

A photograph of a misty forest with tall, slender trees and a path covered in fallen leaves. A large, semi-transparent green shape is overlaid on the right side of the image, containing the title text.

Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas

Por un #FuturoSostenible



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

I. RESUMEN EJECUTIVO	6
2. ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA	29
2.1. Antecedentes y Marco legislativo	30
2.2. Marco conceptual	38
2.2.1. Definición de Infraestructura Verde	38
2.2.2. Carácter multiescalar, multisectorial y multifuncional de la Infraestructura Verde	38
2.3. Bases fundamentales y principios de la Infraestructura Verde	41
2.3.1. Capital natural	41
2.3.2. Multifuncionalidad	42
2.3.3. Soluciones basadas en la naturaleza	42
2.3.4. Servicios de los ecosistemas	42
2.3.5. Conectividad	43
2.3.6. Restauración ecológica	43
2.3.7. Resiliencia y capacidad de adaptación	44
2.3.8. Principios	44
3. LOS COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE	46
3.1. Identificación de los elementos de la IV	47
3.2. Fuentes de documentación	48
4. PUNTO DE PARTIDA: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	49
4.1. Conectividad y fragmentación	50
4.1.1. Introducción	50
4.1.2. Fragmentación y pérdida de hábitats	52
4.1.3. Conectividad en el territorio nacional	56
4.1.4. Conectividad en el medio marino	60
4.2. Restauración ecológica	61
4.2.1. Introducción	61
4.2.2. Restauración ecológica y espacios protegidos	64
4.2.3. Restauración ecológica en el marco de la conectividad	65
4.2.4. Restauración ecológica de montes	65
4.2.5. Restauración ecológica de espacios mineros y espacios afectados por vertidos	68
4.2.6. Restauración ecológica de ecosistemas dunares	70
4.2.7. Restauración ecológica de ríos	71
4.2.8. Restauración ecológica de humedales	72
4.2.9. La restauración en el ámbito marino	74
4.3. Los Servicios de los Ecosistemas y el desarrollo de la Infraestructura Verde	75
4.3.1. Introducción	75
4.3.2. Relaciones entre los servicios de los ecosistemas y la Infraestructura Verde, la conectividad y la restauración ecológica	79
4.3.3. Evaluación y cartografía de servicios de los ecosistemas	81
4.3.4. Los servicios de los ecosistemas en el entorno urbano	84
4.3.5. La valoración de los servicios de los ecosistemas y la toma de decisiones	86

4.4. Cambio climático y el desarrollo de la Infraestructura Verde	89
4.4.1. Introducción	89
4.4.2. Cambios observados en España	89
4.4.3. Cambios esperados	92
4.4.4. Cambios esperados en las temperaturas	92
4.4.5. Cambios esperados en las precipitaciones	93
4.4.6. Impacto del cambio climático sobre los sistemas naturales	94
4.4.7. Impactos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y la conectividad	98
4.4.8. Infraestructura Verde y cambio climático en el ámbito urbano	99
4.5. La Infraestructura Verde en el marco de las políticas sectoriales	100
4.5.1. La Infraestructura Verde en las normas básicas del Estado	100
4.5.2. La Infraestructura Verde en las políticas sectoriales autonómicas y locales	111
4.5.3. La Infraestructura Verde y la evaluación ambiental: jerarquía de mitigación y medidas reparadoras	113
5. PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO	117
6. FINALIDAD	120
7. OBJETIVOS GENERALES	122
8. VISIÓN DE FUTURO	124
9. METAS ESTRATÉGICAS	126
9.1. META 0. Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde en España	128
9.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	128
9.1.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	129
9.2. META 1. Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o por la presencia de infraestructuras.	133
9.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	134
9.2.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	135
9.3. META 2. Restaurar los hábitats y ecosistemas de áreas clave para favorecer la biodiversidad, la conectividad o la provisión de servicios de los ecosistemas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza.	142
9.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	145
9.3.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	145
9.4. META 3. Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.	167
9.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	168
9.4.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	168
9.5. META 4. Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático.	172
9.5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	172
9.5.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	172
9.6. META 5. Garantizar la coherencia territorial de la Infraestructura Verde mediante la definición de un modelo de gobernanza que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas.	178
9.6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	179
9.6.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	179

9.7. META 6. Incorporar de forma efectiva la Infraestructura Verde, la mejora de la conectividad ecológica y la restauración ecológica en las políticas sectoriales, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo y la evaluación ambiental.	182
9.7.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	185
9.7.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	186
9.8. META 7. Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad en el desarrollo de la Infraestructura Verde.	195
9.8.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	195
9.8.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN Y ORIENTACIONES	196
I0. GOBERNANZA, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	200
I0.1. Gobernanza	201
I0.2. Seguimiento y evaluación de la Estrategia	201
I0.2.1. Introducción	201
I0.2.2. Propuesta de sistema de seguimiento	202
I0.2.3. Seguimiento y Evaluación a nivel nacional	204
I I. FINANCIACIÓN	205
I I.1. Financiación pública	206
I I.2. Financiación privada y público-privada	209
I I.2.1. Pago por servicios ambientales	210
I I.2.2. Bancos de conservación de la naturaleza	211
I I.2.3. Iniciativas innovadoras de financiación privada	212
ANEXO I. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	214
ANEXO II. TABLA RESUMEN DE OBJETIVOS, METAS Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN.	220
ANEXO III: TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS POTENCIALES A CONSIDERAR COMO POSIBLES INTEGRANTES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE	229
ANEXO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INFORMACIÓN DEPOSITADA EN EL BANCO DE DATOS DE LA NATURALEZA	235
ANEXO V. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA	237

La **infraestructura verde** es una red ecológicamente coherente y estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, diseñada y gestionada para la conservación de los ecosistemas y el mantenimiento de los servicios que nos proveen. Incluye espacios y otros elementos físicos ‘verdes’ en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas.

La **estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas** es el documento de planificación estratégica que regula la implantación y el desarrollo de la Infraestructura Verde en España, estableciendo un marco administrativo y técnico armonizado para el conjunto del territorio español, incluyendo las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional.

“El concepto de **infraestructura verde** es ambicioso, holístico e integral, ya que no sólo está dirigido a la conservación de la biodiversidad sino que tiene una vocación multifuncional, pretendiendo mejorar el estado general de conservación de los ecosistemas y fortalecer sus funciones ecológicas que son las responsables de suministrar múltiples y valiosos servicios. Su implementación requiere de una planificación temporal y espacial, y de un diseño integrado en los procesos de planificación y ordenación del territorio. (...) La **Estrategia [nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas]** sienta las bases para establecer un nuevo modelo de planificación y gestión territorial donde se integren el desarrollo económico y social, la garantía del mantenimiento de los servicios ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad” (Valladares et al. 2017).

Antecedentes y marco legislativo

La Comisión Europea aprobó en 2013 la **Comunicación ‘Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa’**, que señala la importancia de la Infraestructura Verde como una herramienta eficaz que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales, pues nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos; asimismo, contribuye a evitar la dependencia de infraestructuras artificiales cuya construcción es costosa, y puede contribuir de manera significativa a la aplicación efectiva de las políticas públicas cuando algunos o todos sus objetivos pueden conseguirse, parcial o totalmente, mediante soluciones basadas en la naturaleza.

Ilustración 1: Los objetivos para la Infraestructura Verde en Europa



Mejorar, conservar y restaurar la **biodiversidad**, incrementando la conectividad espacial y funcional entre las áreas naturales y seminaturales, mejorando la permeabilidad del paisaje y mitigando su fragmentación.



Mantener, fortalecer y, donde sea posible, restaurar el funcionamiento de los ecosistemas con el fin de garantizar el aporte de múltiples servicios de los **ecosistemas**.



Reconocer el **valor económico** de los servicios de los ecosistemas y aumentar su valor mediante el fortalecimiento de su funcionalidad.



Mejorar el **vínculo social** y cultural con la naturaleza y la biodiversidad, reconociendo y aumentando el valor económico de los servicios de los ecosistemas y creando incentivos para que la sociedad se involucre en su mantenimiento y mejora.



Minimizar la **expansión urbana** y sus efectos negativos sobre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y las condiciones de calidad de vida.



Mitigar y adaptarse al **cambio climático**, aumentar la resiliencia de los ecosistemas y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos naturales.



Favorecer un mejor uso del **territorio en Europa**.



Contribuir a una **vida saludable** y unos lugares mejores para vivir; el aprovisionamiento de espacios abiertos y oportunidades de esparcimiento, el aumento de las conexiones entre el medio rural y urbano, el desarrollo de sistemas sostenibles de transporte y el fortalecimiento del sentimiento de pertenencia a la comunidad.

Insta además a los Estados miembros de la UE a desarrollar sus propias estrategias de Infraestructura Verde y a identificar y evaluar el estado de los ecosistemas y de sus servicios a escala nacional, lo que contribuirá a la determinación del valor económico de los servicios de los ecosistemas.

Por otra parte, el **‘Plan de Acción en pro de la naturaleza, las personas y la economía’**, aprobado por la Comisión en 2017, proyecta 4 ámbitos prioritarios de actuación y 15 medidas, una de las cuales plantea “Ofrecer orientaciones para apoyar el despliegue de una Infraestructura Verde a fin de mejorar la conectividad de las zonas Natura 2000”.

Se fomenta así la construcción de una red ecológica coherente mediante el fortalecimiento de la Infraestructura Verde europea.

La **Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, en su modificación por la Ley 33/2015**, recoge estas nuevas orientaciones. Así, establece en su art.15 ‘Del Marco estratégico de la Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas’:

“1. Para garantizar la conectividad ecológica y la restauración del territorio español, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la colaboración de las comunidades autónomas a través de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de otros ministerios implicados, elaborará, en un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de la presente ley, una Estrategia estatal de infraestructura verde, y de la conectividad y restauración ecológicas, que incorporará una cartografía adecuada que permita visualizar gráficamente la misma. Esta estrategia, previo informe del Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, será aprobada mediante orden conjunta, a propuesta de los ministerios que hubieran participado en su elaboración y publicada en el “Boletín Oficial del Estado”.

2. La Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

3. La Estrategia estatal de infraestructura verde tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, áreas de montaña, cursos fluviales, humedales, vías pecuarias, corrientes oceánicas, cañones submarinos, las rutas migratorias que faciliten la conectividad, y los sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas por los diferentes sectores económicos, así como los hábitats prioritarios a restaurar, los terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza y los instrumentos utilizados por las administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje, hecho en Florencia el 20 de octubre del año 2000.

4. Basándose en las directrices de la Estrategia estatal, las comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia estatal.”

El marco normativo protector de la mayoría de los elementos ambientales a los que atiende la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas está contenido en la Ley 42/2007. Entre los instrumentos previstos en la Ley, deben mencionarse los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, al ser el instrumento específico para la delimitación, tipificación e integración en red de los sistemas que integran el patrimonio y los recursos naturales de un determinado ámbito espacial y para la determinación de su relación con el resto del territorio. La Ley también establece el régimen de catalogación, conservación y restauración de hábitats y espacios del patrimonio natural, que incluye los elementos más importantes de la Infraestructura Verde y algunas de las medidas de protección.

Otras normas que establecen el régimen jurídico de algunos de los elementos que integran la Infraestructura Verde son las siguientes:

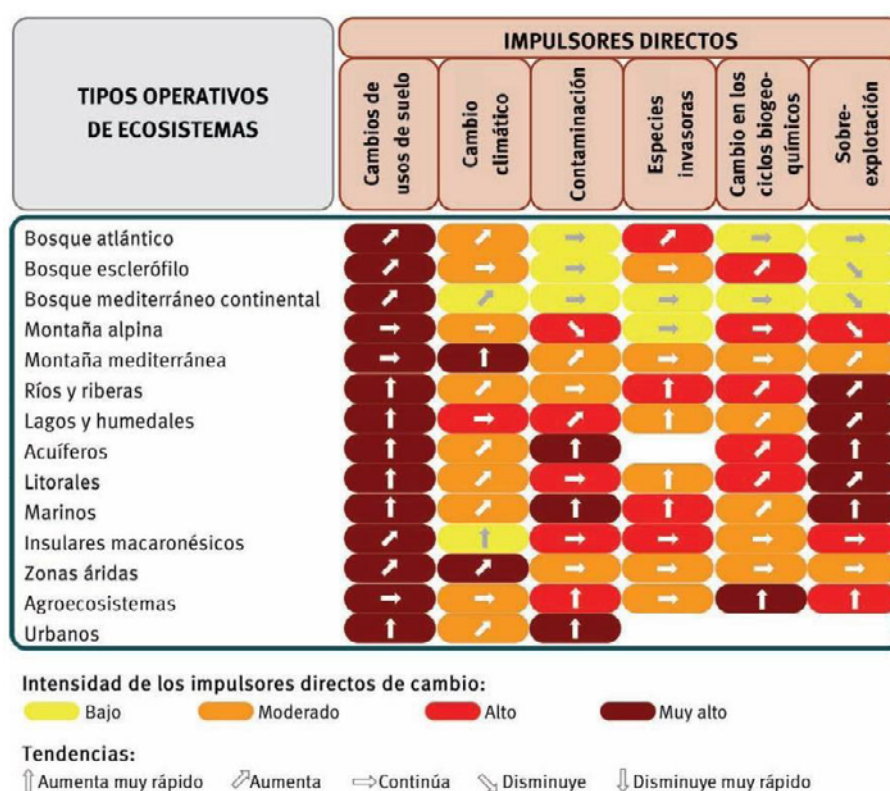
- El *Texto Refundido de la Ley de Aguas* (2001), que define y establece el régimen de los bienes del dominio público hidráulico, entre los que se encuentran los cursos fluviales, que se integran en el contenido de la Infraestructura Verde;
- La *Ley de Costas* (1988), modificada en particular por la *Ley de Protección y Uso Sostenible del Litoral* (2013), así como el Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento General de Costas (2014);
- La *Ley de Protección del Medio Marino* (2010);
- La *Ley de Montes* (2003), modificada por la Ley 21/2015, que incluye explícitamente la consideración de los montes como infraestructuras verdes para mejorar el capital natural y su consideración en la mitigación del cambio climático, y su Estrategia Forestal Española junto con el *Plan Forestal Español* que está iniciando su revisión;
- La *Ley de Vías Pecuarias* (1995) y su Red Nacional de Vías Pecuarias de próxima publicación;
- La *Ley para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural* (2007), que establece las bases de una política rural propia, como política de Estado, plenamente adaptada a las condiciones económicas, sociales y medioambientales particulares del medio rural español, así como la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico;
- El *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (2006-2020 y 2021-2030);
- El *Real Decreto Legislativo por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana* (2015), que tiene por objeto, entre otros, regular para todo el territorio español las condiciones básicas que garanticen un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano;
- La *Agenda Urbana Española*, que constituye el marco de referencia para lograr la sostenibilidad de las políticas urbanas, tanto en las áreas urbanas como rurales, y plantea importantes conexiones con los objetivos de la Infraestructura Verde;
- El *Real Decreto sobre Medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos* (2018);
- La *Ley de Carreteras* (2015) y la *Ley del Sector Ferroviario* (2015);
- La *Ley de Minas* (1973);
- La *Ley del Patrimonio Histórico Español* (1985), ya que algunos de los bienes naturales que protege tienen relación con el contenido sustantivo de la Infraestructura Verde;
- La *Ley de Responsabilidad Medioambiental* (2007),
- Y la *Ley de Evaluación Ambiental* (2013).

Diagnóstico de la situación actual

BIODIVERSIDAD

España es uno de los países con mayor diversidad biológica de la Unión Europea. Es además uno de los Estados miembros de la UE en los que es posible encontrar mayores y más numerosas extensiones de territorio en un estado natural o seminatural.

Sin embargo, se está produciendo una pérdida de biodiversidad a un ritmo sin precedentes (Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad 2011-2017). Así, en los últimos 50 años, nuestro país ha sufrido un proceso acelerado y sin precedentes de alteraciones como consecuencia de la insostenibilidad del modelo de desarrollo económico predominante y el estilo de vida asociado al mismo (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011). La interacción sinérgica entre el modelo económico y los patrones demográficos –desde mediados del siglo XX, la población española se ha incrementado un 67%– ha promovido drásticos cambios de uso del suelo, que constituyen actualmente el principal impulsor directo que subyace al deterioro de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad en España:



Importancia relativa y tendencias del impacto de los seis impulsores directos de cambio de los ecosistemas en España. Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011).

Una manifestación de esta pérdida de biodiversidad es, por ejemplo, el estado de conservación de los tipos de hábitat y las especies de interés comunitario: sólo el 9% de los primeros y aproximadamente el 21% de las segundas se encuentran actualmente en estado favorable, según los datos del informe nacional de aplicación de la Directiva Hábitats en España correspondiente al período 2013-2018. En lo concerniente a los tipos de hábitat, los que presentan un estado más desfavorable son los ecosistemas costeros, los acuáticos epicontinentales, los bosques, los roquedales y pedregales y, sobre todo, las turberas; en cuanto a las especies, son los mamíferos y, sobre todo, los peces, los que se encuentran en una peor situación. Tanto para los tipos de hábitat como para las especies, la situación es especialmente desfavorable en las regiones biogeográficas atlántica y mediterránea.

Considerando, por otra parte, el conjunto de las especies de flora y de fauna ibéricas y macaronésicas, no solamente aquellas reconocidas como de interés comunitario, el 31% de las especies de vertebrados y el 17% de las especies de flora vascular analizadas se encuentran en alguna de las categorías de amenaza de la UICN, según los Libros Rojos (OSE, 2011).

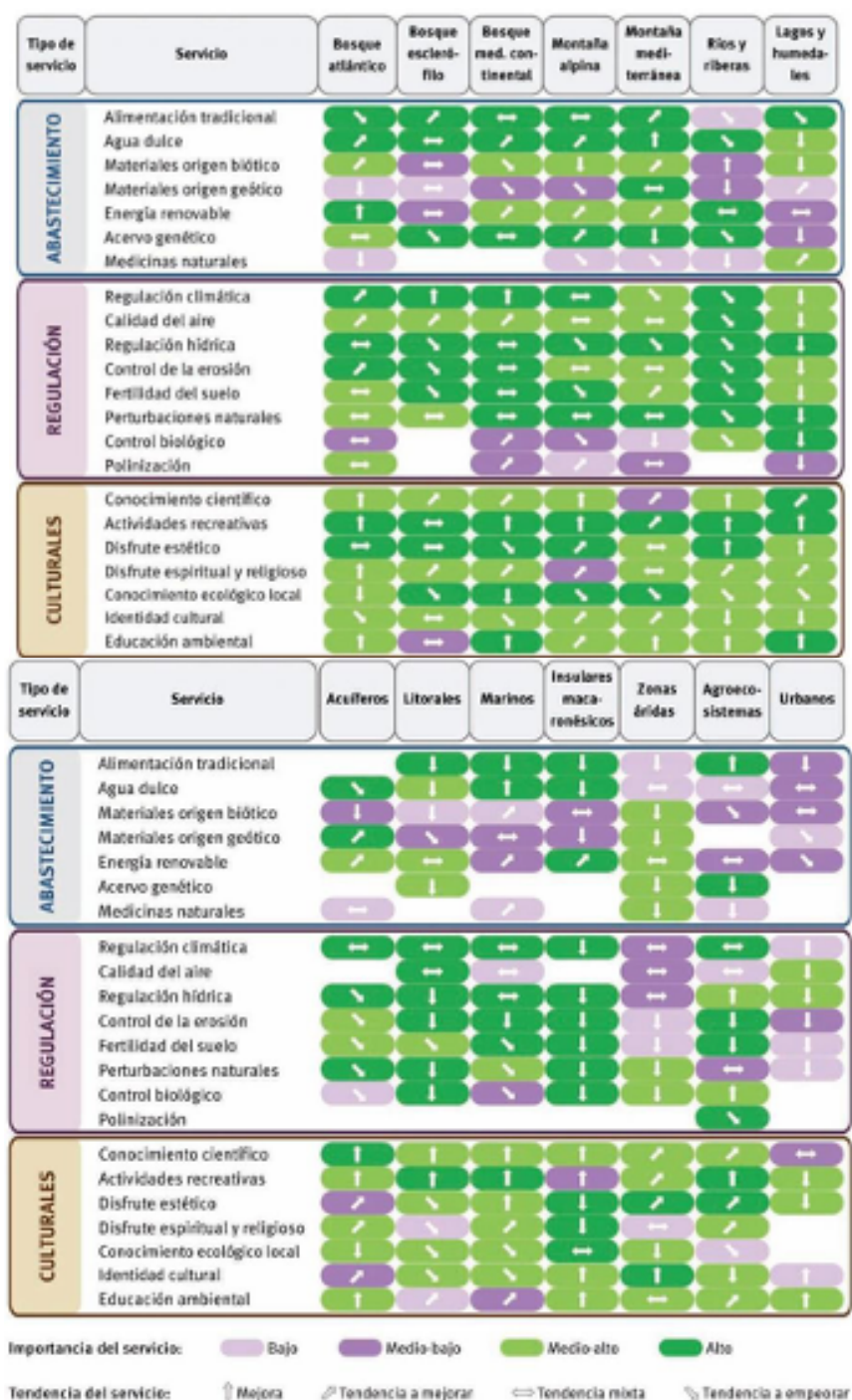
Tal y como recoge la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030, en las últimas cuatro décadas, la población mundial de especies silvestres se ha reducido en un 60 % como consecuencia de las actividades humanas (Fondo Mundial para la Naturaleza (2018), [Informe Planeta Vivo 2018: Apuntando más alto](#)). Y casi tres cuartas partes de la superficie de la Tierra se han visto alteradas (IPBES (2019), [Resumen para los encargados de la formulación de políticas](#), p. 4, A4.), lo que ha confinado a la naturaleza en un rincón cada vez más pequeño del planeta. La biodiversidad prospera mejor en los espacios protegidos. No obstante, la actual red de espacios jurídicamente protegidos, incluidos los que disfrutaban de una figura de protección estricta, no es lo suficientemente amplia para que la biodiversidad quede salvaguardada. Se requieren medidas a nivel mundial, y la propia UE tiene que esforzarse más y mejor a favor de la naturaleza y para construir una Red Transeuropea de Espacios Naturales auténticamente coherente y resiliente, para conseguirla será importante crear corredores ecológicos que eviten el aislamiento genético, propicien la migración de especies y mantengan y mejoren los ecosistemas sanos, adoptándose en todo caso las medidas de vigilancia adecuadas para evitar que dichos corredores puedan actuar como vía de difusión de enfermedades epizooticas. En este contexto, deben fomentarse y apoyarse las inversiones en infraestructura verde y azul y la cooperación transfronteriza entre los Estados miembros, también a través de la cooperación territorial europea.

SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Los servicios de los ecosistemas, es decir, las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011), se agrupan en tres tipos esenciales, de acuerdo con la nomenclatura internacional CICES ('Common International Classification of Ecosystem Services'), de la Agencia Europea de Medio Ambiente:

1. **Servicios de abastecimiento:** son las contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas.
2. **Servicios de regulación y mantenimiento:** son las contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas.
3. **Servicios culturales:** son las contribuciones intangibles que los seres humanos obtienen a través de su experiencia directa con los ecosistemas y su biodiversidad.

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 negativamente afectados (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011):



Evaluación de la importancia relativa y la tendencia desde los años 60 del siglo XX de los 22 servicios suministrados por los 14 tipos operativos de ecosistemas de España. Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011).

Son los ecosistemas acuáticos epicontinentales, los litorales y los macaronésicos los que han sufrido un mayor deterioro en su flujo de servicios y, por tanto, en su capacidad de contribuir al bienestar humano, mientras que, por el contrario, los forestales y los de montaña son los que mejor conservan su capacidad de generar servicios (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011). Por otra parte, los ecosistemas urbanos y sus infraestructuras asociadas han aumentado un 52% entre 1987 y 2006, ocupando aproximadamente un 2% de la superficie de España (OSE, 2011).

CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

El concepto de conectividad ecológica se refiere a la configuración de los paisajes y cómo ésta afecta al desplazamiento y dispersión de las especies, tanto animales como vegetales, favoreciendo además los flujos de materia y energía (Europarc-España, 2009).

Por otro lado, la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad define corredor ecológico como territorio, de extensión y configuración variables, que, debido a su disposición y a su estado de conservación, conecta funcionalmente espacios naturales de singular relevancia para la flora o la fauna silvestres, separados entre sí, permitiendo, entre otros procesos ecológicos, el intercambio genético entre poblaciones de especies silvestres o la migración de especímenes de esas especies.

La conectividad se traduce en un incremento del intercambio de individuos entre poblaciones y en un incremento de la persistencia local y regional de las poblaciones, reduciendo así la tasa de extinción y aumentando la tasa de colonización. Más de 30 años de trabajos científicos demuestran que la mejora o aumento de la conectividad entre los paisajes o ecosistemas es útil para conservar la biodiversidad (Diamond, 1975; Hanski y Gilpin, 1997; Forman, 1995; Bennett, 1998).

Datos recientes, obtenidos a partir de técnicas de análisis espacial de alta resolución y del uso de funciones que describen la reducción de densidad poblacional, indican que el impacto de la fragmentación sobre la fauna silvestre en España se extiende prácticamente por todo el país. En el caso de las aves, el impacto de la fragmentación afecta al 55,5% del territorio, con una reducción prevista del 22,6% en el número de individuos. Respecto a los mamíferos, las cifras son más alarmantes, pues el impacto que ejerce la fragmentación sobre sus poblaciones afecta al 97,7% del territorio y el descenso previsto alcanza el 46,6% en el número de individuos (Torres et al., 2016).

Actualmente no se cuenta con un diagnóstico global y completo de la conectividad del territorio en España, o del grado de fragmentación del territorio, su afección a los recursos naturales y necesidades espaciales específicas de mejora de la conectividad.

En todo caso, sí se sabe que la fragmentación de los ecosistemas (y, por lo tanto, la pérdida de conectividad y permeabilidad ecológicas) está causada fundamentalmente por cambios en los usos del suelo y por la construcción de barreras locales como las siguientes (Gurrutxaga y Lozano, 2010): urbanización, intensificación agrícola, cambios en la cubierta vegetal, infraestructuras lineales de transporte, presas y azudes, canales, vallados cinegéticos, tendidos eléctricos, alineación de aerogeneradores y barreras marinas como puertos, espigones, tuberías, etc.

La intensidad de los efectos de la fragmentación sobre el territorio se puede estimar en función de la tipología de la infraestructura que lo causa, según la siguiente tabla:

Infraestructura	Ocupación de terreno	Radio en planta	Pendiente máxima	Movimiento en tierra	Efecto barrera	Interferencia en movilidad animal
Autopista	ALTO	ALTO	BAJA	ALTO	ALTO	ALTO
Carretera	MEDIO-ALTO	MEDIO	MEDIA	MEDIO-ALTO	MEDIO	MEDIO-ALTO
Tren de alta velocidad	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY BAJA	ALTO-MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO
Ferrocarril	ALTO	ALTO	BAJA	ALTO	BAJO	BAJO
Canal	ALTO	BAJO	-	ALTO	MUY ALTO	MEDIO-ALTO
Tubería	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO-MEDIO	NULO	NULO
Transporte por cable	-	-	MUY ALTA	MUY BAJO	-	-
Tendido eléctrico	-	-	ALTA	MUY BAJO	-	MEDIA

*Caracterización de la interferencia de las infraestructuras humanas y el entramado ecológico.
Fuente: Pineda et al. (2010).*

En la actualidad, el 30% del territorio de la Unión Europea presenta un grado de fragmentación entre moderado y alto según la Estrategia europea sobre la biodiversidad hasta 2020. Entre los compromisos fundamentales de la nueva Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2030 está conferir protección jurídica al 30 % de la superficie terrestre y al 30 % de la marina de la UE, como mínimo, e incorporar corredores ecológicos, dentro de una auténtica Red Transeuropea de Espacios Naturales. Los Estados miembros tendrán hasta finales de 2023 para demostrar que han realizado avances significativos en la designación jurídica de nuevos espacios protegidos y en la integración de corredores ecológicos.

