m ²	> de 3 años	Evitar su uso donde haya riesgo de concurrencia de gramíneas y ciperáceas vivaces.
		Plantex	0,6 €/m ²	> de 3 años	Evitar su uso donde haya riesgo de concurrencia de gramíneas y ciperáceas vivaces aunque es más eficaz en este caso que Hor-sol.
		Plantex-Gold	1 €/m ²	> de 5años	Es la más eficaz para la prevención de problemas derivados de vegetación espontánea de difícil control (Gramas, Juncias, Correhuelas, Cañotas).
	Solarización	PE transparente 0,1 galgas	0,1 €/m ² + mano obra colocación	Anual	Interesante previo a la plantación de semillas para realizar un prado florido en otoño. Aplicar en verano, cuando se alcanzan las mayores temperaturas. Sin embargo, este método no impedirá que puedan llegar con el viento nuevas semillas, o bien que se desarrollen plantas vivaces si en el terreno hay una fuerte presencia de estas
Falsa Siembra	-	Muy variable	Anual	Una alternativa ecológica muy recomendable si se dispone de tiempo previo a la siembra de semillas definitiva antes de realizar un prado florido.	
Vegetación Tapizante	Hedera, Rosmarinus prostratus, Cotoneaster dammeri...	4-6 €/m ²	Permanente (Duración de la vegetación)	Permiten limitar la salida de plantas adventicias al ocupar el suelo y competir con estas. A utilizar en terrenos de difícil acceso o con mucha pendiente siempre que la vegetación espontánea existente no dificulte su implantación y mantenimiento. Son vigorosa y con una buena capacidad de colonización y de cubrición del terreno, además de poseer un follaje denso y estar adaptada a las condiciones del clima y el suelo donde se tiene que implantar. Tienen unas necesidades de agua de riego y unos requerimientos de conservación muy bajos y son poco sensibles a las plagas y enfermedades.	

Falsa siembra

Pasos para llevar a cabo una falsa siembra

Antes de sembrar una pradera o un césped, o llevar a cabo una plantación en terrenos con presencia de adventicias, se deberán seguir los siguientes pasos:

- Arar y limpiar la tierra.
- Arreglar el suelo de manera que pareciera que tenemos la intención inmediata de sembrar.
- Preparar la tierra y, a continuación, si no llueve, regar de manera que germinen las semillas de las plantas adventicias que puedan estar presentes en la tierra.
- Una vez que germinan las primeras semillas, se debe trabajar el suelo a fin de que las raíces de estas queden expuestas al sol y se sequen las plántulas de la vegetación espontánea.



Esta técnica permite limpiar el suelo para limitar la concurrencia de las adventicias con las nuevas siembras. Lo que habremos hecho será disminuir en gran medida la competencia que puedan tener nuestras plantaciones en esta fase inicial de crecimiento.

Solarización

En su concepto, la solarización de los terrenos es un sistema de desinfección consistente en tapar los suelos húmedos mediante plásticos transparentes (los plásticos deben ser delgados, para facilitar la transmisión de la radiación solar y una mayor temperatura) en los días más calurosos, para aumentar su temperatura (hasta 60 °C) gracias a los efectos de las radiaciones solares. Antes de proceder a la colocación del material transparente, es necesario llevar a cabo las labores precisas para que el terreno esté bien desmenuzado y cuente con la idónea aireación. El espacio estará bien preparado, sin elementos residuales o maleza, que podrían impedir la colocación del plástico o incluso provocar fisuras en él. El proceso de solarización debe perdurar el mayor tiempo posible, y como mínimo 40 días. Cuando se coloquen los plásticos transparentes, el terreno tiene que tener la humedad necesaria. El vapor que se irá produciendo posibilitará el incremento de las temperaturas.

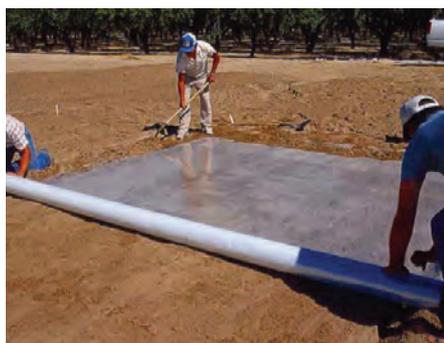


Foto Sergi Massanés

▲ Una técnica que puede ser útil si disponemos de tiempo en verano antes de sembrar un césped, un prado o hacer una plantación en una zona donde sospechamos que puede haber mucha concurrencia de adventicias anuales de hoja ancha.

