



Guía Práctica de  
**RESTAURACIÓN  
ECOLÓGICA**

# Presentación

La futura Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (IVCRE), alineada con diversas estrategias europeas y convenios internacionales, reconoce la necesidad de conservar y acrecentar el capital natural y los servicios ecosistémicos en España. Una vez desarrollada e implantada, constituirá una herramienta imprescindible para dotar de objetivos a la mayoría de las actuaciones de restauración de ecosistemas en nuestro país.

En este contexto, la Guía que se presenta supone una propuesta operativa que incluye diversas herramientas y recomendaciones, con el fin de facilitar la incorporación de la Restauración Ecológica como enfoque y metodología óptima para la recuperación de ecosistemas.

La Guía es el resultado de un esfuerzo colaborativo en el que han participado científicos, consultores, administraciones (Administración General del Estado, comunidades autónomas y administraciones locales), empresas y ONG, con el objetivo de conseguir un documento de consenso. Se espera que las recomendaciones que aquí se ofrecen sean de utilidad y puedan contribuir de forma efectiva a la puesta en marcha y buena ejecución de la IVCRE.



## Consejos de navegación

- Se aconseja: descargar el pdf y visionar el documento a **pantalla completa**.
- El documento incluye varios documentos complementarios** (casos prácticos, anejos e información complementaria) que se abren en ventanas del navegador.
- El documento es un repositorio de información disponible en internet, a la que **se puede acceder directamente a través de los textos sombreados en verde**.

# Editores

Iñaki Mola, Rocío de Torre y Aixa Sopeña

## Han contribuido en la redacción

Iñaki Mola, consultor independiente

Rocío de Torre, consultora independiente

Sandra Magro, Ana Méndez y Adrián Mohamed,  
Creando Redes

David Álvarez, Ecoacsa

Ignacio Torres, Aixa Sopeña, Susana Troitiño,  
Victoria Pérez, Sonia Ortega, Blanca Bonilla,  
Anna Pons, Javier Maldonado, Mónica  
Berrocal, Maite Vela y Raquel Maya, Fundación  
Biodiversidad

Domingo Gómez-Orea y Teresa Gómez Villarino,  
Melissa, Consultoría e Ingeniería Ambiental, S.L.

Rafael Hidalgo y María Pita, Ministerio para la  
Transición Ecológica

Fernando Valladares, Museo de Ciencias  
Naturales, CSIC

José Ramón Molina y Rodrigo Fernández-  
Mellado, TYPSCA

Santiago Sardinero, Universidad de Castilla-La  
Mancha

José Francisco Martín Duque, Universidad  
Complutense de Madrid

Jordi Delgado, Universidade da Coruña

Antoni Palau y Pilar Mallol, Universidad de Lleida

## Empresas participantes

Antonio Casasola y Alejandro Rodríguez,  
Endesa

Valentín Alfaya y Piedad Molina, Ferrovial  
Emilio Tejedor y Virginia Cobeño, Iberdrola

Pilar Gegúndez y Laura Martínez,  
LafargeHolcim

Iban Chico, María Mangas, Álvaro Fernández  
García y José García Martínez, Naturgy

Andrés Rodríguez, María Palau y Sonia  
Moreno, OHL

## Han aportado información o contribuido con revisiones

Teresa Artigas y Luis Manso de Zúñiga,  
Ayuntamiento de Zaragoza

Montserrat López Molina, ACER Associació per  
a la Conservació de l'Entorn i la Recerca

Mikel Sarriegi, BASOINSA S.L., Ingeniería  
Ambiental

José María Gómez y Ruth Millán, CEMEX  
Rosa Carretón y César Luaces Frades,  
COMINROC, Federación de Áridos y ANEFA

Juan Manuel Ceballos-Escalera Fernández,  
Comunidad de Madrid

Eduardo Lafuente, Confederación Hidrográfica  
del Segura

Joris de Vente, Consejo Superior de  
Investigaciones Científicas, CEBAS-CSIC

Irene Estaún, Consell Insular de Menorca

Miquel Campos Llach, Consorci de l'Estany

Patricia García Peña y Sara Nyssen González,  
Ecoherencia

Julio Ochoa Zabalza, ENCE

Carlos Iglesias, ESC – Environmental Studies  
Consultants

Amanda del Río, Fundación Global Nature

Luis Vizcaíno Pérez, Gobierno de las Islas Baleares

Carmen Ursúa Sesma, Gobierno de Navarra

Pedro Herrero, Grupo CLH

Daniel Díaz Toledano, Iberorest

Inés Santé Riveira, Instituto de Estudios  
del Territorio, Xunta de Galicia

Susana de Sarriá Sopeña, Junta de Andalucía

Javier de la Villa Albares, Junta de Castilla-La  
Mancha

Ángel Manuel Sánchez Martín, Junta de Castilla  
y León

Luis Linares, Linaria Consultores Ambientales S.L.

Santiago Gracia Campillo y Tania López-Piñeiro,  
Ministerio para la Transición Ecológica

Alicia Forner Sales, Museo de Ciencias  
Naturales, CSIC

Juan Vielva Juez, Parque Nacional de la Sierra  
de Guadarrama

María Belarmina Díaz Aguado, Principado  
de Asturias

Santos Cirujano, Real Jardín Botánico, CSIC

Borja Álvarez y Mercedes Gil, Red Eléctrica  
de España

José Mª Rey Benayas y Zoë Rohrer Rodríguez,  
Universidad de Alcalá de Henares y Fundación  
Internacional para la Restauración de Ecosistemas

Juan Francisco Mota Poveda, Universidad de  
Almería

Rut Sánchez de Dios, Universidad Complutense de  
Madrid

Rafael Fernández Rubio, Universidad Politécnica  
de Madrid

Marcos Valderrábano, Catherine Numa y Andrés  
Alcántara, UICN Centro de Cooperación del  
Mediterráneo

Jorge Miguel Isabel Rufo y Ewelina Usarek,  
Universidad de Castilla-La Mancha

Iban Hurtado y Cristina Gil, Vaersa

María Melero y Diego Ramírez, WWF España

Asier Saiz Rojo, Zenit Ingeniería

## Fotos

Se agradece la cesión de fotos a:

ACER, Aixa Sopeña, Antonio Jesús Palomo  
Pineda, CEMEX, Confederación Hidrográfica del  
Segura, Consell Insular de Menorca, Consorci de  
l'Estany, Ecoacsa, ENCE, Endesa, FAPAS, Ferrovial,  
Fundación Global Nature, Fundación Internacional  
para la Restauración de Ecosistemas, Iberdrola,  
Iñaki Mola, Javier García, Jorge Miguel Isabel  
Rufo, Juan Cuetos, Juan Manuel Reyes Paéz,  
LafargeHolcim, Luisa Alexandra Torres Villamizar,  
Marisol Redondo, Naturgy, OHL, Parque Nacional  
de la Sierra de Guadarrama, REE, TYPSCA

## Cita recomendada

Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (editores).  
2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica.  
Fundación Biodiversidad del Ministerio para la  
Transición Ecológica. Madrid. 77 pp (disponible en  
[https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/  
content/guia-practica-de-restauracion-ecologica](https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica))

# Índice



## OBJETIVO Y ALCANCE DE LA GUÍA

1.



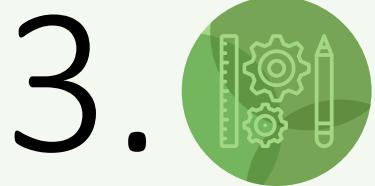
## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA (RE)

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Conceptos y principios básicos
- 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE



## METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología



## LA APLICACIÓN DE LA RE

- 3.1. Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos
- 3.2. Contratación de la RE



## CASOS PRÁCTICOS

- ④ CEMEX
- ④ CLH
- ④ Comunidad de Madrid
- ④ Confederación Hidrográfica del Cantábrico
- ④ Consell Insular de Menorca
- ④ ENCE
- ④ Endesa
- ④ Ferrovial
- ④ Fundación Global Nature
- ④ Iberdrola
- ④ LafargeHolcim
- ④ Naturgy
- ④ OHL
- ④ REE

## ANEJOS

- ④ 1. Marco normativo y social en España
- ④ 2. Conceptos relacionados con el capital natural
- ④ 3. Compensación de impactos
- ④ 4. Herramientas prácticas para la RE
- ④ 5. Restauración Ecológica y Cambio Climático

## GLOSARIO

## BIBLIOGRAFÍA

# Objetivo y alcance de la Guía

A finales de 2015, Endesa, Ferrovial, Iberdrola, LafargeHolcim, Naturgy y OHL, en el marco de la Iniciativa Española Empresa y Biodiversidad (IEEB), liderada por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica, decidieron apoyar la elaboración de una guía práctica para facilitar la incorporación de la metodología de la Restauración Ecológica (en adelante RE) en sus operaciones.

El objetivo que persigue esta Guía es orientar la toma de decisiones para fomentar la RE en actuaciones para el fortalecimiento y recuperación del capital natural.

Tiene la intención de ser útil a la vez para el sector empresarial, el académico, la Administración y el entorno social. En este sentido, no se pretende generar ciencia ni preceptos básicos, sino mostrar de forma sintética los principales conceptos de la RE y ofrecer algunos de los recursos disponibles actualmente.

Además, se presentan ejemplos que en alguno de sus aspectos pueda plasmar la aplicación de los criterios, técnicas o metodologías que, en diferentes casos y entornos, han posibilitado la aplicación completa o parcial de la metodología de una RE. Estos ejemplos se refieren principalmente a restauraciones realizadas en el medio terrestre ya que, hasta la fecha, existe un menor desarrollo y conocimiento de la restauración de ecosistemas marinos.

A pesar de que, por definición, la RE surge para actuar sobre ecosistemas ya degradados, se pretende que la presente Guía también se aplique de forma preventiva, ya sea antes de iniciar una actividad o como estrategia de gestión de un territorio. Por ello, las premisas de la RE deberían quedar insertadas tanto en las políticas ambientales de empresas como en planes y proyectos con efectos sobre el territorio. En definitiva, la RE se puede aplicar en todas las fases del ciclo de vida de las actividades y procesos que afectan al territorio, tales como edificación, obra civil, minería, agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, actividades de ocio y turismo, etc. Desde el punto de vista de la gestión pública, la RE debería quedar integrada en una planificación del territorio a escala de paisaje y armonizada con otras políticas (agrícola, forestal, desarrollo rural, medio natural, etc.). En cualquiera de los casos, su eficiencia es claramente mayor si se aplica con anticipación y en las fases de planificación previa.

Para aligerar su contenido en el texto, se incluye un apartado de glosario, otro de referencias bibliográficas de interés y una serie de anejos con información técnica complementaria y recursos que pueden resultar de utilidad. El formato online de esta Guía permite sintetizar la información al máximo, aprovechando la virtud de los enlaces a distintos documentos para ampliar información, y permitiendo incorporar ejemplos de una forma interactiva.



Ver Resumen Ejecutivo

# 1



## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

**1.1.** Antecedentes

**1.2.** Conceptos y principios básicos

**1.3.** Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

## 1.1 Antecedentes

La degradación de los ecosistemas naturales y los paisajes se ha intensificado en los últimos tiempos con la expansión urbana, las infraestructuras, la industria, la agricultura y la ganadería y otros usos, así como la demanda de recursos naturales para una población en aumento.

Tal degradación afecta negativamente a la calidad de vida y bienestar humano y exige, de un lado, adoptar cambios en los modelos productivos, de consumo y de comportamiento social para un desarrollo sostenible y, de otro, revertir las situaciones de degradación que la propia actividad humana genera.

Ya en las décadas 70 y 80 del siglo pasado la alarma social ante la degradación de ecosistemas implicó la aparición de las legislaciones de Evaluación de Im-



*La polinización es uno de los servicios ecosistémicos más importantes de los ecosistemas (el 87,5 % de las plantas con flor necesitan de los insectos para garantizar su reproducción (Ollerton et al., 2011<sup>1</sup>) de relevancia clave en la funcionalidad de los ecosistemas y con importantes consecuencias económicas para la agricultura. La Unión Europea ya tiene su propia Iniciativa de la UE sobre polinizadores<sup>2</sup> y el Convenio de Diversidad Biológica ha emitido una recomendación específica<sup>3</sup>, basada en informes<sup>3</sup> que indican la necesidad de considerar a los polinizadores cuando se realizan restauraciones de espacios o de hábitats.*

pacto Ambiental en distintos países. En ese momento, el estado de la técnica y la investigación era prácticamente inexistente, por lo que los responsables de aplicar los condicionantes ambientales tuvieron que improvisar criterios y umbrales basados en su experiencia y buen criterio profesional. Estas lagunas en el conocimiento implicaron que los resultados de estas medidas no fueran siempre todo lo efectivas que hubieran sido deseables.



Según la **Evaluación de los Ecosistemas del Milenio**<sup>4</sup>, en los últimos 50 años, el 60 % de los servicios ecosistémicos mundiales se ha degradado. En España, el 45 % de los servicios de los ecosistemas evaluados se han degradado o se están usando insosteniblemente, siendo los servicios de regulación los más afectados.

Actualmente, la degradación de la superficie de la tierra por causas humanas afecta de forma negativa a 3.200 millones de personas, llevando al planeta hacia su sexta extinción masiva, y costando un 10 % del producto anual bruto en concepto de pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.<sup>5, 6</sup>

El **TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)**<sup>7</sup> estimó el impacto económico de la degradación de los sistemas naturales entre 2 y 5 billones de dólares/año. La degradación del capital natural se ha convertido hoy, por tanto, en un factor limitante para el bienestar humano y la sostenibilidad económica. El informe afirma también que:

*“...la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas implica riesgos para las empresas, al tiempo que grandes oportunidades. Las empresas deben valorar el coste de su impacto en la biodiversidad y en los ecosistemas para manejar estos riesgos y estas oportunidades, asegurando un mejor futuro para todos.”*

# 1.1 Antecedentes

En paralelo a este origen legislativo, en sinergia entre la Biología de la Conservación y la Ecología del Paisaje, surge la Ecología de la Restauración como disciplina científico-técnica, de vocación eminentemente práctica, por lo que la adecuada transferencia tecnológica es una prioridad. Este proceso cristaliza en 1988 con la creación de la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER), punto de encuentro entre técnicos y ecólogos interesados en el estudio de la recuperación de espacios degradados.

Así pues, en los últimos años, tanto el enfoque como las metodologías para afrontar las acciones de conservación de ecosistemas y, específicamente, las actuaciones de restauración han evolucionado enormemente.

Hoy en día, existe un amplio consenso en que ya no es posible mantener la biodiversidad del planeta en un nivel aceptable exclusivamente mediante la conservación selectiva de zonas prioritarias. Por este motivo y a nivel nacional, la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (IVCRE) supone un antes y un después en nuestro país en materia de restauración. En concreto, la IVCRE proporciona las orientaciones necesarias para identificar las áreas prioritarias para la restauración con criterios objetivos y transparentes de fundamento ecológico, sociocultural y económico, según la mejor información disponible.

En este contexto, la RE ha sido reconocida por múltiples sectores (científicos, técnicos, administrativos y sociales) como una herramienta fundamental para revertir la degradación generalizada de los ecosistemas, reponer el capital natural, y garantizar el suministro de bienes y servicios ecosistémicos a la sociedad para su disfrute y aprovechamiento sostenible a medio y largo plazo.

Hoy en día, la conservación de los ecosistemas trasciende la responsabilidad de las administraciones públicas para ser **responsabilidad global** de todos los ciudadanos, agentes, actores y niveles territoriales. La sociedad va tomando conciencia de la indisoluble relación entre la funcionalidad de

los ecosistemas y la calidad de vida de los seres humanos. En consecuencia, se vienen desarrollando políticas, normas, estrategias y planes que velan por la conservación y por la restauración de ecosistemas, en busca de la sostenibilidad a largo plazo del propio modelo de desarrollo económico.

A nivel mundial, las **Metas de Aichi**<sup>9</sup>, el **Desafío de Bonn** de la UICN<sup>10</sup> de 2011 y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** de la Agenda 2030 de Naciones Unidas<sup>11</sup> incluyen consideraciones específicas relacionadas con la restauración de ecosistemas. A nivel europeo, la **Estrategia de la Unión Europea sobre Biodiversidad para el año 2020**<sup>12</sup>, aprobada en 2011, y la Comunicación de la Comisión sobre **Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa**<sup>13</sup>, publicada en 2013, contemplan detener la pérdida de biodiversidad mejorando la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas.



## Algunas metas relevantes:

El ODS 15.3 establece como meta para 2030, ‘luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo’.

El Desafío de Bonn aspira a restaurar 150 millones de hectáreas deforestadas y degradadas hasta 2020, incrementándose hasta los 350 millones de hectáreas para 2030.

El Objetivo 2 de la “Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2020” se centra en el mantenimiento y mejora de los ecosistemas mediante el establecimiento de una infraestructura verde y la restauración de al menos un 15 % de los ecosistemas degradados.

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos

La RE se define como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004<sup>14</sup>). Por tanto, su papel es activador, iniciando o acelerando procesos que facilitan la recuperación del ecosistema, teniendo en cuenta su propia capacidad de estabilización y autorregulación a corto, medio y largo plazo. Todo ello fundado en los siguientes principios:

- Está basada en **criterios científicamente contrastados**: Se trata de un conocimiento que sigue el método científico, cuyos resultados están avalados con su publicación en revistas científicas reconocidas, lo que supone que han sido exhaustivamente revisados y posteriormente evaluados por expertos.
- Implica un **diagnóstico ecológico**. Dado que cada caso es único, la RE se sirve de un diagnóstico específico del espacio a restaurar que, además, ha de tener un enfoque holístico, en el que se contemplen las necesidades socioeconómicas y el contexto histórico-cultural a distintas escalas. Incluye las relaciones ecosistémicas y también el paisaje.
- La importancia del **ecosistema de referencia**, que define los procesos ecológicos que se deben recuperar y que suele ser próximo y semejante al original (en el caso de las rehabilitaciones y remplazos, como se verá más adelante, este concepto se puede ver modificado). El ecosistema de referencia no suele ser único ni estático y para su adecuada selección resulta de mucha utilidad conocer la evolución histórica y/o a futuro (en

un contexto de cambio global). Este ecosistema de referencia es la base para establecer las características de la intervención (morfología, taxones, hidrología, procesos dinámicos, etc.).

- Busca una **intervención mínima**: Al identificar los procesos ecológicos clave que rigen el funcionamiento del ecosistema y actuar sobre ellos, se desencadena la expresión de la memoria y se activa la capacidad de auto-regeneración de los ecosistemas. Por ello, se deben tener en cuenta los procesos dinámicos que permitan establecer mecanismos de mínima intervención en la gestión futura.
- Lleva asociados modelos de **gestión adaptativa**, que permiten marcar fases en las que medir la evolución del ecosistema y así, en caso de producirse desviaciones respecto a los objetivos iniciales previstos, se pueden reorientar las medidas y acciones de restauración o incluso los objetivos. Esta labor de continuo seguimiento y evaluación del desarrollo del proyecto permite manejar la incertidumbre derivada de sistemas ecológicamente complejos, adaptando el proyecto en todo momento hacia las metas de restauración.
- Debe ser **flexible y pragmática**<sup>15</sup>, de manera que teniendo en cuenta los marcos ecológico, socioeconómico y cultural se maximice la biodiversidad, los procesos ecológicos y la provisión de servicios ecosistémicos.



En general, la forma más adecuada de abordar la restauración ecológica es favorecer los procesos de recuperación natural, complementando estos procesos en la medida en que el potencial de recuperación natural esté dañado (SER).

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos

La naturaleza de esta disciplina como confluencia de ida y vuelta entre ciencia y tecnología queda patente en su denominación como “Ecología de la Restauración”, que hace referencia a la ciencia, y su recíproca “Restauración Ecológica”, que hace alusión a su aplicación como tecnología. En concreto, para ser ecológica, la RE tiene que ser holística<sup>16</sup>, es decir, que actualmente no se puede plantear la RE como intervención en el medio exclusivamente desde una perspectiva científica, desde la Ecología, sino que debemos integrar las sinergias con la socioeconomía, en particular con la demanda de servicios ecosistémicos, con la cultura como contexto histórico, y con la faceta más subjetiva del futuro usuario o habitante del paisaje restaurado, considerando su perfil emocional o personal<sup>17</sup>.

En la práctica, la RE puede considerarse de forma específica para una actuación concreta o insertando su enfoque y metodología en todos aquellos sectores cuyo desarrollo de su actividad tiene efectos sobre el territorio (obra civil, minería, agricultura, etc.). Esto puede hacerse tanto en instrumentos de planificación (políticas, planes, programas y proyectos, incluida su ejecución y seguimiento) como en la gestión de las actividades en marcha. Constituye un reto por la ruptura que implica respecto a los enfoques y técnicas convencionales aplicados hasta ahora.



En relación a la terminología científico-técnica, cabe recordar que cada término es único para evitar interpretaciones erróneas. Desgraciadamente, en ciertos textos se emplean términos diferentes como sinónimos: integración ambiental, integración paisajística, integración ecológica, restauración ambiental, restauración paisajística, restauración ecológica, etc., lo que puede provocar cierta confusión. Se debe hacer un esfuerzo para implementar la terminología de forma correcta y evitar errores de este tipo.

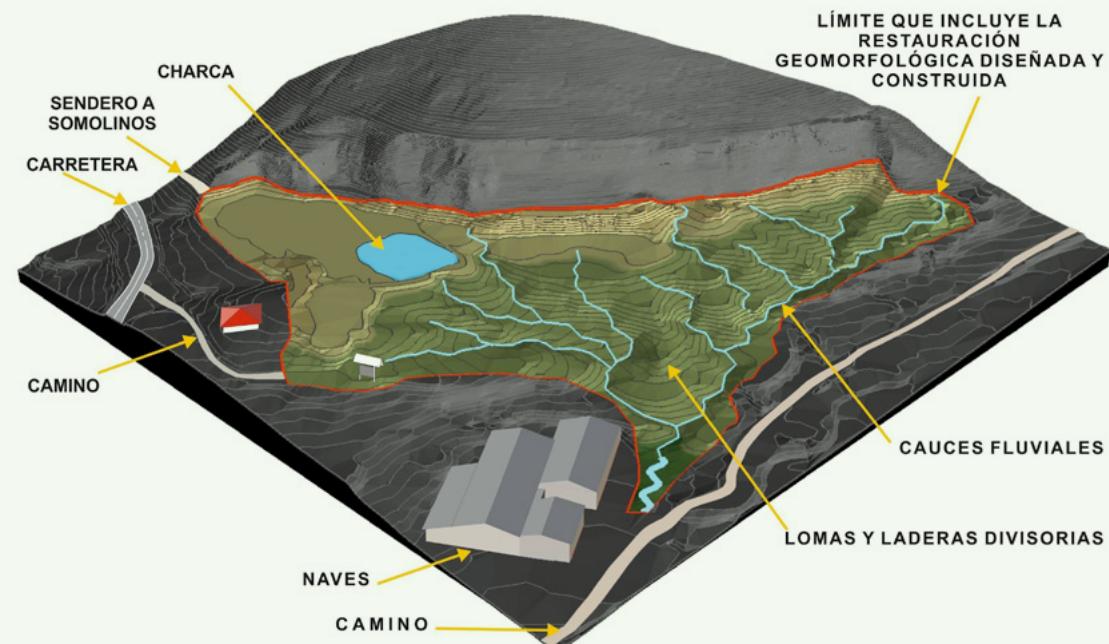


Figura 1. La incorporación de principios geomorfológicos en la RE de la cantera de Somolinos, en Guadalajara, aportó una solución a los problemas de erosión hídrica, que limitaban el desarrollo de suelo y vegetación, y no controlaban las tasas de emisión de agua y sedimentos hacia un arroyo cercano. La intervención basada en la RE ha permitido la recuperación de un nuevo equilibrio hidrológico y geomorfológico integrado en un entorno de la Red Natura 2000, creando además un servicio ecosistémico de zona de recreo para la población cercana. [Ver el caso completo](#). Fuente: Martín-Duque *et al.*, 2012.<sup>18</sup>

# 1.

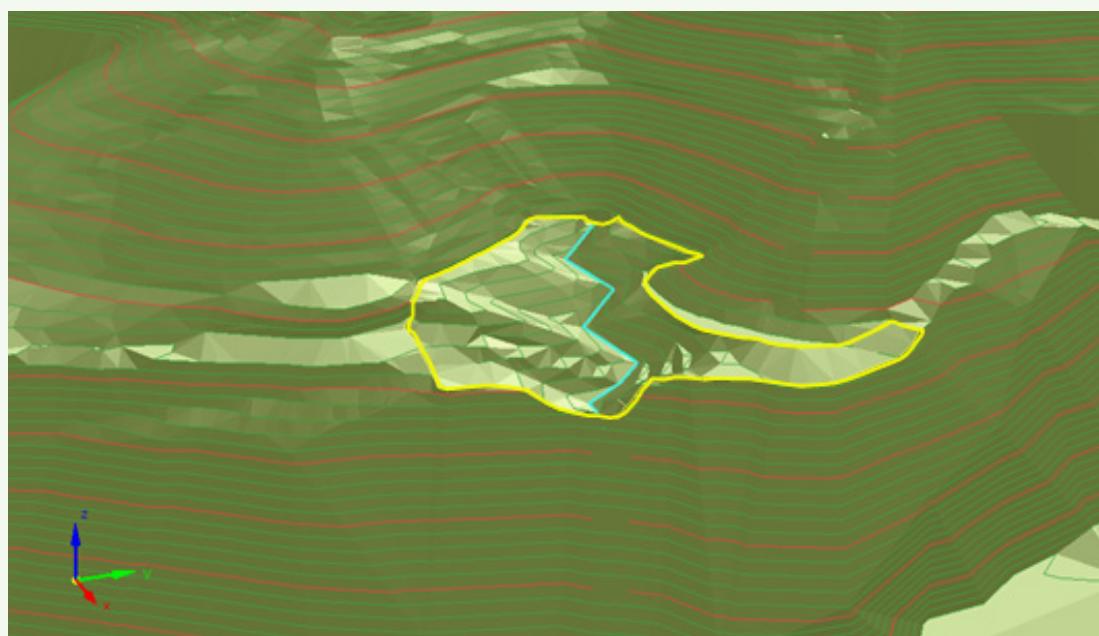
## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos



No obstante, hay un factor para el que la sociedad debe estar preparada, y ese es el tiempo. Esto supone también un cambio de enfoque importante (ver apartado 1.3 de Oportunidades y Riesgos). La RE trabaja sobre procesos ecológicos, guiando y acelerando la dinámica hacia el ecosistema de referencia, y, en muchas ocasiones, especialmente en ecosistemas mediterráneos, los resultados no son inmediatos. Del mismo modo que la regeneración natural de un escenario alterado, en caso de que sea reversible, es lenta, por mucho que la RE quiera acelerar procesos casi nunca se puede obtener el ecosistema objetivo para el día de la inauguración de la infraestructura, el día de cese de actividad en una mina o cantera, etc. La eficiencia de esta tecnología es evidente, pero existen unos tiempos mínimos que los sistemas complejos necesitan para reajustarse y alcanzar nuevas situaciones de equilibrio dinámico, lo que debería quedar contemplado en el proyecto de RE.