La tierra y el suelo son elementos esenciales de los recursos naturales de la UE y, sin embargo, cada año se ocupan más de 1.000 km² de territorio para viviendas, usos industriales, carreteras o fines recreativos (AEMA, 2010a).

España comparte esta tendencia, sufriendo un proceso continuado de fragmentación de ecosistemas. El valor promedio considerado como umbral crítico de densidad de infraestructuras a partir del cual se empieza a perder la funcionalidad natural del paisaje, donde se acogen poblaciones estables de especies sensibles a la fragmentación, es de 0.6 km de vía por cada km² de superficie (Forman & Alexander, 1998). Considerando el conjunto de las infraestructuras lineales de carreteras estatales, autonómicas y de las diputaciones, este umbral crítico ya se supera en España, con una cifra del 0,61% (CSIC, 2016).

El proyecto '*Landscape fragmentation in Europe*' (AEMA, 2011), que analiza la fragmentación del paisaje en Europa (28 países) en cuadrículas de 1 km² considerando tres geometrías de fragmentación, concluye que en España los valores de fragmentación son más elevados a lo largo de la costa y en el nordeste. Por ello, desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se abordó un estudio para identificar las áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad. Entre los indicadores que se utilizan se encuentra el índice de densidad de la red de infraestructuras lineales de transporte o el grado de fragmentación de hábitats calculado a partir del tamaño efectivo de malla (MARM, 2010b):

Provincia/ $m_{\text{eff}}^{\text{CBC}} / s_{\text{eff}}$			Provincia/ $m_{\text{eff}}^{\text{CBC}} / s_{\text{eff}}$		
A Coruña	39.82	25.11	La Rioja	276.85	3.61
Alava	112.47	8.89	Las Palmas	112.42	8.90
Albacete	294.13	3.40	León	286.65	3.49
Alicante	74.79	13.37	Lleida	1147.38	0.87
Almería	346.04	2.89	Lugo	72.48	13.78
Asturias	355.41	2.81	Madrid	77.24	12.95
Ávila	256.04	3.91	Málaga	194.60	5.14
Badajoz	191.30	5.23	Murcia	253.59	3.94
Barcelona	164.96	6.06	Navarra	218.60	4.57
Burgos	112.45	8.89	Ourense	149.09	6.71
Cáceres	207.65	4.82	Palencia	136.13	7.35
Cádiz	355.32	2.81	Pontevedra	34.85	28.69
Cantabria	265.08	3.77	Salamanca	84.77	11.80
Castellón	149.16	6.70	Santa Cruz de Tenerife	135.23	7.39
Ciudad Real	323.32	3.09	Segovia	104.70	9.55
Córdoba	221.29	4.52	Sevilla	432.90	2.31
Cuenca	216.82	4.61	Soria	126.33	7.92
Girona	351.04	2.85	Tarragona	129.26	7.74
Granada	549.03	1.82	Teruel	221.12	4.52
Guadalajara	171.16	5.84	Toledo	150.09	6.66
Guipúzcoa	162.07	6.17	Valencia	229.30	4.36
Huelva	384.61	2.60	Valladolid	65.83	15.19
Huesca	746.99	1.34	Vizcaya	71.52	13.98
Illes Balears	269.94	3.70	Zamora	123.40	8.10
Jaén	608.56	1.64	Zaragoza	253.26	3.95

Valores del tamaño efectivo de malla según el método de conexiones transfronterizas ($m_{\text{eff}}^{\text{CBC}}$, km²) y densidad efectiva de malla (s_{eff} , número de mallas por 1.000 km²) para cada provincia de España. Fuente: MARM, 2010b.

Desde diferentes Administraciones y organizaciones se ha avanzado en la identificación de corredores ecológicos y áreas a desfragmentar en España. Se cuenta así, por ejemplo, con los documentos de prescripciones técnicas elaborados por el MITERD para homogeneizar criterios para la priorización de desfragmentación de infraestructuras lineales de transporte; los informes elaborados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para evaluar el impacto del Plan de Infraestructuras, Transportes y Vivienda 2012-2024, que incluye una evaluación sobre la conectividad de varias especies sobre la cuales la fragmentación de hábitats es un factor importante por uno u otros motivos; diversas iniciativas autonómicas, o la iniciativa de WWF 'Autopistas Salvajes'.

El concepto de conectividad es equivalente para los medios marino y terrestre. Sin embargo, la conectividad tiene diferentes connotaciones en el medio marino con respecto a los ecosistemas terrestres, por su naturaleza de medio continuo en el que se presupone la inexistencia de barreras aparentes.

El análisis y la modelización de la conectividad marina se encuentran muy poco desarrollados, en primer lugar debido a la falta de información cartográfica clave sobre los gradientes ambientales marinos que la condicionan (corrientes, calidad del agua, etc.) y en segundo lugar por la falta de información sobre los patrones de dispersión de muchas especies marinas. Por otra parte, también se ha asumido que la homogeneidad y estabilidad relativa del medio marino favorece, en comparación con el terrestre, la dispersión de las especies, lo cual ha comportado la asunción de que el medio marino está intrínsecamente conectado. Sin embargo, técnicas genéticas recientes han evidenciado la existencia de variabilidad genética entre poblaciones de peces e invertebrados marinos previamente consideradas como homogéneas (Rodríguez y Ruíz, 2010). Estos resultados ponen de manifiesto que, a escalas de relevancia ecológica, la conectividad entre ecosistemas marinos puede no ser tan alta como se creía. Algunos factores influyentes en la conectividad marina, acaso útiles para identificar posibles acciones, serían entre otros los frentes, las infraestructuras costeras que desvían o alteran corrientes marinas causando a veces incluso la inutilidad de las mismas infraestructuras, las plumas de emisión de vertidos costeros, etc.

La conectividad ecológica es un aspecto clave para la adaptación al cambio climático dado que numerosas especies de fauna y flora silvestres, tanto terrestres como dulceacuícolas y marinas, habrán de realizar desplazamientos para adaptar sus áreas de distribución en respuesta a los cambios en las condiciones climáticas locales y en la composición de la cubierta vegetal (Opdam y Wascher, 2004).

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La transformación e intensificación de los usos de suelo, más los efectos del cambio climático, han contribuido en las últimas décadas a la degradación, fragmentación y destrucción de ecosistemas y a la disminución de los servicios que proveen.

La restauración ecológica se define como el proceso mediante el cual se promueve el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004).

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

- La restauración ecológica activa consiste en la intervención directa sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de reemplazarlo, 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.

El concepto original de la restauración ecológica es la recuperación de la estructura y la funcionalidad de un ecosistema que ha sido degradado por actividades humanas o por motivos naturales.

Sin embargo, un precedente de la restauración ecológica como es la repoblación forestal. De media anual en el último decenio (2009-2018) se han realizado 5.393 ha/año de repoblaciones protectoras, 4.521 ha/año de repoblaciones productoras, 5.189 ha/año de forestación de tierras agrarias y 17.235 ha/año de reposición de marras (Anuario de Estadística Forestal 2018, MITERD)

Hay que reconocer el enorme esfuerzo económico y operativo llevado a cabo. Sin embargo, los resultados alcanzados no son plenamente satisfactorios. Así, los proyectos de restauración forestal se deben realizar tomando suficientemente en consideración su integración funcional en el paisaje, particularmente por lo que respecta a la conectividad ecológica, que depende en gran medida de la gestión de estos espacios para alcanzar el mayor grado de madurez del ecosistema. En cuanto a las especies empleadas en los proyectos de restauración, en diversas CC.AA. se han empleado en las últimas tres décadas especies de crecimiento rápido o alóctonas, con tendencia a la monoespecificidad. En términos generales, no se han establecido metas de la restauración ecológica forestal, más allá de objetivos cuantitativos en términos de hectáreas repobladas o árboles plantados.

La restauración de ecosistemas no forestales tiene un recorrido mucho menor, con la salvedad de los sistemas dunares litorales, en los que las intervenciones, muy centradas en la fijación de dunas móviles y campos de dunas, se remontan a principios del siglo XX.

Otros tipos de ecosistemas, como los humedales, no han sido objeto de restauración hasta fechas muy recientes, si bien en las últimas tres décadas se han recuperado numerosos humedales en toda la Península, así como se han restaurado un número importante de graveras abandonadas. A pesar de la cantidad de proyectos de restauración ejecutados, la superficie restaurada es aun extraordinariamente pequeña (probablemente algo más de 6.000 ha), comparada con el total de humedales desaparecidos, estimado en un 58% (aproximadamente 700.000 ha) para toda España (Mediterranean Wetlands Observatory, 2012). La inversión realizada en la restauración de humedales es relativamente modesta. Se puede estimar esta cifra en más de 600 millones de euros, más de la mitad de los cuales se concentran en la recuperación de la zona afectada por los vertidos de la mina de Aznalcóllar, en el entorno del Parque Nacional de Doñana. No existe, en fin, una lista de criterios o directrices basados en el conocimiento científico actual que regule los proyectos de restauración de humedales. Tampoco existe un estándar de evolución y monitoreo del proceso de recuperación.

La restauración fluvial ha experimentado en España un fuerte impulso en las dos últimas décadas, que no ha alcanzado por igual a todas las cuencas hidrográficas. En un inicio se concentró en las riberas, apoyándose en técnicas de revegetación, y posteriormente las intervenciones han ido progresando gradualmente hacia la restauración hidromorfológica de tramos completos de río. Todavía no se ha abordado, sin embargo, la restauración de ramblas, ni de cursos de agua efímeros, en general. La Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, lanzada en 2006, ha consolidado estos avances en restauración fluvial. Las principales acciones desarrolladas son el derribo de presas y azudes, con ya más de 200 casos, principalmente en el Norte y Oeste peninsular. Se ha devuelto espacio al río, eliminando o retranqueando defensas en diferentes proyectos, en las cuencas del Duero, Ebro y en diversas zonas del País Vasco y Cataluña. También se han recuperado antiguos cauces, eliminando canalizaciones y reconectando meandros (Ollero, 2015), recuperado sotos ribereños y mejorado los regímenes hidrológicos en diferentes masas de agua en diversos aspectos, como los caudales mínimos o las crecidas con fines ecológicos (Magdaleno, 2009), así como numerosas acciones de mejora en puntos concretos de la red fluvial, incluyendo las zonas urbanas.

En el ámbito de la restauración de minas, las actuaciones son relativamente recientes, a pesar de que se dispuso de un marco legislativo específico relativamente pronto (Martínez-Ruiz et al., 1996) en 1973. Se tardó casi una década en desarrollar una normativa que exigiera un proyecto de restauración, junto al de explotación. A pesar de la imposición legal, los resultados de las estrategias de restauración de los espacios

afectados por las actividades extractivas en nuestro país han sido, en general, desalentadores, limitándose en muchos casos a una restitución topográfica basada en el modelo talud-cuneta-berma, sobre la que se han tratado de establecer diversos tipos de cubierta vegetal como son pastizales, bosques y cultivos agrícolas (UMINSA, 2000; Nicolau, 2003). En el momento actual la restauración de canteras está experimentando un profundo cambio de enfoque, tras diagnosticarse un notable fracaso debido a la propensión a la erosión de las topografías talud-cuneta-berma (Nicolau, 2000; Martín Duque et al., 2010). Además, algunas restauraciones actuales potencian la creación de hábitats y especies con figuras de protección.

La restauración ecológica en los sistemas marinos y costeros está en una fase germinal. Es un proceso complejo de gestión que implica una profunda comprensión de las interacciones biológicas y ambientales del ecosistema, comprendiendo un rango de disciplinas muy variadas, tales como la ecología, hidrobiología, geomorfología, ingeniería, etc.

Como ejemplo, la restauración de praderas de fanerógamas marinas puede ser una estrategia viable con el fin de ayudar a la recuperación después de una perturbación, aunque es costosa y su viabilidad es variable (Short et al., 2001; Orth et al., 2006). Las tasas de supervivencia, tanto de los trasplantes vegetativos como de la “siembra” de semillas, son bastante bajas y la recolecta de esquejes y semillas pueden afectar negativamente a las praderas donantes. La recolección de semillas de una población también puede ser crítica, ya que el reclutamiento natural de plántulas puede ser necesario para asegurar la vitalidad de la pradera a largo plazo. Solo el 30% de los programas de trasplante y de restauración llevados a cabo en todo el mundo han tenido éxito (Fonseca et al., 1998). Por lo tanto, todos los programas de restauración deben ir precedidos de un análisis exhaustivo sobre su viabilidad y probabilidad de éxito.

Por último, existen herramientas metodológicas que contribuyen a implementar actuaciones de restauración con criterios consensuados, como es el caso de la Guía Práctica de Restauración Ecológica de la Fundación Biodiversidad, resultado del esfuerzo colaborativo de más de 100 personas del ámbito científico, técnico, de la administración, del sector empresarial y de ONG. Las indicaciones de esta guía se deberán seguir en las restauraciones que se emprendan.

CAMBIO CLIMÁTICO

Hay un consenso científico generalizado sobre el origen antropogénico del cambio climático contemporáneo (IPCC, 2013). El aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero ha resultado en un rápido calentamiento global durante los últimos 50-60 años. Según el IPCC, el planeta en 2018 se ha calentado aproximadamente 1 °C respecto a los niveles pre-industriales (período 1850-1900).

Los registros fiables más antiguos de datos de temperatura y precipitación de que se dispone en España se remontan a la segunda mitad del siglo XIX (Brunet et al., 2006; Luna et al., 2012). Del estudio y análisis de estas series históricas se ha observado que las temperaturas muestran una tendencia generalizada al alza en todo el territorio español, con incrementos que oscilan entre 1 y 2 grados en el periodo comprendido entre 1850 y 2005 (VVAA, 2007). Esta tendencia no es homogénea, ni a escala temporal, ni espacial; de hecho:

- A lo largo del siglo XX se pueden diferenciar varios ciclos: uno de ascenso térmico, entre 1901 y 1949, un descenso desde esa fecha hasta 1972, un rápido aumento desde 1973 hasta 2000 y un posterior estancamiento.
- De los diez años más cálidos desde el comienzo de la serie de temperatura media de España, ocho corresponden a años del siglo XXI y seis de ellos pertenecen a la década 2011-2020. Uno de estos seis ha sido 2019 con una temperatura media de 15.9 °C, valor que supera en 0.8 °C al valor medio anual (Agencia Estatal de Meteorología, 2020).
- El calentamiento ha sido más acusado en primavera y verano, y en las temperaturas máximas.

- Por regiones, las más afectadas por el calentamiento son las situadas en la mitad oriental peninsular; cubriendo una amplia franja en torno al Mediterráneo que se extiende desde Girona hasta Málaga.
- En las Islas Canarias, los cambios en el comportamiento del clima son evidentes desde el punto de vista térmico, y similares a los observados en la Península.

Asimismo, se ha observado una disminución de los días fríos y un aumento de los cálidos por lo que, si se mantiene esta tendencia, es de prever un incremento de las olas de calor.

Respecto a la precipitación, las tendencias seculares y recientes no son tan fáciles de identificar dada la complejidad de la distribución espacial de las lluvias en España y su elevada variabilidad temporal. En el contexto de los últimos quinientos años, la reconstrucción del clima muestra la sucesión de periodos lluviosos y secos, de duración variable y sin cambios bruscos, tanto en el sur peninsular como en el norte. Luna et al. (2012) señalan que, para la precipitación desde comienzos del siglo XX, la tendencia de la media anual para todo el periodo es despreciable. En cambio, desde mediados del siglo XX, la tendencia es notablemente negativa (-13.2 mm / 10 años). En el análisis por estaciones del año, para los 108 años ninguna estación muestra tendencias apreciables. Desde 1951 el invierno muestra una tendencia decreciente de unos 10 mm/10 años que, sin embargo, no alcanza la significación estadística. El verano en este periodo sí alcanza la significación estadística con una tendencia negativa de -3.3 mm/ 10 años. En este sentido, cabe resaltar que la demanda evaporativa aumentó en las últimas cinco décadas (+24.4mm por decenio), principalmente en los meses de verano (Agencia Estatal de Meteorología, 2020).

Junto con los impactos ya observados por efecto del cambio climático, se proyectan futuros impactos cuya intensidad y frecuencia van ligados al nivel de cambio que realmente experimente el sistema climático, y que depende del grado de forzamiento al que se le someta por causas antropogénicas.

El proyectado incremento de las temperaturas y la mayor frecuencia de sequías a lo largo de las próximas décadas apuntan a unos impactos potenciales sobre la biodiversidad que pueden afectar a nivel de organismos (procesos fisiológicos, fenología), de poblaciones (demografía, distribución, abundancia) y de comunidades (composición, estructura, dinámica, interacciones).

A nivel ecosistémico, el cambio climático afecta no sólo a la extensión y la condición de los ecosistemas, sino también a los servicios que proveen. Entre los impactos potenciales del cambio climático a los servicios de los ecosistemas pueden citarse, por ejemplo:

- Declive de la capacidad de sumidero de carbono de los bosques (Plan de Contabilidad Forestal Nacional. MITECO, 2019).
- Alteraciones en el balance hídrico de los ecosistemas forestales, cuya expansión favorece la evapotranspiración (potencialmente aumentada por efecto del calentamiento global) en detrimento de la disponibilidad hídrica tanto para recarga como para escorrentía superficial y como recurso para los ecosistemas y la sociedad.
- Modificación de los patrones del régimen fluvial de los ríos españoles, con reducción de los caudales de estiaje.
- Afecciones a la respiración del suelo y, consecuentemente, cambios en su balance de carbono orgánico.
- Alteración de los ciclos del nitrógeno y fósforo.

Uno de los principales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad es la contracción o el cambio en la distribución de las especies en busca de sus condiciones climáticas adecuadas para sobrevivir. Existen ya evidencias científicas de estos efectos para numerosas especies. Para el caso de España, se ha constatado, por ejemplo, cómo debido al aumento de las temperaturas, la mariposa apolo (*Pamassius apollo*) cada vez se encuentra a mayor altitud, el salmón atlántico (*Salmo salar*) ha visto reducida su supervivencia y ha aumentado la mortalidad de la posidonia (*Posidonia oceanica*).

Existen, en suma, evidencias suficientes que demuestran inequívocamente la existencia de modificaciones en los sistemas biológicos y los procesos geoambientales en España como consecuencia del cambio climático, en conjunción con la transformación antrópica del territorio (OSE, 2011).

La Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030, incluye que la naturaleza es un aliado crucial en la lucha contra el cambio climático. La naturaleza regula el clima, y las soluciones basadas en la naturaleza, como la protección y recuperación de humedales, turberas y ecosistemas costeros, o la gestión sostenible de zonas marinas, pastizales y suelos agrarios y forestales, serán esenciales para la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático. La plantación de árboles y el despliegue de la infraestructura verde nos ayudarán a enfriar las zonas urbanas y a mitigar el impacto de las catástrofes naturales.

Visión de futuro y objetivos

Visión de futuro. En 2050 se ha consolidado en España una Infraestructura Verde del territorio a escala nacional que garantiza: la reducción de la fragmentación de hábitats y ecosistemas, la mejora de la conectividad ecológica del territorio, la provisión de servicios de los ecosistemas clave para el bienestar humano (de regulación, abastecimiento y culturales), la mitigación de los efectos del cambio climático, tanto en el ámbito del medio rural como en el urbano, y la mejora de la resiliencia climática y la capacidad de adaptación de las sociedades frente al cambio climático y los riesgos que conlleva.

La consolidación de esta Infraestructura Verde del territorio a escala estatal se ha conseguido mediante: la restauración de ecosistemas degradados, la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza, la integración de políticas sectoriales estratégicas, la planificación y ordenación territorial de elementos clave para la IV a diferentes escalas (local, metropolitana, comarcal, regional y nacional), la puesta en marcha de modelos de gobernanza que garantizan la coordinación interadministrativa e interterritorial, la plena integración de la infraestructura verde en los procesos de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos sobre el territorio y la concienciación social, el compromiso y la corresponsabilidad de actores estratégicos.

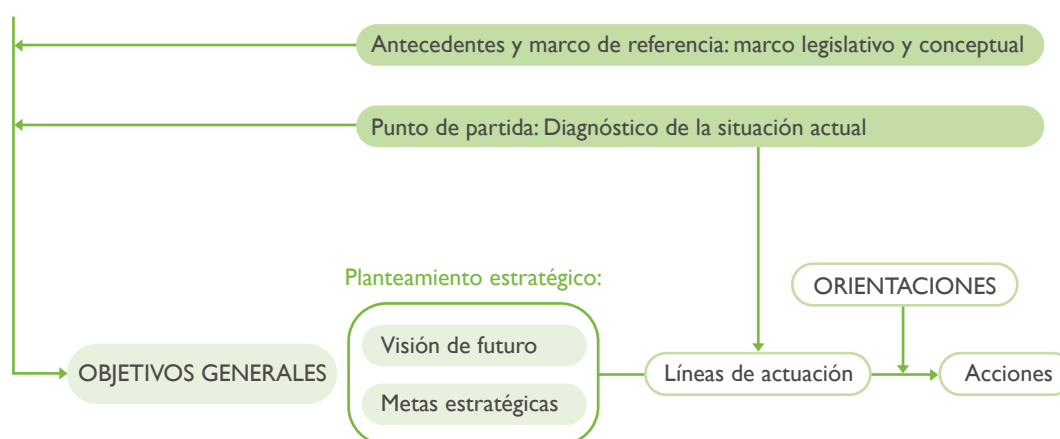
En base a esta visión de futuro, se establecen cuatro **objetivos generales**:

- **Objetivo general 1.** Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la biodiversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios. Esta planificación y gestión se apoyará en la evaluación sistemática de los resultados como fuente de información para la mejora continua. La aplicación de estas herramientas debe contribuir a la mitigación de los efectos y presiones que los actuales modelos de desarrollo generan sobre el medio ambiente, así como a la adaptación ante cambios globales y difícilmente eludibles, como el cambio climático.
- **Objetivo general 2.** Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la Infraestructura Verde.
- **Objetivo general 3.** Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la Infraestructura Verde en los distintos niveles de la planificación territorial. La integración se alcanzará mediante la actuación de equipos humanos transdisciplinares adecuadamente formados y capacitados, el establecimiento de protocolos de priorización, la implementación de procedimientos adecuados de información y participación pública y el impulso y reconocimiento de las contribuciones propuestas o apoyadas por la sociedad civil.
- **Objetivo general 4.** Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la Infraestructura Verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.

Para alcanzar estos objetivos, así como las metas descritas más adelante, es necesario identificar fuentes de financiación. Estas fuentes de financiación deben ser públicas, privadas y combinaciones de ambas, existentes o innovadoras, y deben asegurar los máximos co-beneficios de las inversiones en los ámbitos ambiental, social y económico.

Metas estratégicas

Los cuatro objetivos generales se proyectan a su vez en una serie de metas estratégicas, que se desarrollan a través de diversas líneas de actuación. Cada línea de actuación se llevará a cabo, a su vez, mediante acciones concretas. Dichas acciones quedan fuera del marco estratégico, por lo que no se incluyen en la Estrategia nacional. La AGE desarrollará sus acciones en el ámbito de sus competencias mediante Programas de Trabajo trienales.



VISIÓN A 2050

8 METAS

50 LÍNEAS DE ACTUACIÓN

1^{er} Programa de Trabajo de la AGE: Acciones en 3 años
Revisión de la Estrategia a 2023

Esquema del planteamiento estratégico de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.

Este esquema general deberá ser replicado por las CC.AA. en el desarrollo de sus respectivas estrategias autonómicas (según lo acordado por el Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde), incluyendo además las acciones necesarias en cada línea de actuación. En la Estrategia nacional se incluyen una serie de orientaciones generales para el establecimiento de acciones adecuadas a dichas líneas, en un esfuerzo por procurar la suficiente coherencia a la Infraestructura Verde resultante.

El contenido de las metasestratégicas, con las conclusiones del diagnóstico, los objetivos y las líneas de actuación, se resume a continuación:

META 0. Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde en España.

La identificación de la infraestructura verde en España, por su propia definición, deberá contar con elementos que destaquen por su biodiversidad, o por su destacada provisión de servicios de los ecosistemas, o bien por su carácter como conector ecológico de relevancia. Podrán existir no solo elementos de la infraestructura verde a conservar, sino también elementos de la infraestructura verde a restaurar, si tienen un potencial valioso para formar parte de la infraestructura verde pero actualmente se encuentran degradados.

Dado el carácter complejo de la infraestructura verde, existen multitud de elementos a considerar como posibles integrantes de la misma, debido a su potencialidad para ofrecer alguna de las características antes mencionadas, pero para poder definir esta infraestructura verde será necesario un análisis más exhaustivo para identificar y seleccionar los que finalmente formen parte de la misma.

Teniendo en cuenta la información disponible, y dadas las carencias detectadas, se establecen una serie de objetivos y líneas de actuación encaminados a:

- Armonizar los procesos de identificación, selección y declaración de los elementos integrantes de la IV, teniendo en cuenta su carácter multiescalar.
- Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios de los ecosistemas y sus necesidades de restauración.
- Mejorar el conocimiento sobre los elementos y sus interrelaciones susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas.

Siendo esta meta de un carácter marcadamente acuciante, se identifica con el código 0, como prioritario y previo al resto, y se desarrolla paralelamente un documento de carácter más técnico para el desarrollo de estos objetivos, la **Guía metodológica para la identificación de la infraestructura verde en España**, con la colaboración de todos los participantes en el desarrollo de la Estrategia nacional, y que complementará la publicación de ésta.

Líneas de actuación:

0.01. Identificar los elementos que podrán formar parte de la Infraestructura Verde a distintas escalas (estatal, autonómica y local).

Los elementos se englobarán, según su funcionalidad, en (AEMA, 2014):

1. Áreas núcleo, aquellas en las que la biodiversidad tiene importancia prioritaria, aun cuando se trate de terrenos que no se encuentren legalmente protegidos. Estarán compuestas por:
 - Áreas bajo algún régimen de protección.
 - Otros ecosistemas bien conservados y áreas de alto valor ecológico fuera de los espacios protegidos.
 - Sistemas y áreas cuyo valor natural es producido por prácticas agrarias sostenibles.
2. Corredores ecológicos, que tienen por objeto mantener la conectividad ecológica y ambiental mediante nexos físicos entre las áreas núcleo.
3. Otros elementos multifuncionales, en donde se lleva a cabo una explotación sostenible de los recursos naturales junto con un mantenimiento adecuado o restauración ecológica de buena parte de los servicios de los ecosistemas.

4. Áreas de amortiguación, que protegen la red ecológica de influencias dañinas externas. Se trata de áreas de transición en donde se debe fomentar una compatibilización de los usos del suelo.
5. Elementos urbanos 'verdes', como por ejemplo parques, jardines, áreas recreativas y deportivas, estanques y canales, techos y paredes verdes, entre otros.

Hay que tener en cuenta que, debido a la multifuncionalidad propia de la Infraestructura Verde, en la práctica los elementos identificados es posible que no puedan incluirse de forma inequívoca en una única categoría.

0.02. Seleccionar y declarar oficialmente los elementos de la Infraestructura Verde.

Una vez identificados los elementos que cumplen los criterios para formar parte de la infraestructura verde, se hará la selección, en su caso, y declaración formal de los que formarán efectivamente parte de la infraestructura verde. La declaración formal por parte de las Administraciones Públicas de los elementos que conformarán la Infraestructura Verde es esencial para dotarla de un reconocimiento oficial. Esta declaración constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Delimitación espacial de dichos elementos en el territorio.
- Identificación de las características espaciales o ecológicas así como las funciones por las cuales se declara un elemento como infraestructura verde.
- Indicadores utilizados para la identificación de cada una de las funciones o características por los cuales se ha declarado infraestructura verde cada elemento concreto.
- Objetivos a cumplir:
- Autoridad administrativa responsable de su declaración y gestión.
- Cualquier otra información que se considere relevante.