Acolchados

Los acolchados son una de las técnicas más extendidas. Consisten en colocar un material sobre el suelo, al pie o entre las plantaciones para impedir el crecimiento de la vegetación espontánea. Estos materiales evitan que llegue la luz al suelo o constituyen una barrera física para el desarrollo de las adventicias. Además, permiten mantener la humedad del suelo, por lo que esta técnica es muy aconsejable en climas secos y jardines con poco riego. La utilización de acolchados de origen orgánico mejorará notablemente las características físicas y biológicas del suelo.

A continuación se muestran algunas imágenes de estos acolchados.

Acolchados orgánicos



Foto Sergi Massanés

▲
Restos de poda triturados-BRF.



▲
El triturado de ramaje es poco efectivo para evitar la salida y concurrencia de hierbas vivaces difíciles, como por ejemplo la juncia (*Cyperus sp.*).



▲
Corteza de pino



▲
Láminas de PLA



▲
Lámina Thorenappe

Acolchados minerales

Entre los diferentes materiales podemos encontrar distintos tipos de gravas, arenas gruesas, guijarros, bolos y greda volcánica. Muy adecuados para acolchar plantaciones de plantas resistentes a la sequía y con un gran resultado estético.



Foto Sergi Massanés

▲
Jardín de plantas mediterráneas xerofitas en Viladecavalls acolchado con diferentes tipos de gravas calcáreas.

Acolchados sintéticos

Son láminas de origen inorgánico no biodegradables, generalmente utilizadas en plantaciones donde haya un riesgo importante de concurrencia de la vegetación espontánea que puede comprometer el futuro de estas y dificultar mucho su mantenimiento posterior. Muy eficaces en función de su calidad. Pueden disimularse con una capa de grava o de acolchado orgánico. Deberían retirarse una vez se haya implantado correctamente la vegetación, lo cual es bastante costoso. Debajo de ellas, el suelo tiende a compactarse.



▲
HorSol.



▲
Plantex.



▲
Plantex Gold.

Vegetación tapizante

Algunos ejemplos de plantas tapizantes:

<i>Acanthus mollis</i>	<i>Coprosma kirkii</i>	<i>Achillea coarctata</i>
<i>Ballota acetabulosa</i>	<i>Euphorbia rigida</i>	<i>Cistus florentinus</i>
<i>Cotoneaster dammerii</i>	<i>Vinca minor</i>	<i>Juniperus horizontalis</i>
<i>Hedera helix</i>	<i>Ceanothus thyrsiflorus repens</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Phlomis</i> Edward Bowles	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	<i>Artemisia alba</i>
<i>Rosmarinus officinalis repens</i>	<i>Rosmarinus officinalis Bowle</i>	<i>Stachys byzantina</i>



▲ Ejemplos de diversas plantas tapizantes: *Ceratostigma plumbaginoides*, *Achillea crithmifolia*, *Lotus bertheloti* y *Ceanothus thyrsiflorus repens*.

3. Estrategias de control

A continuación se presenta un cuadro comparativo de las alternativas más comúnmente utilizadas por la jardinería ecológica para el control de la vegetación espontánea evitando el uso de fitosanitarios. Estas ya están siendo utilizadas por muchos ayuntamientos en el mantenimiento de zonas verdes.