La plena implantación de la RE supone una evolución tecnológica en el ámbito ambiental, donde los profesionales encargados de realizarla deberán tener una formación en Ecología de la Restauración cualificada que les capacite para desarrollar minuciosos estudios de cada caso particular, plantear certeros diagnósticos ecológicos y dirigir la gestión adaptativa del proyecto, reconduciendo los elementos y procesos naturales que considere oportunos para alcanzar los objetivos establecidos al inicio.

Figura 2. Frente a soluciones convencionales (rip-raps, gaviones, terrazas, mantas estabilizadoras, rollos de contención, etc.) que se suelen aplicar en escombreras y escenarios afectados por actividades mineras históricas, en esta cuenca minera del Bierzo, en Arlanza (León), se propuso un remodelado topográfico que simula relieves naturales, restituyendo procesos hidrológicos tanto fluviales como de las laderas que facilitan la progresiva recuperación del sistema degradado. Fuente: [restauraciongeomorfologica.com](http://restauraciongeomorfologica.com) Ver caso completo.

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos

## Opciones de intervención

La intervención necesaria para llevar a cabo una RE se puede clasificar en activa o pasiva:

- La **restauración ecológica activa** consiste en la intervención directa del hombre sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de remplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo para garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional.
- La **restauración ecológica pasiva** se centra en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema degradado pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad. Cabe destacar que esta posibilidad siempre debe contemplarse como primera opción, ya que en numerosas ocasiones sus resultados pueden ser comparables y con frecuencia superiores a los de la restauración activa.

La elección de RE activa o pasiva depende del diagnóstico ecológico del espacio, considerando las opciones más realistas y viables en el plazo de tiempo disponible, y desde un punto de vista ambiental, económico, social y científico-técnico. En la práctica, la restauración activa solo es recomendable cuando el grado de deterioro del ecosistema se encuentra por debajo del umbral que permite que su memoria ecológica se ponga en funcionamiento de forma natural y en un plazo de tiempo aceptable, siendo viable su auto-regeneración.

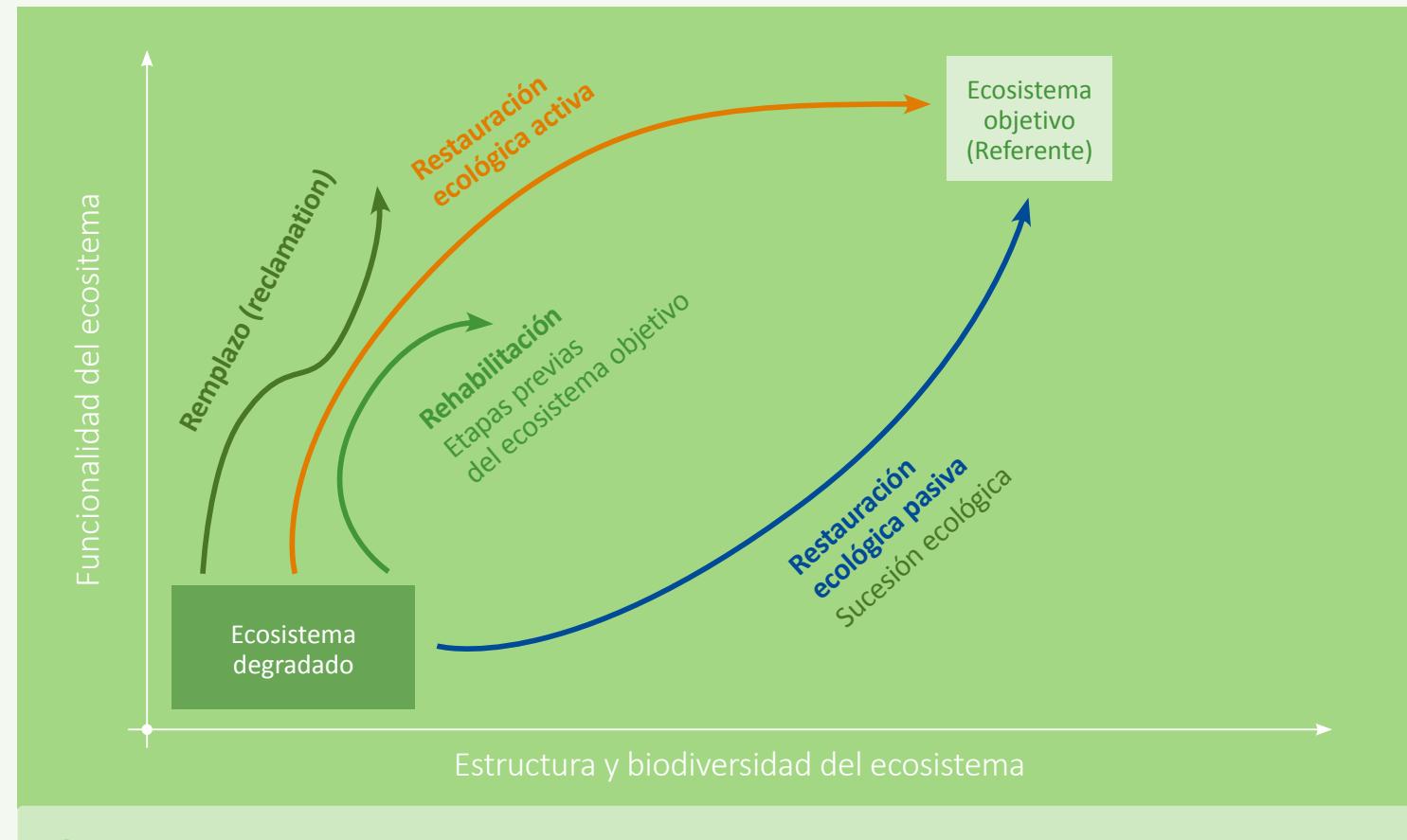


Figura 3. Diferentes trayectorias en el proceso de restauración de un ecosistema degradado (adaptado de Bradshaw, 1997, por Rocío de Torre, 2016).

1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

1.1. Antecedentes

1.2. Conceptos y principios básicos

1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos

La RE contempla diferentes resultados finales, siempre y cuando cumplan los nueve atributos de un ecosistema restaurado (apartado 2.8). Dependerá del estado de degradación del ecosistema, el contexto ecológico, social y económico en que se inscribe y los objetivos definidos por el proyecto de RE. En este sentido, siempre que se incluyan estos preceptos, la RE comprende los conceptos de:

**Reemplazo** (Reclamation) o cambio de uso útil: La degradación del ecosistema original es de tal magnitud que es prácticamente imposible asistir a su recuperación. Este caso es frecuente en los espacios afectados por minería y otras actividades extractivas (áridos, por ejemplo), donde se ha originado una nueva geomorfología. El ecosistema degradado no puede ser re establecido ni en su estructura ni en su funcionalidad original, por lo que la intervención se orienta a obtener un nuevo ecosistema, aprovechando esta nueva situación de partida.

**Rehabilitación:** Se refiere a la recuperación de la funcionalidad del ecosistema sin recuperar completamente su estructura, utilizando incluso especies inexistentes en el ecosistema previo a la perturbación (p. ej. la recuperación de un bosque mediante especies pioneras). Por tanto, se trata generalmente de una restauración parcial.



En el contexto de la actividad minera, deben aplicarse los términos legalmente recogidos en el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras<sup>19</sup>. Para este sector, las actividades que se reflejan en esta guía se amparan bajo la terminología de la rehabilitación ecológica de espacios naturales afectados por actividades extractivas.



© Pablo Candamio

Generación de un nuevo ecosistema por reemplazo por parte de Lignitos de Meirama S.A. (Naturgy)

## 1.

### EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

#### 1.1. Antecedentes

#### 1.2. Conceptos y principios básicos

#### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.2. Conceptos y principios básicos

## La RE en el marco de la Jerarquía de Mitigación

La RE no debe entenderse exclusivamente como un instrumento para actuar sobre ecosistemas ya degradados, sino que tiene un mayor sentido cuando se aborda desde la prevención y la corrección. De hecho, aplicada en el marco del desarrollo de actividades de ingeniería civil, urbanismo, agricultura, minería o industria, la consideración de la RE en fases tempranas de diseño y planificación de planes y proyectos puede ser mayor garantía de eficacia y eficiencia (**figura 4**).

Así pues, la RE se contempla en el marco de la Jerarquía de Mitigación, definida por la Iniciativa Intersectorial para la Diversidad (CSBI)<sup>20</sup> como la secuencia de acciones dirigidas a mantener o mejorar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos mediante intervención antrópica.

La Jerarquía de Mitigación permite identificar riesgos e impactos físico-ecológicos y socioculturales asociados a las actividades antrópicas en su fase de planificación, contribuyendo a prevenirlos, mitigarlos y gestionarlos<sup>21</sup>. En concreto, establece una secuencia de pasos para planificar proyectos y actividades que comienza con el estudio y conocimiento de los ecosistemas (biodiversidad, procesos biológicos, factores y procesos abióticos) y los servicios que prestan en el área donde se pretende desarrollar la actividad. Sobre este conocimiento se deben identificar los impactos previstos y, en función de los mismos, evitar los que se pueda (prevención), minimizar los no evitables (minimización), restaurar el ecosistema alterado resultante y compensar los impactos residuales (ni evitables, ni corregibles, ni restaurables). Todo ello con el objetivo de conseguir un Impacto Neto Cero, sin pérdida neta de biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos, o en el mejor de los casos, un Impacto Neto Positivo, es decir, recuperar la biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos del área en la que se interviene con valores mayores a los de su situación de partida (**figura 5**).

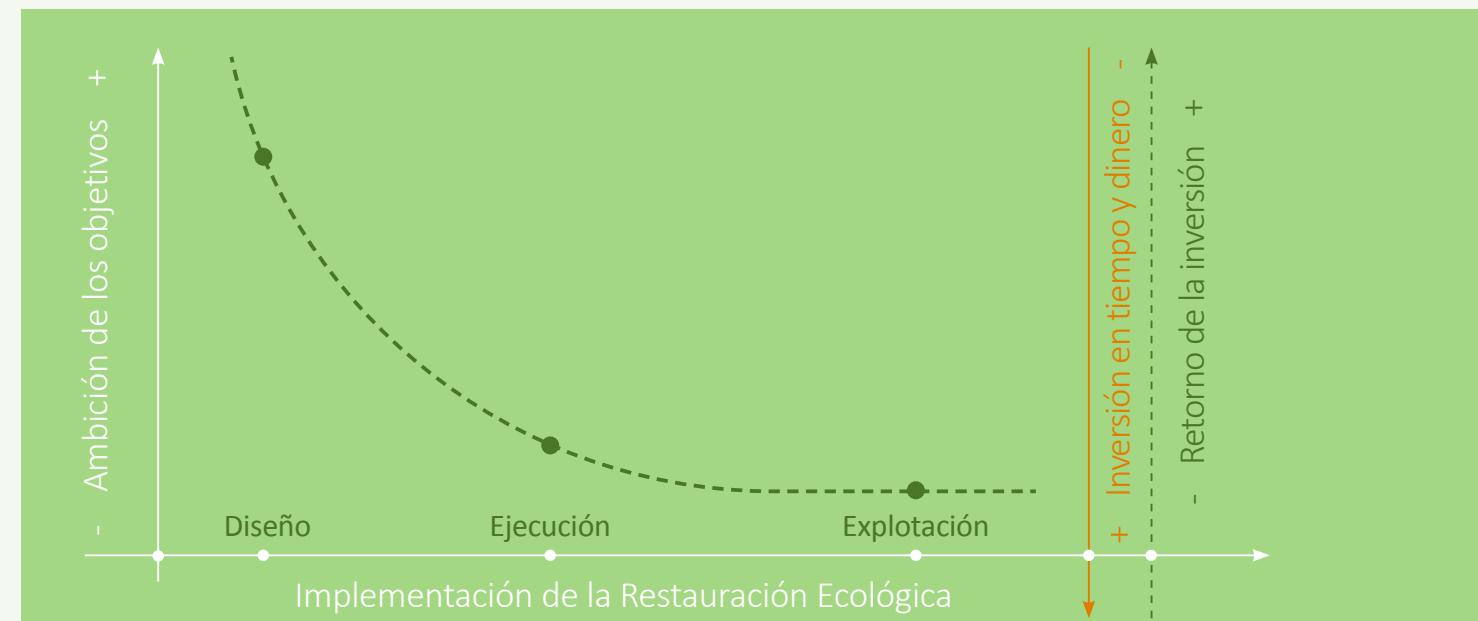


Figura 4: Relación entre la ambición de los objetivos y la inversión necesaria según la fase de desarrollo de un proyecto en la que se implementa la RE. Fuente: Creando Redes.

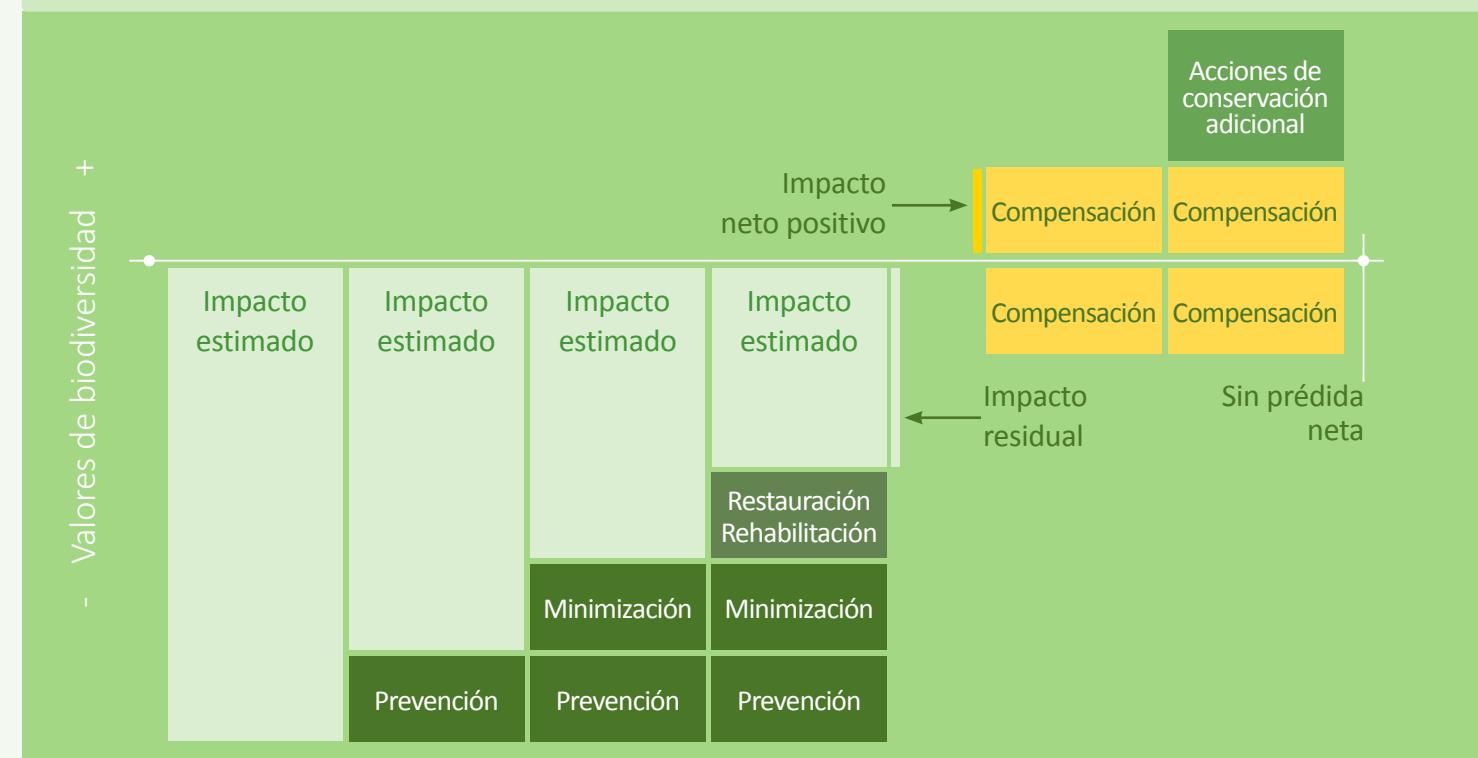


Figura 5: Jerarquía de la Mitigación (Adaptado de BBOP<sup>22</sup>).

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

## 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

La RE presenta un enfoque innovador en España y, cada vez más, las organizaciones públicas y privadas apuestan paulatinamente por su aplicación. Supone una evolución en relación a las prácticas utilizadas, ya que la aplicación de criterios ecológicos está ya prevista en diversos instrumentos legales (Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad<sup>23</sup>, Ley de Evaluación Ambiental<sup>24</sup>, Ley de Responsabilidad Medioambiental<sup>25</sup>, Ley de Minas<sup>26</sup>, etc.). Sin embargo, integrar de forma plena y explícita la RE en el marco normativo y en los



*El Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA) colaboró con Naturgy en la restauración de casetas de transformadores en desuso como lugares de reproducción y refugio a diferentes especies silvestres, creando de esta manera puntos de biodiversidad.*

instrumentos de planificación del desarrollo supone todavía un reto notable. Por otro lado, plantea numerosas oportunidades ambientales, sociales, económicas y reputacionales para instituciones y empresas, que permiten augurar un futuro optimista de esta metodología e intervención. Se ilustran en las siguientes páginas, de forma sintética, las principales oportunidades para integrar la RE en el marco normativo, ambiental, ecológico y social.



*La Plataforma Central Iberum se ha concebido como el primer Ecopolígono de España, donde las áreas verdes del parque industrial representan una gran oportunidad para conectividad entre hábitats y la biodiversidad. Desde el año 2014 la Universidad de Castilla-La Mancha en colaboración con Urban Castilla-La Mancha ha llevado a cabo proyectos de investigación centrados en la restauración ecológica de zonas verdes industriales.*

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

# 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

1.1. Antecedentes

1.2. Conceptos y principios básicos

1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

Oportunidades para la RE de carácter ambiental	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Aumento de biodiversidad.</b></li> <li><b>Adaptación al cambio global, favoreciendo la resiliencia de los ecosistemas.</b></li> <li><b>Favorecer la conectividad de ecosistemas y la generación de infraestructura verde.</b></li> <li><b>Mejorar la gestión sostenible del territorio.</b></li> <li><b>Uso eficiente de los recursos.</b></li> <li><b>Incremento del capital natural y los servicios ecosistémicos.</b></li> </ul>	<p>El <b>Consorci de l'Estany</b> es una entidad pública creada para preservar y revalorizar el patrimonio natural y cultural e impulsar las funciones económicas medioambientales y sociales propias del espacio natural protegido del Lago de Banyoles. Desde 2003, se han llevado a cabo numerosas actuaciones de restauración de las cuales algunas forman parte de tres proyectos LIFE consecutivos (<b>LIFE Lago</b>, <b>LIFE Proyecto Estany</b> y <b>LIFE Potamo Fauna</b>), todos ellos con el objetivo de recuperar la funcionalidad de los procesos ecológicos del sistema de humedales y garantizar la conservación del entorno del lago, a través de la recuperación de hábitats y de especies de fauna y flora, y gestionando los procesos de perturbación derivados de la actividad humana y de la presencia de especies invasoras.</p> <p><b>Arrecifes artificiales en los restos de una central térmica.</b> Durante la vigilancia ambiental de las obras de desmantelamiento de los pantalanes de la antigua central térmica de Sant Adrià de Besòs (Barcelona), Endesa observó que las estructuras de hormigón más antiguas (la primera fue construida en 1913) habían potenciado una cierta recuperación del fondo marino y se encontraban colonizadas por una gran diversidad de especies. Esta situación, ambientalmente más idónea que la propia demolición, se consideró una oportunidad y motivó, a través de un convenio con los ayuntamientos de Badalona y Sant Adrià de Besòs, la potenciación de la biodiversidad marina y la recuperación integral de este espacio mediante la creación de un biotopo-parque de arrecifes artificiales.</p> <p><b>Conectividad para el oso pardo.</b> Naturgy firmó un convenio con la Fundación Oso Pardo para el desarrollo y ejecución de restauración de hábitats, con el fin de favorecer la conectividad en los pasillos preferentes de hábitat del corredor interpoblacional del oso pardo. Mediante la creación de bosquetes, la reducción de puntos negros por cruce de infraestructuras y la mejora de hábitats en los terrenos gestionados por la empresa, se logró un aumento notable de la conectividad. Naturgy, participa además en el Proyecto LIFE OSO COUREL “Actuaciones para favorecer la expansión del oso pardo a nuevos territorios en la Serra do Courel (Galicia)”.</p>



La decidida apuesta de la administración local por la conservación de este espacio de la Red Natura 2000 Lago de Banyoles (ES5120008) ha sido clave para las actuaciones de restauración desarrolladas.