0.03. Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y a la provisión de servicios ecosistémicos y sus necesidades de restauración.

Se podrán diferenciar dos tipos de zonas que deberán seguir políticas de gestión y actuación diferentes: Zonas de Infraestructura Verde para la conservación y Zonas de Infraestructura Verde para la restauración.

0.04. Mejorar el conocimiento sobre los elementos, y sus interrelaciones, susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas.

META I.Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o por la presencia de infraestructuras.

Actualmente se está avanzando en algunos aspectos de la identificación de corredores ecológicos y de áreas claves a desfragmentar a diferentes escalas en nuestro país, sin embargo, existen múltiples carencias, como su escasa relevancia en los procesos de planificación sectorial y toma de decisiones o la ausencia de un marco coordinado a nivel estatal para la definición y protección de conectores ecológicos.

Teniendo en cuenta las carencias detectadas, se plantean una serie de objetivos y líneas de actuación para:

- Mejorar la conectividad, a diferentes escalas, mediante la identificación de corredores ecológicos y áreas críticas encaminadas a asegurar la permeabilidad, coherencia e integración de los espacios protegidos y de las especies y hábitats de interés, evaluando su efectividad.
- Establecer unas directrices comunes de actuación para fortalecer, mejorar y prevenir la pérdida de la conectividad en espacios terrestres, fluviales, en el ámbito litoral y marino y medio urbano.
- Mejorar el conocimiento científico sobre la conectividad ecológica.

Líneas de actuación:

- I.01. Identificar áreas clave para la conectividad de las especies y tipos de hábitat de interés encaminadas a asegurar la permeabilidad de la matriz territorial.
- I.02. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios terrestres.
- I.03. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios fluviales.
- I.04. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el espacio litoral.
- I.05. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el ámbito marino.
- I.06. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el medio urbano.
- I.07. Desarrollar un sistema de seguimiento de la conectividad ecológica y de los procesos de fragmentación que permita evaluar la eficacia de las medidas adoptadas.
- I.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre conectividad ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad.

META 2. Restaurar los hábitats y ecosistemas de áreas clave para favorecer la biodiversidad, la conectividad o la provisión de servicios de los ecosistemas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza.

Con la aprobación de diversas estrategias, planes y programas, se han llevado a cabo en las últimas décadas numerosos proyectos de restauración en España. Sin embargo, no se ha prestado suficiente atención a la recuperación de la funcionalidad y totalidad de los servicios de los ecosistemas. Además se detectan una serie de carencias, como la falta de normas propias sobre restauración ecológica a nivel estatal o el bajo mantenimiento de las áreas restauradas, entre otros.

Se establecen, por tanto, los siguientes objetivos y líneas de actuación:

- Identificar las necesidades de restauración ecológica de los hábitats y ecosistemas de áreas claves para favorecer la conectividad, la biodiversidad o los servicios de los ecosistemas.
- Consensuar metodologías con criterios comunes para diseñar y desarrollar proyectos de restauración ecológica en el marco del desarrollo de la Infraestructura Verde.
- Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica entre áreas urbanas y periurbanas.
- Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de los proyectos de restauración ecológica.
- Mejorar el conocimiento científico sobre la restauración ecológica, tanto en el medio terrestre como marino, en un contexto de cambio global.

Líneas de actuación:

- 2.01. Identificar las necesidades de restauración ecológica para contribuir, al menos, a la restauración del 15% de los ecosistemas degradados.
- 2.02. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de los valores de biodiversidad del territorio.
- 2.03. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la mejora de la conectividad y permeabilidad del territorio.
- 2.04. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.
- 2.05. Diseñar y ejecutar proyectos de restauración ecológica basados en el desarrollo de metodologías con criterios comunes.

Se incluyen en esta línea de actuación recomendaciones de restauración por sectores, como las áreas protegidas, montes, zonas mineras, ecosistemas dunares, fluviales, humedales y medio marino.

- 2.06. Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica entre áreas urbanas y periurbanas.
- 2.07. Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de los proyectos de restauración ecológica.
- 2.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre restauración ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad en el contexto de cambio global y provisión de servicios de los ecosistemas.

META 3. Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.

Se detecta que actualmente existe una falta de conocimiento respecto a la provisión, evaluación y valoración de los servicios de los ecosistemas. La escasez de información va, desde un conocimiento limitado sobre las interacciones entre las diferentes funciones de los ecosistemas y las sinergias que pueden aparecer en una Infraestructura Verde eminentemente multifuncional, hasta un escaso conocimiento para muchas especies sobre los beneficios proporcionados por la Infraestructura Verde en cuanto a permeabilidad y facilidad para moverse a través de diversos hábitat para las distintas especies. A todo ello hay que sumar la incertidumbre que se mantiene en las predicciones de los modelos climáticos a escala regional y las lagunas de conocimiento en cuanto a los costes de oportunidad y en relación a la cuantificación de los beneficios ecológicos y socio-económicos.

Dadas las carencias detectadas, se establecen una serie de objetivos y líneas de actuación encaminados al cumplimiento de esta meta:

- Identificar, cartografiar y valorar adecuadamente los servicios de los ecosistemas en relación con el desarrollo de la Infraestructura Verde, teniendo en cuenta su carácter multiescalar.
- Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los servicios de los ecosistemas de los elementos ligados al desarrollo de la Infraestructura Verde.
- Mejorar el conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas.

Líneas de actuación:

- 3.01. Identificar, clasificar y cartografiar las áreas clave para la provisión de Servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.
- 3.02. Promover la valoración de los Servicios de los Ecosistemas, incluyendo su valoración económica, e integrarla en la toma de decisiones sobre ordenación y gestión terrestre y marina, desde una perspectiva participativa.
- 3.03. Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los ecosistemas y sus servicios asociados clave para la Infraestructura Verde.
- 3.04. Mejorar el conocimiento sobre los servicios ecosistémicos y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas, tanto en el medio terrestre como en el marino.

META 4. Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la infraestructura verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático.

La infraestructura verde es una herramienta que contribuye a reforzar la conectividad entre zonas naturales existentes y a mejorar la calidad ecológica de los ecosistemas y sus servicios, por lo que se trata de una herramienta fundamental de adaptación al cambio climático. Se considera por tanto adecuado promover sinergias entre la presente Estrategia nacional de Infraestructura Verde y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Se establecen una serie de líneas de actuación orientadas a que el desarrollo de la infraestructura verde contemple escenarios de cambio global, con los objetivos de contribuir a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático a través de la Infraestructura Verde del territorio.

Líneas de actuación:

- 4.01. Fomentar la mitigación del cambio climático mediante la creación y conservación de sumideros naturales de carbono asociados a la Infraestructura Verde.
- 4.02. Contribuir a la reducción de los riesgos naturales derivados de los efectos del cambio climático mediante la conservación y restauración de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde del territorio y por medio de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.
- 4.03. Favorecer la conservación de la biodiversidad mediante el mantenimiento y restauración ecológica de elementos y áreas estratégicas, que permitan a las especies y hábitats silvestres realizar las dispersiones longitudinales y latitudinales que precisan en el actual contexto de cambio climático.
- 4.04. Promover la capacidad de adaptación de los ecosistemas y fomentar el mantenimiento de los servicios que proveen, a través de la mejora de su resiliencia y de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.
- 4.05. Mejorar la capacidad de mitigación y adaptación de las ciudades y áreas metropolitanas por medio de la Infraestructura Verde urbana y periurbana y a través de soluciones basadas en la naturaleza.
- 4.06. Mejorar los conocimientos sobre las opciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de los ecosistemas y su restauración, así como en soluciones basadas en la naturaleza.

META 5. Garantizar la coherencia territorial de la infraestructura verde mediante la definición de un modelo de gobernanza que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas.

Teniendo en cuenta el reparto de competencias territoriales establecido por la legislación española, y dado el carácter multiescalar de la infraestructura verde, para su desarrollo e implementación se hace necesario dotar de coherencia a los elementos que componen dicha infraestructura a distintas escalas.

Los objetivos que se plantean en este sentido son:

- Establecer una colaboración eficaz entre las Administraciones Públicas a todas las escalas, que permita la coordinación en el desarrollo de las estrategias de Infraestructura Verde en los distintos niveles.
- Asegurar la coherencia territorial multiescalar en la implementación de la Infraestructura Verde.
- Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas.

Líneas de actuación:

- 5.01.** Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala internacional en el desarrollo de la Infraestructura Verde.
- 5.02.** Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala estatal, regional y local en el desarrollo de la Infraestructura Verde.
- 5.03.** Establecer mecanismos de cooperación eficaces entre la Administración General del Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales para el desarrollo coordinado de la Infraestructura Verde a distintas escalas.
- 5.04.** Desarrollar las Estrategias Autonómicas de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas en cumplimiento del artículo 15.4 de la Ley 33/2015.
- 5.05.** Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas.

META 6. Incorporar de forma efectiva la Infraestructura Verde, la mejora de la conectividad ecológica y la restauración ecológica en las políticas sectoriales, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo y la evaluación ambiental.

El desarrollo de la infraestructura verde está condicionada fundamentalmente por políticas sectoriales con elevada incidencia territorial, como las de infraestructuras de transporte, urbanística y agraria. Tradicionalmente se ha constatado en España una insuficiente coordinación entre los instrumentos de ordenación territorial, sectorial y urbanística con las políticas de conservación de la naturaleza. De esta forma, los instrumentos de conservación, dirigidos a la protección de espacios y especies, no han podido crear suficientes sinergias positivas con otros instrumentos para la planificación y gestión de la matriz del territorio. Para la integración de la infraestructura verde en los distintos instrumentos de planificación territorial y sectorial, las distintas políticas sectoriales que intervienen en el territorio deben incorporar los conceptos, objetivos y planteamientos de la infraestructura verde, de modo que este nuevo modelo de gestión territorial integre los aspectos económico, social (dentro de estos, especialmente de igualdad de género) y ambiental.

Para lograrlo se plantean los siguientes objetivos:

- Garantizar y reforzar el desarrollo e implantación de la infraestructura verde mediante la correcta y completa integración de ésta en los distintos instrumentos estratégicos, de planificación y gestión de las diferentes políticas sectoriales, con líneas de actuación por sectores que incluyen el agropecuario y de desarrollo rural, sector forestal, industrial, hidráulico y de la gestión del agua, infraestructuras de transporte, energéticas y de telecomunicación, sector relativo a la conservación del patrimonio histórico-cultural, así como en la planificación y la gestión del medio marino y litoral y otras políticas de conservación del patrimonio natural. Otras líneas de actuación se dirigen a la integración de la infraestructura verde en la legislación de ordenación del territorio y el suelo de las Comunidades Autónomas y en el planeamiento urbanístico municipal.
- Garantizar el adecuado mantenimiento y mejora de la infraestructura verde en la evaluación ambiental, mediante su integración en todas las fases del procedimiento de Evaluación Ambiental de Planes, Proyectos y Programas, en la Evaluación Ambiental Estratégica y en los procedimientos de responsabilidad medioambiental.

Líneas de actuación:

- 6.01. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector industrial.
- 6.02. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector hidráulico y de la gestión del agua.
- 6.03. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector de las infraestructuras de transporte, energéticas y de telecomunicación.
- 6.04. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector relativo a la conservación del patrimonio histórico-cultural.
- 6.05. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector agropecuario y de desarrollo rural.
- 6.06. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector forestal.
- 6.07. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del medio marino y litoral.
- 6.08. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión de otras políticas de conservación del patrimonio natural.
- 6.09. Integrar la Infraestructura Verde en la planificación territorial y la legislación de ordenación del territorio y el suelo de las comunidades autónomas.
- 6.10. Integrar la Infraestructura Verde en el planeamiento urbanístico municipal.
- 6.11. Integrar la Infraestructura Verde en todas las fases del procedimiento de Evaluación Ambiental de planes, programas y proyectos.
- 6.12. Integrar la Infraestructura Verde en el procedimiento para la responsabilidad medioambiental.

META 7. Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad en el desarrollo de la infraestructura verde.

El carácter multifuncional y multiescalar que tiene por definición la Infraestructura verde hace que su implementación se extienda a muchos sectores políticos y, por tanto, involucre a diferentes organismos y organizaciones que pueden tener puntos de vista opuestos y entre los que pueden aparecer conflictos de intereses. La información, concienciación y participación pública son herramientas fundamentales para la correcta implementación y difusión de las iniciativas legislativas que afectan al territorio, máxime cuando estas son de nueva implantación, como es el caso. La involucración de dichos organismos y organizaciones tanto públicas como privadas no solo han de tener carácter medioambiental sino también social y de igualdad de género.

En este sentido se plantean los siguientes objetivos y líneas de actuación:

- Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma para implicar a los distintos agentes sociales y civiles relacionados con el desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde.
- Conseguir unos técnicos formados, así como una sociedad informada y concienciada con la Infraestructura verde y sus impactos sociales especialmente en lo relacionado con la igualdad de género.
- Conseguir el adecuado consenso social en el desarrollo de la Infraestructura Verde mediante la inclusión de procesos participativos de éxito.

Líneas de actuación:

- 7.01.** Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma.
- 7.02.** Disponer y asegurar en el tiempo herramientas para la sensibilización y formación específica dirigida a los distintos perfiles de profesionales y público en general.
- 7.03.** Impulsar la participación de las instituciones, de los agentes sociales y económicos y de la sociedad, utilizando las herramientas más adecuadas, en el desarrollo y mantenimiento de la Infraestructura Verde.

Además de los Programas de Trabajo de la Administración General del Estado, a través de los cuales se definirán las acciones para el desarrollo de la Estrategia nacional en su ámbito material de competencias, desde la AGE también se llevará a cabo un seguimiento del cumplimiento de los objetivos de la Estrategia nacional en su conjunto, teniendo en cuenta los resultados de los Programas de Trabajo y los análisis o informes específicos que se hayan realizado, así como una revisión inicial en 2023 e Informes de Evaluación intermedia (2030 y 2040) y final (2050) de la Estrategia nacional.

ANTECEDENTES Y
MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES Y MARCO LEGISLATIVO

La actual Política Ambiental de la Unión Europea se basa en el VII Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente “Vivir bien respetando los límites de nuestro planeta”, programa que constituye un marco transversal para todas las políticas de la UE que afecten al medio ambiente de aquí al año 2020, y que tiene como objetivos proteger la naturaleza, fortalecer la resiliencia ecológica, promover un crecimiento hipocarbónico que utilice los recursos de forma eficiente y reducir las amenazas para la salud y el bienestar humanos asociadas a la contaminación, las sustancias químicas y el impacto del cambio climático. Esta política ambiental mantiene la consonancia con las metas de Aichi (2011-2020) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) de la ONU.

Este programa de acción se enmarca en el hecho de que la degradación de los ecosistemas naturales y seminaturales y el deterioro de los servicios ambientales que prestan, es un hecho constatado en la Unión Europea.

En esta misma línea, la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: “Nuestro seguro de vida y capital natural”, contaba entre sus objetivos con detener la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los servicios de los ecosistemas en la UE para 2020 y restaurarlos en la medida en que sea viable, fija como uno de sus objetivos el “Mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios de los ecosistemas no más tarde de 2020 mediante la creación de una Infraestructura Verde y la restauración de al menos el 15 % de los ecosistemas degradados” (Objetivo 2). Hay que destacar que, en el informe de revisión intermedia de la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020 (2015), la Comisión reconoce que no se ha podido frenar la tendencia de degradación de los ecosistemas y sus servicios, por lo que “es preciso desarrollar y aplicar marcos nacionales y regionales que promuevan la restauración y la Infraestructura Verde”. La recientemente aprobada Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad de aquí a 2030 “Reintegrar la naturaleza en nuestras vidas” (COM (2020) 380 final) vuelve a reforzar estas ideas, e incluye entre sus metas la identificación y designación de corredores ecológicos, la ecologización urbana, un Plan de recuperación de la naturaleza en la UE, la mejora en la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en la toma de decisiones públicas y empresariales a todos los niveles, así como promover una iniciativa internacional de contabilidad del capital natural.

En paralelo, la ‘Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos’ (COM (2011) 571 final) indica que “la falta de protección de nuestro capital natural y de una valoración adecuada de los servicios de los ecosistemas debe abordarse en el marco de los esfuerzos por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”, y señala que “la Infraestructura Verde constituye un paso importante hacia la protección del capital natural” estableciendo que la Comisión Europea preparará una comunicación sobre infraestructura ecológica.

Anteriormente, y ante la pérdida de biodiversidad, la Unión Europea inició un ambicioso esfuerzo para proteger sus hábitats representativos y sus áreas de mayor valor ecológico que se materializó en la Red Natura 2000. Aunque este proyecto ha tenido efectos positivos de cara a la conservación, la Red Natura 2000 entendida como un conjunto de espacios aislados no puede, por sí sola, asegurar la conservación de nuestras poblaciones de fauna y flora a largo plazo ya que no garantiza que dichas poblaciones estén conectadas y que mantengan los necesarios flujos genéticos.

Por este motivo, en julio de 2017, la Unión Europea aprobó un nuevo Plan de Acción de Medio Ambiente en pro de la naturaleza, las personas y la economía, para mejorar la aplicación de las Directivas Hábitats y Aves y la Red Natura 2000. Este Plan de Acción proyecta 4 ámbitos prioritarios de actuación y 15 medidas, concretamente, la medida nº 12 plantea “Ofrecer orientaciones para apoyar el despliegue de una Infraestructura Verde a fin de mejorar la conectividad de las zonas Natura 2000; apoyar proyectos que propongan soluciones basadas en la naturaleza a través de la política de investigación e innovación de la UE y los fondos de Horizonte 2020”.

Por tanto, es necesario ir más allá y constituir una red ecológica coherente mediante la mejora y fortalecimiento de la Infraestructura Verde (en adelante IV) europea. Así, si bien no sólo está orientada a la conservación de la biodiversidad, la IV hunde sus raíces en dicha problemática.

Para la Comisión Europea (2010), los siguientes “hechos” avalan, además, la necesidad de promover una Infraestructura Verde en los estados miembros: (http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf):

- El paisaje de Europa está cada vez más fragmentado.
- La vida silvestre necesita tener la posibilidad de existir fuera de las zonas protegidas.
- Una Infraestructura Verde ayuda a mantener los valiosos servicios que prestan los ecosistemas.
- Dejar sitio a la naturaleza mediante la adopción de un enfoque más integrado del uso del suelo.
- La adecuada planificación del territorio ayuda a crear una Infraestructura Verde.
- Los instrumentos financieros de la UE pueden utilizarse para promover el desarrollo de una Infraestructura Verde.
- La formulación de una estrategia europea para la creación de una Infraestructura Verde en toda Europa como objetivo de la Estrategia de Biodiversidad 2030.

En el marco de esa línea de actuación, la Comisión plantea que los Estados miembros de la UE elaboren un marco estratégico para fijar las prioridades de restauración de ecosistemas a nivel subnacional, nacional y de la UE.

En este contexto, la Comisión aprobó en 2013 la Comunicación ‘Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa’, en la que se sientan las bases para el desarrollo de una Estrategia de la UE sobre la Infraestructura Verde, entendida ésta como “una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios de los ecosistemas. Incorpora espacios verdes (o azules, en el caso de los ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. En los espacios terrestres, la Infraestructura Verde está presente igualmente en los entornos rurales y urbanos”.

En esta Comunicación se señala la importancia de la Infraestructura Verde como una herramienta de eficacia probada que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales, pues nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos; asimismo contribuye a evitar la dependencia de infraestructuras cuya construcción es costosa, y puede contribuir de manera significativa a la aplicación efectiva de todas las Políticas cuando algunos o todos los objetivos deseados pueden conseguirse, parcial o totalmente, mediante soluciones basadas en la naturaleza.

Dadas las potencialidades de la IV, la UE la ha reconocido como un instrumento importante para dirigir la política regional y el crecimiento sostenible en Europa y sitúa su uso en el contexto de su Estrategia de Crecimiento Europa 2020. Así, la UE busca la integración de la IV en las políticas de la Unión, considerándola sistémicamente en los procesos de planificación y toma de decisiones para reducir la pérdida de los servicios ambientales asociados con la futura ocupación de suelo, y ayudar a mejorar y restaurar las funciones de los ecosistemas. El uso de la IV puede ayudar a aplicar eficazmente políticas cuyos objetivos pueden cubrirse, al menos parcialmente, mediante soluciones basadas en la naturaleza. En los Fondos de Cohesión, la Política Agrícola Común, el Horizonte 2020, los proyectos LIFE, el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca, o el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, la IV se identifica específicamente como una de las prioridades de inversión. Dado su carácter multifuncional, la IV ha logrado ser reconocida además en otros ámbitos de las políticas de la UE y esta legislación ya existente debería emplearse para promover su implementación, en particular

el VII Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, la Directiva de Hábitats y la Directiva de Aves, la Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Estratégica, la Política Regional 2014–2020, la Directiva Marco del Agua, la Directiva sobre Nitratos, la Directiva sobre Inundaciones y la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la UE. Muchas de estas políticas se encuentran en fase de actualización al marco post-2020, con los servicios de los ecosistemas, la conectividad ecológica, la restauración y por tanto, la infraestructura verde, como parte de sus objetivos para un desarrollo sostenible.

La UE ha desarrollado su Estrategia en materia de IV para crear el marco adecuado para progresar en su implementación y, más específicamente, apoyar la consecución del Objetivo 2 de la Estrategia Europea de Biodiversidad para 2020, esto es, el mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios de los ecosistemas (SEs) no más tarde de 2020 mediante la implementación y mejora de la IV y la restauración de al menos el 15 % de los ecosistemas degradados. En particular, la Acción 5 pretende mejorar el conocimiento sobre el estado de los ecosistemas europeos y de los servicios que proporcionan. Específicamente, “los Estados Miembros, asistidos por la Comisión, harán un mapeo y evaluarán el estado de los ecosistemas y sus servicios en sus territorios para el 2014, cuantificando económicamente tales servicios y promoviendo su integración en los sistemas de contabilidad e información, tanto europeos como nacionales, para 2020” (Comisión Europea 2011). Igualmente la Acción 6b especifica que *“la Comisión redactará una estrategia en materia de Infraestructura Verde antes de que concluya 2012, a fin de fomentar el despliegue de dicha infraestructura en las zonas urbanas y rurales de la UE, incluyendo el uso de incentivos para fomentar una inversión temprana en proyectos de Infraestructura Verde y el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas”*. Con su reciente actualización, la Estrategia europea sobre Biodiversidad para 2030 reconoce nuevamente y refuerza el desarrollo de la infraestructura verde como una de las herramientas principales para el logro de los objetivos medioambientales de la Unión Europea.

Los objetivos para la IV en Europa identificados por el grupo de trabajo de la Comisión creado para la redacción de la Estrategia Europea de IV son:

- Mejorar, conservar y restaurar la biodiversidad, incrementando la conectividad espacial y funcional entre las áreas naturales y semi-naturales, mejorando la permeabilidad del paisaje y mitigando la fragmentación.
- Mantener, fortalecer y, donde sea posible, restaurar el funcionamiento de los ecosistemas con el fin de garantizar el aporte de múltiples SEs y servicios culturales.
- Reconocer el valor económico de los SEs y aumentar su valor mediante el fortalecimiento de su funcionalidad.
- Mejorar el vínculo social y cultural con la naturaleza y la biodiversidad, reconociendo y aumentando el valor económico de los SEs y creando incentivos para que las partes interesadas y la sociedad se involucren en su mantenimiento y mejora.
- Minimizar la expansión urbana y sus efectos negativos sobre la biodiversidad, los SEs y las condiciones de calidad de vida.
- A fin de mitigar y adaptarse al cambio climático, aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad frente a riesgos naturales: inundaciones, escasez de agua y sequías, erosión costera, incendios forestales, deslizamientos de tierra y avalanchas, entre otros.
- Favorecer un mejor uso del territorio en Europa.
- Contribuir a una vida saludable y unos lugares mejores para vivir; el aprovisionamiento de espacios abiertos y oportunidades de esparcimiento, el aumento de las conexiones entre el medio rural y urbano, el desarrollo de sistemas sostenibles de transporte, y el fortalecimiento del sentimiento de pertenencia a la comunidad.

Insta igualmente a los Estados miembros a desarrollar sus propias estrategias de IV y a identificar y evaluar el estado de los ecosistemas y de sus servicios a escala nacional. Esta labor contribuirá a la determinación del valor económico de los SEs y promoverá su integración en los sistemas nacionales de contabilidad.

El concepto de Infraestructura Verde es, por tanto, ambicioso, holístico e integral, ya que no sólo está dirigido a la conservación de la biodiversidad sino que tiene una vocación multifuncional, pretendiendo mejorar el estado general de conservación de los ecosistemas y fortalecer sus funciones ecológicas que son las responsables de suministrarnos múltiples y valiosos servicios. Su implementación requiere de una planificación temporal y espacial, y de un diseño integrado en los procesos de planificación y ordenación del territorio.

La Estrategia Europea de IV establece las siguientes acciones en el marco de la UE:

- Integración e implementación de la IV en las políticas europeas.
- Integración de la IV en los mecanismos de financiación europeos.
- Investigación en el valor de los servicios de los ecosistemas y en biodiversidad.
- Recopilación de iniciativas de IV y análisis de su impacto y el coste-beneficio.
- Objetivos estratégicos de la IV e indicadores.
- Comunicación, educación y participación.

A nivel nacional, establece las siguientes acciones a desarrollar por los estados miembros:

- Proporcionar y promover un marco para la IV.
- Proporcionar experiencias, directrices y buenas prácticas.
- Comunicación, educación y participación.
- Promover la implicación de los grupos de interés.

En consonancia con la legislación europea y de acuerdo con las competencias del Estado en materia de medio ambiente reconocidas en el art. 149.1.23ª de la Constitución Española de 1978, e interpretadas por el Tribunal Constitucional, se aprobó la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad que, con el carácter de legislación básica a efectos constitucionales, estableció el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española, como parte del deber de conservar y del objetivo de garantizar los derechos de las personas a un medio ambiente adecuado para su bienestar, salud y desarrollo. Se recogen igualmente las normas y recomendaciones internacionales y europeas que organismos internacionales y la Unión Europea han ido estableciendo a lo largo de los últimos años.

La Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE 227, 2015), incorpora al Ordenamiento jurídico español el concepto de “Infraestructura Verde”, y más específicamente introduce en el Capítulo III, un nuevo artículo (artículo 15), “Del Marco estratégico de la Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas”, en el Título I, relativo a la “Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas”, título que establece el objetivo, contenido y elaboración de la misma. El concepto de Infraestructura Verde asumido y la consiguiente previsión de la Estrategia nacional derivan directamente del Derecho y la Política Ambiental de la Unión Europea, concretamente de la Comunicación de la Comisión relativa a “Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa” (COM 249, 2013), adoptada en 2013.

Con la finalidad de garantizar la conectividad ecológica y la restauración del territorio español, se prevé que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), con la colaboración de las comunidades

autónomas (CC.AA.) a través de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de otros Ministerios implicados, elabore, en un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de Ley 33/2015, una Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (Estrategia nacional de IVCRE), que incorpore una cartografía adecuada; la cual, previo informe del Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, será aprobada mediante Orden Ministerial conjunta, a propuesta de los Ministerios que hubieran participado en su elaboración y publicada en el Boletín Oficial del Estado.

La Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones Públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

La Estrategia tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, los hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, las áreas de montaña, los cursos fluviales, los humedales, las vías pecuarias, las corrientes oceánicas, los cañones submarinos, las rutas migratorias que faciliten la conectividad, y los sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas por los diferentes sectores económicos, así como los hábitats prioritarios a restaurar, los terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza y los instrumentos utilizados por las Administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje del año 2000.

Basándose en las directrices de la Estrategia nacional, las comunidades autónomas están obligadas a desarrollar, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en aquella.