Tabla comparativa métodos de control

Método	Herramienta	Eficiencia (m2/h)	Precio	Aplicación
Químico	Herbicidas ecológicos	-	-	Todavía poco extendidos, los más utilizados son el ácido acético y las Emulsiones de hidroxifosfato natural. Limitado al control de vegetación espontánea anual en sus primeros estadios de desarrollo.
Manual	Escardadoras y binadoras	25 - 650	A partir de 30€	Recomendados para el desherbado de pequeñas superficies permeables con hierbas poco desarrolladas. Tienen una eficacia inmediata visible después de la intervención, pero una persistencia generalmente menos importante que otros procedimientos. Su efectividad depende del porcentaje de rebrote de las plantas, su estado de desarrollo y las condiciones climáticas. Hay que usarlas con frecuencia y en el momento adecuado (hierbas poco desarrolladas y suelo en tempero). Actualmente existen en el mercado numerosas herramientas ergonómicas efectivas.
	Guadaña	250	A partir de 50€	Alternativa ecológica a las desbrozadoras de motor para el control de vegetación alta no leñosa en prados y herbazales limpios de piedras y con vegetación no leñosa.
Mecánico	Desbrozadoras	250	250 - 1.200€	Maquinaria de uso muy generalizado, permiten el control de la vegetación en sitios poco accesibles (borduras, pies de muros, alcorques, señales, mobiliario). Su inconveniente principal son los riesgos para la salud del operario y otras personas (debido a las proyecciones) y la contaminación ambiental y acústica que producen.
	Desbrozadora autopulsada	800	3.000 - 12.000 €	Están diseñadas para grandes superficies y disponen de diversos sistemas de corte que variarán según el tipo de vegetación y terreno.
	Motosegadoras	1000 - 2500	1.500 - 4.000€	Indicada para el control mecánico de hierba alta en prados llanos y limpios de obstáculos y piedras. El sistema de corte tiene muy poco impacto sobre la biodiversidad de los tallos de la vegetación.
	Cepillos de acero propulsados	800	2.500 - 3.500€	Indicadas el control de vegetación poco desarrollada en bordes de aceras, juntas y pies de muros sobre superficies duras. No proyectan piedras ni otros objetos, por lo que su uso está indicado en zonas muy transitadas. Tienen una eficacia inmediata, pero la frecuencia de su utilización está relacionada con la capacidad de rebrote de la vegetación, el estado de desarrollo de esta y las condiciones climáticas.
Térmico	Quemadores	500 - 1200	200 - 5.000€	Indicados sobre vegetación poco desarrollada en lugares sin riesgo de incendio. Este procedimiento destruye casi inmediatamente las partes aéreas de los vegetales en estados tempranos de desarrollo preferentemente sobre superficies impermeables, pero la mayoría de plantas suele rebrotar en pocas semanas, por lo que es necesario reanudar los tratamientos cada ciertas semanas
	Deshidratadores	Hasta 900	8.000 - 28.000€	Eficaz sobretodo sobre vegetación poco desarrollada. Exige una inversión bastante importante que hay que estudiar si se quiere amortizar adecuadamente. Además, conlleva un gasto energético elevado. Su uso aún está muy poco generalizado en España
	Deshidratador de espuma caliente	1000	36.000€	Su utilización es óptima en vegetación poco desarrollada en pavimentos. El método utiliza espuma a base de agua caliente y un aditivo de origen vegetal que se aplica sobre la vegetación para crear un choque térmico. Este sistema es más eficaz y persistente que la aplicación de agua caliente, lo cual permite reducir el número de aplicaciones.

Control mecánico

Control manual de la vegetación

Herramientas manuales como los binadores, binadores de rueda, extractores, escardadoras, o guadañas, son útiles de nueva generación, no contaminantes y que pueden ser manipulados por una sola persona.

Escardadoras y binadores



Foto: Carles García

▲
Desherbado con binadora de rueda en Malgrat de Mar.



▲
Binadora de rueda



▲
Escardadoras y binadoras.



▲
Extractor manual.



▲
Extractor de cardos y plantas con fuerte raíz pivotante.



▲ Binadoras eléctricas lo último en el mercado.



▲ Guadaña.

Maquinaria para el control mecánico

Desbrozadoras

Diferentes cabezales y potencias por escoger en función del grado del desarrollo, la lignificación de la vegetación y la superficie donde se actúe.



▲ Cepillo para limpieza de juntas.



▲ Cabezal de doble corte antiproyección.

anexo
prevención y control de la vegetación espontanea



▲ Desbrozadora propulsada de disco.



▲ Desbrozadora propulsada de martillos flotantes.



▲ Motosegadora.

Cepillos de acero propulsados



▲ Maquinaria de cepillos de acero autopropulsados.



Control térmico

Quemadores



▲ Quemadores de llama directa



▲ Quemadores por infrarojos

Deshidratadores de hierbas de vapor de agua



▲ Deshidratadores con diferentes tamaños de cuba.

Deshidratador de espuma caliente



▲ Deshidratador de espuma caliente.

Herbicidas “ecológicos”

Este tipo de sustancias son aplicables como recurso complementario, nunca como estrategia de sustitución de los antiguos herbicidas químicos. Su uso está limitado al control de vegetación espontánea anual en sus primeros estadios de desarrollo y actualmente está todavía muy poco generalizado en jardinería. Estos son lo más aceptados actualmente:

Ácido acético

El ácido acético ya se está utilizando en plazas y parques. Tiene una concentración del 20%, frente al 5% del vinagre de uso doméstico. El ácido acético al 20% es un producto ecológico y biodegradable y mientras sea derivado de productos naturales y no de químicos, es aceptable dentro de la agricultura y la jardinería ecológica para ser utilizado como herbicida. No presenta un grave riesgo para la salud, pero sí puede causar escozor en la garganta y ojos.