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

## 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

Oportunidades para la RE de carácter económico	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Integración del capital natural en la gestión económica y de las actividades.</b></li> <li><b>Creación de empleo verde: nuevas fuentes de ingresos y nuevos nichos de mercado.</b></li> <li><b>Oportunidades financieras.</b></li> <li><b>Reducción de costes de mantenimiento y de ejecución.</b></li> <li><b>Adaptación al cambio global para la sostenibilidad de la actividad económica.</b></li> <li><b>Reducir los riesgos ambientales y sus efectos económicos negativos.</b></li> </ul>	<p>El <b>Programa de Financiación de Capital Natural</b> (NCFF)<sup>27</sup> del Banco Europeo de Inversiones (EIB) tiene por objetivo amparar la concesión de créditos en condiciones favorables a proyectos que durante su desarrollo produzcan un incremento de capital natural, lo que se puede transformar en ingresos y/o ahorro de costes. Los proyectos apoyados por NCFF promueven la conservación, restauración, gestión y mejora del capital natural, demostrando el potencial beneficio empresarial derivado y su interés para los mercados.</p> <p><b>LIFE Elia</b><sup>28</sup>. La gestión inteligente del capital natural puede aportar beneficios sustanciales para la gestión de la infraestructura existente. El proyecto LIFE Elia ha creado humedales naturales a lo largo de los corredores de líneas de transmisión eléctrica en áreas forestales. El fomento de la presencia de vegetación con crecimiento ralentizado de forma que no interfiera con las líneas eléctricas aéreas ha resultado en una reducción a largo plazo de los costes de mantenimiento y los riesgos de incendio. Por otro lado, se produce un incremento del capital natural mediante una diversificación de servicios de los ecosistemas, como la atenuación de riesgos de inundación y un aumento de la biodiversidad, lo que mejora la funcionalidad y resiliencia ecosistémica.</p> <p>El proyecto <b>LIFE Basses</b>, del Consell Insular de Menorca, llevó a cabo un inventario de los humedales temporales mediterráneos (Habitat *3170) en Menorca, estableciendo planes de gestión en función de las seis tipologías de estanques temporales definidas en la isla. Las medidas más relevantes de gestión y restauración contempladas en estos planes se introdujeron dentro del Contrato de la Reserva Agraria de la Biosfera, de modo que los propietarios privados que deseen promover prácticas sostenibles en sus explotaciones pueden verse compensados económicamente por ejecutar actuaciones de restauración de los estanques temporales presentes en sus fincas.</p>



La caracterización de los distintos tipos de estanques temporales permitió definir el tipo de actividades de restauración más idóneas para cada lugar.

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

- 1.1. Antecedentes**
- 1.2. Conceptos y principios básicos**
- 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE**

Oportunidades para la RE de carácter social	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Respuesta a una demanda de una economía sostenible.</b></li> <li>• <b>Valor añadido a las poblaciones locales.</b></li> <li>• <b>Reconocimiento de los valores culturales e históricos.</b></li> <li>• <b>Mejora de la relación con los grupos de interés local y regional.</b></li> <li>• <b>Aumento de la implicación y participación social.</b></li> <li>• <b>Mejora del paisaje.</b></li> <li>• <b>Mejora de la aceptación social.</b></li> </ul>	<p><b>Campos de Vida</b><sup>29</sup>. Este proyecto de la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) tiene como objetivo conciliar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con la producción agrícola mediante acciones de restauración ecológica estratégica. Mediante custodia del territorio, se introducen elementos que no compiten por el uso de la tierra y tienen un efecto positivo sobre la biodiversidad y sus funciones como, por ejemplo, charcas, sustratos de nidificación, atalayas para aves, cercas vivas o islotes forestales, entre otros. Los productos que se obtienen (vino, aceite, legumbres) llevan asociada la marca “Campos de Vida”, cuyo lema es “Producimos alimentos y biodiversidad”. Por su implantación territorial y carácter estratégico, asegura y demuestra la potencialidad de los agroecosistemas en la provisión de servicios ecosistémicos para el capital natural y para la sociedad.</p> <p><b>“Plan de Acción de Biodiversidad Alondra Ricotí”</b>. Naturgy, en colaboración con la Fundación Global Nature, ha puesto en marcha un Plan de Acción de Biodiversidad en el entorno de los parques eólicos de Fuentelsaz (Guadalajara), mediante el cual se pretenden introducir medidas de protección para mejorar la relación de los parques eólicos existentes y la biodiversidad local, con especial interés en la alondra ricotí. La acción principal, acordada con la administración competente, consiste en realizar plantaciones de lavandín, que, además de establecer corredores ecológicos para luchar contra la fragmentación que sufre la especie, servirán de motor económico e impulso social de la zona.</p>



Etapas de selección de plantones en vivero, cultivo de lavandin y taller de expertos en el manejo de la especie diana, Alondra de ricotí.

## 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

1.

### EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

1.1. Antecedentes

1.2. Conceptos y principios básicos

1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

Oportunidades para la RE de carácter reputacional	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Minimización de riesgos reputacionales ante grupos de interés.</b></li> <li><b>Oportunidad de diferenciación.</b></li> </ul>	<p>La <b>Corporación Financiera Internacional (ICF)</b><sup>30</sup>, perteneciente al Banco Mundial, exige en sus inversiones directas (que incluyen el financiamiento de proyectos y corporativo ofrecido a través de intermediarios financieros), que sus clientes apliquen las Normas de Desempeño para gestionar los riesgos e impactos ambientales y sociales, a fin de mejorar las oportunidades de desarrollo. Solo financia proyectos cuyos promotores puedan demostrar que se gestionarán con responsabilidad social y ambiental. Entre las exigencias al promotor se encuentra el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, la compensación de pérdida neta cero de biodiversidad o incluso ganancia neta en función del tipo de hábitats considerados.</p> <p><b>Biodiversidad en las canteras.</b> <b>Estudio de la avifauna rupícola en espacios mineros.</b> Incluir la mejora de hábitats rupícolas para la avifauna en los proyectos de restauración minera puede ser una medida eficaz para favorecer la biodiversidad local y para promover servicios de los ecosistemas (dispersión de semillas, control biológico de plagas, conexión genética...). LafargeHolcim tiene un convenio con FIRE y UAH para el estudio científico de la avifauna rupícola en espacios mineros, que permite incorporar propuestas para que los planes de restauración de canteras incluyan la promoción de estos hábitats. Como <b>resultado de la colaboración</b> con esta empresa y otras empresas mineras, se elaboró un <b>Manual de Buenas Prácticas</b> dirigido a promover la gestión y el fomento del avión zapador en el sector de áridos, ya que se ha demostrado que la actividad minera puede tener un impacto significativo en las poblaciones de esta ave en particular.</p>



© Navia Montegaudo



La RE de espacios alterados puede incorporar funciones ecológicas que no existían en el ecosistema original y que pueden representar una oportunidad para la conservación de la biodiversidad.

# 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

## 1.

### EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

1.1. Antecedentes

1.2. Conceptos y principios básicos

1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

Oportunidades para la RE de carácter legal	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dar cumplimiento a las exigencias de la legislación vigente.</b></li><li>• <b>Adelantarse a potenciales desarrollos legislativos.</b></li><li>• <b>Alinearse con compromisos europeos e internacionales.</b></li><li>• <b>Bancos de Conservación de la Naturaleza</b></li></ul>	<p><b>Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea</b><sup>31</sup>. Puesta en marcha en el año 2011, presenta 6 objetivos y 20 medidas para detener la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la UE para 2020. El Objetivo #2, Mantener y Restaurar Ecosistemas, establece que, para 2020, los ecosistemas y sus servicios se mantienen y mejoran mediante la creación de una infraestructura verde y la restauración de al menos el 15 % de los ecosistemas degradados.</p> <p><b>Obra civil considerando la variable ambiental de un espacio protegido.</b> La construcción de la variante de Ferrerías por parte de Ferrovial en Menorca es un ejemplo de cómo la variable ambiental puede ser integrada en un proyecto de obra civil, en este caso vinculado a la condición de Menorca como Reserva de la Biosfera. Se realizaron plantaciones con planta autóctona de semilla recogida in situ antes del inicio de la obra y producida en viveros locales; se utilizaron técnicas constructivas utilizando elementos tradicionales (muro de piedra seca y barreras de acebuche), y se instalaron válvulas de escape para fauna de pequeño tamaño, entre otras medidas.</p>



Fotos de la obra civil de la variante de Ferrerías en la Reserva de la Biosfera de Menorca

## 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

En relación a posibles barreras para la adopción de la RE, los principales riesgos podrían agruparse en torno a:

- 1. Riesgos en cuanto a los resultados.** La RE trabaja sobre ecosistemas, es decir, sistemas abiertos complejos y sujetos a cierta incertidumbre sobre cómo responderán frente a técnicas concretas para reconducirlo sucesionalmente hacia el ecosistema objetivo del proyecto. Afortunadamente, como toda disciplina técnica, la RE tiene mecanismos para abordar, que no eliminar, esta incertidumbre: la gestión adaptativa ([ver punto 2.8](#)). El diseño de la RE incorpora una batería de indicadores adecuados para el seguimiento continuo del proyecto, permitiendo detectar posibles desviaciones y, en consecuencia, tomar las medidas pertinentes, ya sea mediante un cambio de técnicas empleadas, ya mediante un cambio de los objetivos en caso de que las evidencias así lo recomiendan. Esta forma de gestionar el desarrollo del proyecto será más eficiente cuanto mayor sea la formación y capacitación de los responsables técnicos del proyecto.
- 2. Riesgo en cuanto a los plazos.** La escala temporal que utilizan los ecosistemas es generalmente dilatada y, normalmente, superior a los dos años preceptivos de períodos de garantía normalmente establecidos en la contratación pública. Los plazos que la nueva Ley de Contratos del Sector Público indica para los diferentes tipos de contratos dificultaría, por tanto, la aplicación de la RE y conllevaría tramitaciones más complejas. Si en una RE se planteasen seguimientos a 10-20 años tendría que

quedar claro quién realizará el seguimiento y de dónde salen las partidas presupuestarias necesarias. Se trata, pues, de un riesgo normativo, ya que será desde la promulgación de nueva legislación desde donde se marquen estas posibles exigencias para los proyectos. En este desarrollo normativo será necesaria la participación de todos los grupos de interés, de forma que sea prudente, racional y pragmático. Además, deberá abordar con solvencia la implantación de cambios y no resultar lesivo para los proyectos en ejecución y/o explotación. A día de hoy, si se tiene que trabajar con plazos de seguimiento menores de los deseados en RE, esto tampoco debería ser un impedimento para afrontar un proyecto con este nuevo enfoque, porque el sesgo producido por esta carencia no tiene por qué eliminar las ventajas de implantar la RE.

- 3. Incertidumbre económica.** La RE no es continuista respecto a las prácticas convencionales de restauración, sino que se trata de un producto totalmente nuevo. Los costes asociados a la implementación de este nuevo proceso en sus fases de diseño, ejecución y seguimiento son difíciles de estimar dada la enorme casuística existente. Sin embargo, esta nueva metodología, que contempla el ciclo completo del proceso en el que se integra, generalmente será más eficiente en cuanto a costes y resultados se refiere. De hecho, explora la posibilidad de actuar en grandes superficies del territorio a bajo coste, ya que incide en obrar sobre procesos ecológicos clave, proponiendo intervenciones mínimas que pueden tener grandes efectos sobre la salud del ecosistema sobre el que se actúa.

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

- 1.1. Antecedentes**
- 1.2. Conceptos y principios básicos**
- 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE**

# 1.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

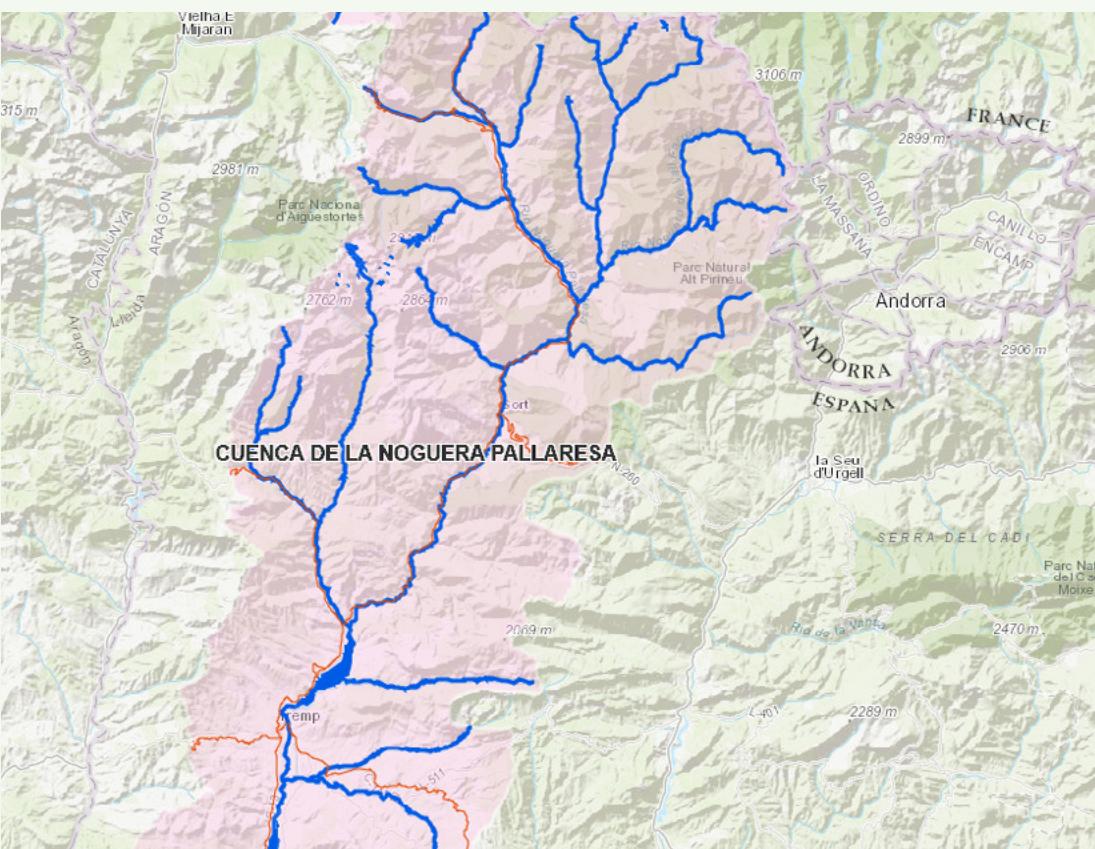
### 1.1. Antecedentes

### 1.2. Conceptos y principios básicos

### 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

## 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

En el caso de la gestión adaptativa, este modelo también puede suponer un riesgo económico respecto a la posible dificultad de presupuestar en la fase de diseño futuras partidas derivadas de modificaciones en base a resultados de ejecución y/o seguimiento. Indudablemente, un proyecto con una partida presupuestaria abierta es de difícil venta, sobre todo en el ámbito privado. No obstante, es posible hacer una previsión y ceñirse presupuestariamente a ella, acotando su impacto sobre el presupuesto.



Endesa ha aplicado la metodología InVEST para la caracterización de los servicios ecosistémicos en la cuenca hidroeléctrica del río Noguera-Pallaresa, lo que permitirá identificar los impactos y las dependencias de la actividad de la empresa en los ecosistemas y determinar las actuaciones de conservación del medioambiente y la biodiversidad más adecuadas para favorecer el capital natural.

Otro aspecto a destacar es la falta de un procedimiento estandarizado y aceptado de valoración de los servicios ecosistémicos y capital natural, lo que impide en muchos casos valorar económicamente el balance coste/beneficio de un proyecto de RE en la actualidad, sobre todo porque algunos beneficios ambientales y sociales son difíciles de cuantificar en términos monetarios. Lo mismo ocurre con el cambio climático, ya que actualmente las herramientas para poder abordar de forma adecuada este condicionante todavía no están suficientemente consolidadas.

Indudablemente, implementar cambios en los procesos productivos de un sector, ya sea desde el ámbito privado o público, supone un reto económico y de gestión, por lo que generar proyectos piloto transparentes en objetivos, costes y resultados, que sirvan de referencia y ejemplo al sector en general, podría ser la palanca definitiva que acelere este proceso, quizás bajo el modelo de compra pública de innovación o compra pública verde, proyectos LIFE u otras figuras de cofinanciación pública y/o privada.



Numerosos proyectos LIFE han sido pioneros o innovadores en la aplicación de medidas de restauración. Hoy en día siguen suponiendo un excelente recurso para la identificación de buenas prácticas, especialmente por la vocación del programa para la difusión de sus resultados.

# 1.3. Oportunidades y riesgos de la RE

1.



## La RE: una herramienta innovadora

Habitualmente, la integración ambiental de las infraestructuras lineales de transporte terrestre a escala de talud tiene dos objetivos principales: por un lado, reducir la erosión de las nuevas superficies generadas y, por otro, la integración paisajística de las mismas. Para reducir la erosión, se crea toda una red de drenaje artificial, con el fin de evitar que la escorrentía externa alcance estas nuevas superficies. Su acabado plano carece de una red de drenaje dentro de las mismas, contrariamente a las pendientes naturales, que suelen ser una alternancia de formas cóncavas y convexas. Para evitar ambos efectos negativos, se recurre a técnicas de revegetación, siembras e hidrosiembras, principalmente, que en el caso de los terraplenes puede acompañarse de extendidos de tierra vegetal que enmiendan la inexistencia de suelo fértil.

Posteriormente, durante la fase de explotación de la infraestructura, existen labores de mantenimiento asociados a estos procesos: (i) fruto de los procesos erosivos en los taludes se produce acumulación de sedimentos en cunetas, bermas, colmatación de drenajes y, en el peor de los casos, desprendimientos en masa que pueden comprometer la estabilidad del propio talud o colapsar la propia infraestructura; (ii) tras las labores de revegetación, comienza el desarrollo de una comunidad vegetal dominada por especies anuales que se secan durante el estiaje veraniego, y que hay que segar periódicamente para prevenir posibles incendios a pie de vía. El único dato publicado a este respecto (Alfaya, 2012) apunta a unos importes anuales de 6.000 €/km lineal de autopista. Estas labores incluyen la siega y mantenimiento de las plantaciones, la reposición de los regueros causados por la erosión hídrica y la limpieza de los sedimentos acumulados en las cunetas, bermas y arcenes, entre otras operaciones. Ambos problemas se reparten prácticamente por igual esa partida presupuestaria. Desgraciadamente, no se dispone de ningún dato relativo a estos problemas en ferrocarriles, pero más allá de su orden de magnitud, indudablemente también existen.

Este importante coste de mantenimiento debería transformarse en una oportunidad para implementar innovaciones y liberar, o por lo menos reducir, este pasivo ambiental para el concesionario y/o propietario de la infraestructura. Las nuevas soluciones serán más eficientes si se diseñan e implantan en las fases tempranas del ciclo de vida de estas infraestructuras (figura 4). La RE, a este respecto, con su filosofía de identificación de los procesos ecológicos necesarios para el buen funcionamiento de los ecosistemas, podría proponer nuevas soluciones que actúen sobre el origen de los efectos negativos, por ejemplo, estableciendo nuevas formas y acabados en los propios taludes, de manera que los procesos erosivos iniciales se vean en gran medida atenuados, y dirigiendo la sucesión de las comunidades vegetales hacia otras de menor mantenimiento. Por lo tanto, además de ser una valiosa herramienta que permite mejorar la calidad ecológica de nuestro entorno, la RE debe contribuir a la eficiencia y rentabilidad de muchas actividades que se desarrollan sobre el territorio. Así pues, se abre un nuevo periodo de innovación para implantar esta tecnología en muy diversos ámbitos, generando nuevos nichos de negocio y nuevas oportunidades económicas que habrá que explorar.

## EL RETO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

**1.1.** Antecedentes

**1.2.** Conceptos y principios básicos

**1.3.** Oportunidades y riesgos de la RE

# 2

## METODOLOGÍA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



- 2.1.** Procesos participativos
- 2.2.** Tareas preliminares
- 2.3.** Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4.** Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5.** Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6.** Ejecución de las medidas de RE
- 2.7.** Seguimiento
- 2.8.** Gestión adaptativa
- 2.9.** Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10.** Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

# Metodología para la restauración ecológica

De acuerdo con la SER (Society for Ecological Restoration)<sup>32</sup>, un ecosistema se considera restaurado desde el punto de vista ecológico cuando:

1. Contiene suficientes elementos bióticos y abióticos para conservar su desarrollo sin actuaciones de mantenimiento continuado.
2. Se autorregula tanto estructural como funcionalmente.
3. Demuestra resiliencia bajo circunstancias normales de estrés ambiental y otras perturbaciones.
4. Se integra e interacciona a diferentes escalas con otros ecosistemas, estableciendo flujos bióticos, abióticos y/o culturales.

Ante la variada casuística que puede darse en el desarrollo de un proyecto de RE, la propia SER, en su documento Directrices para el desarrollo y gestión de proyectos de *restauración ecológica*<sup>33</sup>, presenta 51 puntos o aspectos que el jefe de proyecto o “restaurador” debería contemplar para implementar adecuadamente la RE en cualquier tipo de ecosistema. Posteriormente, la SER publicó los *Estándares internacionales para la práctica de la Restauración Ecológica*<sup>34</sup>, donde se reorganizan los aspectos a tener en cuenta a cuatro actividades y 19 apartados ([ver Estándares de la SER](#)). Ambas publicaciones constituyen la base metodológica de la presente Guía.

En cualquier caso, como ya se ha mencionado, al llevar a cabo un proyecto que va a tener efectos sobre el territorio (nuevas carreteras, ferrocarriles, desarrollos mineros, etc.), la eficiencia de la RE depende en gran medida del momento en el que se inicie su implantación. Si se realiza en momentos tempranos, los objetivos podrán ser más ambiciosos y, generalmente, los costes de ejecución menores, al estar plenamente integrados en la propia ejecución del proyecto en su conjunto.

Además, la concepción, diseño y ejecución de planes, programas y proyectos implica cada vez la colaboración de un mayor número de profesionales de



*El programa 'Adopta una planta' del CSIC y el Gobierno de Aragón maximiza el seguimiento de su flora amenazada mediante la ciencia ciudadana*

diferentes disciplinas. Con estos equipos multidisciplinares se rompe la hegemonía de sectores profesionales particulares en favor de un enriquecimiento con diferentes aproximaciones. De este modo debería implementarse la RE, invitando a profesionales de esta disciplina a los equipos que van a participar en cualquier fase del ciclo de vida de procesos con efectos sobre el territorio, tales como minería, infraestructuras, agricultura, silvicultura, etc. En la consideración de los procesos participativos, y siempre que el volumen o las condiciones particulares del proyecto lo permita, se debe contar con profesionales en cuestiones de participación que aseguren la inclusión activa de los agentes sociales en la toma de decisiones, la ejecución y el seguimiento, que, en algunos proyectos puede ser clave para la aceptación y la eficacia de la RE.

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE

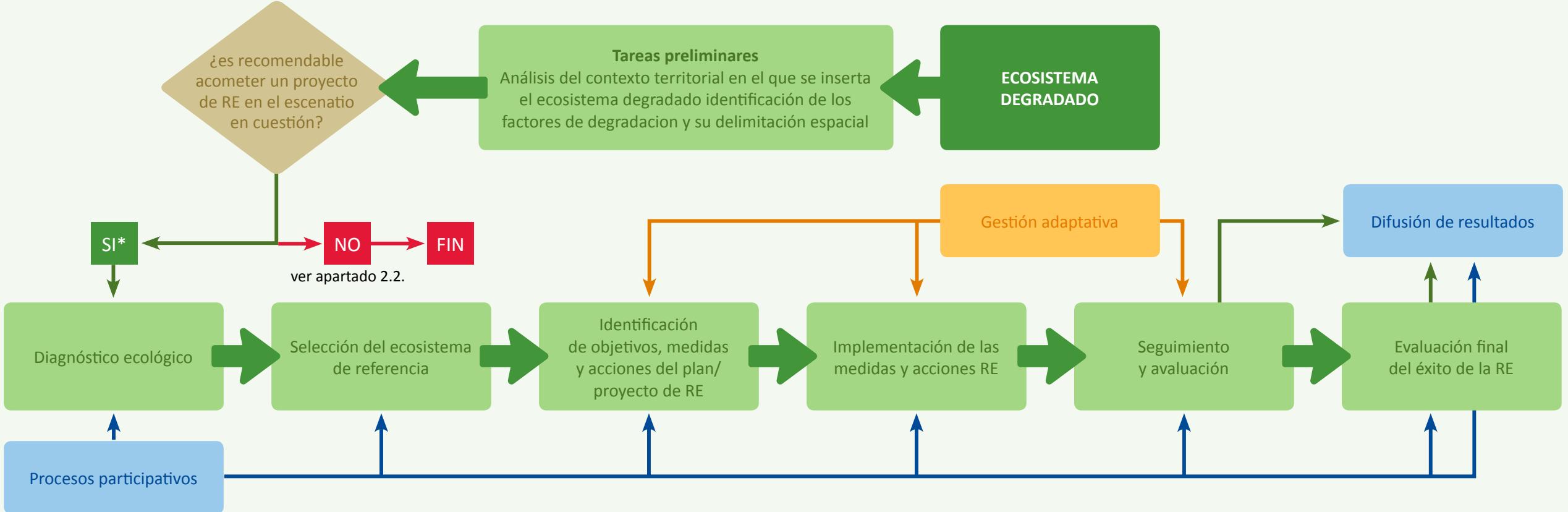


Figura 6: esquema metodológico para el desarrollo de la RE. Fuente: creado por Iñaki Mola a partir de Clewell *et al.* 2005

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.1 Procesos participativos

Este aspecto resulta novedoso y sumamente efectivo para el buen desarrollo del futuro proyecto de RE. Detectar las posibles demandas, necesidades, aspiraciones o expectativas de la población y otros grupos de interés sobre el espacio a restaurar es una información imprescindible para diseñar el proyecto de RE adecuadamente. Ante la multiplicidad de intereses, este proceso permite priorizar las opciones de máximo beneficio común. La participación de los grupos de interés previa al diseño del proyecto supone que estas demandas se pueden implementar, en la medida de lo posible, en el propio diagnóstico, diseño y ejecución del proyecto de RE. Esto se transforma en una mayor aceptación del proyecto, facilitando su desarrollo, tramitación y éxito a medio y largo plazo. Por lo tanto, la generación de estos canales de comunicación es crucial y se deben mantener activos durante la evolución de todo el proyecto.