En el contenido de las mismas, han de tenerse en cuenta los espacios citados expresamente (espacios protegidos, los hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, las áreas de montaña, los cursos fluviales, los humedales, las vías pecuarias, las corrientes oceánicas, los cañones submarinos, etc.), y su régimen jurídico, así como otras prescripciones de la Ley, tales como la mejora de la coherencia y la conectividad de la Red Natura 2000, en consonancia con lo establecido en la Estrategia nacional de IVCRE, y de otras Leyes relacionadas materialmente con la finalidad o el contenido de la propia Estrategia (p. ej., en materia de ordenación del territorio y urbanismo, responsabilidad por daños ambientales, infraestructuras de transporte o vías pecuarias), así como, en el ámbito de sus competencias, la correspondiente legislación en la materia de las comunidades autónomas.

Ley 33/2015. «CAPÍTULO III. Artículo 15. Del Marco estratégico de la Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas.

1. Para garantizar la conectividad ecológica y la restauración del territorio español, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la colaboración de las comunidades autónomas a través de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de otros ministerios implicados, elaborará, en un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de la presente ley, una Estrategia estatal de Infraestructura Verde, y de la conectividad y restauración ecológicas, que incorporará una cartografía adecuada que permita visualizar gráficamente la misma. Esta estrategia, previo informe del Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, será aprobada mediante orden conjunta, a propuesta de los ministerios que hubieran participado en su elaboración y publicada en el "Boletín Oficial del Estado".

2. La Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial

al que realicen las Administraciones Públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

3. La Estrategia estatal de Infraestructura Verde tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, áreas de montaña, cursos fluviales, humedales, vías pecuarias, corrientes oceánicas, cañones submarinos, las rutas migratorias que faciliten la conectividad, y los sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas por los diferentes sectores económicos, así como los hábitats prioritarios a restaurar, los terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza y los instrumentos utilizados por las Administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje, hecho en Florencia el 20 de octubre del año 2000.

4. Basándose en las directrices de la Estrategia estatal, las comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia estatal.

Por otra parte, desde la aprobación en 2006 del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PN-ACC) 2006-2020 en España (cuya actualización para el periodo 2021-2030 está ya aprobada), la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático se considera un objetivo prioritario para España y es el marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en esta materia. Tal y como se cita en el propio PNACC “es importante integrar las opciones y medidas de adaptación al cambio climático en otras políticas en curso”, además “se persigue la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de los distintos sectores y/o sistemas”. El PNACC tiene como objetivo general construir el armazón donde puedan integrarse de forma coherente y coordinada todos los proyectos e iniciativas encaminadas a lograr una adaptación al cambio climático en España, en los distintos sectores, sistemas, ámbitos y niveles, buscando de forma activa la interacción entre todos ellos con el fin de que puedan beneficiarse mutuamente de los resultados que se vayan alcanzando.

Desde su aprobación, se han aprobado tres Programas de Trabajo para su desarrollo, en 2006, 2009 y 2013, que persiguen abordar de forma integral la adaptación al cambio climático. Estos programas van desarrollando las distintas líneas de actuación del Plan Nacional.

Además, cabe señalar, que en abril de 2013 se adoptó la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, que sienta las bases y los principios sobre la política comunitaria en materia de adaptación. Concretamente, uno de sus objetivos principales es promover la adaptación en sectores vulnerables al cambio climático a través del apoyo a la construcción de infraestructuras resistentes y la promoción de productos financieros y seguros contra desastres naturales y humanos, con un enfoque ecosistémico.

En 2014, además, se adoptó en la UE, el Marco de clima y energía (Acción Clima 2030). Los objetivos fundamentales del marco son tres:

- al menos 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (en relación con los niveles de 1990).
- al menos 27% de cuota de energías renovables.
- al menos 27% de mejora de la eficiencia energética.

Este marco, adoptado por los dirigentes de la UE en octubre de 2014, tiene como base el paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020. Además, se ajusta a la perspectiva a largo plazo que contemplan la Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050, la Hoja de ruta de la energía para 2050 y el Libro Blanco sobre el Transporte.

Igualmente, la Conferencia de las Partes del Convenio para la Diversidad Biológica (CDB), en su décima reunión de 2010, reconoció que la pérdida de diversidad biológica y sus posibles daños son un impacto, entre otras cosas, del cambio climático. Además, invitó a las Partes Contratantes a considerar una serie de orientaciones para conservar, utilizar de modo sostenible y restaurar la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, contribuyendo a la vez a la mitigación y a la adaptación del cambio climático.

Por último, en 2015, se lanzó el Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta), que incluye una inversión de 12,1 millones de euros para más de 46 actuaciones en la costa, el dominio público hidráulico y los Parques Nacionales. Estas actuaciones pretenden, entre otros objetivos, la adaptación a las consecuencias del ascenso del nivel del mar o avanzar en una gestión de adaptación de las masas forestales al cambio climático.

Una de las primeras tareas realizadas para facilitar el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación ha sido la elaboración de una serie de escenarios regionales de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI. Estos escenarios son estimaciones de los posibles rasgos futuros del clima y sirven como referencia para elaborar estudios de impactos y vulnerabilidad específicos para diversos sectores y sistemas ecológicos, económicos y sociodemográficos. Los escenarios climáticos regionales constituyen uno de los puntos de partida imprescindibles para valorar los impactos, la vulnerabilidad y las necesidades futuras de adaptación frente al cambio climático.

Debido a la especial vulnerabilidad de la costa española frente al cambio climático y la variabilidad climática, la ley 22/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, introdujo una regulación específica para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral, la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, que se aprobó en julio de 2017, además de la obligación de las CC.AA. a las que se hayan adscrito terrenos de dominio público marítimo-terrestre a la aprobación de un Plan de adaptación de dichos terrenos y de las estructuras construidas sobre ellos para hacer frente a los posibles efectos del cambio climático.

Por tanto, queda constatada la importancia que tiene integrar la adaptación al cambio climático para el desarrollo de esta Estrategia, y que es el PNACC el instrumento de referencia en nuestro país. Actualmente, la adaptación al cambio climático se toma en consideración en numerosos sectores y actividades: conservación de la biodiversidad, recursos hídricos, bosques, agricultura, zonas costeras y litoral, suelo, salud humana, pesca, ecosistemas marinos, industria, turismo, transporte, caza y pesca continental, finanzas, seguros, energía, zonas de montaña, urbanismo, construcción, etc. Por otra parte, la adaptación al cambio climático constituye una actividad estrechamente conectada con las políticas de mitigación, debido a que el grado de cambio proyectado en las distintas variables climáticas está en función de los niveles de concentración de gases de efecto invernadero que se alcancen en la atmósfera, niveles que a su vez están determinados por las políticas que inciden en las emisiones, y en la potenciación de sumideros y de las políticas de mitigación. Las acciones de promoción de la Infraestructura Verde y de la restauración ecológica deben contribuir al aumento de la fijación de carbono, es decir, a la mitigación del cambio climático, que es uno de los servicios de los ecosistemas más importantes actualmente.

En marzo de 2018, se creó la Plataforma Española de Acción Climática con el objetivo de constituir un marco estable de colaboración que acelere la acción climática y fomente la alineación de las estrategias de gobiernos, empresas y sociedad civil. Está especialmente dedicada a promover las estrategias climáticas de las empresas, así como las acciones de las distintas Administraciones, a través de un marco de cooperación que persigue tres objetivos:

- Medir e integrar todos los objetivos de reducción de emisiones para contribuir a cerrar la brecha que nos separa de conseguir el objetivo de los 2°C del Acuerdo de París (el objetivo a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales).

- Compartir e incorporar mejores prácticas innovadoras para reducir las emisiones, adaptarse al cambio climático y preservar nuestro medio natural, además de los beneficios sociales y económicos.
- Comunicar los resultados del trabajo de la Plataforma, para contagiar la acción por el clima.

En este contexto, el desarrollo de la Infraestructura Verde es una de las más extensas herramientas aplicables, económicamente viables y efectivas para combatir los impactos del cambio climático y ayudar a las personas a adaptarse o mitigar los efectos adversos del cambio climático. Así, y dado que el Plan Nacional de Adaptación propone una serie de líneas prioritarias de trabajo, en esta Estrategia se considera adecuado incluir aquellos aspectos a que guardan más relación con el desarrollo de la Infraestructura Verde para promover las sinergias entre ambos planes. Del mismo modo, se estima necesario considerar las necesidades de adaptación y mitigación al cambio climático como marco general en el desarrollo y aplicación de la Estrategia.

Por otra parte, dado que la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas marcará las orientaciones para el desarrollo de las Estrategias a nivel autonómico y local, la cooperación y coordinación entre las Administraciones Públicas, es fundamental para asegurar un desarrollo territorial coherente de la IV a diferentes escalas.

En este sentido, la cooperación y la coordinación entre Administraciones Públicas tienen como base la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

De acuerdo con el art. 149-1º-23ª-CE, le corresponde al Estado, como competencia exclusiva, la legislación básica sobre protección del medio ambiente; reserva que se justifica por el marcado carácter interterritorial de la materia y por la necesidad de salvaguardar los principios de solidaridad, igualdad de los ciudadanos y unidad del mercado, así como el interés general. Este artículo de la Constitución junto con las sucesivas sentencias del Tribunal Constitucional en relación con las competencias de las Administraciones autonómicas (SsTC 45/2015 de 5 de marzo y 141/2016 de 21 de julio), determinan que “el estado sólo está autorizado a dictar legislación básica y corresponde a las comunidades autónomas, además de la legislación de desarrollo, la ejecución de la normativa medioambiental y la potestad de auto organización”.

En este contexto, la Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad de 2007 y sus sucesivas reformas de 2015 y 2018, establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española, como parte del deber de conservar y del objetivo de garantizar los derechos de las personas a un medio ambiente adecuado para su bienestar, salud y desarrollo, y se recogen igualmente las normas y recomendaciones que organismos internacionales y la Unión Europea han ido estableciendo a lo largo de los últimos años.

Para dar cumplimiento a todas las obligaciones legales señaladas, desde Administración General del Estado (AGE) se elabora esta Estrategia nacional de IVCRE. En el marco de la elaboración de la misma por parte de la AGE, se llevó a cabo una encomienda al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que dio como resultado una serie de documentos técnicos que han servido como base para el desarrollo de esta Estrategia nacional. Además, en el desarrollo de la misma, se han tenido en cuenta todos los documentos elaborados dentro del Grupo de Trabajo de la Infraestructura Verde de la Unión Europea.

Los documentos de base para el desarrollo de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas enmarcados en la encomienda llevada a cabo por la AGE al CSIC, se reseñan a continuación:

- Valladares F. et al. (2016). Bases científico-técnicas de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- Valladares F., Gil P.M. y Forner A. (2016). Conectividad ecológica y Fragmentación de hábitats. Madrid: MAPAMA, informe inédito.

- Del Pozo C. y Rey R. (2016). Guía para la planificación y el diseño de la Infraestructura Verde Urbana. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- De Torres Ceijas, R. (2016). Diseño de planes de seguimiento y valoración de áreas sometidas a restauración ecológica. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- Rey Benayas, J.M. y de Torre Ceijas, R., 2016. Medidas para fomentar la conectividad entre espacios naturales protegidos y otros espacios de elevado valor natural. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- Rey Benayas, J.M. y Mesa Fraile, A.V., 2017. Diagnóstico y directrices para la restauración de agrosistemas. Madrid: FIRE, MNCN-CSIC y MAPAMA.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Definición de Infraestructura Verde

De acuerdo con la Comisión Europea, la Infraestructura Verde es una red estratégicamente planificada de espacios naturales y semi-naturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios de los ecosistemas. Incluye espacios verdes (o azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas (*Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. Comunicación de la Comisión Europea, 2013*). La Comisión Europea considera la Infraestructura Verde como una herramienta de eficacia probada que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales y que nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos.

La Infraestructura Verde se concibe, por tanto, como una red ecológicamente coherente y estratégicamente planificada compuesta por un conjunto de áreas naturales y semi-naturales, elementos y espacios verdes rurales y urbanos, y áreas terrestres, dulceacuícolas, costeras y marinas, que en conjunto mejoran el estado de conservación de los ecosistemas y su resiliencia, contribuyen a la conservación de la biodiversidad y benefician a las poblaciones humanas mediante el mantenimiento y mejora de las funciones que generan los servicios de los ecosistemas (Naumann et al. 2011a). Para poder cumplir con sus funciones debe ser dinámica y adaptativa.

La inversión en una Infraestructura Verde tiene también una lógica económica: optar por soluciones basadas en la naturaleza para, por ejemplo, mitigar los efectos negativos del cambio climático, es más rentable que sustituir esos servicios perdidos por soluciones tecnológicas.

2.2.2. Carácter multiescalar, multisectorial y multifuncional de la Infraestructura Verde

La Infraestructura Verde se acerca a una estructura fractal, con elementos que van desde la escala continental como grandes corredores transnacionales que contribuyen a garantizar la conservación de las especies al favorecer los flujos genéticos a largo plazo, hasta elementos de reducidas dimensiones que tienen un gran valor para la biodiversidad y la provisión de servicios de los ecosistemas a escala local. Al desempeñar varias funciones a varias escalas, considerando e integrando las múltiples conexiones e interacciones tan esenciales en el medio ambiente, la Infraestructura Verde se constituye como una herramienta de gestión muy eficaz.

Esta estructura multiescalar tiene que reflejarse en el diseño y concepción de la Infraestructura Verde como red ecológicamente coherente e implica la búsqueda de una articulación entre los diferentes actores y niveles de competencias que se superponen en el territorio, desde el nivel europeo hasta el ámbito local. A continuación, se muestran las acciones de la UE de acuerdo a la Estrategia Europea de Infraestructura Verde en diferentes niveles competenciales. La estrategia, en cuanto al diseño e implementación de la Infraestructura



Figura 1: Acciones de la UE en materia de Infraestructura Verde en diferentes niveles competenciales. Adaptado de la Agencia Europea de Medio Ambiente (2011).

Verde, tiene que considerar estas diferentes escalas espaciales, cómo interactúan entre ellas y cómo articular dicha implementación (Naumann et al., 2011a).

Esta naturaleza multiescalar debe también incorporarse a los procesos metodológicos para la identificación e implementación de la Infraestructura Verde. Así, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2014) en su propuesta metodológica propone un acercamiento multiescalar (con 2 escalas diferentes) para la identificación de los elementos de la Infraestructura Verde, dependiendo de los objetivos que se persigan:

- Análisis a nivel de paisaje (resolución de 1 km): se identifican y cartografían elementos de la Infraestructura Verde o funciones y servicios de los ecosistemas.
- Análisis a escala local (recomendada < 100 m): se identifica la Infraestructura Verde de carácter urbano como parques y zonas verdes, entre otros.

Por otro lado, la esencia de la Infraestructura Verde es su multifuncionalidad. Puede atender múltiples necesidades de forma simultánea: funciones ecológicas, productivas (económicas) y culturales, pero a diferencia del concepto de sostenibilidad, este concepto es la suma de funciones y no su intersección (Lovell y Taylor, 2013).

La biodiversidad sigue siendo el núcleo de la Infraestructura Verde, pero es mucho más que un instrumento de conservación de la biodiversidad. Es frecuente su comparación con la infraestructura gris, la correspondiente a la ingeniería civil convencional, ya que ésta por lo general sólo desempeña funciones individuales, mientras que la Infraestructura Verde proporciona múltiples soluciones que suelen ser más baratas, robustas, y más sostenibles económica y socialmente.

Desde la concepción de la UE, la Infraestructura Verde pretende fortalecer las funciones de los ecosistemas que son las responsables del suministro de los servicios de los ecosistemas, al mismo tiempo que favorece la conectividad de las poblaciones de fauna y flora para garantizar su conservación a largo plazo. La Infraestructura Verde se destaca por mejorar la calidad de vida de diferentes maneras, a través de sus aportaciones ambientales, sociales y económicas, todas ellas basadas en el uso multifuncional del capital natural. La multifuncionalidad de la Infraestructura Verde podría contribuir a la consecución de una amplia serie de objetivos de diferentes políticas, tanto transversales como sectoriales, y cumplir con las necesidades de una amplia variedad de grupos de interés.

Algunas de las múltiples funciones de la Infraestructura Verde aparecen recogidas en la siguiente figura. La Comisión Europea (2014) destaca:

- Mejorar las funciones ecológicas de los ecosistemas y, por tanto, promover los servicios de los ecosistemas.
- Protección de los ecosistemas y de la biodiversidad.
- Promover una mejor calidad de vida y bienestar humano.
- Promover el desarrollo de la economía verde y una gestión sostenible del territorio.

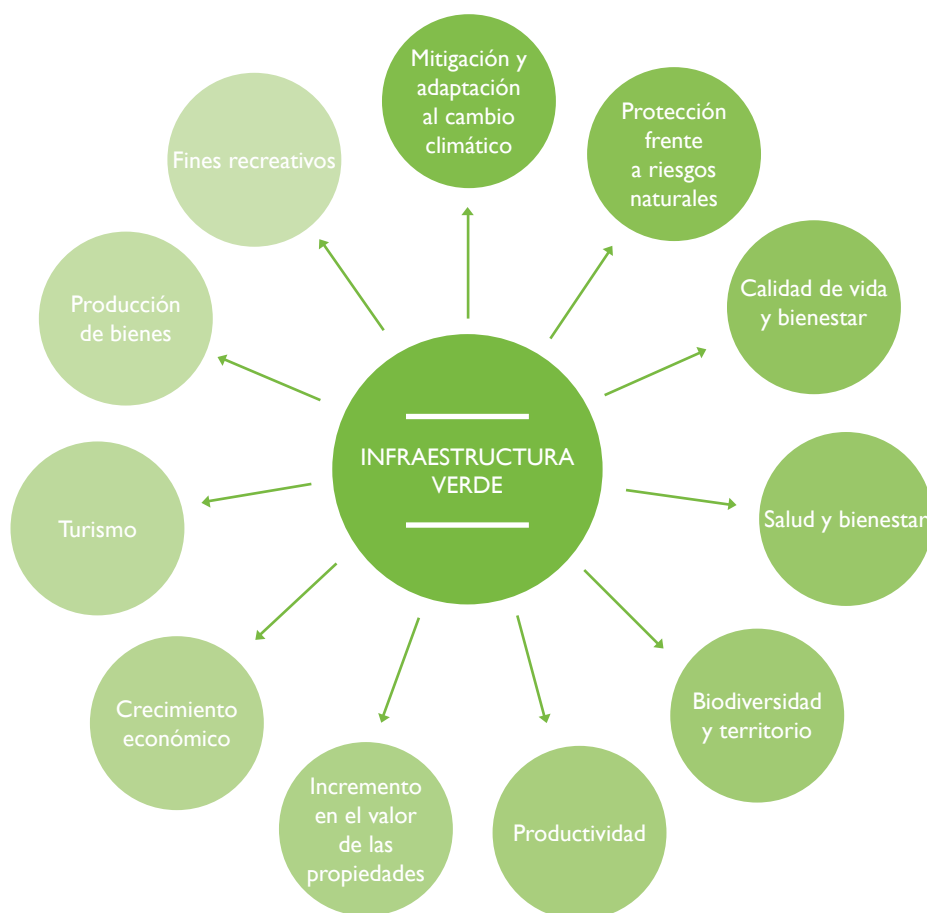


Figura 2: Concepción multifuncional de la Infraestructura Verde. Adaptado de la Comisión Europea (2012)

Dada su multifuncionalidad, la Infraestructura Verde tiene implicaciones en diferentes ámbitos políticos, sectoriales y sociales (carácter multisectorial), lo que significa que es potencialmente interesante para una amplia variedad de grupos de interés: empresas privadas, planificadores y gestores del territorio, personal político con responsabilidades que van desde el ámbito local hasta el europeo, conservacionistas y, en general, toda la sociedad.

Para garantizar que la Infraestructura Verde cumpla sus objetivos, las partes interesadas deben participar en su planificación, implementación y evaluación. En este sentido, se deberán desarrollar políticas activas orientadas a favorecer los procesos de participación pública en la toma de decisiones, primero porque el Convenio de Aarhus sobre participación ciudadana así lo exige, pero sobre todo porque la implicación de los grupos de interés y la sociedad se antoja crucial para el éxito de la Infraestructura Verde. Es importante, además, que dichos procesos de participación sean accesibles, haciendo especial hincapié en núcleos rurales.

2.3. BASES FUNDAMENTALES Y PRINCIPIOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Considerando el concepto de Infraestructura Verde definido por la Comisión Europea, la base fundamental de esta red ecológica coherente y estratégicamente planificada es la integración de la biodiversidad y la multifuncionalidad de la Infraestructura Verde (múltiples servicios que aporta la naturaleza a los seres humanos: ocio, cultura, calidad del aire, etc.) de tal modo que su gestión se concibe desde una perspectiva sistémica. Su diseño y gestión tienen como objetivo proporcionar un amplio abanico de servicios de los ecosistemas y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos. La Infraestructura Verde mejora la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios de los ecosistemas múltiples y valiosos a la sociedad. Así, la Infraestructura Verde está ligada a diferentes conceptos tales como capital natural, multifuncionalidad, soluciones basadas en la naturaleza, servicios de los ecosistemas, conectividad, restauración ecológica y resiliencia o capacidad de adaptación.

Tal y como recoge la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030, en las últimas cuatro décadas, la población mundial de especies silvestres se ha reducido en un 60 % como consecuencia de las actividades humanas (Fondo Mundial para la Naturaleza (2018), [Informe Planeta Vivo 2018: Apuntando más alto](#)). Y casi tres cuartas partes de la superficie de la Tierra se han visto alteradas (IPBES (2019), [Resumen para los encargados de la formulación de políticas](#), p. 4, A4), lo que ha confinado a la naturaleza en un rincón cada vez más pequeño del planeta. La biodiversidad prospera mejor en los espacios protegidos. No obstante, la actual red de espacios jurídicamente protegidos, incluidos los que disfrutan de una figura de protección estricta, no es lo suficientemente amplia para que la biodiversidad quede salvaguardada. Se requieren medidas a nivel mundial, y la propia UE tiene que esforzarse más y mejor a favor de la naturaleza y para construir una Red Transeuropea de Espacios Naturales auténticamente coherente y resiliente, para lo que será importante crear corredores ecológicos que eviten el aislamiento genético, propicien la migración de especies y mantengan y mejoren los ecosistemas sanos. En este contexto, deben fomentarse y apoyarse las inversiones en infraestructura verde y azul y la cooperación transfronteriza entre los Estados miembros, también a través de la cooperación territorial europea.

2.3.1. Capital natural

Es la extensión de la noción económica del capital a los bienes y servicios ambientales. El capital natural es el conjunto de valores de los ecosistemas naturales que produce un flujo de bienes y servicios de los ecosistemas en el futuro.

2.3.2. Multifuncionalidad

Uno de los aspectos más atrayentes del desarrollo conceptual de la IV es su carácter multifuncional, esto es, su capacidad para desempeñar múltiples funciones ambientales (ej. conservación de la biodiversidad o adaptación al cambio climático), sociales (ej. espacios de recreo, fijación de población en el territorio o protección del paisaje identitario) y económicas (ej. creación de empleo o incremento del valor de las propiedades) en un mismo ámbito territorial.

La multifuncionalidad es un rasgo diferenciador de la IV frente a la mayor parte de los elementos constitutivos de la infraestructura gris, los cuales suelen estar diseñados para desempeñar una única función (Naumann et al. 2011a).

Sin embargo, esta misma funcionalidad hace que la evaluación y el seguimiento de tales funciones resulte complejo, no sólo porque se requieren diferentes tipos de mediciones para evaluar las diferentes funciones, sino porque también es necesario valorar las posibles interacciones entre estas funciones y sus impactos.

2.3.3. Soluciones basadas en la naturaleza

Son las estrategias, medidas y acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN, 2017). Se trata de utilizar las funciones de los ecosistemas para resolver los problemas que enfrentamos, en lugar de depender solamente de soluciones tecnológicas convencionales.

2.3.4. Servicios de los ecosistemas

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio define los “servicios de los ecosistemas” (SEs) como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Se tiene evidencia científica de que las condiciones los SEs han empeorado en las últimas décadas y a la vez, el uso que el ser humano hace de ellos no para de aumentar a escala global (Carpenter et al. 2009)

La Clasificación Común Internacional de SEs (CICES) propone para su clasificación una estructura jerárquica con un conjunto de categorías y niveles que evitan redundancias y solapamientos. Se recomienda la siguiente estructura:

1. **Servicios de abastecimiento:** aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas. Principalmente se refieren a los servicios que se encargan del suministro de materiales y las fuentes de energía proporcionadas por los ecosistemas. Algunos ejemplos son: agua dulce, madera, fibra, recursos genéticos, medicinas, etc.
2. **Servicios de regulación y mantenimiento:** todas las formas en que los organismos vivos pueden mediar o moderar el entorno ambiental y que afectan a las actividades y bienestar humanos (p. ej. Regulación del clima, regulación hídrica o polinización).
3. **Servicios culturales:** incluyen todos los aspectos de los ecosistemas que afectan al estado físico y mental de las personas (p. ej. Potencial recreativo)

La valoración de dichos SEs ha cobrado fuerza en la agenda política. Por ejemplo, las valoraciones económicas son fáciles de comunicar a las partes interesadas y al público en general. Además, proporciona un marco mediante el cual algunas de las funciones de los ecosistemas pueden evaluarse y, eventualmente, compararse

con otras opciones de actuación. Por tanto, genera unos indicadores que pueden guiar la toma de decisiones. No obstante, todavía hay varios SEs para los que es difícil hacer una valoración, en particular para los servicios más culturales y estéticos.

2.3.5. Conectividad

El concepto de conectividad se refiere a la configuración de los paisajes y cómo éste afecta al desplazamiento y dispersión de las especies. Se desglosa en dos componentes: la conectividad estructural y la funcional. La conectividad estructural, que se equipara con la continuidad del hábitat, se mide mediante el análisis de la estructura del paisaje, sin considerar los requerimientos de los organismos. La conectividad funcional se corresponde con la respuesta de los organismos a los elementos del paisaje distintos de sus hábitats característicos. La primera se emplea más en el contexto de la ecología del paisaje y la segunda en la dinámica de metapoblaciones.

Uno de los objetivos de la IV es garantizar la conectividad de las poblaciones de fauna y flora para contribuir a su conservación a largo plazo. Por tanto, en la planificación de la IV se deberá cuantificar el grado de conectividad. Para ello, se cuenta con diferentes tipos de índices de conectividad como, por ejemplo:

- Área conectada equivalente: se define como el tamaño de un solo parche que proporcionaría la misma probabilidad de conectividad que el patrón real de hábitats en el paisaje (Saura et al., 2011).
- Tamaño efectivo de malla: expresa la probabilidad de que dos puntos cualquiera escogidos al azar en una región estén conectados, es decir, que no estén separados por barreras como vías de transporte o áreas urbanizadas u otras características naturales. Cuantas más barreras fragmenten el paisaje, menor será la probabilidad de que dos puntos estén conectados, y menor sea el tamaño de la malla efectiva que se mide en km² (Jaeger et al. 2008).

La fragmentación de hábitats, causada principalmente por la construcción de grandes infraestructuras y cambios de uso del suelo, supone una alteración o interrupción del patrón paisajístico y de la continuidad ecológica. La subdivisión de paisajes más o menos continuos en teselas de menor entidad, produce un incremento de la relación entre el perímetro de éstas y su área, denominado efecto borde. Ello da lugar a una reducción funcional de la superficie de los fragmentos más allá de la propia pérdida de tamaño y se relaciona con una disminución de la riqueza específica, ya que se ven favorecidas las especies oportunistas y las autóctonas de carácter generalista. La forma y el tamaño de los fragmentos generados condicionarán a corto plazo la presencia de las especies y, junto con el nivel de aislamiento que se genere, determinarán la viabilidad a largo plazo de las poblaciones presentes (Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. MARM, 2010a).