El ácido acético se degrada rápidamente en el agua (por ello no es recomendable aplicarlo después de haber llovido) y no se bio-acumula. Si bien es cierto que el vinagre reduce el pH del suelo, hay que tener en cuenta que este valor volverá a su estado normal dentro de las 48 horas siguientes.

Los estudios que se han llevado a cabo hasta ahora muestran que el vinagre puede eliminar varias especies de maleza en distintos estados de desarrollo. Utilizando concentraciones de ácido acético entre un 10% y un 20%, los investigadores de campo obtienen un rango de eficacia de entre 80 y 100% sobre malezas de 2 a 6 hojas, y continuando con el proceso cada dos semanas. Es poco efectivo con hierbas bien desarrolladas y adventicias vivaces. Por ejemplo, la Concejalía de Sostenibilidad Ambiental de Castellón ha sustituido el glifosato por vinagre en la fumigación contra la maleza en plazas de uso público y parques.

Emulsiones de hidroxifosfato natural (Xekator)

Hay otros productos que pueden utilizarse como herbicidas de origen natural aunque no estén registrados para este uso. Por ejemplo, abonos como complejos de hidróxido fosfato natural Xekator, el cual en el suelo libera una mezcla de compuestos higroscópicos que provocan efectos desecantes en algunas plantas. Pese a tener un efecto bastante rápido, no termina de secar todas las hierbas; tan solo les detiene su crecimiento. Hay que tratar de aplicarlo en los días en que se llegue a los 25 °C. La dosis para todo tipo de hierbas es 12,5 l/100 l de agua.



DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD

Saber **más**



glosario

B

Biodiversidad: variabilidad de organismos vivos de todo tipo, incluidos los ecosistemas terrestres, de aguas continentales y marinos, así como los sistemas ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Biophilic cities: ciudades que manifiestan su afinidad con la naturaleza, favoreciendo elementos de infraestructura verde en el hábitat urbano: espacios verdes, fuentes y estanques naturalizados, muros y cubiertas verdes, etc.

Biota: conjunto de la fauna y flora de una región o lugar concreto (por ejemplo, de una laguna).

C

Capital natural: es la más fundamental de las cuatro formas básicas de capital (humano, social, construido y natural), ya que proporciona las condiciones básicas para la existencia humana. Estas condiciones incluyen suelos fértiles, bosques multifuncionales, tierras y mares productivos, agua dulce de buena calidad y aire puro. También incluye servicios como la polinización, la regulación del clima y la protección contra los desastres naturales. El capital natural establece los límites ecológicos para nuestros sistemas socioeconómicos y es, a su vez, limitado y vulnerable.

Corredor ecológico: territorio, de extensión y configuración variables, que, debido a su disposición y a su estado de conservación, conecta funcionalmente espacios naturales de singular relevancia para la flora o la fauna silvestres separados entre sí. Permite, entre otros procesos ecológicos, el intercambio genético entre poblaciones de especies silvestres o la migración de especímenes de estas especies.

Cubierta verde: tipo de sistema constructivo que prevé un acabado vegetal superficial. Se añade el calificativo ecológica cuando se tienen en cuenta criterios ecológicos en la fabricación, la ejecución, el mantenimiento y el uso de materiales reciclados y reciclables en los componentes de la cubierta, junto con el consumo de agua pluvial o de aguas grises.

Custodia del territorio: conjunto de estrategias o técnicas jurídicas a través de las cuales se implica a los propietarios y usuarios del territorio en la conservación y el uso de los valores y los recursos naturales, culturales y paisajísticos.

D

Diversidad biológica: véase Biodiversidad.

Diversidad genética: variedad en la composición de los genes que se manifiesta entre los individuos de una misma especie.

E

Ecosistema: complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y el medio no vivo en el que se encuentran, que interactúan como una unidad funcional.

Especie: conjunto de individuos con características semejantes que pueden reproducirse entre sí dando origen a descendencia fértil.

Especie amenazada: especie que es susceptible de extinguirse en un futuro próximo. A escala mundial, el principal referente que establece qué especies se encuentran amenazadas es la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Véase Lista Roja (UICN).

Especie exótica invasora: la que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor o por el riesgo de contaminación genética.

F

Fachada verde: véase Muro verde.

H

Hábitat: lugar o tipo de ambiente en el que existen naturalmente un organismo o una población.