Entre las herramientas para la participación se encuentran el Análisis y el Mapeo de agentes implicados<sup>35, 36, 37</sup>, un proceso para recoger las múltiples perspectivas de la lista clave de agentes implicados que se puede dividir en cuatro fases:

1. Identificación de grupos, organizaciones, personas relevantes y líderes de opinión.
2. Análisis de sus perspectivas e intereses.
3. Mapeo de la relación entre los objetivos y otros agentes implicados.
4. Priorización de inquietudes y relevancia de los agentes.

También puede resultar de utilidad el estándar de compromiso con los grupos de interés (estándar AA1000<sup>38</sup>), definido como el proceso utilizado por

una organización para involucrar a los grupos de interés relevantes con el propósito claro de lograr resultados previamente acordados, y que se basa en el principio de inclusividad. A escala nacional o regional puede ser muy útil para definir prioridades en la metodología de evaluación de las oportunidades de restauración (ROAM)<sup>39, 40</sup>.

### Ejemplo

#### En el proyecto TEREKOVA, Recuperando nuestros paisajes

Investigadores de la Universidad de Alicante, la Universidad de Barcelona, el Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo y WWF desarrollaron herramientas para determinar qué y dónde se debe restaurar, y hacerlo de un modo participativo, integrando la visión y las aspiraciones de la población. Para ello, han puesto en marcha un proceso participativo en dos áreas piloto en la Comunidad Valenciana (Crevillente y Enguera), del que han formado parte varios cientos de representantes de la sociedad civil, la ciencia y la Administración. En una primera fase, los participantes eligieron sus criterios prioritarios para llevar a cabo la RE (actuaciones que favorecen la retención y almacenamiento de agua, medidas frente a los incendios e inundaciones, creación de corredores ecológicos para el movimiento de la fauna, actuaciones en áreas de interés patrimonial o zonas con alto desempleo). La segunda fase llevó a cabo un análisis de coste/efectividad de esas medidas, para conocer dónde la inversión en restauración puede generar los máximos beneficios ambientales. El proyecto está generando mapas de prioridad e inversión óptima para su uso por las administraciones.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.1 Procesos participativos

No obstante, los procesos participativos mal diseñados pueden suponer un problema, por lo que es necesario abordarlos correctamente.



### Recomendaciones para el diseño de procesos participativos (de Vente et al., 2016<sup>41</sup>):

1. Identificar e incluir a las personas y organizaciones más relevantes que puedan representar un mayor rango de intereses, con poder y medios para aplicar las decisiones. Un grupo diverso de personas bien informadas y con orígenes diferentes da lugar a ideas más relevantes e innovadoras.
2. Crear un entorno abierto y respetuoso desde el inicio, que se mantenga durante todo el proceso, y en el que todos los participantes puedan hablar abiertamente y ser escuchados por igual. Es muy recomendable la presencia de un intermediario profesional y neutral que pueda gestionar los posibles conflictos que vayan surgiendo.
3. Hacer que las personas sientan que es importante comprometerse con el proyecto. Para ello, hay que emplear un lenguaje adecuado y cercano, abordar aspectos tangibles que afecten a los participantes en su vida cotidiana, negociar desde el principio los resultados que cada uno quiere obtener en el proceso y centrarse en esas metas en todo momento. “Es importante hacer ver a los participantes de qué manera pueden influir en las decisiones y cómo eso puede cambiar su mundo”.

Las fases de ejecución y seguimiento pueden además beneficiarse de estos canales de participación mediante la creación de alianzas que pueden ser de provecho mutuo para las partes implicadas a través de la custodia del territorio, el voluntariado, la ciencia ciudadana, etc.



### Ejemplo

#### Consulta a los grupos de interés para encontrar el emplazamiento perfecto

ScottishPower, de Iberdrola, mantiene el compromiso de colaborar con todos los interlocutores y grupos de interés en proyectos relevantes, garantizando que estos proporcionen su punto de vista, y brindando la oportunidad de participar en el proceso de planificación del proyecto. En las instalaciones grandes y cercanas a núcleos de población, además de las consultas se crean Comités Locales de Coordinación y centros para los visitantes, de manera que la población local o cualquier persona pueda acercarse y conocer la actividad de la empresa.

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.1 Procesos participativos



Ejemplo

### La gestión participativa como valor añadido. La integración de expertos en la gestión de sus procesos de planificación, ejecución y seguimiento de rehabilitación de canteras

LafargeHolcim incorpora las expectativas de los grupos de interés en sus estrategias corporativas, a través de paneles de expertos, en la elaboración de planes de gestión de biodiversidad de sus canteras y en la ejecución de la gestión y el seguimiento de las actuaciones. La empresa ha creado para ello alianzas efectivas con expertos, universidades, ONG, la Administración y particulares (p. ej.: apicultores, asociaciones vecinales o deportivas).

Algunas de las alianzas parten de supuestos intereses enfrentados que crean una posición defensiva. Sin embargo, el desarrollo del trabajo, compartiendo puntos de vista diferentes o incluso divergentes, ha facilitado el paso de una relación de confrontación directa a una relación de confianza en la que el mayor beneficiado es el entorno natural.

En el caso del Turó de Montcada, esta alianza ha resultado clave para las fases de ejecución y seguimiento, permitiendo evaluar la eficiencia en la gestión y conservación de los hábitats restaurados desde más de 30 años. Esta acción de seguimiento continuada, a través de acuerdos específicos de custodia del territorio, ha facilitado la adecuación de las subsiguientes actuaciones de restauración, así como la participación en programas estandarizados de seguimiento de biodiversidad (p. ej.: censo anual de orquídeas, programa de seguimiento de ropalóceros, programa Sylvia de anillamiento de aves). Asimismo, mediante la custodia del territorio y el voluntariado, ha conseguido proveer de servicios ecosistémicos nuevos, generando un interesante uso público del territorio, un recurso de ocio para la población local y un cambio de la percepción social en la zona en relación a la actividad minera.

**Caso de Yepes.** **Caso de Turó de Montcada.** **Alianzas en LH.**



*La alianza con entidades de custodia del territorio facilita las posibilidades de ejecución, seguimiento, educación ambiental y uso público*



*La colaboración con el sector académico ha permitido maximizar la potenciación de la biodiversidad con un valor añadido científico*

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.2 Tareas preliminares

Esta fase tiene como objetivo definir las bases del análisis inicial que permita valorar la posibilidad o no de poder llevar a cabo el proyecto de RE, y aportar los condicionantes y/o compromisos necesarios a medio y corto plazo. Es una fase relevante, ya que puede condicionar la decisión de restaurar o no, y abarca dos aspectos principales:

### 1. Análisis del contexto territorial en que se inserta el ecosistema sobre el que se va a actuar.

Se pretende analizar el espacio diana bajo el punto de vista de, al menos, cuatro aspectos (ecológico, paisajístico, socioeconómico y usos del suelo) para poder identificar los objetivos a establecer:

- Identificar el tipo de ecosistema a ser restaurado y realizar una breve descripción: especies características, estructura, formas de vida (biotipos dominantes), categorías taxonómicas dominantes (p. ej., gramíneas, quercíneas, cistáceas, etc.), condiciones climáticas y geomorfológicas, así como otros datos particulares como condiciones de salinidad (sustratos con yeso o existencia de depósitos salinos, proximidad al mar, etc.), pH extremos (presencia de serpentinas) u otros.
- Identificar las interacciones del espacio a restaurar con el entorno (ecología del paisaje).
- Identificar al responsable legal de los terrenos a restaurar y conocer la evolución previsible de la propiedad.
- Identificar las fuentes de financiación del proyecto, así como los recursos (personal y equipos) necesarios para acometerlo.
- Analizar todas las restricciones legales y normativas sobre el territorio y las actividades que se van a desarrollar, así como permisos y autorizaciones que podrían limitar o constreñir el proyecto.

### 2. Identificación de los factores de degradación, sus efectos y delimitación espacial.

Es necesario comprender el proceso o procesos de degradación y diagnosticarlos en términos de los atributos siguientes:

- Formas en que se manifiesta la degradación sobre el ecosistema (efectos): erosión, ausencia de especies autóctonas, degradación visual, salinización del suelo, turbidez del agua, otros. Así como su relación y efecto en los servicios ecosistémicos.
- Identificación de las causas del proceso o procesos de degradación: sobrepastoreo, actividades extractivas, incendios, infraestructuras, otros.
- Identificar las condiciones físicas del espacio a restaurar que necesitan actuaciones concretas.
- Identificar las intervenciones sobre el componente biológico del espacio a restaurar.
- Identificar la necesidad de recursos biológicos, así como los medios para obtenerlos, tales como plantas, semillas u otros elementos que permitan reconstruir la composición del ecosistema degradado.
- Delimitación y zonificación del área de intervención y plano a escala; el área de intervención puede rebasar el área problema porque ciertas causas y efectos pueden ubicarse fuera de ella o porque ciertas soluciones o sus efectos puedan ser también externos al área problema. Por su parte, la zonificación se justifica porque puede haber diferentes ecosistemas que requerirán diferente tratamiento.

En base a esta información, se pueden detectar diferentes motivos que permitan o imposibiliten el desarrollo de un proyecto de RE en el escenario en cuestión, tales como que no se pueda eliminar la fuente de perturbación del ecosistema degradado, que el uso del suelo puede cambiar a medio plazo o que el propietario/contexto social se muestra contrario a realizar un proyecto de RE, etc.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

Analizada la degradación real o estimada e identificado el espacio de intervención en relación con su entorno, desde un punto de vista ambiental y socioeconómico, hay que proceder al diagnóstico ecológico, basado en los procesos y funcionalidad del espacio a restaurar, y que incluye también la identificación de bienes y servicios ecosistémicos.

### Procesos ecológicos

Los procesos ecológicos son fundamentales para la RE, ya que son los que sustentan los servicios ecosistémicos de un territorio. A continuación se presentan 5 procesos ecosistémicos que en general suelen ser clave para la RE de un ecosistema<sup>43</sup>, aunque debido a la variedad y complejidad de los mismos, toda generalización debe ser adaptada a las particularidades de cada caso:

1. **Procesos de colonización** implicados en la llegada y establecimiento de seres vivos a nuevos hábitats.
2. **Procesos de polinización y dispersión** de propágulos, frutos y semillas mediante vectores físicos o biológicos, claves en la dinámica de las comunidades vegetales.
3. **Procesos erosivos** relacionados con el desgaste y destrucción de suelos y de rocas de la superficie terrestre.

4. **Procesos hidrogeomorfológicos** que permiten el equilibrio entre los flujos de materia y energía, y que son imprescindibles para el mantenimiento del ecosistema.

5. **Procesos de reciclado de nutrientes** en los que se produce un intercambio y transformación entre la materia orgánica e inorgánica. El uso de tablas resumen en las que se indiquen los procesos clave, se le asigne un grado de degradación, así como las causas y efectos de la degradación, facilitan el desarrollo y visualización del diagnóstico. A modo de ejemplo, se ha seleccionado el caso de taludes de carretera de una infraestructura recién construida ([tabla 1](#)).

Es recomendable hacer el diagnóstico ecológico y la propuesta de medidas integrando distintas escalas en las que dominan distintos procesos. A escala de microambiente son más relevantes los procesos de colonización de especies; a escala intermedia, los de dispersión de especies; y a escala de paisaje, los de conectividad entre las distintas áreas o ecosistemas que constituyen el paisaje.

Este diagnóstico debe además discernir los procesos que se consideran clave, priorizando aquellos que se encuentran interrumpidos, y bloqueando la funcionalidad del ecosistema y/o el desarrollo de otros procesos. El diseño de la RE debe analizar y priorizar para cada situación cuáles son los procesos sobre los que conviene actuar.

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/ Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

Procesos	Ejemplo para taludes de carretera		Grado de degradación de cada proceso
	Causa/s de la degradación	Efecto/s de la degradación	
Colonización	Baja calidad de hábitat, baja conectividad con el entorno o bajo nivel de conservación del mismo	Baja diversidad de especies procedentes de entornos próximos	5. Muy alto
Polinización y dispersión	Hábitat no apropiado para animales dispersores	Ausencia de especies dispersadas por animales	4. Alto
Erosivos	Elvada pediente, régimen de precipitaciones irregular	Acumulación de sustrato/antroposuelo en cunetas	3. Medio
Hidrogeomorfológicos	Perfil geomorfológico inadecuado	Ausencia de red de drenaje	2. Bajo
Reciclado de nutrientes	Condicionantes microclimáticos (escasez de agua), condicionantes bióticos (comunidad edáfica no funcional)	Acumulación excesiva de hojarasca, ausencia o deficiencia de organismos edáficos (como trituradores)	1. Muy bajo 0. Nulo

ⓘ **Tabla 1.** Ejemplo: diagnóstico para taludes de carretera

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención



### Restauración ecológica y cambio climático

El cambio climático es uno de los principales motores del cambio global y está teniendo un profundo efecto sobre los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos, así como alterando numerosos servicios ecosistémicos que deben restituirse o preservarse mediante proyectos de restauración RE adecuados.

Hay tres momentos particularmente importantes dentro del proceso de restauración en los que el cambio global en general y el cambio climático en particular deben ser tenidos en cuenta:

1. En el diagnóstico ecológico de la situación, al valorar el grado y extensión de la degradación sufrida por el ecosistema a restaurar.
2. A la hora de seleccionar el ecosistema de referencia, ya que el pasado no siempre es la mejor o la única referencia para el futuro, y por tanto los ecosistemas que hubo en la zona con anterioridad podrían no servir como modelos que guíen la restauración.
3. En el momento del diseño de las acciones de restauración ecológica, que deben incorporar una mirada amplia y transversal que incluya las tendencias climáticas y ambientales más probables para la zona.

El [Anejo 5](#) desarrolla estos aspectos y otras consideraciones relacionadas con el cambio climático en la RE.

Las [bases científico técnicas de la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas](#) incluyen numerosas referencias, ejemplos e información sobre las conexiones entre restauración ecológica y cambio climático. Se hacen referencias a políticas y actuaciones tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático mediante la restauración ecológica.



*El proyecto LIFE + Boscos tenía como objetivo contribuir a la adaptación al cambio climático de los ecosistemas forestales mediterráneos a través de la gestión forestal sostenible. Con la ejecución de varias experiencias demostrativas, las conclusiones se sintetizaron en una Guía de buenas prácticas de gestión forestal para la adaptación al cambio climático en Menorca. Ver [resumen del proyecto](#).*

## 2.

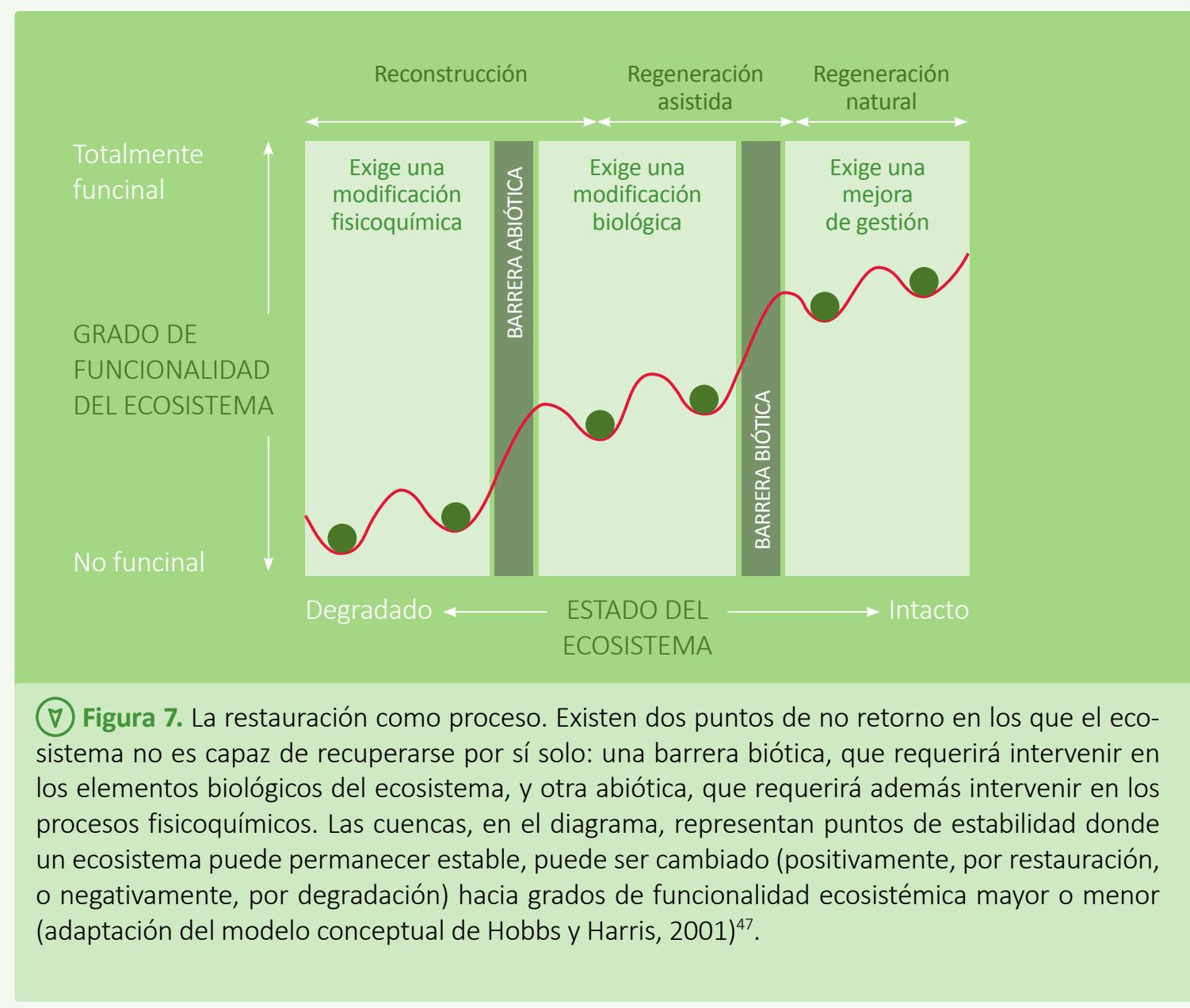
### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

### Funcionalidad

La segunda parte de un diagnóstico es determinar el nivel funcional del ecosistema, que viene determinado por su salud o capacidad de desarrollar satisfactoriamente sus funciones de regulación de ciclos, de producción de recursos y de suministro de hábitat. Asimismo, deben ser identificados los múltiples estados estables y umbrales que dificultan el retorno a estados menos degradados<sup>45, 46</sup> (ver figura 7). El nivel de degradación determinará la capacidad de auto-recuperación del ecosistema y, por ende, la magnitud y características de las acciones a ejecutar. El diagnóstico incluirá también un pronóstico de evolución del ecosistema sin intervención, considerando los escenarios más probables.



## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE



### La importancia del diagnóstico en la RESTAURACIÓN GEOMORFOLÓGICA

La Restauración Geomorfológica es el proceso de diseñar y construir formas del terreno que imitan la morfología y dinámica de las formas naturales, allí donde el relieve original ha sido transformado –y los ecosistemas han sido severamente degradados–, normalmente por actividades que “mueven tierras”, como la minería, la obra civil o la urbanización. Su objetivo es establecer, desde el inicio, las condiciones topográficas y de arquitectura de sustratos que son estables para el escenario objeto de intervención, para lo cual es necesario: (a) realizar un diagnóstico adecuado de los factores que son determinantes para conseguir la estabilidad e integración de las nuevas geoformas (por ejemplo, mediante el uso de modelos o medidas directas en campo, de escorrentía, erosión y sedimentación), y (b) encontrar un referente geomorfológico estable, desarrollado en condiciones ambientales similares a las del lugar de actuación. En muchos casos, no es posible restaurar las condiciones físicas de partida (por ejemplo, al explotar una mina de carbón, las rocas consolidadas de la ganga pasan a ser estériles no consolidados). Sin embargo, el objetivo sigue siendo reconstruir geoformas estables para las nuevas condiciones físicas de esos materiales. En este caso, algunos métodos de Restauración Geomorfológica (como GeoFluv - Natural Regrade) reconstruyen cuencas hidrográficas funcionales y estables, que recuperan la dinámica y valores “naturales” de escorrentía, erosión, transporte y sedimentación.

En otros casos, las condiciones físicas de partida no cambian, por ejemplo, un frente de explotación de una cantera o un talud de una carretera, sobre calizas, granitos o basaltos. Para estos espacios también es posible diseñar y construir relieves estables, mediante métodos como el del **Talud Royal**, sin que la erosión hídrica sea un aspecto crítico aquí. En definitiva, la Restauración Geomorfológica supera los tradicionales enfoques de rehabilitación o “reclamación” para contextos de degradación por movimientos de tierras, y se sitúa en un contexto de verdadera Restauración Ecológica, pues permite sentar las bases para recuperar los procesos y la funcionalidad de los ecosistemas. [Ver ejemplos](#).

En el momento actual, la Restauración Geomorfológica se está desarrollando ante la existencia de problemas ambientales significativos, como el impacto hidrológico o la posible afección a espacios naturales protegidos. En síntesis, se trata de aportar soluciones geomorfológicas a problemas cuyo origen, al transformar el relieve, es geomorfológico. Esta forma de restaurar elimina el impacto hidrológico y visual, y la inestabilidad, que lleva implícito el movimiento de tierras. Además, es más eficiente que las restauraciones convencionales, razón por la que este tipo de soluciones está experimentando, actualmente, un gran impulso a nivel mundial.

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE



Ejemplo

### Diagnóstico ecológico en RE:

El Dr. Steve Whisenant, presentó este caso de estudio en 2004, dentro del Curso de verano de El Escorial: Restauración Ecológica en espacios afectados por obras Civiles. A la izquierda, el escenario a restaurar en Kuwait, un espacio de grandes dimensiones ( $800\text{km}^2$ ) cubierto por un pastizal de gramíneas perennes degradado por el sobrepastoreo, paso de vehículos todoterreno, conflicto bélico, etc. El diagnóstico ecológico determinó que el principal problema era la movilidad del sustrato. La degradación del escenario se había producido hacia relativamente pocos años, por lo que la memoria del ecosistema permanecía intacta (semillas de las plantas que formaban esta estepa seca, así como las esporas y otras diásporas de los organismos que componían la comunidad). La solución a este diagnóstico se planteó tirando piedras pequeñas (10-20 cm de diámetro) que por su propio peso retenían una pequeña porción de sustrato, pero suficiente para que las plantas empezaran a crecer (fotografía de arriba en el centro). En 14 años se restauró la totalidad de los  $800\text{ km}^2$  (fotografía de la derecha), gracias al enfoque de la RE, basado en actuar sobre los procesos ecológicos y no sobre la estructura del ecosistema. Un enfoque más clásico hubiera planteado realizar siembras, que no hubieran prosperado por la movilidad del sustrato. Las semillas originales estaban ya presentes, pero no germinaban porque no se reunían las condiciones adecuadas. O inmovilizar el sustrato con geotextiles u otro tejido similar, labor inabordable dada la enorme dimensión del escenario. Las piedras rápidamente quedaron cubiertas por la vegetación y por la arena, pero dispararon el proceso de reclutamiento en el pastizal. Actualmente, la comunidad es autosuficiente y no necesita de labores de mantenimiento.



- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

# 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

#### Bienes y servicios ecosistémicos

La tercera parte del diagnóstico, íntimamente relacionada con los procesos ecológicos, se refiere a los servicios ecosistémicos, que son contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Esta información permitirá delimitar mejor el área de influencia del proyecto, considerando las afecciones sociales y económicas implicadas, y estableciendo una priorización de los servicios ecosistémicos a considerar<sup>48</sup>.

Las metodologías disponibles para valorar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad no son excluyentes y, en muchos casos, son complementarias ( **ver esquema interrelaciones**). Siempre que sea posible, se deben hacer mediciones directas de los servicios ecosistémicos. De forma complementaria, se puede usar el análisis de escenarios y modelos<sup>42, 49, 50, 51</sup>. La complejidad de la valoración de los servicios ecosistémicos exige que se utilicen análisis multicriterio<sup>52</sup> en la toma de decisiones de las políticas y medidas que incluyan a su vez al mayor número de agentes implicados mediante procesos participativos<sup>53, 54, 55, 56</sup>. Por último, una vez valorados los servicios ecosistémicos y su degradación, es recomendable hacer análisis de coste-beneficio, ya que contribuyen también a la elección de la mejor opción desde el punto de vista ambiental, social y económico. Algunas guías donde se puede encontrar más información sobre el análisis coste-beneficio, teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos, son: WBCSD<sup>57</sup>, *Economics of Land Degradation*<sup>58</sup> y *Natural Capital Protocol*<sup>59</sup>.

Existen más fuentes de información donde encontrar guías para la identificación y priorización de servicios ecosistémicos, tales como: IPIECA<sup>60</sup>, WRI<sup>61</sup> o IPBES<sup>62</sup>.



#### Valoración regional de los servicios ecosistémicos

A escala de territorio existen ya varias iniciativas que utilizan la valoración de los servicios ecosistémicos como herramienta de planificación territorial. El proyecto de valoración de los **servicios ecosistémicos del País Vasco** pretende ser un instrumento para la identificación de acciones prioritarias que sirvan para evitar o minimizar los impactos humanos sobre los ecosistemas y sus servicios y, por otro lado, poner de relieve las políticas y acciones que repercuten positivamente en la conservación y uso sostenible del capital natural de Euskadi.



#### En el marco de proyectos de restauración o mejora de cauces en el territorio de Guipúzcoa

Mediante la introducción de madera LWD (Large Woody Debris), se realizó un seguimiento en la zona de Añarbe según esquema BACI. El análisis coste-beneficio realizado sobre el proyecto basado en el cálculo de servicios ecosistémicos producidos permitió establecer en unas pocas décadas el período necesario para recuperar una hipotética inversión en la restauración de toda la cuenca (Acuña *et al.*, 2013<sup>64</sup>).

## 2.3 Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE



Ilustración Antonio Ojea



Ejemplo

#### Valoración de servicios ecosistémicos en la restauración de las canteras de LafargeHolcim

La valoración económica de los servicios ecosistémicos en la cantera de Yepes (Toledo) ha permitido un cambio sustancial en la percepción de la importancia de la propia biodiversidad y de los ecosistemas para la toma de decisiones. Este trabajo ha permitido identificar y poner en valor los beneficios sociales, económicos y ambientales del proceso de rehabilitación y, por último, comprender, comunicar y trasladar la importancia ecológica, económica y social de la restauración ecológica de canteras en el contexto de paisaje. [Estudio-Caso de Yepes](#).

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.4 Selección del Ecosistema de Referencia

Un ecosistema de referencia o referente es un ecosistema real o una aproximación conceptual detallada que constituye la base para planificar un proyecto de restauración, sus objetivos y la evaluación de los mismos<sup>65</sup>. El concepto de referente distingue a la RE de otras disciplinas.

La elección del referente depende del estado del ecosistema o espacio a restaurar. Así, en función de la dimensión espacial y temporal, se puede optar entre cuatro tipos de referentes descritos (**figura 8**).

En cualquier caso, el referente debe de incluir una descripción/valoración de sus atributos (**tabla 2**). Dado que estos atributos se corresponden con categorías necesariamente amplias, resulta necesario subdividirlos en otras más detalladas, específicas y medibles que permitan establecer las metas y los objetivos del proyecto (ver figura “rueda de recuperación”), así como establecer los indicadores correspondientes que hagan posible verificar el correcto desarrollo y evolución del proyecto.



## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia**
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.4 Selección del Ecosistema de Referencia

2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

Atributo	Metas/referencias amplias
<b>Ausencia de amenazas o causas de degradación</b>	Cese o atenuación de amenazas, control de causas de degradación: sobreexplotación, contaminación, especies invasoras, otros.
<b>Condiciones físicas estables</b>	Condiciones hidrológicas, geomorfológicas y edáficas estables y autorreguladas.
<b>Composición de especies diversa y adaptada a las condiciones ambientales del entorno</b>	Presencia de adecuada diversidad de especies adaptadas a las características ambientales del entorno y ausencia de especies indeseadas, que desequilibran el ecosistema. Presencia de especies identitarias autóctonas.
<b>Diversidad estructural</b>	Restablecimiento de capas, redes tróficas y diversidad espacial de hábitats. Valorar la protección pasiva frente a incendios.
<b>Funcionalidad ecosistémica</b>	Niveles apropiados de crecimiento y productividad, restablecimiento de los ciclos de nutrientes, descomposición, elementos de los hábitats, interacciones planta-animal, factores de estrés ecológicos normales, reproducción y regeneración de las especies del ecosistema. Adecuación de flujos abióticos y bióticos.
<b>Intercambios externos</b>	Restablecimiento de vínculos y conectividad para la migración y el flujo génico, así como para el flujo de procesos hidrológicos o del fuego y otros procesos a escala de paisaje.
<b>Servicios ecosistémicos</b>	Se aportan servicios diversos a la sociedad: servicios de soporte, regulación, culturales y de aprovisionamiento.

ⓘ **Tabla 2.** Atributos del ecosistema de referencia (SER), a los que se han añadido los servicios ecosistémicos.

2.1. Procesos participativos

2.2. Tareas preliminares

2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

2.4. Selección del Ecosistema de Referencia

2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE

2.6. Ejecución de las medidas de RE

2.7. Seguimiento

2.8. Gestión adaptativa

2.9. Evaluación final del éxito de la RE

2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.4 Selección del Ecosistema de Referencia

Por otro lado, es difícil determinar con exactitud la trayectoria histórica de un ecosistema muy degradado. Incluso, en muchos casos, es imposible recrear el estado del ecosistema inicial<sup>67</sup>. Por ello, se propone usar más de un modelo de referencia.

Estos modelos de referencia múltiples ( [Ver ejemplo de referentes históricos](#)) permiten identificar una serie de estados sucesivos de referencia que pueden ser utilizados como indicadores en el proceso de restauración a lo largo del tiempo. La construcción de estos múltiples referentes históricos se compone de los siguientes pasos:

- 1. Identificación y selección de elementos ecológicos y socioculturales** que condicionan los estados de los ecosistemas a lo largo de una secuencia histórica.
- 2. Diseño de una trayectoria deseable** para el futuro, mediante procesos que refuerzen y recuperen la biodiversidad, las funciones y los servicios de los ecosistemas.
- 3. Presentación del modelo a los agentes implicados** en la restauración del ecosistema (tomadores de decisiones, instituciones gubernamentales, empresas, asociaciones relevantes, población local, etc.).

Los ecosistemas de referencia permiten valorar, por medición directa o por estimación, la evolución del capital natural y de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas restaurados. Además, se podría contemplar, por ejemplo, la restauración de hábitats que, por escasos y/o estratégicos en el área biogeográfica del terreno a restaurar, contribuyan a incrementar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos<sup>68</sup> o la conectividad.

El documento *Best Practices for Biodiversity Baselines*<sup>69</sup> proporciona una amplia y útil información relativa a recursos, bases de datos y herramientas para elaborar estudios de referencia de biodiversidad.



La restauración de los **Humedales de la Mancha** realizada por la Fundación Global Nature y la Junta de Castilla La Mancha tuvo en cuenta los referentes históricos y se realizó con el consenso de las administraciones competentes y los agentes sociales.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos**
- 2.2. Tareas preliminares**
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención**
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia**
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE**
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE**
- 2.7. Seguimiento**
- 2.8. Gestión adaptativa**
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE**
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología**

## 2.

METODOLOGÍA  
PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.5 Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE

El restaurador ecológico se enfrenta ahora a un nuevo reto: conseguir que el espacio degradado inicie su trayectoria hacia el ecosistema de referencia o referente. Esta es la meta de todo proyecto de RE, pero para alcanzarla será necesario establecer toda una batería de objetivos que conduzcan el ecosistema hacia el referente. Una vez definidos estos nuevos objetivos, el siguiente paso será diseñar las medidas y acciones concretas para lograrlos, trabajando sobre la estructura y procesos del espacio degradado, así como determinar los pertinentes indicadores que nos permitan verificar durante todo el proceso que los objetivos se alcanzan (**figura 9**). Todo ello quedará plasmado en una planificación temporal recogida en un cronograma o similar.

**Figura 9.** Diagrama del proceso de RE desde la selección del referente hasta la evaluación de resultados. Se incluyen diversos ejemplos tanto de acciones y medidas de RE como de indicadores que nos permitan evaluar, por un lado, la evolución del sistema desde su estado inicial y la consecución de los objetivos de restauración, por otro (Autor: Iñaki Mola).



# 2.5 Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE

## Estudio y planteamiento de alternativas

Entre las herramientas metodológicas con mayor aceptación y éxito para el estudio de alternativas de los proyectos de restauración se encuentran las incluidas en el marco lógico. En primer lugar, se elabora un árbol de problemas con las causas y efectos de la degradación de los ecosistemas, basado en el diagnóstico ecológico. A continuación, en función de ese árbol de problemas, y en consonancia con los objetivos, se plantean las alternativas

y se diseña un árbol de soluciones con sus metas correspondientes ([Ver ejemplo de marco lógico](#)<sup>70, 71, 72</sup>).

De acuerdo con el marco lógico del proyecto se recomienda realizar una tabla donde se recojan los objetivos específicos de cada una de las intervenciones, sus indicadores, el personal o la fuente de verificación y los condicionantes externos de los que depende ([tabla 3](#)).

	Intervención/medidas	Indicadores	Personal y fuentes de verificación	Condicionantes externos
<b>Objetivo general:</b> La RE de una dehesa degradada	<b>Objetivo específico 1:</b> Fortalecer la biodiversidad	Protección de vegetación cercana en buen estado de conservación. Siembras y plantaciones si fueran necesarias.	Indices de biodiversidad.	Estado de conservación del paisaje circundante, disponibilidad de planta y semilla autóctona.
	<b>Objetivo específico 2:</b> Fomentar el reclutamiento de especies forestales y pratenses	Cercamiento de parcelas para el manejo de pastos y recuperación vegetación.	Número de nuevos reclutamientos/ año. Producción por año.	Cantidad del personal en función del tamaño de la explotación y fuentes de verificación adaptada por parte de los trabajadores.
	<b>Objetivo específico 3:</b> Disminuir los procesos erosivos	Restricción de accesos a las zonas erosionadas, establecimiento de caminos prioritarios por la explotación, respeto de las instalaciones.	Estimas de pérdidas de suelo.	Catástrofes (incendios, inundaciones, lluvias torrenciales, sequías extremas, etc.).
	<b>Objetivo específico 4:</b> Aumentar la rentabilidad de la explotación	Estudios de marketing para mejorar la distribución y valoración por parte de los consumidores.	Incremento del balance económico de la explotación.	Dificultad de acceso al mercado. Competencia.
	<b>Objetivo específico n</b>			

 **Tabla 3.** Matriz de marco lógico: Ejemplo de aplicación a una dehesa.

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE**
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.5 Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE

Otras herramientas que se pueden usar para el estudio de alternativas son:

1. análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), condicionado por las características del entorno;
2. análisis de escenarios futuros<sup>73</sup> o
3. marco DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact, Responses), usado por la Agencia Europea de Medioambiente<sup>74</sup>.

Por la evidente relevancia de este apartado, conviene recordar la actividad transversal “participación ciudadana/procesos participativos”, dado que se van a tomar numerosas decisiones muy relevantes respecto al espacio a restaurar. Hay que redoblar los esfuerzos por consensuar las decisiones finales y así garantizar los resultados a medio y largo plazo.

A continuación, se presenta una tabla con las medidas y acciones de restauración más habituales por tipo de ecosistema en España. Se debe tener en consideración que frente a los planteamientos de la integración ambiental, basada en la aplicación sistemática de técnicas agronómicas (siembras, plantaciones, etc.), el cambio cualitativo en el diseño de paisajes en el contexto de la restauración ha sido el comprender que el objetivo no es reunir una colección de elementos característicos para recrear un paisaje (estructura), sino operar sobre variables ecológicas clave, de forma que se inicie y acelere un proceso espontáneo de cicatrización. Por lo tanto, para un restaurador, las técnicas empleadas pueden variar notablemente en función del escenario concreto, incluso ser diametralmente opuestas, debido a diferencias en

el estado inicial de degradación, paisaje circundante, etc., por lo que esta tabla no se debe identificar como un recetario de técnicas para la RE según el tipo de ecosistema, sino como un catálogo de ejemplos.

(☞ [ver medidas y acciones de restauración más habituales en España](#)).



*La colaboración de los agricultores propietarios de los terrenos con la Junta de Extremadura fue vital para lograr una restauración ecológica del complejo laguna de La Albuera y asegurar su conservación a largo plazo.*

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.6 Ejecución de las medidas de RE

El buen desarrollo de esta parte dependerá en gran medida de tres aspectos:

1. grado de detalle con el que se han diseñado las **medidas y acciones**,
2. correcta planificación de los trabajos y
3. adecuada formación de todo el personal implicado en la ejecución.

Efectivamente, en muchos casos, la singularidad de medidas y/o acciones propuestas en los proyectos de RE hace prácticamente imposible encontrar personal especializado en esas técnicas particulares. Por ese motivo, conviene formar a todo el personal que va a trabajar en la implementación del proyecto de RE, para familiarizarles con el enfoque y objetivo de cada una de las actuaciones, así como para asegurar la minimización del impacto ambiental de los trabajos a realizar. Por otro lado, es igualmente importante la capacitación del técnico/equipo técnico del proyecto, aspecto que se abordará más adelante, en el **apartado 3.2**.

Entre una larga lista de consideraciones se podrían destacar:

- Una adecuada señalización de las diferentes zonas de trabajo y sus accesos puede atenuar los efectos negativos de la propia ejecución, tales como la compactación del sustrato por tránsito de maquinaria, la generación de múltiples vías de acceso, la pérdida/desperfecto de equipos de medición instalados para el seguimiento, la destrucción de parcelas de seguimiento, etc.
- Calendarios de trabajo flexibles, que permitan la consideración de los períodos fenológicos para implementar muchas actividades cuyo éxito puede verse comprometido (introducciones/reintroducciones de especies de fauna/flora). De la misma forma, considerar la fenología de las especies ya presentes para no realizar trabajos molestos en períodos críticos que podrían ahuyentarlas o comprometer su supervivencia.

- La correcta selección de maquinaria para cada uno de los trabajos, asegurando técnicas de bajo impacto.
- La verificación de la calidad (procedencia, estado de salud y correcta identificación taxonómica) de todo el material biológico utilizado, en caso de ser necesario.
- La identificación de posibles dificultades no contempladas en la fase de diseño durante la ejecución de determinados trabajos que pudieran comprometer su eficacia.
- El mantenimiento de los procesos participativos abiertos y activos, así como la consideración de posibles alianzas estratégicas con agentes sociales (voluntariado, custodia del territorio, ciencia, etc).



*Para restaurar ecosistemas culturales, resulta imprescindible reactivar las prácticas tradicionales. En el entorno del PN de la Sierra de Guadarrama, los ecosistemas de prado de siega albergan una gran riqueza botánica que requieren de siegas, al menos una vez al año, para su supervivencia.*

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE**
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.6 Ejecución de las medidas de RE

 Ejemplo

### Técnicas de reproducción de las especies vegetales en la cantera de LafargeHolcim en Yeyes-Ciruelos

La elección de técnicas de reproducción en esta cantera se basó en las características edáficas e hidrológicas del territorio, su bioclimatología y biogeografía, los tipos de vegetación y su composición florística, y las oportunidades particulares que ofrece el área. En la selección de especies para restaurar un hábitat determinado se incluyeron tantas especies características y acompañantes como se consideraba posible en aplicación, eligiendo el método de reproducción más adecuado en función de la especie a reproducir y del lugar donde se iban a introducir los individuos. Se utilizaron los siguientes métodos: aprovechamiento de banco de semillas, siembra directa de semillas, recogida de semillas y cultivo de plantas, reproducción vegetativa (estaquillado), viverismo silvestre (*wild nursering*) y vivero comercial de plantas autóctonas.



# 2.6

## METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE**
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.7 Seguimiento

El seguimiento debe planificarse y diseñarse en las fases de selección del referente y de identificación y definición de medidas y acciones de la RE, momento en el que se debe plantear la posibilidad de redactar un protocolo de seguimiento *ad hoc* para el proyecto de RE. Por tanto, el seguimiento se plantea en la RE desde su inicio. Durante la fase de ejecución, es imprescindible disponer de capacidad de intervención frente a situaciones no deseadas (desviaciones no favorables para alcanzar el ecosistema de referencia), contando con las herramientas adecuadas para detectarlas y, en su caso, adoptar nuevas medidas para reconducir la situación. Una vez finalizada la ejecución, se continúa con una fase fundamental: seguimiento, evaluación y difusión de los resultados alcanzados. Esta es una fase de testado del éxito de la RE planificada y ejecutada, y considera un periodo de tiempo adecuado (corto, medio y largo plazo).

El seguimiento implica la necesidad de utilizar indicadores para evaluar la recuperación de los procesos ecológicos deseados o controlar los indeseados, así como la posibilidad de contrastar los efectos del cambio climático sobre el espacio restaurado. Este enfoque se diferencia del seguimiento realizado en muchas ocasiones en las restauraciones convencionales y que tradicionalmente se ha centrado en la evolución de los elementos restaurados.

Esta fase implica tanto la verificación del correcto desarrollo de las actividades proyectadas como el propio seguimiento de la evolución del escenario, con el fin de:

- Comprobar la correcta realización de las obras proyectadas y programadas a corto plazo.
- Comparar los resultados obtenidos con los esperados en términos de los objetivos y atributos del ecosistema de referencia (y de los hitos intermedios)

mediante indicadores adecuados, para corregir situaciones no deseadas o plantear nuevas referencias.

- Adoptar medidas adicionales a las previstas, reforzar alguna de las propuestas u orientarlas a revertir situaciones no previstas o no deseadas.
- En su caso, extender el periodo de seguimiento del ecosistema restaurado para garantizar el alcance y consolidación de los objetivos de restauración propuestos.

Definir la forma y condiciones en que el espacio y sus servicios ecosistémicos pueden ser aprovechados.



*El establecimiento de indicadores adecuados y la capacitación del personal para su seguimiento son factores clave. La imagen refleja el muestreo de costras biológicas y vegetación en comunidades de yesos, hábitat considerado de interés comunitario especial.*

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento**
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.7 Seguimiento

La ejecución de las obras y el seguimiento de los resultados es tarea de expertos en la materia, conformando un equipo de gestión que funcione de forma integrada. La incorporación de los redactores del proyecto garantiza además una mayor trazabilidad de la RE. Si el proyecto lo permite, se aconseja la definición de parcelas de control o testigo para seguir la evolución del ecosistema sin intervención.

El seguimiento debe iniciarse lo antes posible y prolongarse el tiempo suficiente para obtener resultados concluyentes que permitan adoptar los ajustes necesarios. Además del seguimiento previsto por el equipo del proyecto, se puede considerar la participación de otros agentes sociales en el seguimiento de determinados parámetros (p. ej. ciencia ciudadana, custodia del territorio, etc.).

Para la consolidación de las mejores prácticas, la previsión de una adecuada difusión de los resultados del proyecto a través de bases de datos de



### Ejemplo

#### Indicadores en ríos

En proyectos de mejora ecológica en ríos, existen una serie de indicadores definidos por la Directiva Marco del Agua y la legislación española (de tipo biológico, fisicoquímico o hidromorfológico) que nos indicarán la efectividad de los trabajos realizados. El proyecto LIFE+ Segura Riverlink (focalizado en la construcción de pasos para peces y la mejora del bosque de ribera) hizo un análisis sobre la mejora del estado ecológico en las masas de agua durante tres años que permitió verificar la efectividad de los trabajos desarrollados.

experiencias, medio de difusión científico y/o de gestión, facilitará la mejor implantación de esta nueva disciplina, de forma que se incremente su demanda y aceptación.

Igualmente, sería útil disponer de herramientas de carácter público general que puedan orientar la definición de indicadores generales de buen funcionamiento de los hábitats. En este sentido, existe una aproximación del Ministerio para la Transición Ecológica en sus “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España”<sup>75</sup> que podría ser utilizada para este fin.



Trabajos de seguimiento en el LIFE + Segura Riverlink

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.7 Seguimiento

# 2.

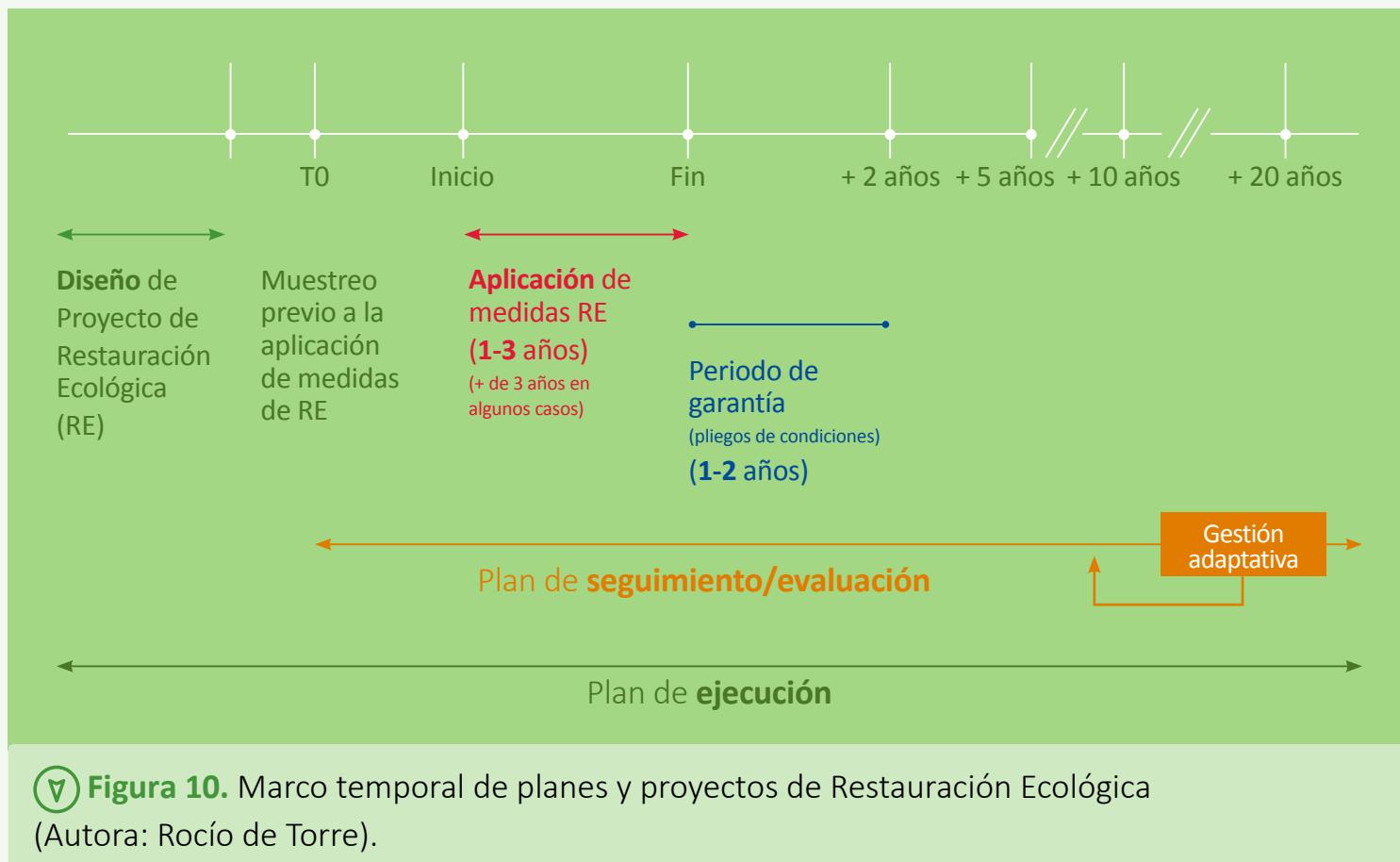
## METODOLOGÍA PARA LA RE

### Marco temporal

Los procesos y estructuras de los ecosistemas no son de recuperación rápida, siendo normalmente necesario un periodo mayor a tres años para que se aprecien signos de recuperación y los flujos de materia y energía se ajusten en el ecosistema restaurado. Por ese motivo, idealmente, el plan de ejecución de los proyectos de restauración ecológica, incluyendo el plan de seguimiento y evaluación, debe estar sujeto a un marco temporal adecuado y acorde con los procesos, funciones y estructuras a recuperar en cada tipo de ecosistemas, además de ajustarse a la financiación (**figura 10**). En este sentido, sería necesario un consenso que permita a las autoridades ambientales establecer los plazos adecuados.