2.3.6. Restauración ecológica

La transformación e intensificación de los usos de suelo ha contribuido a la desaparición y pérdida de funcionalidad de muchos de los conectores naturales y a la disminución de los servicios prestados por los ecosistemas. La implementación y mejora de la IV pasa entonces, por priorizar zonas de actuación donde restaurar los hábitats con el objeto de maximizar tanto las funciones ecosistémicas como la conectividad.

De acuerdo a la Society for Ecological Restoration (SER), la restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido.

No obstante, en la implementación de la IV deben considerarse las conclusiones de la revisión de Rey-Benayas et al. (2009). En ésta, se especifica que los sistemas restaurados contienen más biodiversidad y proporcionan más y mejores SEs que los sistemas degradados. Sin embargo, esto no es necesariamente así cuando se compara con ecosistemas de referencia intactos, lo que indica que la restauración no puede devolver totalmente un área a su estado original, al menos a la escala de tiempo de una década adoptada en el estudio. Por tanto, siguiendo un esquema de prioridades, las iniciativas de conservación deberían situarse antes que las iniciativas de restauración, siempre que sea posible.

2.3.7. Resiliencia y capacidad de adaptación

La resiliencia describe la capacidad de un ecosistema para volver a su estado original después de ser perturbado o dañado. Entre los objetivos fundamentales de la IV se tiene el incremento de su resiliencia, especialmente en el contexto de cambio climático y de cambio global en que nos encontramos. Ecosistemas resilientes estarán mejor preparados para adaptarse a dicho cambio.

2.3.8. Principios

Teniendo en cuenta las bases fundamentales de la Infraestructura Verde definidas anteriormente, la “Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas” adopta los siguientes principios:

- Los servicios de los ecosistemas tienen carácter limitado y son servicios comunes, aunque tradicionalmente no se han tratado como factores limitantes de producción y del bienestar humano. Se debe considerar su valor real y la necesidad de cuidar el capital natural como condición para garantizar el flujo de bienes.
- La Infraestructura Verde tiene la finalidad de promover el capital natural y la conservación de la biodiversidad. “La Infraestructura Verde se basa en el principio de que la protección y valorización de la naturaleza y los procesos naturales, y los numerosos beneficios que la sociedad humana obtiene de la naturaleza, se integran de manera consciente en la planificación espacial y el desarrollo territorial” (Comisión Europea, 2013).
- La infraestructura verde incluirá los lugares de mayor importancia para la conservación de la diversidad biológica y la conectividad ecológica, así como una relación de áreas clave por la provisión de servicios ecosistémicos, con el objetivo de promover el desarrollo sostenible.
- La Infraestructura Verde es una herramienta integradora de soluciones basadas en la naturaleza, orientada a la protección del capital natural. Se trata de “evitar la dependencia de infraestructuras cuya construcción es costosa cuando a menudo la naturaleza puede aportar soluciones más económicas y duraderas, muchas de las cuales crean oportunidades de empleo local.” (Comisión Europea, 2013)
- Una actuación en Infraestructura Verde mejora el funcionamiento autónomo del ecosistema, haciéndole menos dependiente de la intervención humana. Dicha autonomía implica biodiversidad y resiliencia, los componentes construidos se mantienen o disminuyen y las necesidades de aportes de fertilizantes, pesticidas, tratamientos o reposición de poblaciones tienden a disminuir.
- La protección del capital natural es un factor de crecimiento inteligente, sostenible e integrador: “Frente a la infraestructura gris, de finalidad única, la Infraestructura Verde aporta múltiples beneficios. No restringe el desarrollo territorial, pero promueve soluciones naturales, si son la mejor opción (Comisión Europea, 2013). Una intervención de gestión, conservación o restauración de la Infraestructura Verde

produce un efecto de aprovisionamiento en el sistema de recursos sobre el que se ha actuado. El incremento del flujo de bienes y servicios de los ecosistemas es un indicador adecuado del grado de restauración o mejora de los ecosistemas.

- La creación de Infraestructura Verde se describe en términos de las inversiones o esfuerzos (sociales, legislativos y administrativos).
- La Infraestructura Verde debe tener una aproximación multiescalar con acciones apropiadas a cada grado de detalle territorial, desde actuaciones de detalle en el tejido urbano, como implantación de huertos urbanos o tejados verdes, o en el medio rural, como setos vivos o agricultura ecológica, hasta proyectos de gran extensión territorial como corredores ecológicos que enlazan áreas protegidas.
- La restauración y mantenimiento de la conectividad ecológica son parte de las claves de la Infraestructura Verde. Cada nuevo elemento incorporado debe valorarse en términos de su conexión con el resto de elementos de la red, y la restauración de los ecosistemas degradados contribuirá así mismo a los objetivos del nuevo Plan Europeo de Recuperación de la Naturaleza.
- Los ámbitos políticos de la Infraestructura Verde son múltiples: "política regional o de cohesión, climática y ambiental, de gestión del riesgo de catástrofes, de salud y protección de los consumidores y la política agrícola común" (Comisión Europea, 2013).

LOS COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

La Comunicación de la Comisión Europea “Construir una Infraestructura Verde para Europa” (2014) define la Infraestructura Verde como una *“Red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios de los ecosistemas y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos.”*

En España, la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, en función de la Ley 33/2015, debe marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde de España, terrestre y marina, así como incorporar una cartografía adecuada que permita visualizarla gráficamente. Para ello, de acuerdo con la Ley la Estrategia nacional de IVCRE tendrá en especial consideración, entre otros, los Espacios protegidos, hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, áreas de montaña, cursos fluviales, humedales, vías pecuarias, corrientes oceánicas, cañones submarinos, rutas migratorias que faciliten la conectividad, sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas por los diferentes sectores económicos, hábitats prioritarios a restaurar, terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza e instrumentos utilizados por las administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje, hecho en Florencia el 20 de octubre del año 2000.

No obstante, hay que tener en cuenta que, además de estos elementos establecidos en la Ley 33/2015, se deberán incorporar otros elementos que contribuyan a alcanzar los objetivos de desarrollo de una Infraestructura Verde en cuanto a conectividad y mantenimiento de servicios de los ecosistemas, para ello se proporciona una relación de la tipología de elementos potenciales a considerar como posibles integrantes de la Infraestructura Verde en el **Anexo III**.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA IV

La **naturaleza multiescalar de la IV** debe también incorporarse a los procesos metodológicos para la identificación e implementación de la Infraestructura Verde. Así, la AEMA (2014) en su propuesta metodológica propone un acercamiento multiescalar (con 2 escalas diferentes) para la identificación de los elementos de la Infraestructura Verde, dependiendo de los objetivos que se persigan:

- Análisis a nivel de paisaje (resolución de 1 km): se identifican y cartografían elementos de la Infraestructura Verde o funciones y servicios de los ecosistemas.
- Análisis a escala local (recomendada <100 m): se identifica la Infraestructura Verde de carácter urbano como parques y zonas verdes, entre otros.

La AEMA ha llevado a cabo un análisis de las metodologías y herramientas disponibles para abordar la cartografía de la Infraestructura Verde a diferentes escalas (*Informing strategic green infrastructure and restoration planning through mapping and assessment methods based on spatial and technical data*. AEMA, 2018.) Así, teniendo en cuenta que la Infraestructura Verde incluye áreas naturales y seminaturales, elementos de conectividad natural y artificial, zonas multifuncionales y componentes urbanos, este informe analiza la disponibilidad de datos espaciales para la cartografía de los mismos, así como las herramientas disponibles (software de código abierto y algunos paquetes de software comercial) tanto para su cartografía, como para la evaluación de la conectividad y la multifuncionalidad de los servicios de los ecosistemas con el objetivo de priorizar acciones a llevar a cabo y evaluar el impacto de los escenarios futuros.

En este informe se abordan dos enfoques complementarios en la planificación de la Infraestructura Verde. Por un lado, un análisis cartográfico de los componentes de la Infraestructura Verde existentes y, por otro, un enfoque más funcional que toma en consideración el análisis de la conectividad y la prestación de servicios de los ecosistemas, abarcando dos principios claves del desarrollo de la Infraestructura Verde, la conectividad y la multifuncionalidad. De forma complementaria, se abordan los métodos disponibles para identificar las áreas

prioritarias en las que se deben de centrar los esfuerzos de conservación y restauración, evaluación de la relación coste-efectividad de las acciones tales como la restauración de los ecosistemas, así como herramientas de apoyo a la toma de decisiones teniendo en cuenta escenarios futuros. No obstante, en el informe se analizan también las carencias de información y la dificultad de aplicación de las herramientas a diferentes escalas.

La investigación, por tanto, en cuanto al diseño e implementación de la Infraestructura Verde tiene que considerar estas diferentes escalas espaciales, cómo interactúan entre ellas y cómo articular dicha implementación (Naumann et al., 2011a).

Teniendo como base la legislación actual, el trabajo llevado a cabo por el CSIC en el marco de los estudios pre-vios para el desarrollo de la Infraestructura Verde denominado “Bases científico-técnicas de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas”, establece un análisis de los elementos potenciales a incorporar en la Infraestructura Verde teniendo en cuenta la naturaleza multiescalar de la misma.

3.2. FUENTES DE DOCUMENTACIÓN

A continuación, se relacionan algunas fuentes de documentación disponibles para los elementos susceptibles de formar parte de la IV:

1. El Sistema de Información Geográfica del Banco de Datos de la Naturaleza (BDN) del MITERD que facilita información alfanumérica, cartográfica, documental y multimedia sobre los distintos componentes del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que incluye información de: 1) ecosistemas, como los inventarios españoles de zonas húmedas y hábitats terrestres, hábitats marinos y mapa forestales; 2) flora y fauna, como el inventario español de especies terrestres, así como de especies marinas; 3) recursos naturales, como el mapa de la productividad potencial forestal; 4) espacios protegidos de diversa índole, como la red de Parques Nacionales, la Red Natura 2000, los espacios sujetos a convenios internacionales; y 5) efectos negativos sobre el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, como el inventario nacional de erosión de suelos y de incendios forestales.
2. El proyecto de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España promovido por la Fundación Biodiversidad (EEME 2011; Santos Martín et al., 2013) ha compilado y producido material cartográfico sobre los servicios de los ecosistemas y aspectos relacionados como la biodiversidad y los usos del suelo, entre otros, disponibles en el enlace <http://www.ecomilenio.es/documentos/informacion-cartografica>.
3. El proyecto CORINE Land Cover (CLC) fue una iniciativa de la Unión Europea, y tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura y/o Uso del Territorio. Hay un mapa disponible para cada estado miembro como es el caso de España.
4. Sistemas de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE). Su objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España a escala 1:25.000, integrando la información disponible de las comunidades autónomas y la Administración General del Estado.
5. Estrategias Marinas de las cinco demarcaciones estatales.
6. Otras fuentes de documentación que se consideren relevantes para los elementos a considerar como integrantes de la Infraestructura verde del territorio, entre ellas las suministradas por la Secretaría General de Reto Demográfico en lo relativo a los tres pilares del Reto Demográfico (despoblación, envejecimiento y población flotante).

Además, algunos de los elementos susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde cuentan con cartografía a nivel autonómico alojada en sus respectivos portales de información cartográfica.

PUNTO DE PARTIDA:
DIAGNÓSTICO DE LA
SITUACIÓN ACTUAL

4.1. CONECTIVIDAD Y FRAGMENTACIÓN

4.1.1. Introducción

El objetivo básico de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas es conservar la biodiversidad. Para lograrlo no sólo deben delimitarse y protegerse aquellos espacios que albergan mayor biodiversidad, además han de llevarse a cabo actuaciones de conservación que consideren el conjunto del territorio como un sistema donde se incluya la gestión de la trama territorial y el conjunto de actividades de las poblaciones humanas locales, es decir, la gestión de los procesos ecológicos, tanto naturales como culturales (Pineda et al., 2010).

Más de 30 años de trabajos científicos demuestran que la mejora o aumento de la conectividad entre los paisajes o hábitats es útil para conservar la biodiversidad (Diamond, 1975; Hanski y Gilpin, 1997; Forman, 1995; Bennett, 1998). Estas evidencias se fundamentan en exhaustivos trabajos de campo (Beier, 1995; Berggren et al., 2002; Manserg y Scotts, 1989). La conectividad se traduce en un incremento del intercambio de individuos entre poblaciones, un incremento de la persistencia local y regional de las poblaciones, reduciendo así la tasa de extinción y aumentando la tasa de colonización. La conectividad del paisaje favorece no solo movimientos de especies animales, sino también de especies vegetales y flujos de materia y energía (Euro-parc-España, 2009).

En la actualidad, el 30% del territorio de la Unión Europea presenta un grado de fragmentación entre moderado y alto según la Estrategia europea sobre la biodiversidad hasta 2020, y su actualización mediante la Estrategia de biodiversidad a 2030 reitera que para tener una red de espacios naturales verdaderamente coherente y resiliente, será importante establecer corredores ecológicos para prevenir el aislamiento genético, permitir la migración de las especies y mantener y mejorar los ecosistemas sanos, adoptándose en todo caso las medidas de vigilancia adecuadas para evitar que dichos corredores puedan actuar como vía de difusión de enfermedades epizooticas. La tierra y el suelo son elementos esenciales de los recursos naturales de la UE y, sin embargo, cada año se ocupan más de 1.000 km² de territorio para viviendas, usos industriales, carreteras o fines recreativos (AEMA, 2010a).

España sufre un proceso continuado de fragmentación de hábitats, aunque supone, junto con los países escandinavos y bálticos, los territorios europeos con mayor diversidad biológica (Torres et al., 2016), debido a la gran diversidad climática y orográfica que genera una gran riqueza biológica. España es el país europeo con más variedad de mamíferos y reptiles y el que ocupa el tercer puesto en anfibios y peces (MAGRAMA, 2013a). El proyecto Landscape fragmentation in Europe (AEMA, 2011) que analiza la fragmentación del paisaje en Europa (28 países) en cuadrículas de 1 km² considerando tres geometrías de fragmentación, concluye que en España los valores de fragmentación son más elevados a lo largo de la costa y en el nordeste. Por ello, desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se abordó un estudio para identificar las áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad que dio lugar a la elaboración de un documento técnico que recoge indicadores de fragmentación, áreas a desfragmentar por comunidades autónomas, así como criterios para identificar las prioridades de actuación (MARM, 2010b y MAGRAMA, 2013).

Entre los indicadores que se utilizan se encuentra el índice de densidad de la red de infraestructuras lineales de transporte o el grado de fragmentación de hábitats calculado a partir del tamaño efectivo de malla (MARM, 2010b):

Provincia/ $m_{\text{eff}}^{\text{CBC}} / s_{\text{eff}}$			Provincia/ $m_{\text{eff}}^{\text{CBC}} / s_{\text{eff}}$		
A Coruña	39.82	25.11	La Rioja	276.85	3.61
Álava	112.47	8.89	Las Palmas	112.42	8.90
Albacete	294.13	3.40	León	286.65	3.49
Alicante	74.79	13.37	Lleida	1147.38	0.87
Almería	346.04	2.89	Lugo	72.48	13.78
Asturias	355.41	2.81	Madrid	77.24	12.95
Ávila	256.04	3.91	Málaga	194.60	5.14
Badajoz	191.30	5.23	Murcia	253.59	3.94
Barcelona	164.96	6.06	Navarra	218.60	4.57
Burgos	112.45	8.89	Ourense	149.09	6.71
Cáceres	207.65	4.82	Palencia	136.13	7.35
Cádiz	355.32	2.81	Pontevedra	34.85	28.69
Cantabria	265.08	3.77	Salamanca	84.77	11.80
Castellón	149.16	6.70	Santa Cruz de Tenerife	135.23	7.39
Ciudad Real	323.32	3.09	Segovia	104.70	9.55
Córdoba	221.29	4.52	Sevilla	432.90	2.31
Cuenca	216.82	4.61	Soria	126.33	7.92
Girona	351.04	2.85	Tarragona	129.26	7.74
Granada	549.03	1.82	Teruel	221.12	4.52
Guadalajara	171.16	5.84	Toledo	150.09	6.66
Guipúzcoa	162.07	6.17	Valencia	229.30	4.36
Huelva	384.61	2.60	Valladolid	65.83	15.19
Huesca	746.99	1.34	Vizcaya	71.52	13.98
Illes Balears	269.94	3.70	Zamora	123.40	8.10
Jaén	608.56	1.64	Zaragoza	253.26	3.95

Tabla 1. Valores del tamaño efectivo de malla según el método de conexiones transfronterizas ($m_{\text{eff}}^{\text{CBC}}$, km²) y densidad efectiva de malla (s_{eff} , número de mallas por 1000 Km²) para cada provincia de España. Fuente: MARM, 2010b

La Red Natura 2000 (RN2000) alcanza alrededor de un 30% de la superficie del territorio, pero su distribución y la fragmentación existente fuera y dentro de los espacios protegidos, determina una necesidad importante de conectividad en el territorio español. La adecuada gestión de los espacios RN2000 no permite conservar la biodiversidad europea si no es acompañada de una adecuada gestión de la matriz territorial.

Para alcanzar la conectividad ecológica en España es necesario ir más allá de la protección de la Red Natura 2000 (además de que la propia coherencia de ésta es una premisa de la Directiva Hábitat) y otros espacios protegidos, teniendo en cuenta que muchos lugares clave para alcanzar la conectividad espacial estarán situados fuera de estos espacios protegidos.

Según el estudio del Joint Research Center “Connectivity analysis of Natura 2000 network” que analiza la conectividad estructural y funcional de los espacios de la Red Natura 2000, España presenta una conectividad funcional entre el 22% de las áreas forestales de Red Natura 2000, para una especie con una distancia de dispersión de 500 m, que se sitúa entre las más bajas de los países analizados. Respecto a la conectividad funcional (función del tamaño, número y localización de las zonas Red Natura 2000, de la distancia funcional entre espacios y de la resistencia de la matriz territorial a la dispersión de flora y fauna), España se encuentra entre los países que menos conectividad alcanza entre sus zonas Red Natura 2000. Hay que señalar, que este estudio abarca el nivel europeo y por tanto se trata de un análisis poco detallado y que no tiene en cuenta otras características del territorio como la diversidad de la matriz territorial, etc.

Para asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica se hace necesario, por tanto, garantizar las conexiones ecológicas en la trama territorial y particularmente entre espacios protegidos, mediante medidas que favorezcan la conectividad entre hábitats y entre poblaciones de especies amenazadas, así como mediante el establecimiento de conectores ecológicos. El aislamiento y pequeño tamaño de muchas áreas protegidas pone en riesgo su funcionalidad real a medio y largo plazo (Europarc-España, 2016b).

Es fundamental tener en cuenta la permeabilidad del territorio en su conjunto para asegurar el buen funcionamiento de las especies, poblaciones y sistemas. La conectividad entre dos áreas núcleo dependerá, por tanto, principalmente de tres propiedades del paisaje: la permeabilidad del mosaico, la presencia de corredores ecológicos y la presencia de puntos de paso o estriberones.

No se cuenta con un diagnóstico global de la conectividad del territorio en España, o del grado de fragmentación del territorio, su afección a los recursos naturales y necesidades específicas espaciales de mejora de la conectividad en nuestro país. No obstante, en los últimos años se está avanzando en algunos proyectos, tanto a nivel nacional como autonómico, de definición de corredores ecológicos e identificación de áreas a desfragmentar.

Destacan, en estos aspectos, la iniciativa llevada a cabo desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actual MITECO) sobre evaluación de la fragmentación ocasionada por infraestructuras de transporte en España, el proyecto “Autopistas Salvajes” llevado a cabo por WWF también a nivel nacional, ambos en medios forestales, así como el Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía, la identificación de corredores ecológicos en Murcia y en Euskadi, el Programa de Infraestructura Verde de Catalunya 2017-2021, “Evaluación de los cambios en la conectividad de los bosques: El índice de área conexas equivalente y su aplicación a los bosques de Castilla y León”, Proyecto SISPAES (Sistema de los Paisaje Rurales Españoles), el Proyecto para la provisión de datos forestales y servicio de Apoyo al European Forest Data Centre, de la Comisión Europea o el tercer y cuarto Inventario Forestal Nacional del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, así como iniciativas locales (“Key connectors in protected forest area networks and the impact of highways. A transnational case study from the Cantabrian Range to Western Alps”. Gurrutxaga et al, 2011), etc.

Tanto por parte de la Administración central como por las comunidades autónomas y las Administraciones locales se llevan a cabo acciones orientadas a restituir y garantizar los procesos y funciones ecológicas (protección de especies amenazadas, puesta en marcha de medidas agroambientales, proyectos de restauración forestal, etc.), que pueden considerarse actuaciones de mejora de la conectividad y de la Infraestructura Verde, pero que están fuera de un marco debidamente planificado a nivel de territorio y de paisaje.

No obstante, es necesario tener en cuenta también posibles desventajas asociadas a la conectividad del paisaje. Estas desventajas pueden manifestarse principalmente en: un posible incremento de la exposición de animales a los predadores y a otras fuentes de mortalidad, como la caza; un incremento de las tasas de inmigración a hábitats aislados que pueden facilitar la expansión de especies no deseadas; posible incremento de posibilidades de dispersión del fuego o de otras perturbaciones y la formación de lugares sumidero en los que la mortalidad excede a la reproducción, produciendo un efecto de drenaje sobre la población regional (Dendy 1987; Noss 1987; Simberloff y Cox 1987; Shafer 1990; Bridgewater 1992). Ante estas circunstancias es importante disponer de información contrastada y rigurosa previa al diseño de un corredor para adoptar medidas específicas de gestión. Dicha información debe referirse, especialmente, al objetivo, elementos y procesos específicos implicados en el futuro funcionamiento del corredor (Europarc-España, 2009).

4.1.2. Fragmentación y pérdida de hábitats

La fragmentación de hábitat (y la pérdida de conectividad y permeabilidad del ecosistema) está causada fundamentalmente por cambios en los usos del suelo y por la construcción de barreras locales como las siguientes (Gurrutxaga y Lozano, 2010): urbanización, intensificación agrícola, cambios en la cubierta vegetal, infraestructuras lineales de transporte, presas y azudes, canales, vallados cinegéticos, tendidos eléctricos, alineación de aerogeneradores y barreras marinas como puertos, espigones, tuberías, etc.

Uno de los efectos más importantes de la fragmentación es el **efecto barrera**, que se refiere a la dificultad que tienen ciertas especies para atravesar determinadas infraestructuras (como carreteras, líneas de ferro-

carril, embalses, presas y elementos de contención en ecosistemas fluviales, vallados cinegéticos, canales fluviales, parques eólicos, espigones, diques, etc.) de forma que se ve mermada su capacidad para desplazarse a través del territorio entre distintas teselas de hábitat.

El concepto de **matriz territorial** se refiere al territorio en que se insertan los fragmentos o teselas de un determinado hábitat y corresponde al conjunto del territorio que las especies habrían de atravesar para desplazarse entre las teselas de hábitat. También se refiere al elemento dominante en el paisaje, como el conjunto del territorio o paisaje.

Los impactos generados por los procesos de fragmentación, unidos a otros motores de cambio global como los cambios en los usos de suelo o el cambio climático, amenazan el estado de la biodiversidad en España y a aquellos procesos ecológicos que proveen de servicios de los ecosistemas.

En el caso de las aves, el impacto de la fragmentación afecta al 55,5% de su territorio, con una reducción prevista del 22,6% en el número de individuos. Respecto a los mamíferos, las cifras son más alarmantes, pues el impacto que ejerce la fragmentación sobre sus poblaciones afecta al 97,7% del territorio y el descenso previsto alcanza el 46,6% en el número de individuos (Torres et al., 2016).

La intensidad de los efectos de la fragmentación sobre el territorio se puede estimar en función de la tipología de la infraestructura que lo causa, según la siguiente tabla:

Infraestructura	Ocupación de terreno	Radio en planta	Pendiente máxima	Movimiento en tierra	Efecto barrera	Interferencia en movilidad animal
Autopista	ALTO	ALTO	BAJA	ALTO	ALTO	ALTO
Carretera	MEDIO-ALTO	MEDIO	MEDIA	MEDIO-ALTO	MEDIO	MEDIO-ALTO
Tren de alta velocidad	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY BAJA	ALTO-MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO
Ferrocarril	ALTO	ALTO	BAJA	ALTO	BAJO	BAJO
Canal	ALTO	BAJO	-	ALTO	MUY ALTO	MEDIO-ALTO
Tubería	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO-MEDIO	NULO	NULO
Transporte por cable	-	-	MUY ALTA	MUY BAJO	-	-
Tendido eléctrico	-	-	ALTA	MUY BAJO	-	MEDIA

Tabla 2. Caracterización de la interferencia de las infraestructuras humanas y el entramado ecológico (Pineda et al., 2010).

Fragmentación de hábitats por infraestructuras de transporte: Aunque en España tiene un grado de fragmentación relativamente bajo en comparación con otros países de la UE (MAGRAMA 2013c), el valor promedio considerado como umbral crítico de densidad de infraestructuras a partir del cual se empieza a perder la funcionalidad natural del paisaje, donde se acogen poblaciones estables de especies sensibles a la fragmentación, es de 0.6 km de vía por cada km² de superficie (Forman & Alexander, 1998). Considerando el conjunto de las infraestructuras lineales de carreteras estatales, autonómicas y de las diputaciones, este umbral crítico ya se supera en España con una cifra del 0,61% (CSIC, 2016). A ello hay que añadir las superficies lineales correspondientes a las infraestructuras ferroviarias.

La infraestructura de transporte se ha identificado como una de las principales causas de la fragmentación de los hábitats y, por ello, desde el MITERD se creó el Grupo de Trabajo de Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte para abordar este tema de manera específica, dependiente de la Comisión Estatal para el Patrimonio natural y la Biodiversidad.

La desfragmentación, en este ámbito, es el conjunto de acciones destinadas a recuperar o aumentar la conectividad ecológica en territorios afectados por infraestructuras lineales de transporte en funcionamiento y, en general, a mitigar algunos de los efectos asociados a la fragmentación de hábitats generados por estas vías (MAGRAMA, 2013b) con el siguiente objetivo:

- Reducir la mortalidad de fauna y los accidentes causados por la fauna silvestre.
- Reducir el efecto barrera.
- Restablecer la continuidad física entre los fragmentos de hábitats.
- Restablecer la conectividad ecológica entre hábitats, áreas naturales protegidas y otras áreas de especial interés de conservación.
- Mitigar las perturbaciones que afectan a los márgenes (en particular, el ruido y la iluminación).
- En los casos más extremos, eliminar todos los impactos de la vía mediante desmantelamiento, teniendo en cuenta, en todo caso, la perspectiva del reto demográfico.

El MITERD, partiendo de la Acción COST 341 (Álvarez & Rosell, 2006), viene publicando la Serie de documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, que van actualizando el conocimiento en la materia y ofrecen recomendaciones técnicas para prevenir o mitigar dichos efectos. Entre estos documentos, en “Indicadores de fragmentación de hábitat causada por infraestructuras de transporte” (MARM, 2010b) se describen distintos indicadores de fragmentación y en “Desfragmentación de hábitat. Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento” (MAGRAMA, 2013) se identifican áreas prioritarias en tramos de carreteras y líneas férreas, para la desfragmentación mediante la aplicación de varios indicadores, así como medidas concretas de adecuación en infraestructuras lineales en “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales” (MAGRAMA, 2015).

En el caso de **ecosistemas fluviales** existen multitud de elementos que generan la fragmentación y pérdida de conectividad, como son embalses, presas y cualquier otro elemento de contención del agua. Según el inventario español de presas y embalses el número de grandes presas en España supera las 1.230, y suponen la modificación de la dinámica fluvial natural así como la pérdida de la conexión entre hábitats a un lado y otro de la infraestructura, impidiendo el paso de sedimentos, semillas y fauna acuática, con la consiguiente fragmentación de poblaciones de fauna y flora.