Hábitat de interés comunitario y hábitat prioritario: son conceptos con valor legal establecidos por la Unión Europea en la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres). Los hábitats de interés comunitario se encuentran amenazados de desaparición o bien presentan un área de distribución natural reducida; también son de interés comunitario los ejemplos representativos de hábitats de la UE. De entre ellos, la Directiva considera prioritarios los que están amenazados de desaparición y cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

Hábitat de una especie: medio definido por factores abióticos y bióticos específicos donde vive la especie en una de las fases de su ciclo biológico.

Hábitats naturales: zonas terrestres o acuáticas diferenciadas por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales.

I

Infraestructura verde: red estratégicamente planificada de áreas naturales y seminaturales y otros elementos ambientales, diseñada y gestionada de modo que provea un amplio rango de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (llamados azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos, incluidos costas y áreas marinas.

J

Jardín vertical: véase Muro verde. A menudo se refiere a muros verdes que incluyen un alto número de especies con grandes flores y vivos colores.

L

Lista Roja (UICN): lista elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, que establece cuál es el estado de conservación, a escala mundial, de las especies y subespecies de plantas y animales. Existen listas rojas en los ámbitos nacional y regional, elaboradas por gobiernos u otras organizaciones reconocidas a partir de la metodología utilizada por la UICN.

M

Muro verde: sistema constructivo que permite establecer vegetación en la pared de una edificación mediante elementos constructivos que incluyen una capa de material impermeabilizante, un sustrato de diferentes grosores y composición, un sistema de riego y diversidad de especies vegetales. También puede tratarse de una pared recubierta de plantas trepadoras que están plantadas directamente en el suelo o en maceteros.

P

Pared verde: véase Muro verde.

Patrimonio natural: conjunto de bienes y recursos de la naturaleza fuente de diversidad biológica y geológica, que tienen un valor relevante medioambiental, paisajístico, científico o cultural.

R

Red verdiazul: véase Infraestructura verde.

Restauración ecológica: conjunto de actividades orientadas a recuperar un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, y a restablecer su funcionalidad, como medio para mantener la resiliencia de los ecosistemas y conservar la biodiversidad.

S

Servicios de los ecosistemas: beneficios que los ecosistemas aportan a las personas. Estos incluyen el aprovisionamiento de servicios tales como alimentos, agua, madera y fibra; servicios de regulación, que afectan al clima, las inundaciones, las enfermedades, los residuos y la calidad del agua; servicios culturales, que proporcionan beneficios de esparcimiento, estéticos y espirituales, y servicios de apoyo, como la formación del suelo, la fotosíntesis o el ciclo de nutrientes.

Solución basada en la naturaleza: solución que integra elementos vivos, inspirada en el funcionamiento de la naturaleza, en la que se apoya para alcanzar distintos objetivos (almacenamiento de agua, depuración, etc.). Está diseñada para proporcionar simultáneamente beneficios de orden económico, social y medioambiental.

T

Tejado verde: véase Cubierta verde.

referencias bibliográficas citadas y otros documentos de interés

PRESENTACIÓN GUÍA OPERATIVA. LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CICLO DEL AGUA

SUEZ Spain
<https://www.youtube.com/watch?v=c8xKuycnTbI&feature=youtu.be>

DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA A RESERVAS DE BIODIVERSIDAD. EMPRESA PREMIADA SUEZ SPAIN. CATEGORÍA EMPRESA Y BIODIVERSIDAD.

https://www.youtube.com/watch?v=v9Gu8pLWNHo&t=0s&list=PLubSqCUI6ZqXENIGlwe9-LJIPnC_K4Un&index=12

https://www.youtube.com/watch?v=Pv4bpbUIUKs&t=0s&list=PLubSqCUI6ZqXENIGlwe9-LJIPnC_K4Un&index=13

SECCIÓN ESPAÑOLA PREMIO EUROPEO DE MEDIO AMBIENTE A LA EMPRESA 2018/2019.