Actualmente, el periodo de seguimiento de la RE que se desarrolla en el marco de proyectos sometidos a evaluación ambiental se extiende comúnmente hasta los dos años, coincidiendo con el periodo de garantía. No obstante, la normativa de evaluación ambiental permite expresamente prolongar el seguimiento cuanto se estime necesario y puede, por tanto, exigir a un promotor extenderlo más allá de los dos años habituales para el periodo de garantía. Excepcionalmente, cuando son actuaciones que han afectado significativamente a elementos de la Red Natura 2000, o bien han tenido efectos negativos sobre alguna especie protegida o sobre la calidad de las aguas, o bien son actividades inherentes al mantenimiento de la infraestructura, el seguimiento se ha prorrogado más allá de los dos años, refiriéndose habitualmente a la *fase de explotación*.



# 2.7 Seguimiento

## Indicadores para el seguimiento

Para medir el avance hacia los objetivos e hitos temporales (intermedios y final) se recurre a indicadores cuantitativos o cualitativos del estado y evolución del ecosistema a restaurar. Se requieren indicadores para la situación de partida y para los hitos intermedios y finales. Los indicadores de estado serán, en muchos casos, los utilizados en el diagnóstico ecológico. En cualquier caso, el seguimiento de las actuaciones tiene que relacionarse cuando sea posible con variables o/y índices que estén definidos en la legislación sectorial.

Los indicadores de seguimiento deben ser específicos, medibles, alcanzables, apropiados y oportunos en el tiempo. No se trata de proponer listas ingentes de variables de estado cuya medición sea muy compleja, sino que deben ser simples y expresados de manera que los grupos de interés los puedan entender y usar. La RE requiere indicadores que permitan verificar la recuperación de los procesos, al menos a medio plazo. Por ejemplo, el seguimiento de la revegetación a corto plazo puede focalizarse en la supervivencia y estado de la vegetación implantada, pero a medio y largo plazo debe orientarse al seguimiento de la recuperación de las interacciones y los procesos de ésta con el suelo, los microorganismos, los herbívoros dispersadores o los polinizadores.

Período de evaluación	Proceso evaluado	Parámetros indicadores
<b>De 1 a 5 años</b>	Establecimiento de la vegetación implantada	Supervivencia de las plantas Crecimiento de las plantas Estado nutricional de las plantas Cobertura vegetal Riqueza vegetal
<b>De 5 a 15 años</b>	Desarrollo de la vegetación y reacción de las interacciones planta-suelo	Capacidad reproductiva de las plantas Estructura de la comunidad vegetal Diversidad filogenética de las plantas Establecimiento de terceras especies vegetales Aporte de hojarasca al suelo Nutrientes en el suelo Humedad en suelos Diversidad de otros niveles tróficos
<b>Más de 15 años</b>	Recuperación de la estructura y fertilidad del suelo superficial y restablecimiento de interacciones ecológicas	Estructura del suelo Materia orgánica del suelo Tasas de descomposición de materia orgánica en suelos Diversidad filogenética de plantas Grado de interacción entre niveles tróficos Conectividad del paisaje

▼ **Tabla 4.** Parámetros indicadores del éxito de una revegetación en restauración ecológica (Fuente: Navarro, J.L. et al, 2017).

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento**
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.7 Seguimiento

# 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología



Ejemplo

#### Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del suelo en la recuperación post-incendio a corto, medio y largo plazo en ecosistemas semiáridos

Los incendios forestales en ecosistemas semiáridos tienen un efecto crítico sobre las comunidades microbianas del suelo, que sufren cambios significativos en su composición en el primer año después del incendio, cuando los nutrientes del suelo están disponibles. El cociente microbiano y la proporción de hongos y bacterias han demostrado ser indicadores significativos para reflejar la recuperación de los suelos después del incendio y pueden ser incorporados a la batería de indicadores de restauración ecológica en el corto, medio y largo plazo. No obstante, esta batería debe incluir otros indicadores tales como el contenido de agua, pH, la conductividad, el fósforo disponible, etc., que son esenciales para entender los cambios producidos en los suelos durante su recuperación. Fuente: Muñoz *et al.* (2016)<sup>76</sup>.



Ejemplo

#### Biodiversity Indicator and Reporting System (BIRS)

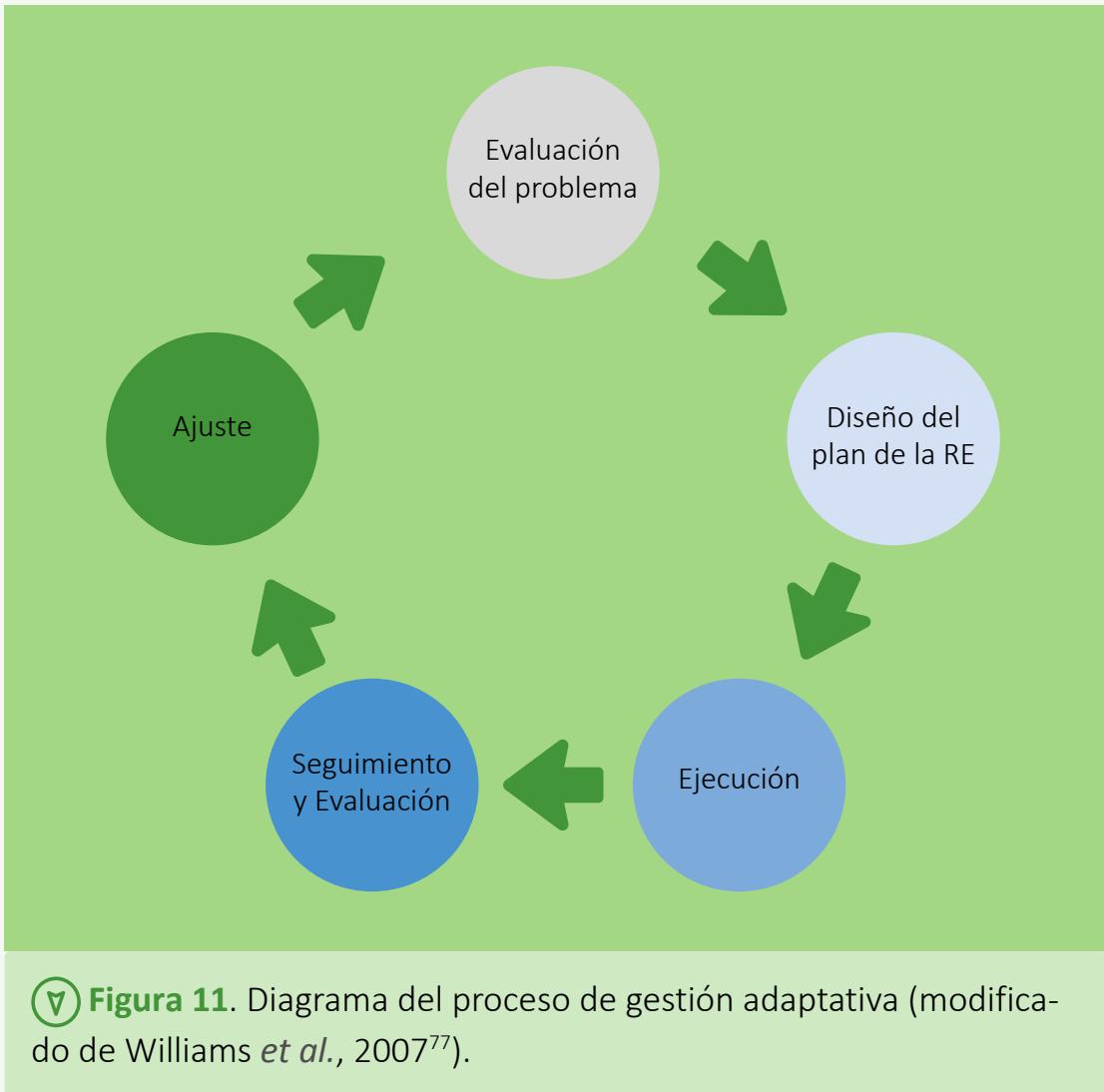
IUCN junto a Holcim ha diseñado una herramienta que, basándose en la aproximación a ecosistemas de referencia, permite monitorizar y reportar la evolución del estado de la biodiversidad en sus explotaciones mineras, incluso por personal no especializado pero que haya tenido una formación específica. [Manual](#).



Operarios y técnicos recibiendo la formación para colaborar en el BIRS.

## 2.8 Gestión adaptativa

La gestión adaptativa es un proceso iterativo de toma de decisiones en el que se ajustan los objetivos y las medidas de restauración, con el fin de abordar la incertidumbre de la evolución de los ecosistemas (**figura 11**). La gestión adaptativa queda justificada, ya que los ecosistemas son sistemas complejos en los que interactúan múltiples factores. Esto dificulta la predicción exacta de los resultados de cualquier intervención, lo que implica una incertidumbre inherente a este proceso. Manejar esta incertidumbre es el objetivo principal de este modelo de gestión, detectando las desviaciones y reconduciendo el proyecto hacia la meta final (ecosistema de referencia).



## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa**
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.8 Gestión adaptativa

Esta aproximación permite incorporar el aprendizaje de las lecciones aprendidas con los errores cometidos y corregir las trayectorias de los ecosistemas sometidos a restauración ecológica, llegando así a una solución óptima del problema<sup>77</sup>. La aplicación de la gestión adaptativa está formada por dos fases:

**Primera fase** (ya definida en los apartados anteriores de la metodología de la RE)

1. Involucrar a los **agentes implicados**, entre los que es necesaria una coordinación que promueva la participación pública y el acuerdo durante todo el proceso.
2. Seleccionar unos objetivos claros y medibles.
3. Identificar las **acciones potenciales de restauración** para el proceso de toma de decisiones, teniendo en cuenta distintas escalas espaciales (local, paisaje, nacional, etc.) y un marco temporal adecuado y realista.
4. Establecer **modelos** a modo de hipótesis para caracterizar cómo funciona el ecosistema.
5. Diseñar un **plan de seguimiento y evaluación** del proyecto de restauración con una duración apropiada para desarrollar un sistema de gestión de datos integrado desde los inicios en la planificación, y acreditar el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos.

**Segunda fase iterativa**

6. **Tomar decisiones** en función de los objetivos, los recursos disponibles y la información recopilada.
7. **Aplicar el plan de seguimiento.**

8. **Evaluar** para comprender la dinámica del ecosistema mediante la comparación de los cambios observados con relación a la predicción (hipótesis).

9. Volver al punto 6 o, en el caso de identificar problemas/nuevas desviaciones, volver al punto 1.

La gestión adaptativa está ampliamente desarrollada en el contexto de la gestión de los recursos hídricos<sup>78</sup> y, en nuestro contexto jurídico-normativo, la Directiva Marco del Agua y la elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuenca constituyen ejemplos paradigmáticos de aplicación de esta metodología en España.



*Las obras de desmantelamiento de los pantalanes de la antigua Central Térmica de Sant Adrià de Besòs, propiedad de Endesa, se vieron modificadas y se aconsejó el mantenimiento de las estructuras de hormigón más antiguas, ya que se habían dado una cierta recuperación del fondo marino y se encontraban colonizadas por una gran diversidad de especies. Se reorientó la actuación con vías a la creación de un futuro parque de arrecife artificiales marinos.*

## 2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

2.1. Procesos participativos

2.2. Tareas preliminares

2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención

2.4. Selección del Ecosistema de Referencia

2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE

2.6. Ejecución de las medidas de RE

2.7. Seguimiento

2.8. Gestión adaptativa

2.9. Evaluación final del éxito de la RE

2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.9 Evaluación final del éxito de la RE

El éxito de la restauración ecológica se mide en función del grado de cumplimiento de los objetivos; por lo tanto, es primordial dimensionar la ambición de los mismos acertadamente. A continuación, se presentan **nueve puntos** basados en los atributos del ecosistema, que integran los procesos y funciones, para valorar los objetivos genéricos que deben ser cumplidos por restauraciones ecológicas exitosas<sup>79</sup>:

1. Contener una asociación característica de especies que le proporcione una estructura de la comunidad adecuada, acorde con el ecosistema de referencia.
2. Contener el máximo número posible de especies autóctonas (maximizar la biodiversidad).
3. Estar representados todos los grupos funcionales necesarios para la estabilidad del ecosistema o con potencial para su colonización natural.
4. Tener un entorno físico capaz de mantener poblaciones reproductoras de aquellas especies necesarias para el desarrollo de la trayectoria prevista durante el proceso de restauración.
5. Ser un ecosistema funcional de acuerdo con el punto sucesional en el que se encuentra.
6. Estar adecuadamente integrado dentro de una matriz ecológica o paisajística más amplia, con la que interactúa a través de flujos e intercambios bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales.
7. Ser suficientemente resiliente como para soportar los episodios periódicos de estrés y perturbación ambiental.
8. Ser autosostenible y tener la capacidad de autoorganizarse. No obstante, el escenario más realista en el contexto de la restauración ecológica es aquel en el que el ecosistema restaurado necesita de una gestión periódica, especialmente si se trata de ecosistemas muy transformados por el desarrollo humano.
9. Haber eliminado o minimizado las amenazas potenciales externas para la salud e integridad del ecosistema restaurado derivadas de su entorno próximo.

# 2.

## METODOLOGÍA PARA LA RE

- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.9 Evaluación final del éxito de la RE

La evaluación final del proyecto de RE se realizará a través de los diferentes indicadores diseñados para verificar el cumplimiento de los objetivos, que a su vez garantizan la meta del propio proyecto al encaminar correctamente el espacio restaurado hacia el ecosistema de referencia. La SER<sup>79</sup> propone un sistema de evaluación de la recuperación de un ecosistema mediante un sistema basado en un gradiente acumulativo de estrellas, de 1 a 5 ( [ver resumen de estándares de la SER](#)). Esta evaluación, aplicada a los objetivos concretos asociados a los sub-atributos, permite un examen completo y eficaz, que puede representarse de forma muy visual mediante la “rueda de recuperación” ([ver figura 12](#)).

Con frecuencia, una vez finalizado el proyecto, se aborda el siguiente escenario sin haberse detenido a reflexionar sobre las ventajas e inconvenientes de la metodología desarrollada, los ajustes realizados y los beneficios que representa el nuevo ecosistema/paisaje, incluyendo los servicios ecosistémicos obtenidos para la sociedad. Planificar y presupuestar esta reflexión, para incluir los resultados del proyecto en la base de datos de experiencias, así como su **difusión** mediante comunicados de prensa, artículos divulgativos etc., se considera una labor imprescindible si se quiere implantar esta nueva disciplina, de forma que se incremente su demanda y aceptación.

### Ejemplo

#### Seguimiento de la RE de la escombrera de la central térmica Litoral, en el municipio de Carboneras (Almería).

Los trabajos de seguimiento de la RE de esta escombrera restaurada por Endesa pretendían verificar que la evolución del ecosistema restaurado se asemejase lo máximo posible al referente establecido (paisaje vegetal semiárido, similar al autóctono circundante, y totalmente adaptado a la severidad climática y al tipo de suelo). El proyecto, supervisado por un grupo de investigación de la Universidad de Almería, diseñó indicadores con el fin de evaluar la efectividad de las técnicas de RE. Para ello, se realizaron siete estudios independientes: estudio de los hábitats del entorno, catálogo florístico y seguimiento de flora, evaluación de la RE, estudio edafológico, evolución de la diversidad vegetal, seguimiento de redes tróficas y ecofisiología e inventario de fauna. Se concluyó, gracias a la comparación con parcelas control del entorno natural, que existe una gran similitud entre éste y el área restaurada respecto a la composición de las comunidades vegetales. Al margen de las especies sembradas o plantadas, han aparecido de forma espontánea otras especies autóctonas que han colonizado el área por sus propios medios de propagación, lo que confirma las adecuadas condiciones biofísicas alcanzadas en la zona.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

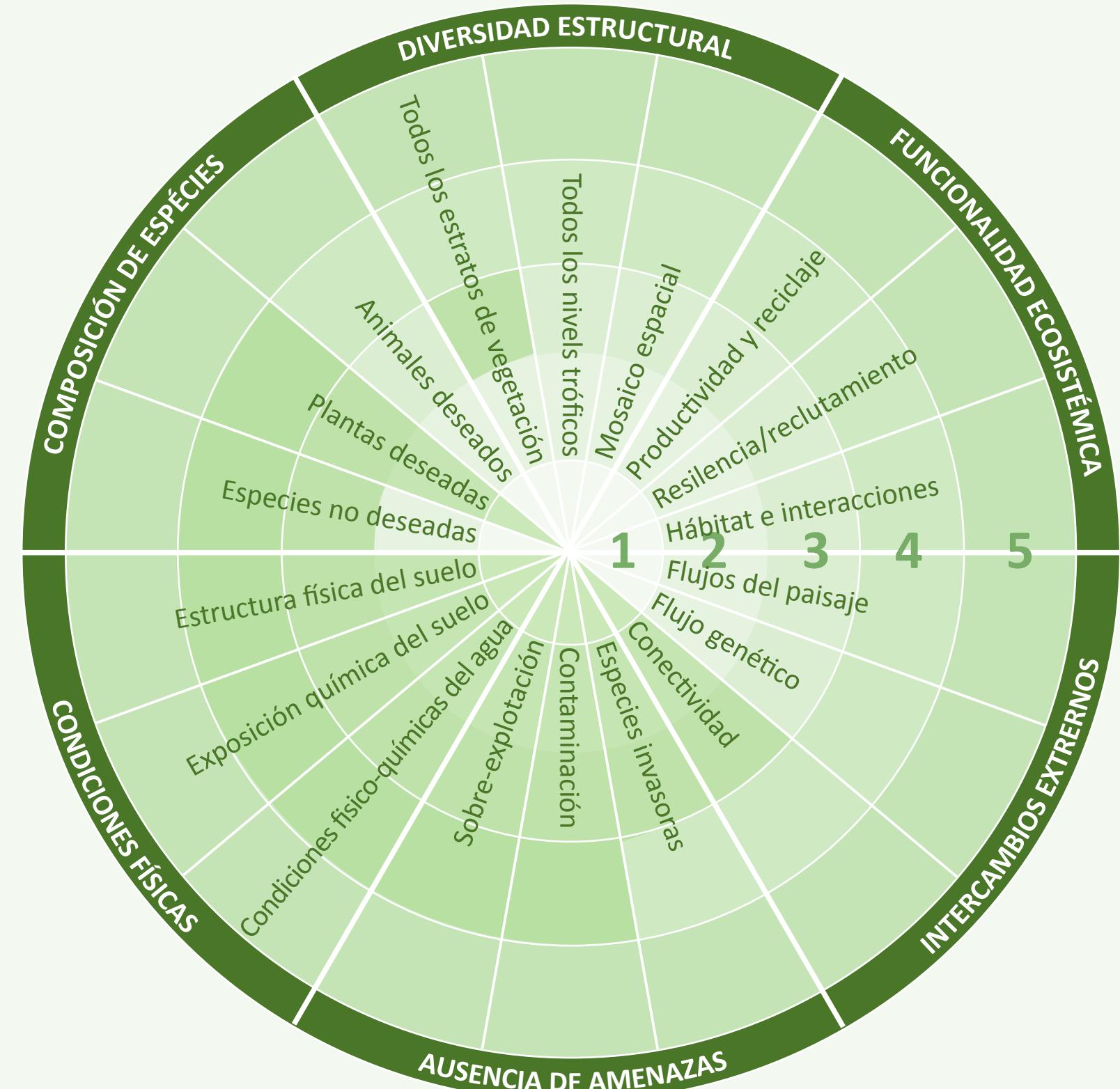
- 2.1. Procesos participativos
- 2.2. Tareas preliminares
- 2.3. Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4. Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/Proyecto de RE
- 2.6. Ejecución de las medidas de RE
- 2.7. Seguimiento
- 2.8. Gestión adaptativa
- 2.9. Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10. Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

## 2.9 Evaluación final del éxito de la RE

2.

### METODOLOGÍA PARA LA RE

**Figura 12.** La SER, en su documento sobre los estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica<sup>82</sup>, propone la siguiente “rueda de recuperación” dentro de su sistema de evaluación basado en un gráfico de una a cinco estrellas ([ver tabla](#)). Están representados los seis atributos ecosistémicos y dentro de cada uno de ellos se presentan como ejemplo tres sub-atributos que el restaurador debe identificar para el proyecto concreto. Se representa la evolución de un proyecto hipotético, transcurrido un año desde la ejecución del proyecto de RE. Se puede apreciar el avance hacia la condición de 4 estrellas de recuperación.



## 2.10 Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

En la **tabla 5** se aporta una lista de comprobación que permite verificar si en un proyecto de RE se han abordado todos los aspectos más relevantes. Por la enorme variedad de casos posibles, pudiera quedar algún apartado específico fuera del listado que habría que añadir. Si el proyecto que se va a ejecutar da respuesta afirmativa a todas estas preguntas, se puede asegurar que, sin lugar a dudas, el proyecto es de RE. Como se ha indicado a lo largo de este tercer apartado, en el propio proyecto están contemplados el presupuesto, el cronograma y, lógicamente, las fases de ejecución, seguimiento y evaluación final de éxito.