En el **medio litoral** existen barreras artificiales que habitualmente generan impactos relevantes en la conectividad de los ecosistemas, entre los que se pueden destacar la construcción de puertos y las obras costeras destinadas a combatir la erosión o a carga y descarga (diques, espigones, rompeolas, muros, revestimientos, etc.), por ser infraestructuras duras que se ubican en hábitats muy frágiles, sensibles y dinámicos. Su mayor inconveniente es que suponen un obstáculo para las corrientes marinas y para el flujo de sedimentos, por lo que alteran la dinámica litoral (MMA, 2008), pudiendo producir corrientes paralelas a la costa, que tienen como efecto la deriva litoral y la consiguiente erosión costera, que a su vez provocan desequilibrios en anchura lo largo de la playa y el basculamiento transversal del perfil de playa.

Otras infraestructuras, de producción y distribución energética, intensificación y homogenización agrícola y silvícola, incendios forestales o especulación urbanística, con un elevado desarrollo urbano, son también relevantes en España, y se analizan desde el punto de vista de la **fragmentación de hábitats por cambios de usos del suelo**.

En las últimas décadas, los patrones de consumo cambiantes, el crecimiento de la población y la intensificación y el abandono agrario han conducido a la expansión e intensificación de los cambios de uso, incrementando potencialmente la presión sobre los sistemas naturales y los servicios de los ecosistemas que éstos producen.

Los procesos de cambio de usos del suelo, se pueden resumir en cuatro procesos básicos:

- **Procesos de antropización:** transición hacia zonas artificiales (urbanización), creación de zonas agrícolas desde zonas naturales, simplificación de zonas agrícolas y cambios internos entre pastos, cultivos y zonas arables. Los procesos de antropización indican una pérdida de hábitats naturales y semi-naturales. Sin embargo, se pueden incluir algunos cambios en el uso del suelo de categorías agrícolas tradicionales que pueden estar unidos a altos niveles de diversidad y complejidad estructural hacia usos del suelo más intensivos. En general incluyen procesos de intensificación (de baja intensidad de uso a mayor intensidad de uso), deforestación (eliminación de cubierta arbórea), desarrollo (transformación de un terreno abierto a usos urbanos, industriales o de transporte. Stott y Haynes-Young, 1998). Muchos procesos de antropización generan la intensificación de los usos, como en los casos de intensificación agrícola (Keys y McConnell, 2005) para la producción de alimentos, o de conversión de humedales (Van Asselen et al., 2013) y se manifiestan de forma notable en los procesos de urbanización (Seto et al., 2011).
- **Procesos hacia una mayor naturalización:** incluyen flujos de extensificación o cambios desde una mayor intensidad de uso a una menor intensidad de uso (p. ej. la transformación de categoría pastizal a cubierta semi-natural. Stott y Haynes-Young, 1998). En esta categoría se incluyen aquellos procesos asociados al abandono de cultivos o abandono de pastoreo.
- **Cambios internos en áreas naturales:** incluyen cambios a favor de la sucesión secundaria (p. ej. cambios de matorrales de transición a bosques) y otros procesos de simplificación (p. ej. matorralización de pastos naturales).
- **Persistencia** o no cambios.

Los cambios en los usos y coberturas del suelo son uno de los principales componentes del cambio global, que puede actuar sinérgicamente con el cambio climático aumentando el riesgo de pérdida de biodiversidad, y con la sobreexplotación de recursos hídricos afectando, por tanto, a su disponibilidad. La principal consecuencia a escala global durante el s.XX ha sido la pérdida directa de hábitat naturales que incluye la conversión de pastizales naturales, bosques y humedales en cultivos, plantaciones arbóreas y áreas urbanizadas. Estas dinámicas se han debido a un aumento en la producción de alimento, madera, agua dulce, fibra y otras materias primas, pero a costa de reducir servicios de los ecosistemas y aumentar la degradación de ecosistemas naturales.

A escala local, el cambio en el uso del suelo ha sido identificado como una de las principales amenazas a corto y medio plazo para la persistencia de muchas especies, junto a la sobreexplotación de especies autóctonas. Los cambios de usos y coberturas del suelo determinan transformaciones en la estructura y funcionalidad de los paisajes. Las consecuencias son, tanto la pérdida directa de hábitat, como la modificación y fragmentación del hábitat, lo que podría dificultar la conectividad entre las poblaciones y por tanto la capacidad de supervivencia de ciertas especies.

Entre los principales cambios de uso del suelo en España se pueden señalar:

Proceso de abandono de cultivos tradicionales o extensivos: los procesos de abandono de cultivos tradicionales en la Europa mediterránea, así como el abandono del pastoralismo, pueden provocar modificaciones estructurales y la homogeneización del paisaje, lo que podría favorecer el aumento de la frecuencia e intensidad de los incendios, debido al aumento de biomasa y matorralización, propiciando asimismo la erosión del suelo y la desertificación. En caso de pérdida de cubierta vegetal o de infraestructuras agrícolas (p. ej. mantenimiento de muretes en terrazas agrícolas), se podrían reducir las reservas de agua y promover la pérdida de biodiversidad, así como de valores culturales y estéticos asociados a estos agrosistemas. Además, el proceso de abandono de cultivos tradicionales está directamente relacionado con los procesos de despoblación que en la actualidad afectan al mundo rural.

Intensificación agrícola: Los procesos de intensificación agrícola, urbana e industrial han dominado la dinámi-

ca de cambios y ocupado el suelo en Europa (Pedroli et al., 2006), lo que ha ocasionado tanto pérdidas de capacidad ecológica, diversidad y belleza escénica/paisajística, como pérdidas de paisajes culturales de gran valor histórico provocando homogeneización del paisaje y afectando a la conectividad de la matriz natural en paisajes agrarios (Gurrutxaga, 2011), lo que puede conllevar la pérdida de especies asociadas a los agro-sistemas (p. ej. el declive del sisón. Morales et al., 2018).

Urbanización y creación de áreas artificiales: El fuerte incremento en superficie de las zonas urbanizadas en todo el planeta, especialmente desde finales del s. XIX y principios del s. XX, ha sido una de las principales causas de pérdida global de biodiversidad y fragmentación territorial provocando, no sólo la pérdida de superficie, sino también la intensificación del uso debido a un aumento en la densidad de población en las zonas urbanas. Además, alrededor de las áreas metropolitanas, se han producido ocupaciones dispersas de expansión urbana, especialmente relevante en zonas costeras. La superficie de suelo artificial se incrementó en España en un 29,5% en el periodo 1987-2000, provocado la pérdida directa de hábitats agrícolas, forestales y de humedales (OSE, 2006).

Creación de zonas forestales: En las últimas décadas se ha producido una conversión de áreas agrícolas o pastos en zonas arboladas, fruto del abandono de las prácticas ganaderas y de las políticas de reforestación y de mitigación de gases de efecto invernadero (Berthrong et al., 2012). En tiempos recientes se ha usado la forestación y reforestación como medida paliativa de la degradación, desertificación y como mitigación frente al cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Debe estar combinada con una gestión forestal sostenible y una elección de especies adecuada al entorno.

4.1.3. Conectividad en el territorio nacional

Las distintas Administraciones Públicas son responsables, en el marco de sus competencias, en el desarrollo de medidas para favorecer la conectividad ecológica.

La identificación de **redes de conectividad** en comunidades autónomas presenta importantes diferencias, tanto en la selección de metodologías, como en criterios y elementos de importancia para la conectividad (áreas núcleo y zonas de conexión) para el diseño de su red, así como la disparidad en la escala del mapa. Los criterios que se emplean en mayor medida son:

En cuanto a la elección de áreas núcleo:

- Áreas que presentan especies amenazadas o en peligro de extinción, zonas con gran biodiversidad, lugares con endemismos y con una posición biogeográfica concreta (Jongman et al., 1995). Estas áreas se corresponden con zonas que pertenecen a la Red Natura 2000 o que presentan algún tipo de figura de protección (Parques Naturales, LIC y ZEC, ZEPA, Paraje Natural, Monumentos Natural, Reservas de Microhábitats, etc.).
- Áreas que presentan bosques autóctonos, bosques con espacios abiertos próximos o bosques abiertos con claros.
- Cursos fluviales y vegetación de ribera.
- Mosaicos agroforestales y matorrales, espacios abiertos, generalmente pastados.
- Humedales.
- Grandes zonas agrícolas-ganaderas.
- Grandes zonas sin infraestructuras.

En cuanto a los elementos del paisaje que cumplen la función de corredores ecológicos:

- Cursos fluviales y vegetación de ribera asociada.
- Vías pecuarias, vías verdes (ferrocarriles en desuso, caminos de canales y riberas), caminos rurales y forestales.
- Zonas de alta conectividad entre áreas de la Red Natura 2000 con mayor número posible de asociaciones vegetales.
- Zonas de alta conectividad entre áreas de la Red Natura 2000 para una única asociación vegetal, si esta asociación vegetal tiene una distribución restringida a un sector reducido de la Comunidad Autónoma, o si la asociación tiene una distribución muy fragmentada.
- Elementos de conectividad en zonas agrarias, como setos, bosquetes u otros elementos que pueden servir de cobijo para la flora y fauna.
- Zonas Agrarias de Alto Valor Natural
- Cadenas montañosas.
- Valles.
- Barrancos.
- Litoral costero.

Algunos elementos pueden tener doble función, tanto de área núcleo como de corredor ecológico, como es el caso de los elementos fluviales, costeros y humedales.

Se usa el término “**corredor**” de forma genérica para expresar un territorio que facilita la dispersión de los seres vivos a través de hábitats (u otros elementos o procesos de interés) que conectan dos o más lugares, en los cuales encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo. Aunque la denominación más extendida es la de corredores ecológicos o corredores de biodiversidad, los corredores pueden ser de diferente naturaleza dependiendo de la función que ejerzan, englobándose todos ellos bajo el término de conector ecológico. Así, se habla de corredores biológicos (que facilitan procesos inherentes a los seres vivos), corredores ecológicos (que facilitan procesos en los que están implicadas, principalmente, las relaciones entre elementos bióticos (seres vivos) y abióticos (inertes) y cualesquiera que consideremos de interés para un fin específico; podría hablarse de corredores atmosféricos, por ejemplo, en otro ámbito de cosas, o corredores ecoculturales. En el caso de los corredores ecológicos, su objetivo es facilitar el flujo genético entre poblaciones, aumentando la probabilidad de supervivencia a largo plazo de las comunidades biológicas y, en última instancia, de los procesos ecológicos y evolutivos. Entre estas formas de conexión destacan los mosaicos de hábitat o corredores lineales: largas franjas de vegetación tales como setos, franjas de bosque o la vegetación que crece en márgenes de ríos y arroyos, los “stepping stones” o refugios de paso, lugares adecuados, pero de extensión reducida, intercalados en una matriz de condiciones desfavorables, que permiten “el salto” a otro refugio de paso o bien a un lugar o hábitat adecuado; y, por último, los corredores de hábitat, corredores paisajísticos o territoriales constituidos por franjas de territorio, elementos del paisaje sin interrupciones, cuyos hábitats permiten la reproducción, la invernada y el desplazamiento de especies silvestres.

Estos corredores, al facilitar la conectividad entre distintas poblaciones de seres vivos, pueden al mismo tiempo ser vía de diseminación de enfermedades epizooticas, por lo que resulta de gran interés tener conocimientos de los mismos para que, en caso necesario, se puedan adoptar medidas de control y prevención para evitar la transmisión de dichas enfermedades entre distintos territorios.

Así, los corredores ecológicos aparecen como elementos claves para la conectividad porque:

- Facilitan los flujos horizontales de materia y energía en los ecosistemas.
- Favorecen los movimientos migratorios y dispersivos de las especies.
- Disminuyen la probabilidad de extinciones locales.
- Facilitan el intercambio genético, reduciendo los efectos perniciosos de la endogamia y la deriva genética en las poblaciones.

Muchas comunidades autónomas enfocan el diseño de los corredores ecológicos en función de las especies a las que van a beneficiar, entre estos criterios se han utilizado para la selección de especies objetivo:

- Especies especialistas que más sufren los procesos de fragmentación ligadas a un hábitat concreto y que presentan distribución dispersa.
- Especies especialistas que poseen la capacidad de dispersión limitada y que son sensibles a las distancias a recorrer y a las resistencias que oponen los diferentes usos del suelo.
- Especies de animales silvestres de carácter generalista con amplia distribución, que canalizan movimientos por zonas forestales preferentemente y que para su desplazamiento escogen estructuras lineales (valles, barrancos, cauces fluviales, etc.).

El paso más avanzado en el diseño de redes de conservación se alcanzaría cuando el criterio no fuera sólo mantener la conectividad para ciertas especies sino el mantenimiento de la integridad del paisaje (De Lucio et al., 2003).

Como ejemplo, cabe destacar el conjunto de proyectos LIFE que abordan la identificación de corredores para el oso pardo: Proyecto LIFE+ Corredores Oso (LIFE07 NAT/E/000735, 2009-2011) y Proyecto LIFE Desfragmentación Oso (LIFE I2/NAT/ES/000192, 2013-2016), ambos coordinados por la Fundación Oso Pardo. En este último se identifican corredores y se aplican otros análisis de conectividad con nuevas metodologías y datos mejorados.

Por otra parte, desde diferentes Administraciones y organizaciones se ha avanzado en la identificación de corredores ecológicos y áreas a desfragmentar. Además de los documentos elaborados por el MITERD para homogeneizar criterios para la priorización de desfragmentación de infraestructuras, la iniciativa de WWF “Autopistas Salvajes” y las iniciativas autonómicas ya comentadas anteriormente, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha elaborado informes para evaluar el impacto del Plan Estratégico Nacional de Infraestructuras (2005-2020), sustituido por el actual Plan de Infraestructuras, Transportes y Vivienda 2012-2024 (PITVI), que incluye evaluación sobre la conectividad de varias especies sobre las cuales la fragmentación de hábitats es un factor importante por uno u otros motivos (p. ej. lince, oso, tejón, marta o corzo). El informe evalúa y clasifica las carreteras respecto a su potencial efecto negativo sobre estas especies, además de proporcionar ciertas recomendaciones para mitigar impactos.

En cuanto a la **protección de la conectividad ecológica** varias CC.AA. integran los elementos de interés en:

- Planificación territorial: como País Vasco, Cataluña, Navarra, Murcia, Galicia, Valencia, Islas Baleares, Aragón y Canarias. En concreto, Cataluña ha establecido con más detalle planes territoriales parciales que incluyen la delimitación de corredores.
- Planes específicos de fomento de conectividad: como en el caso de la Junta de Andalucía, con un Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica.

- Planificaciones sectoriales que hacen mención al fomento de la conectividad como:
 - Planificación forestal: existen menciones específicas para la conservación y fomento de la conectividad en el Plan Forestal Español, pero únicamente haciendo referencia a la red Nacional de Vías Pecuarias. Esto se traslada a los diferentes Planes Forestales autonómicos como por ejemplo en el de Cantabria, Madrid, Extremadura, Canarias, País Vasco, Aragón, Andalucía y Cataluña, si bien algunos incluyen promoción, definición y restauración de corredores ecológicos. También se ha incorporado en algunos planes de ordenación de recursos naturales, entre los que se encuentran los forestales.
 - Programas de desarrollo rural: la mayoría de las comunidades autónomas incluyen medidas que pueden contribuir a la conectividad, como la restauración de setos, zonas riparias, elementos naturales en fincas, etc. o medidas específicas para fomentar la conectividad de las especies. Sin embargo, el presupuesto que se destina para este tipo de medidas en ocasiones es escaso o no se llegan a aplicar de forma significativa en muchas comunidades autónomas.
 - Planes especiales sectoriales: como el Plan Especial de Ordenación de los Regadíos ubicados al Norte de la Corona Forestal de Doñana, que incluye el desarrollo de un sistema de conectividad ecológica dirigido a habilitar corredores ecológicos a lo largo de la Corona Forestal.
- Integración de criterios preventivos en los procesos de evaluación ambiental: como contempla la legislación de Cataluña, en la que el procedimiento de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos incide claramente sobre la Infraestructura Verde de manera que se evitan, se reducen y se compensan los eventuales impactos que se pueden producir bajo los principios de la jerarquía de mitigación y de no pérdida neta de biodiversidad.
- Mejora de la conectividad de especies amenazadas:
 - Integración en las estrategias de conservación y los planes de conservación de especies protegidas, que incluyen aspectos de fomento de la conectividad y prevención de la fragmentación de sus hábitats. Por ejemplo, los planes de recuperación del desmán ibérico, el linco ibérico, el oso pardo, el urogallo y el visón europeo. De nuevo sucede que el grado de aplicación de estas estrategias y planes es en ocasiones insuficiente.
 - Integración en proyectos de conservación de especies: entre los proyectos de conservación de especies destacan la mejora de la conectividad de poblaciones de linco ibérico, en el marco del proyecto Iberlinco, y los Proyectos LIFE de conservación del oso pardo.
- En los Planes de gestión y de ordenación de los espacios protegidos también pueden incluirse objetivos y medidas relacionados con la conectividad funcional entre distintos ecosistemas. Hay algunos ejemplos de planes de gestión que incorporan la conectividad en sus directrices, por ejemplo, PORN de Montgró (Alicante), Plan de Gestión Natura 2000 de Sierra de Cantabria y Sierras Meridionales de Álava, PORN del ámbito Los Alcornocales (Cádiz) o PORN y PRUG del Espacio Natural Doñana. Sin embargo, a nivel general puede decirse que los criterios de conectividad no siempre son tenidos en cuenta a nivel de la planificación de espacios protegidos. Además, concretamente en cuanto a la Red Natura 2000, el grado de aplicación de medidas de conservación y específicamente de conectividad es todavía muy escaso, no habiéndose puesto en marcha o dotados de presupuesto los planes de gestión de los espacios protegidos.

En el ámbito municipal se gestiona igualmente medio natural urbano y periurbano, existiendo algunos ejemplos de instrumentos de protección de la conectividad a nivel local, como el Plan Especial de protección del patrimonio natural de Granollers, el anillo verde de Terrassa o el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de Madrid, entre otros.

4.1.4. Conectividad en el medio marino

El concepto de conectividad es equivalente para los medios marino y terrestre, se refiere al intercambio de individuos y flujo genético entre diferentes poblaciones y tiene que ver con la capacidad de dispersión de las distintas especies y las barreras existentes para la misma.

Sin embargo, la conectividad tiene diferentes connotaciones en el medio marino con respecto a los ecosistemas terrestres. El medio marino es un medio continuo en el que se presupone la inexistencia de barreras aparentes y donde las especies, en principio, estarían formadas por metapoblaciones (conjunto de poblaciones abiertas con un intercambio genético fluido) y con áreas de distribución muy extensas. Sin embargo, aunque algunas especies pueden responder a esta idea, la mayor parte de las especies marinas no se ajusta a este principio.

La conectividad en el contexto marino se centra en la concepción de población y se define como el nivel de conexión demográfica entre poblaciones mediante el intercambio de individuos en cualquier etapa del ciclo de vida (Caló et al., 2013).

Buena parte de las especies marinas poseen escasa o nula capacidad de movimiento en el estado adulto y su dispersión queda generalmente limitada a las etapas pelágicas iniciales del ciclo de vida. El desplazamiento de estas etapas pelágicas del ciclo vital (larvas y propágulos) está condicionado por procesos oceanográficos, como corrientes y contracorrientes, frentes oceánicos (discontinuidades bruscas de variables físicas y bioquímicas), afloramientos y remolinos costeros, entre otros. La comprensión de estos factores afecta a la conectividad, por lo que en el mar es complicado estimarla con precisión.

El análisis y la modelización de la conectividad marina se encuentran muy poco desarrollados, en primer lugar debido a la falta de información cartográfica clave sobre los gradientes ambientales marinos que la condicionan (corrientes, calidad del agua, etc.) y en segundo lugar por la falta de información sobre los patrones de dispersión de muchas especies marinas. Por otra parte también se ha asumido que la homogeneidad y estabilidad relativa del medio marino favorece, en comparación con el terrestre, la dispersión de las especies, lo cual ha comportado la asunción de que el medio marino está intrínsecamente conectado. Sin embargo, técnicas genéticas recientes han evidenciado la existencia de variabilidad genética entre poblaciones de peces e invertebrados marinos previamente consideradas como homogéneas (Rodríguez y Ruíz, 2010). Estos resultados ponen de manifiesto que, a escalas de relevancia ecológica, la conectividad entre ecosistemas marinos puede no ser tan alta como se creía.

A la hora de identificar elementos de las redes de conectividad marinas se puede hacer un ejercicio similar al de medio terrestre, diferenciando entre zonas núcleo y con función de corredores ecológicos.

Como áreas núcleo, aquellos elementos geomorfológicos, procesos o espacios que albergan una elevada biodiversidad, como son:

- Bancos o elevaciones submarinas.
- Emanaciones gaseosas submarinas.
- Cañones submarinos.
- Espacios Naturales Protegidos, Espacios protegidos Natura 2000 y Áreas protegidas por Instrumentos Internacionales.
- Determinadas zonas neríticas.

Como elementos que cumplen la función de corredores ecológicos:

- Zonas de corriente litoral.
- Zonas de talud que ponen en contacto la llanura abisal con la plataforma continental.
- Grandes corrientes marinas.
- Estrechos.
- Zonas de afloramientos submarinos.
- Zonas litorales libres de urbanización
- Escolleras e infraestructuras portuarias
- Arrecifes artificiales

El medio marino está sujeto a importantes amenazas generadas por la actividad humana. El litoral es una zona de intensa actividad que puede generar reacciones en cadena más allá del lugar de origen, variando las condiciones ambientales. Los procesos ecosistémicos que se dan en la interfaz tierra-mar condicionan en gran medida la distribución y movimiento de los organismos en el mar, siendo escenario de los más importantes flujos de materia y energía del sistema tierra, que da como resultado la fertilización del medio marino gracias a los aportes de nutrientes y sedimentos y, por tanto, una elevada productividad. Algunos factores influyentes en la conectividad marina, acaso útiles para identificar posibles acciones, serían entre otros los frentes, las infraestructuras costeras que desvían o alteran corrientes marinas causando a veces incluso la inutilidad de las mismas infraestructuras, las plumas de emisión de vertidos costeros, etc.

Las principales amenazas a la biodiversidad marina generadas por las presiones antrópicas pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Alteración y destrucción de hábitats.
- Sobreexplotación de recursos.
- Eutrofización.
- Contaminación.
- Invasión de especies alóctonas.
- Cambio global.

4.2. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

4.2.1. Introducción

La restauración ecológica es el proceso mediante el cual se promueve el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004).

El concepto original de la restauración ecológica es la recuperación de la estructura y la funcionalidad de un ecosistema. Este punto final se denomina comúnmente ecosistema diana o ecosistema de referencia. La identificación de ecosistemas de referencia es difícil, ya que la intervención humana en el medio ha sido tan intensa que los ecosistemas de referencia deben integrar el componente antrópico, pero éstos referentes deben ser compatibles con el espacio a restaurar y maximizar la biocenosis con especies autóctonas, todo

lo diversas que sea posible y maximizando igualmente los bienes y servicios que ofrecerá el espacio una vez restaurado.

La restauración ecológica debe tener como objetivo la optimización de la biodiversidad, los procesos ecológicos y la provisión de servicios de los ecosistemas, teniendo en cuenta el marco ecológico, socio-económico y cultural. La restauración ecológica, por lo tanto, para ser ecológica, tiene que ser holística (Aronson et al., 2007; Clewell & Aronson, 2013). Es decir, actualmente no se puede plantear la restauración, como intervención en el medio, exclusivamente desde el medio biofísico (y, por tanto, desde la ecología, la ingeniería, la geología, la edafología, etc.), sino que debemos integrar las sinergias con la socioeconomía, en particular con la demanda de servicios de los ecosistemas, con la cultura, como antecedente histórico, y con la faceta más íntima y subjetiva del futuro usuario o habitante del paisaje restaurado, con su perfil emocional o personal. En este sentido, la restauración ecológica integra diversos tipos de intervención activa como la remediación, la restauración geomorfológica, mejora del hábitat mediante translocaciones, revegetación o reforestación, reintroducción de especies de fauna, la reclamación o la rehabilitación, y debe promover mecanismos de participación social.

Los beneficios de la restauración ecológica derivan en gran medida de la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas que han sido degradados por actividades humanas o por motivos naturales (incendios, inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.). La restauración de esta funcionalidad a través de la recuperación de la estructura del ecosistema, los procesos ecológicos y la interacción entre ambos, permite que los ecosistemas vuelvan a proporcionar bienes y servicios a la población.

La restauración ecológica no es sólo una “reparación” tras un diagnóstico, sino una herramienta de planificación de las actividades humanas en el territorio y una oportunidad para contribuir a promover la biodiversidad, mejorar nuestro entorno y nuestra calidad de vida, íntimamente vinculada a la salud del medio ambiente y de los bienes y servicios que puede ofrecernos. Además, la restauración de ecosistemas proporciona oportunidades de negocio que pueden contribuir al crecimiento económico y a la generación de empleo vinculadas al desarrollo y gestión sostenible de los recursos naturales. Por último, la restauración ecológica puede ser determinante para prevenir posibles impactos futuros sobre los ecosistemas y definir el modelo de desarrollo de un territorio y, por ello, determinar el riesgo y la vulnerabilidad ante futuras perturbaciones a los que este territorio estará sometido (Cortina et al., 2015).

La Agencia Europea de Medio Ambiente ha destacado la problemática situación de muchos hábitats europeos y la disminución en la provisión de servicios de los ecosistemas (AEMA, 2010, 2015). En concreto, en España, diversas regiones muestran niveles de desertificación alarmantes (AEMA, 2005). A modo de ejemplo, el desarrollo de infraestructuras ha incrementado enormemente en los últimos años en nuestro país. En lo que respecta a redes de transporte, las carreteras han crecido un 19,4%, en el periodo 1970-2014, situándose en 166.284 km. En este período hemos pasado de un 0,14% de vías de altas prestaciones (autovías y autopistas con vallados perimetrales), a un 10,1%, con más de 16.700 km. A ello se deben sumar los más de 3.100 km de líneas de ferrocarril de alta velocidad, además de la multitud de nuevos aeropuertos y puertos, y otros tipos de infraestructuras como obras hidráulicas (presas, canales y conducciones) y energéticas (conducciones de electricidad, parques eólicos y solares, etc.).

Los precedentes de la restauración se remontan a acciones encaminadas a establecer formaciones vegetales en espacios degradados. Así, los orígenes de la restauración en España estuvieron ligados al ámbito forestal. Ya en el año 1654 aparece la primera iniciativa legislativa forestal en la Península Ibérica. En las sucesivas leyes de montes, desde 1863 ya se consideraban las repoblaciones como una de las principales funciones del Estado en la gestión de montes. Hasta 1984 se habían repoblado en España 4 millones de ha, siendo parte de esta superficie considerada hoy en día como espacios naturales protegidos.

Con la entrada de España en la UE, España fue el país que captó más fondos para forestación en el contexto de la Política Agraria Común (PAC) que planteaba por primera vez la integración de acciones forestales con el objetivo prioritario de lucha contra la erosión y la desertificación. Sin embargo, entre los criterios para la

distribución local y regional de fondos priorizaron factores agrícolas y comerciales por encima de los ambientales. Por ello, pese a las 700.000 ha plantadas en España (SECF, 2011), la evaluación fue bastante pesimista desde el punto de vista ambiental.

A partir de 1982, con la promulgación de los Estatutos de Autonomía, serán las comunidades autónomas las encargadas de ejercer la potestad legislativa en materia de montes. No obstante, el Gobierno Central ha coordinado programas nacionales de restauración como el Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal, el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación y la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. De media anual en el último decenio (2009-2018) se han realizado 5.393 ha/año de repoblaciones protectoras, 4.521 ha/año de repoblaciones productoras, 5.189 ha/año de forestación de tierras agrarias y 17.235 ha/año de reposición de marras (Anuario de Estadística Forestal 2018, MITERD).