DESARROLLO SOSTENIBLE EN SUEZ SPAIN

SUEZ Spain
<http://desarrollosostenible.suezspain.es>

INFORME DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE SUEZ SPAIN

SUEZ Spain
<http://desarrollosostenible.suezspain.es/uploads/pdf/42bc43b792a7dce881cd668d756d890b.pdf>

VOLUNTARIADO CORPORATIVO BIOBSERVA

SUEZ Spain
<https://www.biobserva.com/>

PRESENTACIÓN PROYECTO DE VOLUNTARIADO CORPORATIVO BIOBSERVA

SUEZ Spain
<https://www.youtube.com/watch?v=AuuC7XbGnMo> (versión en español)

https://www.youtube.com/watch?v=lgeFHB_WswA&feature=youtu.be (versión en inglés)

ENTREVISTA DE LA APLICACIÓN DEL VOLUNTARIADO CORPORATIVO BIOBSERVA EN EDAR OLOT

SOREA
https://www.youtube.com/watch?v=_GNBr8luVMs

PARTICIPACIÓN DE SUEZ SPAIN EN DELTA BIRDING FESTIVAL

SUEZ Spain
<https://youtu.be/lqNeOvbdVDO>

HUMEDALES DE DEPURACIÓN EN EL DELTA DEL EBRO

SUEZ Spain
<https://www.youtube.com/watch?v=gjhR5MlvE4M>

LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN AIGÜES DE BARCELONA AIGÜES DE BARCELONA

<https://www.youtube.com/watch?v=GUnGFz47ZrY&feature=youtu.be> [versión en catalán]

LA ECONOMÍA CIRCULAR DEL AGUA

SUEZ Spain
<https://www.youtube.com/watch?v=l47d6plz8AQ> (video divulgativo)
<http://desarrollosostenible.suezspain.es/uploads/pdf/6f2832314a73c6c8b574e111dd6e557a.pdf> (Documento de posicionamiento)

A SPATIAL ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES IN EUROPE: METHODS, CASE STUDIES AND POLICY ANALYSIS – PHASE 2. SYNTHESIS REPORT. PEER REPORT NO 4

PEER (PARTNERSHIP FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL RESEARCH). 2012
http://www.peer.eu/fileadmin/user_upload/publications/PEER_report_4_phase_2.pdf

BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

COMISIÓN EUROPEA. 2009
http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_ES.pdf

CONSTRUIR UNA INFRAESTRUCTURA VERDE PARA EUROPA

COMISIÓN EUROPEA. 2014
<http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>

CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

NACIONES UNIDAS. 1992.
<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: SYNTHESIS

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

ESTRATEGIA SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE LA UE PARA 2020

COMISIÓN EUROPEA. 2010
http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_ES.pdf

ESTRATEGIA DE LA UE SOBRE LA BIODIVERSIDAD HASTA 2020

COMISIÓN EUROPEA. 2011
http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf

EXPLORING NATURE-BASED SOLUTIONS

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. 2015
http://www.eea.europa.eu/publications/exploring-nature-based-solutions-2014/at_download/file

GREEN INFRASTRUCTURE. GUIDE FOR WATER MANAGEMENT. ECOSYSTEM-BASED MANAGEMENT APPROACHES FOR WATER-RELATED INFRASTRUCTURE PROJECTS
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 2014
<http://www.medspring.eu/sites/default/files/Green-infrastructure-Guide-UNEP.pdf>

GT-4 INFRAESTRUCTURAS VERDES URBANAS Y PERIURBANAS. DOCUMENTO FINAL CONAMA 2014
http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/GTs%202014/4_final.pdf

LOCAL GREEN INFRASTRUCTURE. HELPING COMMUNITIES MAKE THE MOST OF THEIR LANDSCAPE
LANDSCAPE INSTITUTE. 2011
http://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/LocalGreenInfrastructurewebversion_002.pdf

MAPPING AND ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS AND THEIR SERVICES
COMISIÓN EUROPEA. 2014
http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf

PLAN ESTRATÉGICO PARA LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA 2011-2020

THE EUROPEAN ENVIRONMENT. STATE AND OUTLOOK 2010. BIODIVERSITY (SOER2010)
AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. 2010
<http://www.eea.europa.eu/soer/europe/biodiversity>

CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 2011
<https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-sp-es.pdf>

PLAN ESTRATÉGICO DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD 2011-2017
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. 2011
http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/li-bro_plan_estrategico_pnb_tcm7-202703.pdf

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY IN BUSINESS AND ENTERPRISE
TEEB (THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY). 2012
<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/business-and-enterprise/>

THE EUROPEAN ENVIRONMENT. STATE AND OUTLOOK 2010. BIODIVERSITY (SOER2010)
AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE.. 2010
<http://www.eea.europa.eu/soer/europe/biodiversity>

THE EUROPEAN ENVIRONMENT. STATE AND OUTLOOK 2015
AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. 2015
<http://www.eea.europa.eu/soer>