<b>Planificación de la Restauración Ecológica (RE)</b>	
Marca X en caso afirmativo	
<b>Diagnóstico</b>	
• ¿Se han identificado los procesos ecológicos clave del sistema?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha identificado el nivel funcional del ecosistema?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han identificado y caracterizado los servicios ecosistémicos del ecosistema?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han caracterizado las causas y efectos de la degradación del ecosistema?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han establecido indicadores para valorar los procesos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han integrado distintas escalas en el diagnóstico?	<input type="checkbox"/>
<b>Referente</b>	
• ¿Se ha seleccionado el referente o el modelo de referencia?	<input type="checkbox"/>
<b>Objetivos</b>	
• ¿Las acciones propuestas cumplen los objetivos planteados?	<input type="checkbox"/>
• ¿Los objetivos están alineados con los acuerdos europeos e internacionales y el marco legislativo español?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han establecido indicadores para cada uno de los objetivos específicos que permitan su evaluación?	<input type="checkbox"/>

<b>Estudio de alternativas</b>	
• ¿Se ha realizado un estudio de las alternativas de las medidas de RE?	<input type="checkbox"/>
<b>Agentes implicados</b>	
• ¿Se han identificado los agentes implicados o grupos de interés ( <i>stakeholders</i> )?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han analizado las necesidades socioeconómicas de los agentes implicados?	<input type="checkbox"/>
<b>Procesos participativos</b>	
• ¿Se han contemplado procesos de participación pública en el proyecto de RE?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han discutido y revisado los objetivos y medidas por parte de los agentes implicados?	<input type="checkbox"/>
<b>Gestión adaptativa</b>	
• ¿Se contempla la gestión adaptativa en el proyecto de RE?	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han definido puntos temporales para aplicar la gestión adaptativa?	<input type="checkbox"/>
<b>Financiación</b>	
• ¿Se ha realizado un presupuesto que cubra las necesidades del proyecto de RE y pueda asumir contingencias e imprevistos?	<input type="checkbox"/>
• ¿Hay suficiente presupuesto para la ejecución del proyecto?	<input type="checkbox"/>
<b>Marco temporal</b>	
• ¿Se ha realizado un cronograma realista para el proyecto?	<input type="checkbox"/>
<b>Contexto</b>	
• ¿Se ha analizado el contexto socioeconómico y las amenazas que supone para el proyecto?	<input type="checkbox"/>
<i>*Incluir otras cuestiones que sean importantes para el proyecto de RE</i>	
<b>Tabla 5.</b> Lista de verificación para un proyecto de RE (Autora: Rocío de Torre).  <a href="#">Descargar en formato excell</a>	

## 2. METODOLOGÍA PARA LA RE

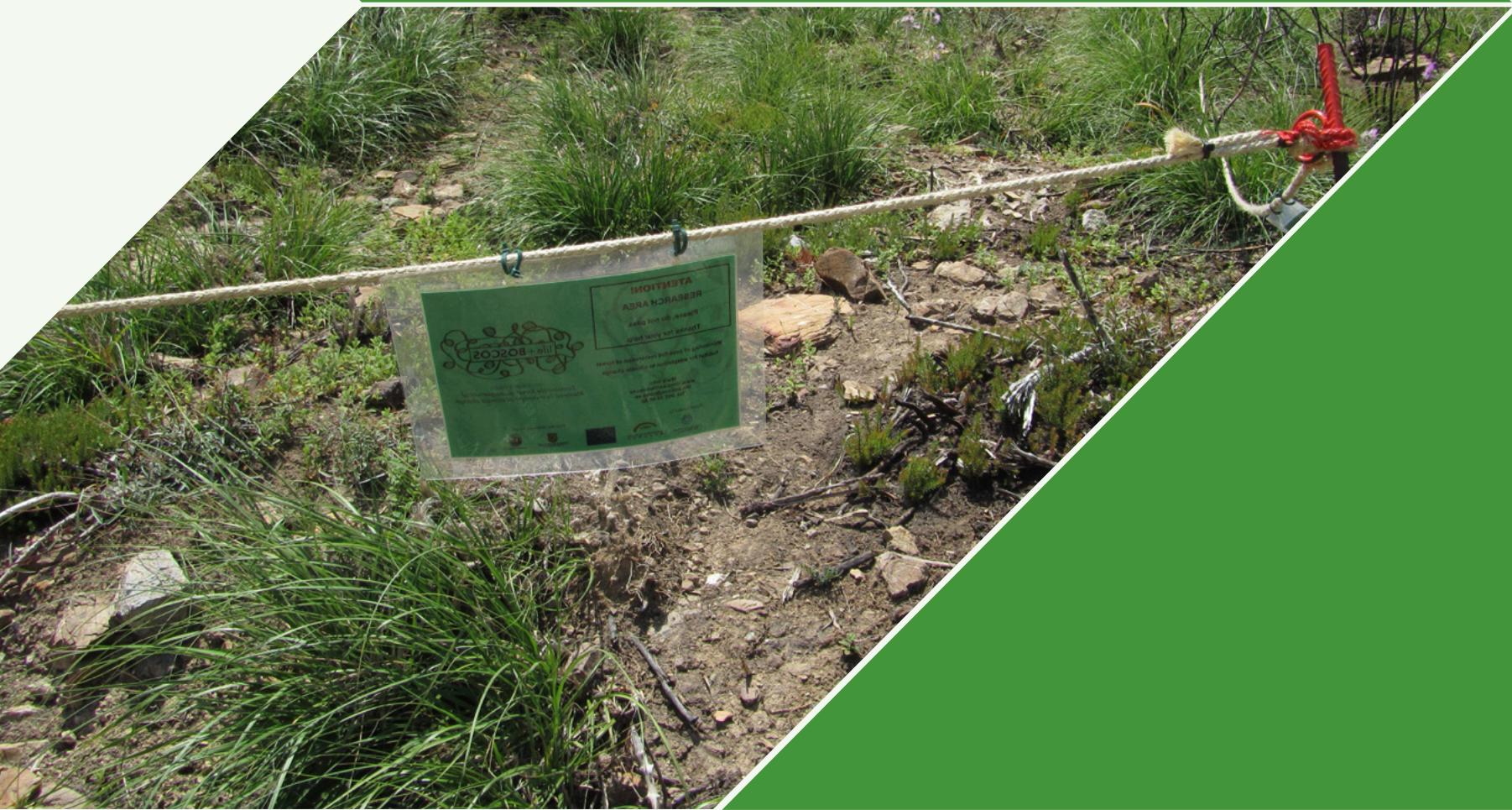
- 2.1.** Procesos participativos
- 2.2.** Tareas preliminares
- 2.3.** Diagnóstico ecológico del ámbito de intervención
- 2.4.** Selección del Ecosistema de Referencia
- 2.5.** Identificación de objetivos, medidas y acciones del Plan/ Proyecto de RE
- 2.6.** Ejecución de las medidas de RE
- 2.7.** Seguimiento
- 2.8.** Gestión adaptativa
- 2.9.** Evaluación final del éxito de la RE
- 2.10.** Lista de referencia sobre la aplicación de la metodología

# 3.

## LA APLICACIÓN DE LA RE

**3.1.** Integración de la RE en planes  
y proyectos de otros campos

**3.2.** Contratación de la RE



# La aplicación de la RE

La RE puede materializarse ya sea en proyectos (o planes y programas, en su caso) de restauración de espacios degradados o bien integrarse, como componente ambiental, en los proyectos de ingeniería civil, energía, urbanismo, minas, agricultura y otros. En el primer caso, la restauración aborda un problema de degradación existente y, en el segundo, se plantea como una herramienta preventiva, planificando los impactos ambientales no deseados para minimizar sus efectos. En ambos casos, los proyectos deben contener la suficiente documentación (memoria, plano, presupuesto, pliego, etc.) para garantizar la aplicación de la RE.

En la página siguiente, se presenta un esquema conceptual sobre la implantación de la RE tanto en la Administración pública como en la empresa privada.

Para las empresas, se pueden mencionar dos grandes grupos según si son, o bien (i) propietarios del terreno o titulares de la actividad que se va a desarrollar, o bien (ii) son contratadas para desarrollar alguna fase concreta para el desarrollo de la actividad, pero la titularidad corresponde a la Administración. En ambos casos y, en primer lugar, están las autorizaciones ambientales pertinentes, ya sea en forma de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) u otras, que serán los documentos ambientales vinculantes y deben emitirse ya con los criterios de RE.

Para el segundo grupo, en el que la tramitación ambiental corre a cargo de la Administración como propietario del proceso, una vez obtenida, contratará, si procede, las diferentes fases: diseño/proyecto, construcción/ejecución, operación/explotación y desmantelamiento/cese de actividad. En este caso, la administración propietaria deberá disponer de los pliegos de

condiciones técnicas necesarios para abordar la contratación implementando la RE.

La sintonía normativa entre las diferentes administraciones (órganos sustantivos y ambiental) debe ser total para que la implantación de la RE sea eficiente. Este trabajo interno por parte de las administraciones competentes supone uno de los grandes retos (si no el mayor) para que verdaderamente todos los actores de los diferentes procesos con efectos sobre el territorio hablen un mismo lenguaje y tengan unos objetivos ambientales compartidos.

Por otro lado, cabe destacar el papel tan importante que pueden jugar las administraciones locales tanto desde el punto de vista normativo como promocionando proyectos de RE de áreas bajo su jurisdicción. Los ciudadanos perciben a las administraciones locales como las más cercanas para solucionar los problemas de su entorno inmediato, por lo que a estas también les correspondería implementar estas nuevas tecnologías entre sus herramientas de gestión territorial.

Desde un punto de vista estrictamente empresarial, una RE orientada a la recuperación del capital natural y/o de los servicios ecosistémicos puede suponer una oportunidad de negocio, dando valor añadido a sus productos y/o servicios o garantizando la buena conservación de los recursos naturales de los que depende<sup>83</sup>.

De forma general, es además importante garantizar una transferencia tecnológica rápida y eficaz.  **Ver box sobre la necesidad de una transferencia tecnológica.**

## 3. LA APLICACIÓN DE LA RE

- 3.1.** Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

- 3.2.** Contratación de la RE

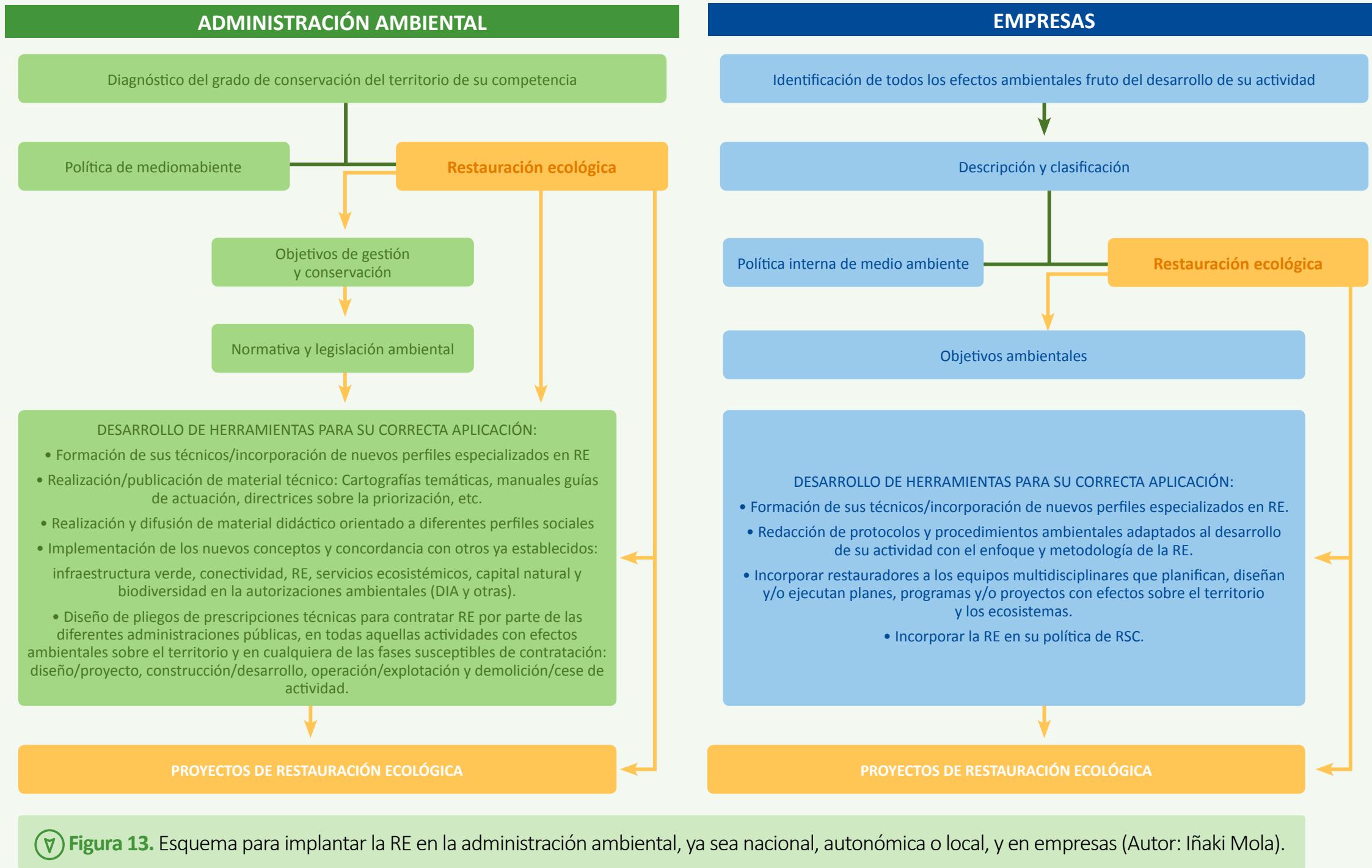
# La aplicación de la RE

## 3.

### LA APLICACIÓN DE LA RE

**3.1.** Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

**3.2.** Contratación de la RE



# 3.1 Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

En el marco de la jerarquía de la mitigación, la RE se puede aplicar a planes y proyectos de ingeniería civil, urbanismo, energía, minas, industria, agricultura y otros, y se orienta a evitar, minimizar, corregir o compensar la degradación que las obras y el funcionamiento de la actividad proyectada pueden causar en el espacio en que se ubica y en su entorno. Además, la RE también aplica, ahora por vía correctora, a las actividades productivas en fase de funcionamiento y explotación, orientada como antes a evitar y minimizar las degradaciones que pueda producir hacia el futuro y a corregir o compensar las ya producidas. En ambos casos, el espíritu y los métodos de la RE pueden ser aplicados por varias vías:

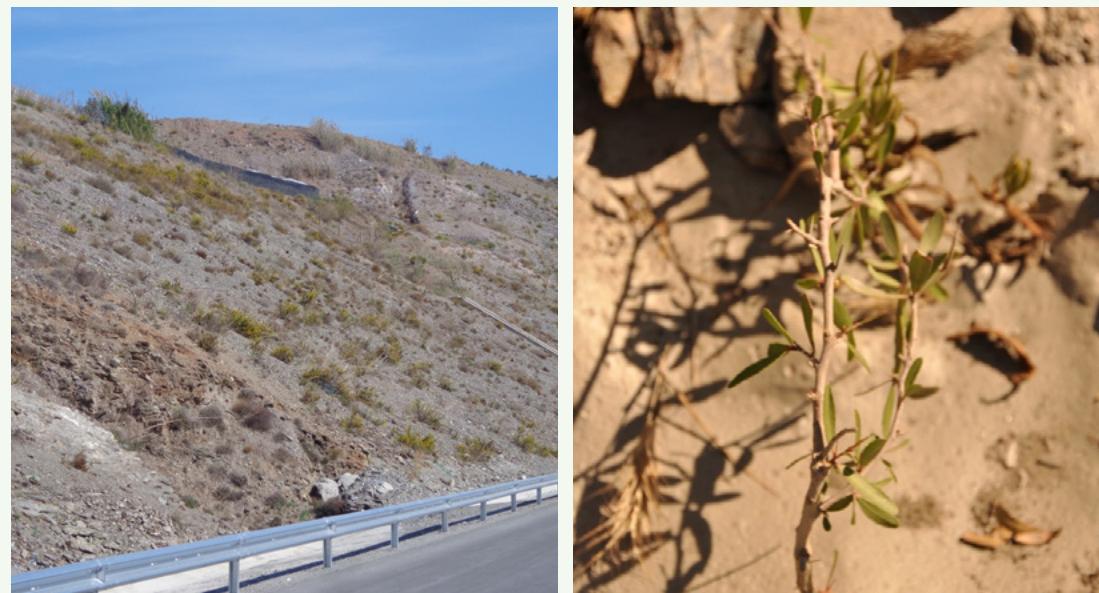
- Incorporando a los equipos de planificación y de proyectos, incluso durante su ejecución, a expertos que aporten conocimiento y criterio en materia de RE al trabajo del equipo y, en el caso de las actividades en marcha, incorporando a tales expertos a los equipos de gestión empresarial. Nota: en los proyectos de ingeniería de grandes obras las actuaciones específicas de RE se incluyen en el anexo de integración ambiental.
- A través de los instrumentos de gestión ambiental, la EAE y la EIA, entendidos como herramientas para insertar el capital natural en los planes y proyectos a los que se aplican y, para las fases de construcción de proyectos y de explotación, así como para actividades en marcha, a través de los planes para implantar Sistemas Normalizados de Gestión Ambiental como el EMAS (Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría) o la serie ISO 14000.
- En el marco de la responsabilidad medioambiental, reparando el daño causado de acuerdo con los principios y pautas de la RE.

La idoneidad de aplicar la metodología de la RE también puede resultar más clara con un adecuado análisis del coste/beneficio ambiental. En este sentido, cada vez será más relevante la cuantificación de los servicios ecosistémicos y la contribución al capital natural.

## Ejemplo

### Recuperación de flora protegida en la obra civil

La recuperación de taludes en un tramo de la A-7, en Granada, por parte de Ferrovial, ha hecho posible el ensayo de diferentes técnicas de reproducción de *Maytenus senegalensis* y la conservación de este endemismo iberoafricano de zonas cálidas litorales. La recuperación de 130 m de taludes con vegetación propia del entorno mediante técnicas de RE ha permitido, además, la recuperación de las poblaciones de esta especie en declive en proporciones más de cuatro veces mayores a las previamente existentes en Andalucía. La morfología se ha adaptado a los relieves preexistentes y la carencia de tierra vegetal se ha compensado con micro-repisas y rugosidad de los acabados de las superficies de los taludes, lo que ha facilitado la implantación espontánea de semillas autóctonas y su sujeción al terreno en periodo de lluvias intensas.



## 3. LA APLICACIÓN DE LA RE

### 3.1. Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

### 3.2. Contratación de la RE

## 3.2 Contratación de la RE

El promotor o titular de proyectos de cualquier tipo y el gestor de actividades productivas puede ser público o privado. En ambos casos, se contratan empresas o equipos solventes especializados para elaborar los planes y proyectos necesarios, así como para asesorar o dirigir su materialización y seguir los resultados que se van produciendo. En consecuencia, implementar la RE requiere que se contraten tales servicios, lo que exige, además de sensibilidad por parte de los promotores, integrar la RE en los criterios, exigencias y especificaciones técnicas de los instrumentos de contratación. En general, estos instrumentos son los portales y plataformas de contratación de la Administración y los portales de proveedores en las empresas privadas, que rigen los concursos o la solicitud de ofertas, siendo por tanto el primer eslabón en la implementación de la RE. En ellos se deben incluir tales especificaciones, de acuerdo, al menos, con los siguientes criterios:

- La contratación de los trabajos de redacción y ejecución de los planes y proyectos de RE tendrá en cuenta la experiencia, la formación ambiental y la multidisciplinariedad del equipo contratado al mismo nivel que otras capacidades técnicas.
- En el marco de la responsabilidad medioambiental, las administraciones públicas pueden exigir que la reparación del daño ambiental siga las pautas de la RE.

- Lo mismo se puede decir con respecto a las exigencias de reparación del daño causado por actividades mineras, energéticas u otras, prolongando la legislación sectorial.
- Los planes y proyectos con efectos sobre el territorio y los ecosistemas implementarán el enfoque y la metodología de RE.
- El equipo proyecto tendrá en cuenta las limitaciones que puedan surgir en la ejecución (por ejemplo, dificultades para conseguir el material vegetal de las plantaciones previstas en el proyecto o para cumplir el calendario de siembras o plantaciones), así como, de acuerdo con el principio de gestión adaptativa, posibilitar que la dirección de obra haga las modificaciones oportunas.

Los procedimientos de contratación legales<sup>94</sup> juegan un importante papel en la implantación de la RE, en virtud de la capacidad de las personas jurídicas para elaborar los pliegos de cláusulas administrativas particulares (PCAP) y de prescripciones técnicas (PPT) que regulan los procedimientos de contratación. Por otro lado, las administraciones públicas editan de forma recurrente *manuales e instrucciones técnicas de referencia* para cierto tipo de proyectos, los cuales deben incluir los criterios y requisitos que requiere la RE.

## 3. LA APLICACIÓN DE LA RE

- 3.1. Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos
- 3.2. Contratación de la RE

## 3.2 Contratación de la RE

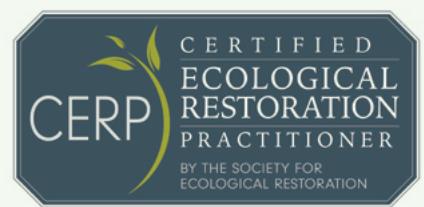
En el ámbito privado, cada compañía establece (generalmente, en sus plataformas de gestión de proveedores) las cláusulas que estima oportunas para comprar materiales o contratar servicios, en términos de las condiciones de selección de proveedores; estas cláusulas deben incluir los requisitos necesarios para desarrollar el proyecto de RE.

### Solvencia técnica para la RE

La RE implica la necesidad de un amplio conocimiento en Ecología y en Ecología de la Restauración, en particular. Aplicar la metodología de la RE supone realizar un certero diagnóstico de un área o ecosistema degradado; tener la capacidad de configurar, en caso necesario, un equipo multidisciplinar de especialistas que cubran todas las necesidades técnicas del proyecto, así como coordinarlo y dirigirlo. En función de este diagnóstico, hay que ser capaz de seleccionar acertadamente un ecosistema de referencia o referente como meta del proyecto. Posteriormente, se tendrán que definir los objetivos y diseñar las medidas y acciones del propio proyecto de RE, sus indicadores de seguimiento y metodología de evaluación. La RE también implica tener la capacidad de ejecutar un proyecto basado en la gestión adaptativa como herramienta para controlar la incertidumbre propia de trabajar en sistemas tan complejos como los ecosistemas, lo que supone disponer de la capacidad técnica para reconducir un proyecto de RE en desarrollo, modificando acciones, técnicas o, incluso, objetivos adecuadamente justificados. La formación técnica y la experiencia que necesita un restaurador de ecosistemas es muy elevada. Por este motivo,

implantación de la RE supone también un reto para el propio sector ambiental. Se necesitarán profesionales con gran solvencia y experiencia para dirigir estos proyectos, que requieren un enorme esfuerzo técnico en su diseño y una buena capacidad de gestión para su ejecución y seguimiento.

En Estados Unidos, donde la RE está ya implantada y extendida como un proceso comercial más, se está imponiendo la certificación de profesionales en Restauración Ecológica en dos categorías, senior y junior. La propia SER es quien emite estos certificados tras un proceso de formación y validación de la experiencia del candidato/a. Se trata de una certificación internacional, que han conseguido profesionales no solo estadounidenses.



También existe la posibilidad de certificar buenas prácticas del desarrollo del proyecto de RE en su conjunto. En este sentido, existen ejemplos de estándares de certificación en el ámbito europeo, como los promovidos por SER Europa, FSC o por WWF España. El objetivo general del estándar consiste en poder determinar, a través de una metodología común y homogénea, cuándo un proyecto de restauración puede ser calificado como certificable, según unos criterios de buenas prácticas de restauración<sup>95</sup>.

## 3. LA APLICACIÓN DE LA RE

**3.1.** Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

**3.2.** Contratación de la RE

## 3.2 Contratación de la RE

### Prescripciones Técnicas para Servicios, Obras y Suministros

En licitaciones públicas, el pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP) debe exigir inequívocamente que los trabajos de integración ambiental, restauración, rehabilitación, mejora o adecuación ambiental apliquen la metodología y premisas de la RE.

Asimismo, este pliego recogerá los aspectos relativos a la RE incluidos en la resolución o pronunciamiento ambiental vinculante para la aprobación técnica del proyecto. Con carácter general, se recomienda que el PPTP de las licitaciones de estudios y proyectos requiera explícitamente:

- Incluir un anexo de integración, relativo a las medidas preventivas, correctoras y compensatorias recogidas en el EslA y en la DIA.
- Definir los objetivos y las acciones del proyecto de RE.
- Definir los requerimientos de personal, materiales y estudios específicos necesarios para la redacción del proyecto de RE o para la ejecución de la obra.
- Dotar de flexibilidad a las propuestas técnicas para conseguir el objetivo marcado.
- Programa de trabajo propio de la RE coordinado con el calendario del proyecto.

Resulta recomendable incluir algunas exigencias y requisitos en los procedimientos de evaluación ambiental y los documentos y estudios que se elaboran durante los mismos, entre otros:

- Identificación de los procesos ecológicos clave y exigencia de su recuperación.