La restauración de ecosistemas no forestales tiene un recorrido mucho menor, con la salvedad de los sistemas dunares, muy centradas en la fijación de dunas (con ejemplos de casos en Alicante, Baleares o Girona). Algunos ecosistemas, como los humedales, no han sido objeto de restauración hasta fechas muy recientes, si bien en las últimas tres décadas se han recuperado numerosos humedales en toda la Península, así como se han restaurado un número importante de graveras abandonadas.

La restauración fluvial apenas cuenta con dos décadas de desarrollo. En este contexto, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos supone un hito para el inicio de distintas propuestas. Las principales acciones desarrolladas son el derribo de presas y azudes, con ya más de 200 casos, principalmente en el Norte y Oeste peninsular. También se han recuperado antiguos cauces, eliminando canalizaciones y reconectando meandros (Ollero, 2015), recuperado sotos ribereños y mejorado los regímenes hidrológicos en diversas masas de agua en diversos aspectos, como los caudales mínimos o las crecidas con fines ecológicos (Magdaleno, 2009) así como numerosas acciones de mejora en puntos concretos de la red fluvial, incluyendo las zonas urbanas.

En el ámbito de la restauración de minas, hasta 1982 no se exigía un proyecto de restauración, junto al de explotación minera. Hoy día, todos estos aspectos están regulados en el R.D. 975/2009 que transpone la Directiva 2006/21/CE (que tan solo obliga a restaurar las instalaciones de residuos, escombreras y balsas principalmente), y que no solo se limita a una mera transposición, sino que incorpora, además, todos los aspectos contemplados en el R.D. del año 1982 que ya obligaba a la restauración de los terrenos afectados por las actividades mineras. Sin embargo, cuando salió a la luz la normativa del 82, se limitaba en muchos casos a una restitución topográfica basada en el modelo talud-cuneta-berma, sobre la que se han tratado de establecer diversos tipos de cubierta vegetal como son pastizales, bosques y cultivos agrícolas. En el momento actual la restauración de canteras está experimentando un cambio de enfoque, tras diagnosticarse un escaso éxito debido a la propensión a la erosión de las topografías talud-cuneta-berma (Nicolau, 2000; Martín Duque et al., 2010). Además, algunas restauraciones actuales potencian la creación de hábitats y especies con figuras de protección.

Por lo tanto, si bien se han llevado a cabo numerosos proyectos de restauración, éstos, en general, han puesto el énfasis en la recuperación de cubiertas vegetales más que en la funcionalidad y en su mayor parte se han enfocado a la recuperación de un único servicio ecosistémico.

Así, en términos generales, los proyectos de restauración deben evolucionar de proyectos que no contemplan una visión integral, a escala paisaje, de la restauración ecológica, ni incluyen de manera explícita principios básicos como la identificación de ecosistemas de referencia o el monitoreo y evaluación, limitándose con carácter general a la recuperación de la cubierta vegetal (Cuenca, 2014; WWF, 2016) hacia una visión holística e integral del sistema que se quiere recuperar, enfocando sus esfuerzos hacia la restauración de sistemas multifuncionales y la optimización de la provisión de servicios de los ecosistemas.

La transferencia de conocimiento (I+D+i) desde los centros de investigación hacia las empresas y la transferencia de información recíproca son imprescindibles para implementar una restauración ecológica de calidad.

Por último, es importante destacar la importancia de la restauración ecológica aplicada a la jerarquía de mitigación, aspecto que se abordará en la integración de las políticas sectoriales.

Por lo tanto, la transformación e intensificación de los usos de suelo, la fragmentación y pérdida de hábitats más los efectos del cambio climático, han contribuido a la desaparición y pérdida de funcionalidad de hábitats y ecosistemas, de muchos de los conectores naturales y a la disminución de los servicios prestados por los ecosistemas. La conservación de la biodiversidad pasa entonces por priorizar zonas de actuación donde restaurar los hábitats con el objeto de maximizar tanto la conectividad como las funciones ecosistémicas.

4.2.2. Restauración ecológica y espacios protegidos

A pesar de un gran esfuerzo de conservación a escala mundial, y en España en particular, en la designación de áreas protegidas, el deterioro de la biodiversidad está aumentando y estas pérdidas también están siendo registradas en los espacios protegidos (Craigie et al., 2010).

En octubre del 2010 en Nagoya, Japón, la décima reunión de la Conferencia de las Partes (COP) del Convenio de Diversidad Biológica preparó el terreno para atraer más atención mundial a la restauración ecológica mediante la adopción del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y 20 metas destacadas (conocidas como las Metas de Aichi para la biodiversidad), así como mediante decisiones relacionadas con las áreas protegidas, la conservación de las especies vegetales y la tercera edición del informe Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad.

La COP instó a las Partes a que: (a) aumentaran la eficacia de los sistemas de áreas protegidas para conservar la biodiversidad y mejorar su resiliencia ante el cambio climático y otros factores de tensión ambiental, mediante esfuerzos renovados de restauración de ecosistemas y hábitats, y la inclusión, según proceda, de instrumentos de conectividad como los corredores ecológicos y/o las medidas de conservación en áreas protegidas y paisajes terrestres y marinos adyacentes y entre éstos; y (b) Incluyeran actividades de restauración en los planes de acción del programa de trabajo sobre áreas protegidas y en las estrategias nacionales en materia de biodiversidad.

La restauración dentro y alrededor de las áreas protegidas es, por tanto, una prioridad clave de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y para el CDB, que anima a los Estados a "establecer y aplicar medidas para rehabilitar y restaurar la integridad ecológica de las áreas protegidas" (Keenleyside et al., 2014). Por su parte, las grandes directivas europeas estándares de la legislación ambiental común (Directiva Hábitats y Directiva Aves) incluyen referencias a la restauración en el ámbito de la Red Natura 2000 y la reciente Estrategia europea de Biodiversidad a 2030 establece que la inversión en la protección y recuperación de la naturaleza será crítica para la recuperación económica de Europa tras las crisis del COVID-19, remarcando la importancia de la protección y restauración de los ecosistemas con la creación de un Plan Europeo de Recuperación de la Naturaleza, que guiará a la UE en los ambiciosos objetivos del próximo marco post-2020 de la Convención de Diversidad Biológica.

En España se considera que una proporción elevada de especies y hábitats de la Red Natura 2000 se encuentran en estado malo o inadecuado (62% y 51%, respectivamente; EUROPARC-España, 2014). Además, la biodiversidad sigue deteriorándose.

Cuestiones como el avance de las especies exóticas invasoras, el cambio global, la falta de gestión efectiva, los procesos de erosión, el empobrecimiento de los sistemas o la fragmentación de los hábitats afectan directamente al estado ecológico de los espacios protegidos. En este sentido, la restauración ecológica en espacios protegidos ayuda a la mejor conservación de las especies, a incrementar el bienestar humano, a fortalecer la conectividad de los ecosistemas a escala de paisaje, a restablecer la provisión de servicios de los ecosistemas y a mejorar la experiencia de los visitantes. De igual manera, la restauración de los ecosistemas que aumente la conectividad entre las áreas protegidas proporciona una mejora del estado de conservación de estos y de los servicios de los ecosistemas que proporcionan.

4.2.3. Restauración ecológica en el marco de la conectividad

Las principales barreras que generan fragmentación y aislamiento de especies y espacios se pueden dividir en tres grupos: las barreras artificiales, las barreras naturales y las barreras culturales (Pungetti, 2003).

Las principales barreras artificiales están formadas por la infraestructura viaria, la urbanización y los usos del suelo. Las barreras naturales pueden organizarse por el funcionamiento y estructura natural del paisaje como las alineaciones montañosas y grandes ríos (De Lucio et al., 2003). Por último, la barrera cultural prioriza los aspectos privados frente a los públicos, y pone mayor interés en el ambiente antropizado que en el natural (Pungetti, 2003). Más aún, hay una falta de control del medio y de cumplimiento de las regulaciones, tales como la construcción ilegal en zonas sensibles desde el punto de vista ecológico, o en zonas de riesgos naturales (Pungetti, 2001).

La restauración ecológica en áreas que, por su situación estratégica en el territorio, pudieran tener un elevado interés conector de hábitats fragmentados es una de las principales actuaciones destinadas a la corrección de impactos causados sobre la conectividad ecológica territorial. Así, la mejora de la conectividad mediante la conservación y la restauración de la vegetación autóctona en paisajes dominados por plantaciones forestales ha sido ampliamente demostrada. De igual manera, la restauración de humedales desecados o contaminados es básica para garantizar la conectividad, en especial para especies acuáticas, anfibios y especies migratorias que dependen de humedales espaciados como lugares de descanso y alimentación.

Por último, la restauración ecológica de zonas afectadas por infraestructuras lineales de transporte es otra de las actuaciones necesarias para consolidar la conectividad del territorio.

En este sentido, se han llevado a cabo muchas intervenciones en el territorio encaminadas a la restauración y para consolidar la conectividad. Sin embargo, muchas de estas intervenciones no han sido efectivas por diversos motivos y se hace necesario analizar proyectos exitosos y diseñar medidas y directrices de actuación que aseguren la eficacia de estas intervenciones.

En este sentido, desde Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Fundación Biodiversidad, se ha elaborado una Guía de Restauración Ecológica (MITECO, 2018. <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-derestauracion-ecologica>) que supone una propuesta operativa que incluye diversas herramientas y recomendaciones para facilitar la incorporación de la restauración ecológica como enfoque y metodología óptima para la restauración de ecosistemas.

4.2.4. Restauración ecológica de montes

La Ley de Montes (43/2003, de 21 de noviembre y su modificación por la Ley 21/2015, de 20 de julio) define los terrenos forestales en sentido amplio, incluyendo arbolado, matorrales, pastizales y terrenos yermos. Por lo tanto, en este apartado, bajo el término restauración forestal se abordará la restauración del conjunto de ecosistemas terrestres.

Los proyectos de restauración forestal que se vienen realizando en España se pueden encuadrar en:

- Proyectos de restauración hidrológico-forestal promovidos por el Estado (MAPA) entre los que se incluye las actuaciones de emergencia en montes afectados por grandes incendios forestales.
- Proyectos de restauración post-incendio, acciones de lucha contra la desertificación y aumento de arbolado promovidos por las CC.AA.
- Restauración de riberas, promovidas por las Confederaciones Hidrográficas, Ayuntamientos y ONGs.

- Restauración del litoral y zonas costeras.
- Restauración en espacios mineros.
- Restauración de vertederos, generalmente realizada por empresas explotadoras o subsidiariamente por las CC.AA.
- Recuperación de montes quemados.

Además existen múltiples proyectos de reforestación (forestación de tierras agrícolas por ejemplo) que, si bien no se enmarcan dentro de la restauración, al ser su objetivo principal la explotación y no objetivos de conservación, pueden asumir algunos principios de la restauración sin perder su orientación principal.

Muchas de estas actuaciones, se enmarcan en diferentes planes, programas y estrategias estatales relativas a restauración de áreas degradadas:

- Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Estrategia Nacional de Restauración de Ríos.
- Plan Estratégico Español para la Conservación y Uso Racional de los Humedales.
- Estrategia Forestal española.
- Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación.
- Programa de Acción Nacional contra la Desertificación.
- Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa española.
- Estrategias para la protección de la costa.
- Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático (PIMA Adapta).

La superficie restaurada es un indicador que refleja de manera relativamente inmediata el grado de eficiencia de las políticas de restauración emprendidas. Los datos disponibles hacen referencia normalmente a superficie repoblada y en raras ocasiones a superficie restaurada. Atendiendo a la primera, la superficie total repoblada en todo el territorio nacional en el período 1983-2013 ascendería a 1.796.292 ha, cifra que representa el 6,5% de la superficie actualmente clasificada como forestal. Actualmente nos encontramos en datos máximos de superficie forestal en nuestro país.

Algunas limitaciones encontradas en proyectos de repoblación llevados a cabo en España se pueden sintetizar en los siguientes aspectos, si bien hay que tener en cuenta que no todas las repoblaciones forestales son restauraciones:

- Los criterios de restauración ecológica no se tienen suficientemente en cuenta en el diseño de las forestaciones creadas, si bien algunos PDR han incluido ya el requisito de masas mixtas e incorporación de un porcentaje de especies arbustivas.
- La falta de integración y planificación de las ayudas ha llevado, en casos puntuales, a efectos ambientales negativos, como la sustitución de dehesas y pastizales en el caso de forestaciones realizadas sobre eriales o pastos o la modificación de hábitats protegidos como las zonas esteparias.
- Las estadísticas sobre las características de las superficies repobladas al amparo de estas políticas son muy deficientes y fragmentadas.
- Se está cumpliendo en una gran mayoría de superficies el plazo de finalización de las ayudas de com-

pensación de rentas (20 años), lo que arroja incertidumbre sobre el futuro de las masas creadas (Vadell et al., 2016).

- El programa de forestación de tierras agrícolas presenta un excesivo peso de grandes fincas y Ayuntamientos para obtener un rendimiento económico de tierras sin producción agrícola antes de la subvención, sin contribuir a la reducción de excedentes agrícolas (Montiel, 2004).
- Las actuaciones se realizan por iniciativa del propietario agrícola, quien es responsable de su ejecución. Esto implica limitaciones sobre el diseño y propósito de los trabajos de restauración.
- Dificil coordinación entre Administraciones para establecer medidas de forestación que sean coincidentes hacia objetivos complejos como la restauración ecológica.

En la actualidad, la **restauración de montes quemados** después de incendio se plantea en tres etapas temporales en función de la dimensión temporal de los impactos y de los objetivos de restauración forestal propuestos (Vallejo & Alloza, 2012):

- Actuaciones de emergencia para la estabilización del suelo y el control de la escorrentía (riesgo de inundaciones) y de la erosión, incluyendo la gestión de la madera quemada. En Estados Unidos, el Servicio Forestal ha desarrollado protocolos específicos para esta etapa (*Burned Area Emergency Response*: http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/BAERCAT/lo_res/TOContents.pdf).
- Ayuda a la regeneración de las especies clave, a 2-5 años vista, que incluye eventuales plantaciones o siembras, clareos en el caso de regeneración excesiva de pinos, resalvos para especies de *Quercus* a monte bajo, etc.
- Restauración forestal en la perspectiva del largo plazo, en función de los objetivos de gestión y planificación forestal, incorporando la perspectiva de la prevención de probables nuevos incendios, del aumento de la biodiversidad y de la resiliencia, así como de la adaptación al cambio climático.

Todo esto basado en la creación de modelos y paisajes heterogéneos, mosaicos que permitan albergar tantos ecosistemas, comunidades y biodiversidad como sea posible. Es importante destacar que existe una *Guía Técnica para la gestión de montes quemados* (MAPAMA, 2013). https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/pdf/guatcnicaparalagestindemontesquemados_tcm30-479142.pdf

Una parte significativa de las restauraciones/repoblaciones proviene de fondos comunitarios en sus distintos formatos (Fondos de Cohesión, FEOGA, FEADER, FEDER, etc.), seguida por fondos autonómicos, en su gran mayoría en el marco de acción de la PAC. La cofinanciación estatal con fondos no comunitarios queda relegada a las acciones emprendidas en el seno de programas nacionales como el Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal, Plan de Acción Nacional contra la Desertificación o la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos.

En el Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, el 85% del área de intervención es de propiedad y gestión privada, el 15% restante corresponde a terrenos públicos. Por el contrario, en la mayor parte de las CC.AA., las acciones de restauración ejecutadas se enclavan en terrenos en régimen de propiedad pública. Dicho Plan Nacional, incluye el estudio e identificación de áreas prioritarias en función de sus atributos intrínsecos (ecológicos, socio-económicos, culturales, etc.) a nivel estatal. De estas áreas, el 32% corresponden a trabajos de repoblación forestal a través del Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, el resto se reparte entre los siguientes tipos de acciones: forestación de tierras agrarias (31%), tratamientos selvícolas (11%), mejora e implantación de pastizales (2%), prácticas de conservación de suelos (23%) y restauración de riberas (1%).

Por lo tanto, en los proyectos de restauración forestal se debe tomar en consideración su integración funcional en el paisaje, particularmente por lo que respecta a la conectividad ecológica y a la propagación de plagas y del fuego.

4.2.5. Restauración ecológica de espacios mineros y espacios afectados por vertidos

La extracción de minerales y rocas es una actividad necesaria para nuestra sociedad y que depende para su ubicación de la existencia del yacimiento geológico, a diferencia de otras industrias. Sin embargo, la actividad minera, que debe someterse en general a procedimientos de evaluación de impacto ambiental, sin una gestión adecuada, ocasiona también un intenso impacto ambiental que puede tener efectos negativos sobre los servicios de los ecosistemas, también necesarios para nuestra supervivencia y bienestar (Nicolau y Moreno, 2005), especialmente en explotaciones a cielo abierto (Martínez-Ruiz y Fernández-Santos, 2001). Se genera un cambio severo en el relieve y el paisaje al excavar grandes huecos y almacenar los estériles, donde previamente se ha eliminado la cubierta vegetal, el suelo y toda la fauna asociada, además de la trama de interacciones bióticas y abióticas de los ecosistemas, ensambladas a lo largo de largos períodos de tiempo (Jorba, 2016). A nivel hidrológico, en determinados casos los cambios en la red de drenaje pueden incrementar los picos de crecida, con la posible contaminación física y química de las aguas, y afectar a la recarga de los acuíferos y al flujo sub-superficial. La misma explotación y circulación de maquinaria asociada genera impactos en la calidad del aire local por liberación de partículas y gases, que puede afectar a las áreas vecinas, en función de la circulación atmosférica y de la eficacia de las medidas preventivas existentes y aprobadas en cada explotación.

Es muy importante tener en cuenta la potencialidad de estas áreas, con una gestión adecuada, para generar nuevos hábitats para especies de flora y fauna.

En lo referente a la restauración minera, mientras que en el contexto internacional tiene un recorrido largo, en España las actuaciones son relativamente recientes. Todo ello a pesar de disponer, relativamente pronto, de un marco legislativo específico (Martínez-Ruiz et al., 1996). La Ley de Minas de 1973 ya contemplaba las posibles repercusiones ambientales de las actividades extractivas, aunque no estableciera, todavía, normas específicas y detalladas acerca de cómo minimizarlas o corregirlas, pero no fue hasta 1982 cuando se comenzó a exigir un proyecto de restauración junto al de explotación minera (RD 2994/1982). Hoy día regulado en el R.D. 975/2009 que transpone la Directiva 2006/21/CE, y su modificación posterior, RD 777/2012). Es en la década de los 80 cuando comienzan a aparecer, a todos los niveles, normas específicas sobre estudios de impacto de actividades sobre el territorio y la debida protección ambiental del mismo, que también incluyen las de las actividades mineras. Sin embargo, no en todas las CC.AA. la exigencia legal ha sido la misma. En el caso particular de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, ha existido un vacío legal, desde la actualmente derogada Ley 8/1994, en cuanto a la obligatoriedad de someter a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) las explotaciones de recursos mineros energéticos y metálicos a cielo abierto. En CC.AA. como Cataluña, donde existe una normativa específica de restauración de actividades extractivas temprana (Ley 12/1981 y RD 343/1983), los planteamientos de las restauraciones han sufrido grandes cambios conceptuales a lo largo del tiempo.

Algunas de las restauraciones mineras que se llevan a cabo en España han tenido una base paisajística más que ecológica y presentan varias deficiencias que han llevado al escaso éxito de las mismas:

- Desajuste entre el régimen de precipitaciones y la obra de restauración.
- Aumento de la erosión hídrica por el modelo “talud-berma-cuneta”.
- Inadecuada gestión de los materiales edáficos.
- Prácticas de revegetación inadecuadas.
- Escasas tareas de mantenimiento.
- Poca atención al desarrollo a largo plazo de la comunidad vegetal y de su fauna asociada.

- Relleno de huecos mineros con materiales alóctonos que conlleven un alto riesgo de contaminación.
- Franjas de protección de 50-60 m que alejan la fuente de semillas naturales de la zona a restaurar y dificultan su evolución natural.
- Cota de la plaza de cantera al menos un metro por encima del de las aguas del subsuelo y/o rellenar para que no haya lámina de agua al descubierto. Esto puede ser lógico en graveras que estén en llanura aluvial donde se pretende que no se afecte al régimen hídrico del río favoreciendo su evaporación. Pero en el caso de que una cantera toque un pequeño acuífero colgado, sin continuidad, nos encontramos con una gran oportunidad para la generación de biodiversidad, sin afectar en absoluto a ningún régimen hídrico.
- Taludes finales con pendientes inferiores al 33% (perfil 1V:3H), cuando los roquedos verticales pueden ofrecen hábitats interesantes para muchas especies rupícolas y sería necesario un análisis previo.
- Distinguir los criterios de plantaciones y densidad únicamente en función de la inclinación de la pendiente (plazas o taludes), sin tener en cuenta solana/umbría, depresiones del suelo, creación de distintos ambientes, islotes, presencia de agua o las pautas para crear estructuras que favorezcan la sucesión vegetal.

En el caso de restauraciones basadas en ecosistemas acuáticos, algunos de los resultados han sido también escasamente exitosos diseñando lagunas y balsas que no permiten obtener su máxima potencialidad como elemento favorecedor de fauna, con una incorrecta renovación del agua, que suele comportar una degradación progresiva del humedal y un escaso éxito de la restauración.

La transferencia de conocimiento (I+D+i) desde los centros de investigación, Universidades y ONGs hacia las empresas y la transferencia de información recíproca son imprescindibles para implementar una restauración ecológica de calidad en este sector; que además puede generar impactos positivos en otros ámbitos, como la fijación de población en aquellas zonas afectadas por el cierre de la minería, que tienden a coincidir con las zonas en las que el proceso de despoblación es más agudo. En este sentido, cabe considerar la opción de incorporar en los planes de restauración de estos espacios la puesta en valor del patrimonio geológico, pudiendo dejar al descubierto secciones y/o elementos geológicos que quedaron expuestos durante la explotación y que dispongan de un valor científico, didáctico y turístico excepcional, lo que supone una oportunidad para el desarrollo sostenible y la fijación de población al medio rural.

Hay que señalar que la Ordenación de los Recursos Mineros se incluye dentro de los sectores que deben someterse a Evaluación Estratégica previa de Planes y Programas (EAE), según indica la Directiva Europea (2001/42/CE) y también alguna normativa autonómica (Ley 11/2003 de Prevención Ambiental de Castilla y León).

Los espacios afectados por vertidos y vertederos clausurados presentan una casuística similar a la descrita más arriba.

A pesar de que en las dos últimas décadas se ha hecho un esfuerzo notable por sellar puntos de vertido ilegal y restaurar vertederos legales clausurados, no en todos los casos se ha conseguido que estas obras mantengan su integridad, afectadas por revegetaciones fallidas y fenómenos de erosión que facilitan la entrada de aguas de lluvia en la masa de residuos e incluso la exposición directa de los mismos. La consecuencia inmediata es la generación de lixiviados que se infiltran en el subsuelo afectando a la calidad de las aguas subterráneas y de superficie. En buena medida, la razón de la fragilidad de estas restauraciones radica en la utilización de materiales de cobertera de malas propiedades hidráulicas y poco favorecedores para servir de soporte a una mínima cubierta vegetal. Los resultados de integración paisajística no han sido, en general, mejores.

4.2.6. Restauración ecológica de ecosistemas dunares

Las particulares condiciones biofísicas de los ecosistemas dunares condicionan la estrategia de restauración. Las dunas son, por definición, ecosistemas de gran dinamismo geomorfológico.

Las dunas litorales se diferencian de las que se forman en los desiertos en la limitación espacial a la franja arenosa de las playas y la fuerte dependencia de la dinámica litoral. La dirección del viento que incide sobre la playa es también un factor determinante, en la medida que determina la longitud del recorrido sobre la playa seca y su capacidad erosiva.

Además, las dunas litorales, a causa del flujo limitado de arena, necesitan del concurso de una planta capaz de actuar como elemento físico que propicie la formación de turbulencias que motiven la deposición de la arena en movimiento. Cabe distinguir entre (1) acumulaciones de arena a sotavento de vegetación anual, como puede ser *Cakile marítima*, y que son, por tanto, efímeras, (2) la formación de nebkas (acumulaciones a sotavento) más estables que, por coalescencia, pueden dar lugar a dunas incipientes, y (3) las antedunas o dunas primarias, también llamadas dunas blancas, en contraposición a las dunas grises o estabilizadas, que pueden tener diversos grados de movilidad y tener una mayor complejidad morfológica, alcanzando los 30m de altura (Davison-Arnott, 2010).

El efecto de la vegetación sobre el flujo de viento en las dunas embrionarias depende de la forma de la planta, así como de su altura, cobertura y flexibilidad.

En Baleares y la península ibérica el barrón (*Ammophila arenaria*) tiene una mayor relevancia en la formación de dunas en la medida que es más alta que otras plantas, retiene mejor la arena y soporta el enterramiento, de forma que crece con la duna. Así, cuando los tallos de esta gramínea rizomatosa crecen a poca distancia, se forman dunas más o menos continuas (Hart et al., 2012). Cuando crecen en menor densidad, forman relieves de mayor diversidad, con montículos separados (Hesp, 2002). Esta es la razón de la fuerte dependencia de las dunas primarias con el barrón. De hecho, no existen imágenes históricas de dunas móviles de mayor desarrollo en la costa peninsular sin la presencia, generalmente exclusiva, del barrón. En Canarias el rol del barrón es ejercido por el arbusto *Traganum moquinii* (Gracia et al., 2009). Esta especie, a diferencia del barrón, no forma cordones continuos sino montículos aislados.

Las dunas son puntos calientes de biodiversidad y, lógicamente, figuran como hábitats prioritarios. No obstante, hoy día la función más relevante de las dunas es su mayor capacidad de disipar la energía del oleaje en temporales y el hecho de ser reservas estratégicas de arena frente a los procesos de elevación del nivel del mar asociados al cambio climático. Las dunas son, por tanto, un elemento básico en toda estrategia de adaptación del litoral a los efectos del cambio climático.

La desaparición de los hábitats dunares por urbanización ha sido un proceso histórico muy relevante. Las cifras sobre la degradación de estos ecosistemas son verdaderamente alarmantes. Según un informe publicado en pleno auge inmobiliario (Greenpeace, 2005), aproximadamente un tercio del primer kilómetro de litoral mediterráneo se encontraba urbanizado. Este porcentaje llegaba en Melilla, Málaga y Barcelona a más del 50%.

En España la expansión de especies exóticas es particularmente relevante, con especies como *Carpobrotus edulis*, *Carpobrotus acinaciformis*, *Acacia spp.*, *Cortaderia spp.*, entre otras (RD 630/2013, de 2 de agosto).

Finalmente, la elevación del nivel del mar, asociada al cambio climático, comporta un factor de riesgo importante, con tasas que oscilan entre 25 cm y 1 m de regresión de playa por cada centímetro de elevación (Climate Change, 2007. Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability).

El origen de las intervenciones en dunas litorales se remonta a principios del siglo XX y su objetivo era precisamente la fijación de dunas móviles. Estos proyectos tienen como objetivo general la construcción de dunas, aunque no siempre siguiendo los principios de la restauración ecológica. Se pueden agrupar en cuatro tipologías:

1. Interfase paisajística entre paseos marítimos y aparcamientos con las playas.
2. Restauración del litoral afectado por temporales.
3. Adaptación al cambio climático.
4. Proyectos propiamente de restauración ecológica.

En cuanto a la ejecución de los proyectos de restauración de ecosistemas dunares, tanto el Artículo III de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, como el 221 del RD 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, establecen que las obras de creación, regeneración y recuperación de playas son de interés general y, por tanto, competencia de la Administración del Estado. Además, el artículo 29 del Reglamento General de Costas establece que en los terrenos en situación de regresión grave, la AGE podrá realizar actuaciones de protección, conservación o restauración. En la medida de que las dunas forman parte del dominio público marítimo-terrestre estatal, cualquier intervención que en ellas se realice, debe contar con el título correspondiente, otorgado por la Administración y regulado por la Ley de Costas.