THE EU BIRDS AND HABITATS DIRECTIVES. FOR NATURE AND PEOPLE IN EUROPE
COMISIÓN EUROPEA. 2014
<http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/nat2000/en.pdf>

THE GUIDE TO MULTI-BENEFIT COHESION POLICY INVESTMENTS IN NATURE AND GREEN INFRASTRUCTURE
INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY. 2013
http://www.ieep.eu/assets/1235/guide_multi_benefit_nature.pdf

TOWARDS AN EU RESEARCH AND INNOVATION POLICY AGENDA FOR NATURE-BASED SOLUTIONS & RE-NATURING CITIES – FINAL REPORT OF THE HORIZON 2020 EXPERT GROUP ON ‘NATURE-BASED SOLUTIONS AND RE-NATURING CITIES’ (FULL VERSION)
COMISIÓN EUROPEA. 2015
<http://bookshop.europa.eu/en/towards-an-eu-research-and-innovation-policy-agenda-for-nature-based-solutions-re-naturing-cities-pbKI0215162/>

UNA GUÍA PARA APOYAR LA ELECCIÓN, EL DISEÑO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS NATURALES DE RETENCIÓN DE AGUA EN EUROPA
STROSSER, P.; DELACÁMARA, A.; HANUS, H.; WILLIAMS, H. & JARITT, H. 2015.
<http://www.nwrm.eu/guide-es/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

UNA INFRAESTRUCTURA VERDE
COMISIÓN EUROPEA. 2010
http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf

acuerdos y normativas

globales

LISTA ROJA DE LA UICN

<http://www.iucnredlist.org/>

Lista de especies amenazadas que elabora la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Establece cuál es el estado de conservación a escala mundial de las especies y subespecies de plantas y animales, incluso diferenciando poblaciones situadas en distintas áreas geográficas. Se actualiza anualmente y se revisa cada cuatro o cinco años. La versión actual de la Lista Roja clasifica a las especies en nueve categorías de mayor a menor amenaza: extinta, extinta en estado silvestre, en peligro crítico, en peligro, vulnerable, casi amenazada, preocupación menor, datos insuficientes y no evaluada.

Su objetivo es proveer la información y el análisis sobre el estado de conservación, las tendencias y las amenazas para las especies con la finalidad de informar y catalizar la acción para la conservación de la biodiversidad.

CONVENCIÓN DE RAMSAR

<http://www.ramsar.org/es>

Tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Crea la figura de los humedales de importancia internacional (sitios Ramsar). Actualmente han firmado la Convención 169 partes contratantes y se han creado 2.212 sitios Ramsar.

CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

<https://www.cbd.int/>

Tiene un triple objetivo:

- la conservación de la diversidad biológica,
- la utilización sostenible de sus componentes, y
- la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB se considera, a menudo, el principal instrumento internacional para el desarrollo sostenible. Lo han firmado 193 partes hasta el año 2015.

10.ª REUNIÓN DE LA CONFERENCIA DE LAS PARTES EN EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (COP10)

<https://www.cbd.int/cop10/>: adopta el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 (<https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-sp-es.pdf>) y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica (<https://www.cbd.int/sp/targets/>).

Entre sus objetivos para el 2020 se cuentan los siguientes:

- Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.
- Reforzar las redes de áreas protegidas, incluso mediante la activación de medidas de conectividad, tales como el desarrollo de redes ecológicas y corredores ecológicos, o la restauración de los hábitats y paisajes degradados.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (NACIONES UNIDAS)

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

En septiembre del 2015 la Asamblea de las Naciones Unidas aprobó los 17 objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En los próximos quince años los países intensificarán los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático. Los siguientes objetivos se relacionan directamente con el agua y la biodiversidad.

- Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Objetivo 15. Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.

Unión Europea

DIRECTIVA DE AVES

Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres, que sustituye a la Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0147&from=ES>

Establece la obligatoriedad de los estados miembros de proteger las especies de aves silvestres y de mantener sus niveles de población y sus hábitats.

DIRECTIVA HÁBITATS

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:ES:PDF>

Crea una red ecológica europea de espacios protegidos, la Red Natura 2000. Exige a los estados miembros preservar la integridad física y funcional de los espacios de la Red Natura 2000. Con 26.000 espacios protegidos, es la mayor red de espacios protegidos del mundo.

Establece la obligatoriedad de mantener y restablecer el estado de conservación favorable de los hábitats y especies de interés comunitario. Insta a adoptar medidas para evitar las alteraciones que causen efectos negativos en los hábitats y las especies que hayan motivado la designación de los espacios incluidos en la Red Natura 2000.