- Valoración de los servicios ecosistémicos afectados y exigencia de su recuperación.
- Valoración de los impactos residuales, que son las pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección.
- Definición de áreas y/o objetivos que permitan identificar los ecosistemas de referencia.
- Proposición de medidas ambientales alineadas con la IVCRE.
- Vigilancia ambiental durante la fase de obras llevada a cabo por un equipo experto en Restauración Ecológica.
- Seguimiento ambiental durante la fase de explotación desarrollado por un equipo experto en Restauración Ecológica bajo los criterios de la gestión adaptativa y durante el tiempo que resulte necesario para garantizar que el seguimiento es efectivo.



El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP) de obra civil, arquitectura, minería, industria, etc. debe recoger el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones necesarias para el cumplimiento de la resolución ambiental y otras consideraciones relevantes durante el proceso de redacción del proyecto. La unión coordinada entre la resolución ambiental, el concurso del proyecto de obra civil, urbanización o actividad industrial y el pliego técnico del concurso es tanto o más importante que la exigencia de una solvencia técnica adecuada.

## 3. LA APLICACIÓN DE LA RE

**3.1.** Integración de la RE en planes y proyectos de otros campos

**3.2.** Contratación de la RE

4.

## VISIÓN PARA LA RE EN ESPAÑA



# Visión para la RE en España

La RE en España es una disciplina con un futuro prometedor. Progresivamente, verá incrementada su práctica por las necesidades de tener ecosistemas funcionales y auto-sostenibles que garanticen la conectividad del territorio y la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos, así como la provisión de servicios ecosistémicos.

Es necesario consensuar criterios y metodologías comunes, amparados en la planificación territorial estratégica e integrada en el marco del desarrollo de la infraestructura verde.

La investigación aplicada y la divulgación de experiencias exitosas permitirá ir creando un marco referencial de buenas prácticas que consolide esta disciplina científico-técnica hasta su plena integración tanto en el marco de las administraciones europea, estatal y autonómica como en el mundo empresarial.

Esta línea de futuro viene marcada por la propia Estrategia Europea para la Infraestructura verde. [Ver tabla que encuadra las prioridades de restauración al amparo de la Estrategia Europea de Biodiversidad<sup>96</sup>](#).

Asumiendo los propios objetivos de la Comisión Europea, se presenta a continuación una ambiciosa propuesta sobre los hitos para la RE en España en dos horizontes temporales: 2030 y 2050.



*La Confederación Hidrográfica del Segura ha realizado distintas actuaciones de restauración para asegurar la conectividad ecológica de los ríos Segura y Benamor, el restablecimiento de su dinámica natural, el incremento de la biodiversidad de las especies asociadas al río y, con ello, la resiliencia del ecosistema frente a perturbaciones de origen natural o antrópico.*

## 4

### VISIÓN PARA LA RE EN ESPAÑA

# Visión para la RE en España

## VISIÓN 2030

-  1. La IVCRE se aplica en la planificación territorial estatal y autonómica.
-  2. Existe una cartografía y bases de datos de los servicios ecosistémicos y de la infraestructura verde en España.
-  3. La mayor parte de los proyectos de ingeniería han establecido un compromiso de no pérdida neta de biodiversidad.
-  4. Los proyectos con afección territorial evalúan sus interacciones con los servicios ecosistémicos y cuantifican sus impactos, internalizando el coste de los servicios ecosistémicos.
-  5. La RE está consolidada como una práctica habitual que permite la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas degradados y la conectividad del territorio.
-  6. Se han establecido prioridades para la RE a nivel estatal y a nivel autonómico.
-  7. Un 20 % de los ecosistemas degradados está restaurado (según línea de base de la Estrategia EU 2020).

## 4

### VISIÓN PARA LA RE EN ESPAÑA

# Visión para la RE en España

## VISIÓN 2050



1. La RE se ha integrado en todas las políticas sectoriales de la Administración General del Estado y en las comunidades autónomas.



2. La RE está integrada completamente en la cadena de valor y es considerada como un factor clave en la toma de decisiones de las empresas.



3. Los proyectos tienen un impacto neto positivo en el capital natural. Todas las empresas tienen un compromiso de ganancia positiva neta de ecosistemas, especies o hábitats.



4. La RE ha garantizado la conectividad de ecosistemas de alto valor natural y la permeabilidad territorial para las principales especies estratégicas.



5. Existen criterios y objetivos estratégicos para la RE a nivel estatal y a nivel autonómico, con una coordinación inter-autonómica, entre las comunidades autónomas y el Gobierno estatal, y entre este y la Administración europea, así como entre el sector científico-técnico y los órganos de las administraciones competentes.



6. Un 60 % de los ecosistemas degradados está restaurado (según línea de base de la Estrategia EU 2020).

## 4

### VISIÓN PARA LA RE EN ESPAÑA

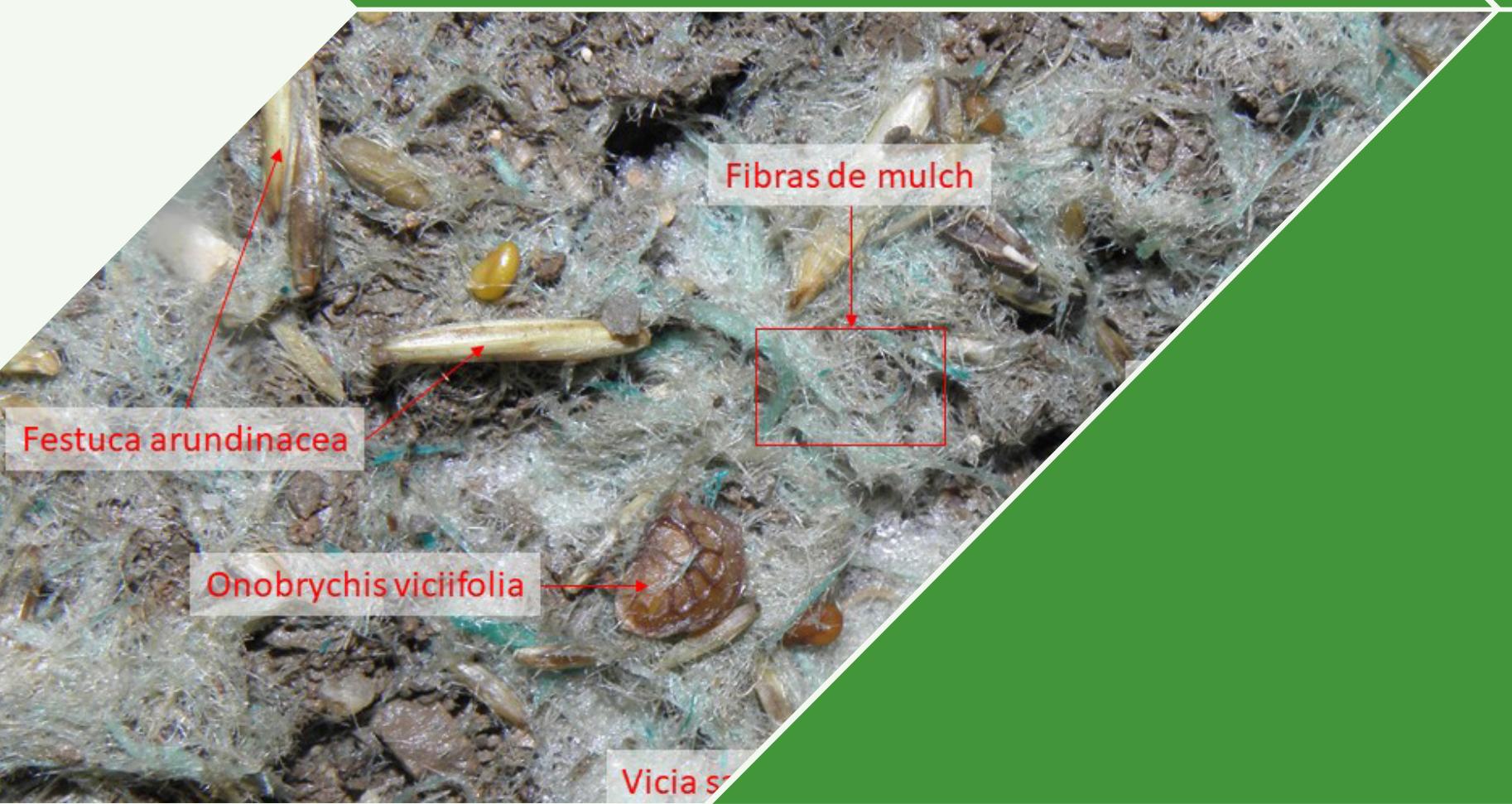
# 5.

Casos prácticos

Anejos

Glosario

Bibliografía





## CASOS PRÁCTICOS

- ④ **CEMEX** Restauración geomorfológica de canteras CEMEX España
- ④ **CLH** Restauración de las instalaciones de CLH en el estuario del río Barbadún
- ④ **Comunidad de Madrid** Recuperación ambiental de la estación de esquí alpino de valcotos (Madrid)
- ④ **Confederación Hidrográfica del Cantábrico** Protección y recuperación ambiental del río piles, Gijón (Asturias)
- ④ **Consell Insular de Menorca** Renaturalización de zonas urbanizadas abandonadas en Menorca
- ④ **ENCE** Restauración de la marisma de Rubín
- ④ **Endesa** Restauración de espacios afectados por actividades extractivas
- ④ **Ferrovial** Restauración de vertederos de obra mediante el uso de tecnosoles

- ④ **Fundación Global Nature** Restauración de Humedales de La Mancha ubicados en la Red Natura 2000
- ④ **Iberdrola** Restauración de turberas en compensación por la construcción de una subestación eléctrica
- ④ **LafargeHolcim** Restauración ecológica y uso público en la Mesa de Ocaña
- ④ **Naturgy** Valoración de los servicios ecosistémicos en la rehabilitación ambiental de una mina a cielo abierto de lignito
- ④ **OHL** Restauración de hábitat de visón europeo (*Mustela lutreola*) en el marco del proyecto Canal de Navarra
- ④ **REE** Restauración de hábitats marinos en las Islas Baleares



## ANEJOS

- ④ **1.** Marco normativo y social en España
- ④ **2.** Conceptos relacionados con el capital natural
- ④ **3.** Compensación de impactos
- ④ **4.** Herramientas prácticas para la RE
- ④ **5.** Restauración ecológica y cambio climático

## GLOSARIO

## BIBLIOGRAFÍA

# Bibliografía citada en el texto

1. Ollerton, J., Winfree, R. y Tarrant, S. (2011). [How many flowering plants are pollinated by animals?](#) *Oikos* 120:321-326.
2. [Iniciativa de la UE sobre polinizadores.](#)
3. Convenio para la Diversidad Biológica. [Informe sobre polinizadores y Recomendación sobre la conservación y usos sostenible de los polinizadores para la COP 14.](#)
4. [Informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio y Evaluación de Ecosistemas del Milenio de España.](#)
5. IPBES (2018): [Summary for policymakers of the thematic assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.](#) R. Schöles, L., Montanarella, A., Brainich, N., Barger, B., ten Brink, M., Cantele, B., Erasmus, J., Fisher, T., Gardner, T. G., Holland, F., Kohler, J. S., Kotiaho, G., Von Maltitz, G., Nangendo, R., Pandit, J., Parrotta, M. D., Potts, S., Prince, M., Sankaran y L. Willemen (eds.). Bonn, Alemania: IPBES secretariat.
6. Orr, B. J., Cowie, A. L., Castillo Sánchez, V. M. et al. (2017). [Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface.](#) Bonn, Alemania: United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).
7. [The Economics of Ecosystem and Biodiversity \(TEEB\).](#)
8. Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J. F., Mola, I. y Aronson, J. (2014). [The historical reference in Restoration Ecology: re-defining a cornerstone concept.](#) *Biological conservation*, 176, pp. 12-20.
9. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Metas de Aichi para la diversidad biológica.
10. [Bonn Challenge. The Challenge, a global effort.](#)
11. [Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible.](#)
12. [Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural.](#)
13. [European Comission \(2016\). Green Infraestructure.](#)
14. Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. [Principios de SER International sobre la restauración ecológica.](#)
15. Higgs, E., Falk, D. A., Guerrini, A. et al. (2014). The changing role of history in restoration ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(9), pp. 499-506.
16. [Sensu Aronson et al. 2007; Clewell & Aronson, 2013.](#)
17. [Balaguer, L. \(2013\). Restauración ecológica. Wikipedia.](#)
18. Martín Duque, J.F., Zapico Alonso, I., Bugosh, N., Nicolau, J.M., Balaguer, L. y De Alba, S. (2012). Un procedimiento integrado de Restauración Ecológica con base geomorfológica. El ejemplo de la cantera de Somolinos (Guadalajara). En: González Diez, A. (coord.). Avances de la Geomorfología en España 2010-2012. Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología. Santander, España: Publican. pp. 683-686.
19. Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
20. CSBI (2015). [A Cross-Sector Guide for Implementing the Mitigation Hierarchy.](#) Cambridge, Reino Unido: A Cross Sector Biodiversity Initiative. 86 pp.

# Bibliografía citada en el texto

21. Fundación Global Nature (2016). **La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad.** Documento del Grupo de Trabajo de CONAMA 2016. 47 pp.
22. CSBI (2015). **A Cross-Sector Guide for Implementing the Mitigation Hierarchy.** Cambridge, Reino Unido: A Cross Sector Biodiversity Initiative. 86 pp.
23. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, y modificaciones posteriores.
24. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y modificaciones posteriores.
25. Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
26. Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.
27. Ministerio para la Transición Ecológica. **Mecanismo de financiación de capital natural (NCFF).**
28. LIFE Elia.
29. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE). Proyectos.
30. International Finance Corporation (IFC), World Bank Group. Performance Standards.
31. European Comission (2016). Environment. Biodiversity Strategy.
32. Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica (2004).
33. Clewell, A., Rieger, J. y Munro, J. (2005). **Guidelines for developing and managing ecological restoration projects, 2nd edition.** Tucson AZ: Society for Ecological Restoration International. 16 pp.
34. McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts.** Washington D. C., Estados Unidos: Society for Ecological Restoration. 46 pp.
35. World Bank. Stakeholder Analysis.
36. International Finance Corporation. Stakeholder identification and analysis.
37. Global Social Venture Competition.
38. <http://www.accountability.org/standards>
39. ROAM: metodología de evaluación de oportunidades de restauración.
40. Guía sobre la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM)
41. De Vente, J., Reed, M. S., Stringer, L. C., Valente, S. y Newig, J. (2016). How does the context and design of participatory decision making processes affect their outcomes? Evidence from sustainable land management in global drylands. *Ecology and Society* 21(2), p. 24.
42. Fundación Biodiversidad (2018). **Las empresas como aliadas de la Custodia del Territorio.** 37 pp.

# Bibliografía citada en el texto

43. McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts.** Washington D. C., Estados Unidos: Society for Ecological Restoration. 46 pp.
44. White, P. S. y Jentsch, A. (2004). Disturbance, succession, and community assembly in terrestrial plant communities. En: Tempreton, V.M., Hobbs, R., Fattorini, M. y Halle, S. (Eds.). Assembly rules and restoration ecology: bridging the gap between theory and practice. Washington, D.C., Estados Unidos: Island Press Books. pp. 342-366.
45. Whisenant, S., 1999. Repairing damaged wildlands: a process-oriented, landscape-scale approach (Vol. 1). Cambridge University Press.
46. Hobbs, R. J. y Harris, J. A. (2001). **Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium.** *Restoration ecology* 9: 239-246.
47. Hobbs, R. J. y Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration ecology*, 9(2), 239-246.
48. Fundación Global Nature (2016). **La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad.** Documento del Grupo de Trabajo de CONAMA 2016. 47 pp.
49. **INVEST: Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs.**
50. **AIRES: Artificial Intelligence for Ecosystem Services.**
51. European Comission (2016). **Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services – MAES.**
52. Stagl, S. (2006). Multicriteria evaluation and public participation: The case of UK energy policy. *Land Use Policy* 23 (1), pp. 53–62.
53. Haase, D. (2013). Participatory modelling of vulnerability and adaptive capacity in flood risk management. *Natural Hazards* 67 (1), pp. 77–97.
54. Fagerholm, N., Oteros-Rozas, E., Raymond, C. M., Torralba, M., Moreno, G. y Plieninger, T. (2016). Assessing linkages between ecosystem services, land-use and well-being in an agroforestry landscape using public participation GIS. *Applied Geography*, 74, pp. 30-46.
55. Fagerholm, N., Kayhko, N., Ndumbaro, F. y Khamis, M. (2012). Community stakeholders' knowledge in landscape assessments - Mapping indicators for landscape services. *Ecological Indicators*, 18, pp. 421-433.
56. Brown, G., Fagerholm, N. (2015). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services*, 13, pp. 119-133.
57. WBCSD (2011). **Guide to Corporate Ecosystem Valuation. A framework for improving corporate decision-making.** 76 pp.
58. **The Economics of Land Degradation.**
59. **Natural Capital Coalition.**
60. IPIECA (2011). **Ecosystemservices guidance. Biodiversity and ecosystem services guide and checklist.** OGP Report Number 461. 36 pp.
61. Hanson, C., Ranganathan, J., Iceland, C. y Finisdore, J. (2008). **Estudio sobre los servicios de los ecosistemas corporativos. Pautas para identificar riesgos y oportunidades de negocio que surgen a partir del cambio en el ecosistema.** Madrid, España: World Business Council for Sustainable Development, Meridian Institute, World Resources Institute. 46 pp.

# Bibliografía citada en el texto

- 62.** Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- 63.** Diaz, S., Pataki, G., Roth, E. et al. (2014). Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services. IPBES report. 95 pp.
- 64.** Acuña, V., Díez, J. R., Flores, L., Meleason, M. y Elosegi, A. (2013). Does it make economic sense to restore rivers for their economic services? *Journal of Applied Ecology*, 50(4), pp. 988-997.
- 65.** Gann, G.D. y Lamb, D. (2006). La restauración ecológica – un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida. Society for Ecological Restoration (SER) International, Tucson, Arizona, EE.UU. y IUCN, Gland, Suiza. 6 pp.
- 66.** White, P. S. y Walker, J. L. (1997). Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology. *Restoration Ecology* 5, pp. 338-349.
- 67.** Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J. F., Mola, I. y Aronson, J. (2014). The historical reference in Restoration Ecology: re-defining a cornerstone concept. *Biological conservation*, 176, pp. 12-20.
- 68.** Quarries Alive Organization Committee (2018). Quarries Alive 2018 –Enhancing Biodiversity and Ecosystem Services in Quarries – Challenges, Strategies and Practice. Book of Abstracts. Universidade de Évora.
- 69.** Gullison, R. E., Harner J., Anstee, S. y Meyer, M. (2015). Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data. Preparado para Multilateral Financing Institutions Biodiversity Working Group y Cross-Sector Biodiversity Initiative. 69 pp.
- 70.** Pulido, F., y Picardo, A. (Coord.)(2010). Libro verde de la dehesa. Documento para el debate hacia una estrategia ibérica de gestión. Junta de Extremadura.
- 71.** Hernández, L. (2014). Dehesas para el futuro. Recomendaciones de WWF para una gestión integral. Madrid, España: WWF. 48 pp.
- 72.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2003) Aspectos ambientales de la agricultura. En: El Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2316 pp.
- 73.** Cely, A.V. (1999). Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos. *Revista Ingeniería e Investigación*, 44, pp. 26-35.
- 74.** Agencia Europea de Medio Ambiente: marco DPSIR
- 75.** VV.AA. (2009). Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 76.** Muñoz-Rojas, M., Erickson, T.E., Martinia, D., Dixona, K.W: y D.J. Merritt (2016). Soil physicochemical and microbiological indicators of short, medium and long term post-fire recovery in semi-arid ecosystems. *Ecological Indicators*, 63: pp. 14–22.
- 77.** Williams, B.K., Szaro, R.C y Shapiro, C.D. (2009). Adaptive Management: The US Department of the Interior Technical Guide. Adaptive Management Working Group. Washington, D.C., Estados Unidos: U.S. Department of the Interior. 72 pp.
- 78.** National Research Council (2004). Adaptive Management for Water Resources Project Planning. Washington, D.C., Estados Unidos: The National Academies Press. 137 pp.

# Bibliografía citada en el texto

79. SER (2002). Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group. **The SER Primer on Ecological Restoration.** 9 pp.
80. McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts.** Washington D. C., Estados Unidos: Society for Ecological Restoration. 46 pp.
81. McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts.** Washington D. C., Estados Unidos: Society for Ecological Restoration. 46 pp.
82. McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts.** Washington D. C., Estados Unidos: Society for Ecological Restoration. 46 pp.
83. Curso **Landscape restoration for sustainable development: a business approach.**
84. Alborch, B. y García-Fayos, P. y Bochet, E. (2003). Estimación de los filtros ecológicos que controlan la colonización de taludes de carretera a partir del estudio del banco de semillas del suelo. *Ecología*, 17, pp. 65-75.
85. Bochet, E. y García-Fayos, P. (2004). Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia, Spain. *Restoration Ecology*, 12, pp. 166-174.
86. Jáuregui, B. M., Rivera, D. y Peco, B. (2013). Does topsoil accelerate the decomposition of litter on roadslopes? *Ecological Engineering*, 52, pp. 88-95.
87. Jiménez, M. D., Ruiz-Capillas, P., Mola, I., Pérez-Corona, E., Casado, M. A. y Balaguer, L. (2013). Soil development at the roadside: a case study of a novel ecosystem. *Land Degradation & Development*, 24, pp. 564-574.
88. Matesanz, S., Valladares, F., Tena, D., Costa-Tenorio, M. y Bote, D. (2006). Early dynamics of plant communities on revegetated motorway slopes from southern Spain: is hydroseeding always needed? *Restoration Ecology*, 14, pp. 297-307.
89. Tormo, J., Bochet, E. y García-Fayos, P. (2007). Roadfill revegetation in semiarid Mediterranean environments. Part II: Topsoiling, species selection, and hydroseeding. *Restoration Ecology*, 15, pp. 97-102.
90. Muench, S.T., Koester, J., Croft, C., Weiland, C. y Anderson, J. (2011). **Best Management Practices for Sustainable Road Design and Construction.** Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation. 442 pp.
91. Rivera, D., Jáuregui, B. M. y Peco, B. (2012). The fate of herbaceous seeds during topsoil stockpiling: restoration potential of seed banks. *Ecological Engineering*, 44, pp. 94-101.
92. Mola, I., Jiménez, M. D., López-Jiménez, N., Casado, M. A., & Balaguer, L. (2011). Roadside reclamation outside the revegetation season: management options under schedule pressure. *Restoration Ecology*, 19, pp. 83-92.
93. Rivera, D., Mejías, V., Jáuregui, B. M., Costa-Tenorio, M., López-Archi-Illa, A. I. y Peco, B. (2014). Spreading Topsoil Encourages Ecological Restoration on Embankments: Soil Fertility, Microbial Activity and Vegetation Cover. *PLoS ONE*, 9: e101413.

# Bibliografía citada en el texto

94. Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
95. WWF España. (2016). *Recuperando paisajes: un nuevo camino para la restauración ecológica*. Madrid, España: WWF/Adena. 45 pp.
96. Lammerant, J., Richard, P., Mark, S., Ben, D., Ian, D. y Guy, W. (2013). *Implementation of 2020 EU Biodiversity Strategy: Priorities for the restoration of ecosystems and their services in the EU*. Report to the European Commission. ARCADIS (in cooperation with ECNC and Eftec). 210 pp.

Para más información sobre la **Iniciativa Española Empresa y Biodiversidad**:

**[www.ieeb.fundacion-biodiversidad.es](http://www.ieeb.fundacion-biodiversidad.es)**

✉ [ieeb@fundacion-biodiversidad.es](mailto:ieeb@fundacion-biodiversidad.es)

🐦 [twitter.com/FBiodiversidad](https://twitter.com/FBiodiversidad)

ƒ [Facebook.com/fundacionbiodiversidad](https://Facebook.com/fundacionbiodiversidad)



**endesa**

**ferrovial**



**Naturgy** 



Publicado por: **Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica**

Diseño, maquetación: [kiloycuarto.es](http://kiloycuarto.es)

Fecha de publicación: 2018