DIRECTIVA MARCO DEL AGUA (DMA)

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.

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0008.02/DOC_1&format=PDF

Uno de sus objetivos clave es la protección de los ecosistemas acuáticos. Establece medidas para mantener y mejorar su estructura y funcionalidad, determinaciones para conseguir la reducción de los excesivos niveles de nutrientes en numerosas masas de agua en toda Europa, así como la restauración de la conectividad ecológica fluvial (importante tanto para las especies acuáticas como las terrestres) y de las condiciones hidromorfológicas de los cursos y otras masas de agua.

ESTRATEGIA DE LA UE SOBRE LA BIODIVERSIDAD HASTA 2020: NUESTRO SEGURO DE VIDA Y CAPITAL NATURAL

Comisión Europea.: COM(2011) 244 final

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&from=ES>

Entre sus objetivos y actuaciones establece el mantenimiento y la mejora de ecosistemas y servicios ecosistémicos no más allá del 2020 mediante la creación de infraestructura verde y la restauración, como mínimo, del 15 % de los ecosistemas degradados.

INFRAESTRUCTURA VERDE: MEJORA DEL CAPITAL NATURAL DE EUROPA

Comisión Europea.: COM(2013) 249 final

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC_1&format=PDF

Define el concepto de infraestructura verde. Revisa cómo el desarrollo de una infraestructura verde contribuye a las políticas de la UE. Entre otras, cabe destacar las siguientes: la protección, la conservación y la mejora del capital natural; las políticas del agua (contribución a la gestión de las cuencas hidrográficas que resulte en una mejora de la calidad del agua, mitigación de los efectos de las presiones hidromorfológicas y reducción de las repercusiones de inundaciones y sequías); y la contribución a la aplicación de la gestión integrada de las zonas costeras.

España

PLAN ESTRATÉGICO DEL PATRIMONIO NATURAL Y LA BIODIVERSIDAD 2011-2017

http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/libro_plan_estrategico_pnb_tcm7-202703.pdf

Constituye el elemento fundamental de desarrollo de la Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (<https://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf>). Su meta general consiste en detener la pérdida de biodiversidad y la degradación de los servicios de los ecosistemas, así como afrontar su restauración. Para ello establece las correspondientes metas, objetivos y acciones.

principales iniciativas sobre empresa y biodiversidad

globales

PLATAFORMA MUNDIAL DEL SECTOR EMPRESARIAL Y LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

<https://www.cbd.int/business/>

Sitio del Programa del mismo nombre, desarrollado en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Se pueden encontrar información y herramientas de apoyo al sector empresarial en relación a los impactos que éste produce en la biodiversidad, así como a medidas para hacerles frente.

UN GLOBAL COMPACT

<https://www.unglobalcompact.org/>

Campaña de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible, que incluye también aspectos relativos a biodiversidad.

THE NATURAL CAPITAL COALITION (NCC)

<http://www.naturalcapitalcoalition.org/about.html>

Plataforma global, promovida por una amplia coalición de organizaciones, muchas de ellas empresas, abierta a las diversas partes interesadas, para apoyar el desarrollo de métodos de valoración del capital natural y social de las empresas.

Europa

BUSINESS@BIODIVERSITY

http://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/index_en.htm

Plataforma europea impulsada por la Comisión Europea, que recopila y da a conocer experiencias empresariales en pro de la biodiversidad, valorando al mismo tiempo cuáles son los beneficios empresariales que dichas experiencias aportan a las compañías.

CAMPAÑA EUROPEA EMPRESAS Y BIODIVERSIDAD (EBBC)

<http://www.business-biodiversity.eu/>

Iniciada por un consorcio de ONG y empresas europeas, la Fundación Global Nature se encarga de su coordinación. La EBBC surge con el fin de fortalecer el compromiso del sector privado con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

España

INICIATIVA ESPAÑOLA EMPRESA Y BIODIVERSIDAD

<http://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/>

Plataforma impulsada por la Fundación Biodiversidad (adscrita al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) que, según reza su página de presentación, pretende impulsar, junto con el sector empresarial, un desarrollo económico compatible con la conservación de la biodiversidad. Facilita un marco sólido de cooperación entre las grandes empresas, ONG, asociaciones y la Administración, aunando esfuerzos para la mejora y el mantenimiento del capital natural en España.



**DESARROLLO
SOSTENIBLE
BIODIVERSIDAD**