El elevado nivel de degradación de los sistemas dunares justifica su restauración como medida necesaria para garantizar la mera supervivencia de estos espacios y de las especies que los integran. No obstante, se ha hecho patente la importancia de los servicios que pueden proporcionar sistemas dunares funcionales, particularmente su capacidad para regular las perturbaciones, infiltrar agua de lluvia y su valor recreativo y estético. Por ejemplo, se ha estimado que los servicios ecológicos sin mercado proporcionados por una hectárea de playa o duna en Cataluña ascendían a 104.146 € ha/año en 2004 (Brenner, 2010).

Hay que señalar, en este sentido, que ya existe desde 2007 un Manual de Restauración de Dunas Costeras (MMA, 2007) en el que se desarrollan técnicas de restauración para estos ecosistemas.

4.2.7. Restauración ecológica de ríos

La restauración fluvial en España ha experimentado un fuerte impulso en las dos últimas décadas, en un inicio se concentró en las riberas, apoyándose en técnicas de revegetación, y posteriormente las intervenciones fueron progresando gradualmente hacia la restauración hidromorfológica de tramos completos de río. El caudal, los sedimentos y la eliminación de obstáculos juegan un papel primordial en esta restauración. Por el contrario, todavía no se ha abordado la restauración de ramblas, ni de cursos de agua efímeros, en general.

La Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR), lanzada por el Ministerio de Medio Ambiente en 2006, ha consolidado estos avances en restauración fluvial al constituir un marco de debate y trabajo y al financiar algunos proyectos. También es muy destacable la evolución de una figura normativa clave, el Dominio Público Hidráulico (DPH), que se convierte en un marco espacial regulado de actuación. Además, se ha asistido a una internacionalización de la restauración fluvial a través de grupos científicos y técnicos de trabajo que han cuajado en la fundación en 2009 del Centro Ibérico de Restauración Fluvial (CIREF), que forma parte del Centro Europeo de Restauración Fluvial (ECRR) y está asociado a la organización Wetlands International.

Los principios y objetivos de la restauración fluvial son muy diversos, de acuerdo con la complejidad y diversidad de los cursos fluviales. Se enfocan principalmente hacia la recuperación de caudales naturales y funcionales, de la continuidad longitudinal, del territorio fluvial, de la funcionalidad de las llanuras de inundación, de los caudales sólidos, de los procesos y morfologías y de las riberas.

La restauración fluvial básica es hidrogeomorfológica y pretende que el conjunto del río se recupere a través de procesos naturales (caudales, aportes de sedimentos y crecidas). En la mayoría de los casos esta auto-recuperación es imposible, ya que no se pueden eliminar todas las presiones, de manera que se opta por la reactivación de solo algunos procesos y funciones más importantes, o la mejora concreta de hábitats o del estado de algunas especies. En estos casos no habría que hablar de restauración sino de rehabilitación, como se está haciendo de forma creciente en otros países. Cabe tener en cuenta que, para restaurar, es necesario el cese de la presión antrópica o bien su redireccionamiento hacia procesos de menor impacto.

Un condicionante claro para la restauración fluvial es el régimen de propiedad, ya que en muchos ríos el dominio público hidráulico no está deslindado y ha sido ocupado por particulares, siendo la intervención más difícil en espacios de titularidad privada.

La mayoría de los proyectos de restauración de entornos fluviales ejecutados recientemente se han dedicado a la revegetación de espacios ribereños y a la protección de márgenes mediante el uso de bioingeniería, especialmente en ámbitos urbanos y periurbanos. Estos proyectos no son realmente proyectos de restauración ecológica, ya que plantean solo algunas mejoras funcionales y/o estéticas, integrándose, en muchos casos, en la construcción de parques urbano-fluviales.

En los últimos 15 años, se ha incorporado una mayor diversidad de acciones, incluyendo algunas que responderían más estrictamente al concepto de restauración ecológica. Por ejemplo, en estos años se han derribado más de 200 presas y azudes, especialmente en las cuencas del Duero, Tajo, Cantábrico y País Vasco. Con estas acciones se ha logrado recuperar la conectividad longitudinal de muchos tramos fluviales. En otros muchos casos, no se ha procedido al derribo, sino a la instalación de estructuras para el paso de peces, un objetivo más concreto y menos ambicioso, que no siempre ha proporcionado resultados aceptables.

Paralelamente, comienza a practicarse por parte de las Confederaciones Hidrográficas la eliminación o retanqueo de diques para dar mayor espacio al río.

En estos años, se han seguido ejecutando proyectos de creación de hábitats, como los proyectos de mejora para el visón europeo, en el Sur de Navarra.

En este sentido, cabe destacar Guía Metodológica para la elaboración de Proyectos de Restauración de Ríos elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente (González de Tanago y García de Jalón, 2008).

4.2.8. Restauración ecológica de humedales

Los humedales son hábitats que tardan milenios en estabilizarse siguiendo procesos naturales. Durante el proceso de desarrollo del humedal, multitud de especies de todo tipo harán uso temporal o permanentemente de este sistema. Las interacciones entre los organismos que lo colonizan y se establecen en él, y entre estos organismos y el medio abiótico, definen el funcionamiento del sistema y permiten que se perpetúe en el tiempo.

Algunos de los múltiples servicios que los humedales proveen a la sociedad son: a) la fijación de carbono, gracias a una elevada producción y una descomposición sumamente lenta, b) el control de inundaciones, debido a su capacidad para almacenar agua y reducir la energía de los ríos tras las tormentas, y c) la producción de alimentos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y aves. Otras muchas funciones ofrecen servicios indirectos para nuestra sociedad, como la descomposición de la materia orgánica.

La cantidad de especies, funciones y servicios que puede ofrecer un humedal restaurado es altamente impredecible y no debe estar restringida a una visión limitada de los servicios que hoy se entienden como tales, poniendo en riesgo otros servicios que puedan ser identificados en el futuro como esenciales para la sociedad. Actuar con esta visión holística de la restauración es un seguro frente a los grandes cambios que

el planeta sufre actualmente. Por ejemplo, hasta hace poco no se consideraba que las marismas mareales proporcionarían más beneficios que la pesca o caza. Recientemente, se ha descubierto que, además, protegen las propiedades que se encuentran tierra adentro. En humedales costeros, un incremento del 10% de la continuidad superficial del humedal incrementa de tres a cinco el número de propiedades protegidas y supone un incremento del 5% de la rugosidad de la vegetación (normalmente asociada a la presencia de especies leñosas de mayor porte), duplicando el número de propiedades protegidas en caso de tormentas (Gedan et al., 2011; Arkema et al., 2013). Como consecuencia de esto, el valor económico de las propiedades en zonas más protegidas está incrementado en zonas costeras de Estados Unidos. A escala global, pese a que las aguas superficiales cubren apenas el 1,5% de la superficie terrestre, proporcionan el 40% de los servicios renovables (Zedler, 2000).

De forma similar, recientemente se ha cuantificado cuanto **carbono** son capaces de acumular los humedales. Aunque cubren una superficie mucho menor que los bosques, tienen una capacidad mucho mayor para acumular carbono a largo plazo. Esto se debe a su elevada productividad y a que sus condiciones anóxicas no permiten la rápida liberación de CO₂ a la atmósfera (Mitsch et al., 2012). Considerando las medidas para reducir la huella de carbono, la restauración de humedales representa una opción útil para reducir las emisiones a largo plazo.

El **control de inundaciones** es otro de los beneficios que algunos humedales restaurados pueden proporcionar. Atendiendo a la Directiva Europea 2007/60/CE relativa a la Evaluación y Gestión de los riesgos de inundación y el Real Decreto 903/2010 que la traspone, la restauración de humedales con fines de regulación hidrológica debe ser financiada, a través de los planes de gestión de riesgo de inundación.

La restauración con fines de regulación hidrológica debería ser tenida en cuenta dentro de los Planes Hidrológicos de Cuenca e incluso dentro del planeamiento urbanístico. Los humedales restaurados también se han demostrado enormemente eficientes en la reducción de los nutrientes agrícolas y urbanos que llegan a los ríos y lagos. En este sentido, más allá de usarlos como meros filtros verdes, lo que podría convertirlos en humedales eutróficos y poco funcionales, se trata de comprender su funcionamiento y determinar la máxima carga de nutrientes que pueden metabolizar.

Los proyectos de restauración de humedales que se ha llevado a cabo en España han seguido, de manera general, muchos de los principios básicos de la restauración ecológica, como el uso de especies autóctonas, la identificación de ecosistemas de referencia locales, la recuperación de la dinámica hidrológica o el refuerzo de las poblaciones de especies amenazadas.

También destaca que en pocos casos la restauración ha sido implementada a una escala paisajística, pudiendo así corregir muchos de los problemas que afectan a los humedales, como la contaminación agrícola. Este es probablemente uno de los aspectos cruciales de la restauración de humedales.

A nivel nacional se observa que, a pesar de la cantidad de proyectos de restauración ejecutados, la superficie restaurada es aun extraordinariamente pequeña (probablemente algo más de 6.000 ha), comparada con el total de humedales desaparecidos, estimado en un 58% (aproximadamente 700.000 ha) para todo el país (Mediterranean Wetlands Observatory, 2012). Por ello, aun incluyendo dentro del concepto de humedal, marismas de agua dulce y salada, lagunas someras, zonas inundables, charcas temporales y permanentes, pantanos naturales y turberas, la superficie restaurada se encuentra probablemente muy por debajo del objetivo del 15% requerido por la Comisión Europea y la Convención sobre la Diversidad Biológica para 2020.

La inversión realizada en la restauración de humedales es relativamente modesta. Se puede estimar esta cifra en más de 600 millones de euros, más de la mitad de los cuales se concentrarían en la recuperación de la zona afectada por los vertidos de la mina de Aznalcóllar, en el entorno del Parque Nacional de Doñana. La inmensa mayoría de los proyectos han estado financiados por fondos LIFE, con importante participación de Administraciones Públicas estatales, autonómicas, provinciales y municipales. En este listado, destacan las comunidades autónomas de Andalucía y Cataluña, en cuanto a área e inversión.

Tras la aprobación del Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales en el año 1999, se solicitó a las comunidades autónomas la redacción de planes propios para conservar y restaurar humedales. Sin embargo, sólo Andalucía desarrolló un plan que claramente aborda la necesidad de restaurar humedales, con una estrategia breve pero bien estructurada en el denominado Programa Sectorial de Restauración. La Comunidad de Madrid está elaborando el Plan Integral de Conservación y Restauración de los Ríos y Humedales de la Comunidad de Madrid, que dará lugar a dos documentos con alcance diferente (teniendo en cuenta las competencias en la materia): Plan de Actuación sobre los humedales catalogados de la Comunidad de Madrid (completado con un nuevo inventario de zonas húmedas de la región) y Estrategia de recuperación y conservación de los ríos de la Comunidad de Madrid.

No existe una lista de criterios o directrices basados en el conocimiento científico actual que regule los proyectos de restauración de humedales. Tampoco existe un estándar de evolución y monitoreo del proceso de recuperación. En la mayoría de los casos, el seguimiento acaba cuando acaba la financiación, lo cual suele suceder a los cuatro o cinco años. Dado que los humedales pueden tardar décadas o incluso siglos en recuperarse (Moreno-Mateos et al., 2012), los resultados a los cinco años son poco informativos para evaluar si el humedal se está recuperando.

En general, las obras se realizan en una sola intervención, lo que impide la resolución de problemas posteriores comprometiendo el éxito de la restauración. En este sentido, la restauración de humedales no suele ser el proceso gradual y adaptativo, ejecutado a lo largo de un periodo largo de tiempo y ajustado a las características únicas del humedal, que sería recomendable (Zedler, 2000; Zedler & Kercher, 2005).

4.2.9. La restauración en el ámbito marino

La restauración ecológica del medio marino implica una profunda comprensión de las interacciones biológicas y ambientales del sistema y actualmente se encuentra en una fase germinal. Además, hay que tener en cuenta que la restauración en general y en el medio marino en particular, debe incluir medidas pasivas o indirectas de gestión y considerar que, aquellos espacios marinos que no estén sometidos a un fuerte impacto, a menudo pueden recuperarse de forma natural, sin intervención humana. La restauración ecológica se contempla en todas las opciones de gestión del litoral y estrategias para la protección de la costa.

Algunas de las causas que llevan a plantear un programa de restauración del ecosistema marino son:

- Existencia de zonas en las que, por causas antrópicas, ha desaparecido la especie, hábitat o biocenosis marina y el área se encuentra alejada de sistemas donantes potenciales.
- Necesidad de favorecer la aceleración de la recolonización de especies en localidades donde ya está ocurriendo, pero a un ritmo lento.
- Intención de favorecer el aumento de la diversidad de especies en localidades donde históricamente existía dicha diversidad.

En el ambiente marino se entiende que una adecuada restauración necesariamente pasará por:

- Entender la biología y ecología de las especies clave del ecosistema, de sus patrones de reproducción, factores que controlan su abundancia y distribución, requerimientos de hábitat, etc.
- Entender los patrones hidrogeomorfológicos de la zona de estudio, la distribución, frecuencia e intensidad de las corrientes.
- Caracterizar la magnitud de las alteraciones generadas en las estructuras o procesos biofísicos esenciales del hábitat.

En este sentido, las carencias de conocimiento sobre muchos de estos aspectos son un limitante de primer orden.

Entre las experiencias de restauración de ecosistemas marinos cabe destacar los proyectos de restauración de las praderas de fanerógamas marinas que se han llevado a cabo en varios lugares, sobre todo en EE.UU. y Australia. Estos programas incluyen desde acciones dirigidas a una mejora de las condiciones ambientales (mejora de la calidad del agua, por ejemplo) hasta actuaciones directas de siembra o trasplante. Sin embargo, solo el 30% de los programas de trasplante y de restauración llevados a cabo en todo el mundo han tenido éxito. En España, se han llevado a cabo estudios experimentales de trasplante de rizomas de *Posidonia oceanica* en “mata muerta” con tasas de supervivencia del 70% tras tres años de la experiencia. Igualmente, se han realizado algunas experiencias de trasplante de *Cymodocea nodosa* (Punta Entinas y Seadales de Canarias). Por lo tanto, todos los programas de restauración deben ir precedidas de un análisis exhaustivo sobre su viabilidad y probabilidad de éxito.

Respecto a la instalación de arrecifes artificiales en el mar, ésta puede ir dirigida a diversos fines, que van desde los turísticos o recreativos, la necesidad de proteger determinados hábitats frente a la pesca de arrastre, hasta aquellos que persiguen la recolonización en una zona concreta de especies que localmente han desaparecido o están en declive. En algunos casos la finalidad puede ser incluso múltiple. Por lo tanto la instalación de arrecifes artificiales no es una medida de restauración per sé, aunque en algunos casos van dirigidos a la rehabilitación o regeneración de terminados recursos vivos. Sin embargo, si no se instalan adecuadamente, pueden derivar en la modificación de las comunidades biológicas marinas en el entorno donde se han instalado, aspecto éste opuesto al objetivo de la restauración. Teniendo esto en cuenta, su uso en proyectos de restauración debe estudiarse caso por caso, con el apoyo de unos criterios comunes que minimicen los potenciales impactos y aseguren la compatibilidad de la actuación con la conservación del medio marino, y con los objetivos ambientales de las estrategias marinas.

4.3. LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS Y EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

4.3.1. Introducción

Los servicios de los ecosistemas se suelen definir como las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011). Tienen el potencial añadido de favorecer la fijación de población en el territorio.

En general, la intensa explotación y consecuente degradación de los ecosistemas por el ser humano animó a desarrollar el concepto de servicios de los ecosistemas, ecosistémicos o ambientales, como método para sensibilizar a la sociedad poniendo en valor los beneficios que la naturaleza nos ofrece de forma gratuita (Dasgupta, 2001; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Carpenter et al., 2009). De hecho, la cuantificación, en sus diferentes aproximaciones, de los servicios que proporcionan los ecosistemas se está incorporando cada vez más a distintas escalas espaciales y de gestión como medida de planificación de usos del territorio, desarrollo de infraestructuras y contabilidad monetaria (TEEB, 2010; Obst et al., 2016; Quintas-Soriano et al., 2016).

El concepto de servicios de los ecosistemas constituye una herramienta para integrar las perspectivas ecológica, social y económica en la gestión de ecosistemas. Los servicios de los ecosistemas se pueden enfocar, por lo tanto, desde una perspectiva ecológica, económica o social, siendo necesarios los tres enfoques para entender y mejorar su gestión (Oteros-Rozas et al., 2012).

La aproximación ecológica se centra en medir características y funciones biofísicas de los ecosistemas (De Groot et al., 2002), el enfoque económico trata de la estimación de los valores de uso y no-uso de los

ecosistemas en términos monetarios (Wilson & Carpenter, 1999) y el enfoque social se basa en los valores que la sociedad atribuye a cada servicio (Martín-López et al., 2012). En este contexto, surge el concepto de socio-ecosistema (Berkes et al., 2003; Escalera-Reyes y Ruiz-Ballesteros, 2011), que refuerza la idea de la relación interdependiente que la sociedad mantiene con el ecosistema, siendo el ser humano el principal beneficiario de servicios.

La clasificación de los servicios de los ecosistemas (SEs) o su utilización es también una herramienta, un marco útil, para la planificación, ejecución y comprobación de acciones sobre la Infraestructura Verde de un territorio, incluyendo variaciones de la conectividad entre componentes de esta Infraestructura Verde y acciones de restauración. Como todas las clasificaciones de partes de un todo o agrupación de elementos de un conjunto, las clasificaciones de los servicios de los ecosistemas varían según los criterios utilizados para la agrupación de los distintos servicios y, por tanto, del objeto o interés de la clasificación.

Así, es comprensible que en la literatura se encuentren clasificaciones muy diversas. En este sentido es más razonable considerar que los ecosistemas proveen múltiples beneficios a escalas muy diferentes y que pueden contabilizarse a diferentes niveles de integración como así se estructuran y funcionan los ecosistemas. La nomenclatura internacional de SEs (CICES: iniciativa liderada por la Agencia Ambiental Europea denominada “Clasificación común internacional de Servicios de los ecosistemas”) propone para su clasificación una estructura jerárquica con un conjunto de categorías y niveles:

1. **Servicios de abastecimiento:** aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas. Principalmente se refieren a los servicios que se encargan del suministro de materiales y las fuentes de energía proporcionadas por los ecosistemas. Algunos ejemplos son: agua dulce, madera, fibra, recursos genéticos, medicinas, etc.
2. **Servicios de regulación y mantenimiento:** aquellas contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas. Principalmente se refieren a los servicios que se encargan del mantenimiento de las funciones de las estructuras que regulan los ecosistemas. Algunos ejemplos son: regulación climática, regulación de la calidad de aire, regulación hídrica y depuración del agua, control de la erosión y fertilidad del suelo, etc.
3. **Servicios culturales:** aquellas contribuciones intangibles que la población obtiene a través de su experiencia directa con los ecosistemas y su biodiversidad. Algunos ejemplos son: identidad cultural y sentido de pertenencia, sentimiento espiritual y religioso, actividades recreativas y de ecoturismo, educación ambiental, etc.

Recientemente, la AEMA ha publicado una revisión de la clasificación de los SEs que evitan redundancias y solapamientos (Common International Classification of Ecosystem Services CICES. Haines-Young, R. and M.B. Potschin, 2018).

En la propuesta para la nueva PAC (2023-2027) de la Comisión Europea se hace referencia concreta a los servicios de los ecosistemas, mediante los siguientes objetivos específicos (como parte de un conjunto más amplio) con indicadores relacionados:

4. *Contribuir a la atenuación del cambio climático y a la adaptación a sus efectos, así como a la energía sostenible;*
5. *Promover el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales tales como el agua, el suelo y el aire;*
6. *Contribuir a la protección de la biodiversidad, potenciar los servicios ecosistémicos y conservar los hábitats y los paisajes;*

7. *Mejorar la respuesta de la agricultura de la UE a las exigencias sociales en materia de alimentación y salud, en particular en relación con unos productos alimenticios seguros, nutritivos y sostenibles, así como en lo relativo al despilfarro de alimentos y el bienestar de los animales.*

Además, cabe destacar que Plan Estratégico de la PAC que se está desarrollando para España reflejará la ambición del Pacto Verde, la Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2030 y la Estrategia de la granja a la mesa.

Destacan los trabajos realizados en el marco del Grupo de Trabajo MAES de la UE, publicados por la AEMA, y los proyectos de investigación europeos OPENNESS, que traduce los conceptos de servicios de los ecosistemas y capital natural en marcos operativos que proporcionen soluciones prácticas y adaptadas para su integración en la gestión del territorio, del agua y de las zonas urbanas, y en la toma de decisiones. Así como el proyecto OPERAs, que explora cómo y bajo qué condiciones los conceptos de servicios de los ecosistemas y capital natural pueden moverse desde el sector académico hacia su implementación práctica.

A escala estatal, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011), partiendo del Millenium Ecosystem Assessment (MA, 2005) evalúa 22 servicios de los ecosistemas (8 de abastecimiento, 7 de regulación y 7 culturales) a partir de 400 indicadores en 14 tipos operativos de ecosistemas, expresando tendencia en la provisión de estos servicios en las últimas décadas, incluyendo una revisión relevante de estudios y cartografía a escala estatal de los 22 servicios evaluados (<http://www.ecomilenio.es/documentos/informacion-cartografica/mapas-de-servicios>).

Entre sus conclusiones se observa una disminución general de los servicios de abastecimiento tradicionales (excepto en algunos ecosistemas de montaña donde se mantienen) y un aumento general del abastecimiento tecnificado durante las últimas décadas; los servicios de regulación se mantienen en los ecosistemas de la parte del norte peninsular pero disminuyen en la parte sur y en los ecosistemas acuáticos; y se observa un cambio generalizado en la provisión de servicios culturales desde el medio rural al urbano. Todo ello relacionado con los intensos procesos de emigración de la población humana de las zonas de montaña, y el abandono de tierras cultivadas hacia las ciudades, así como la intensa ocupación y degradación de las zonas costeras, entre otros factores. Así, este informe señala que el 45% de los servicios evaluados se ha degradado o se está usando insosteniblemente, siendo los ecosistemas acuáticos epicontinentales, los litorales y los macaronésicos los que han debilitado su flujo de servicios en niveles superiores al 50%, y por tanto su capacidad de generar servicios a la población.

Por otra parte, en los últimos años se han llevado a cabo algunas iniciativas locales y regionales entre las que cabe destacar la Guía metodológica para el cartografiado de los Servicios de los Ecosistemas de Euskadi (Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la UPV/EHU, 2018), la valoración y cartografía de los servicios de los ecosistemas de los bosques catalanes (CREAF, centro de investigación en ecología terrestre y análisis del territorio) o la valoración de los servicios de los ecosistemas en Galicia aplicado a las Reservas de Biosfera (Ferreiro da Costa et al., 2011). A nivel estatal existe el proyecto EME (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España) que ha avanzado en la cartografía de los servicios de los ecosistemas para el conjunto del territorio español, en cumplimiento de España de la Acción 5 de la Estrategia europea de Biodiversidad a 2020. “Los Estados miembros, con asistencia de la Comisión, cartografiarán y evaluarán el estado de los ecosistemas y sus servicios en sus respectivos territorios no más tarde de 2014, calcularán el valor económico de dichos servicios y promoverán la integración de ese valor en los sistemas de contabilidad e información a nivel nacional y europeo no más tarde de 2020.”

En cuanto a la clasificación de los servicios de los ecosistemas, la clasificación CICES (Haines-Young & Potschin, 2013) hace posible un recuento amplio y exhaustivo a distintos niveles de integración y relacionados con las estructuras, procesos y funciones que los generan, por lo que se puede considerar una referencia.

Además, existe la correspondencia entre las distintas clasificaciones de los servicios de los ecosistemas:

ES Type	Spanish NEA	MA	TEEB	CICES
Provisioning services	Crops and Livestock	Food (fodder)	Food	Terrestrial plants and animal foodstuffs
	Aquaculture product			Freshwater plants and animal foodstuffs
	Wild plants and animals	Fresh water	Water	Marine algae and animal foodstuffs
	Domestic water use			Water for human consumption
	Agricultural water use			Water for agricultural use
	Industrial water use			Water for industrial and energy use
	Biotic materials (i.e. timber, pulp, vegetal fibres)	Fibre, timber	Raw Materials	Biotic materials
	Gene pool (Native breeds and varieties, genetic information of biotechnological interest)	Genetic resources	Genetic resources	Biotic Materials (Genetic resources)
	Natural medicines (Active ingredients for traditional medicines and pharmaceutical industry)	Biochemicals	Medicinal resources	Biotic Materials (Medicinal and cosmetic resources)
		Ornamental resources	Ornamental resources	Biotic Materials (Ornamental resources)
Regulating services	Renewable Energy (biomass based and hydropower)			Biomass based energy
	Air quality regulation	Air quality regulation	Air quality regulation	Dilution and sequestration
	Water quality regulation	Water purification and water treatment	Waste treatment (water purification)	Bioremediation
				Dilution and sequestration
				Water quality regulation
	Water regulation	Water regulation	Regulation of water flows	Water flow regulation
	Regulation of natural disturbances		Moderation of extreme events	
	Erosion regulation	Erosion regulation	Erosion prevention	Mass flow regulation (erosion protection)
	Climate regulation	Climate regulation	Climate regulation	Atmospheric regulation
				Air flow regulation
	Soil fertility regulation	Soil formation (supporting service)	Maintenance of soil fertility	Pedogenesis and soil quality regulation
	Pollination	Pollination	Pollination	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection (pollination)
	Biological control	Pest regulation	Biological control	Pest and disease control including alien species
Cultural services		Disease regulation		
		Primary production	Maintenance of life cycles of migratory species (incl. nursery service)	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection
		Nutrient cycling (supporting services)	Maintenance of genetic diversity (especially in gene pool protection)	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection
	Spiritual and religious values	Spiritual and religious values	Spiritual experience	Spiritual
	Aesthetic values	Aesthetic values	Aesthetic information	Aesthetic, Heritage
	Sense of place or cultural identity	Cultural diversity	Inspiration for culture, art and design	Spiritual
				Aesthetic, Heritage
Cultural services	Recreation and ecotourism	Recreation and ecotourism	Recreation and tourism	Recreation and community activities
	Scientific knowledge	Knowledge systems and educational values	Information for cognitive development	Information and knowledge
	Environmental educational			
	Local ecological knowledge			

Figura 3: Ecosystem services correspondence between Spanish NEA (National Ecosystem Assessment), MA (Millennium Ecosystem Assessment), TEEB (The Economy of Ecosystems and Biodiversity) and CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) categories. Spanish National Ecosystem Fact Sheet. MAES (Mapping and Assessment of Ecosystem Services)

4.3.2. Relaciones entre los servicios de los ecosistemas y la Infraestructura Verde, la conectividad y la restauración ecológica

Conocer la interrelación entre la Infraestructura Verde, la conectividad, la biodiversidad, las funciones y los servicios de los ecosistemas es fundamental para la toma de decisiones en ámbitos relacionados con la conservación y gestión del capital natural. Es previsible que el camino por recorrer sea largo, y no sólo por las dificultades que conlleva el identificar y valorar los servicios de los ecosistemas, sino porque los cambios en la Infraestructura Verde (principalmente vía restauración), la conectividad, la biodiversidad, o incluso en otros ecosistemas interrelacionados, pueden generar tanto sinergias como compromisos (incluso irreversibilidad) que no siempre son ni obvias ni conocidas.

Se están comenzando a publicar los primeros estudios para valorar los servicios de los ecosistemas de forma incremental, es decir, considerando los cambios marginales que pueden experimentar como consecuencia de variaciones en el hábitat, por ejemplo cambios de los servicios en función del grado de intensidad de los usos del suelo.

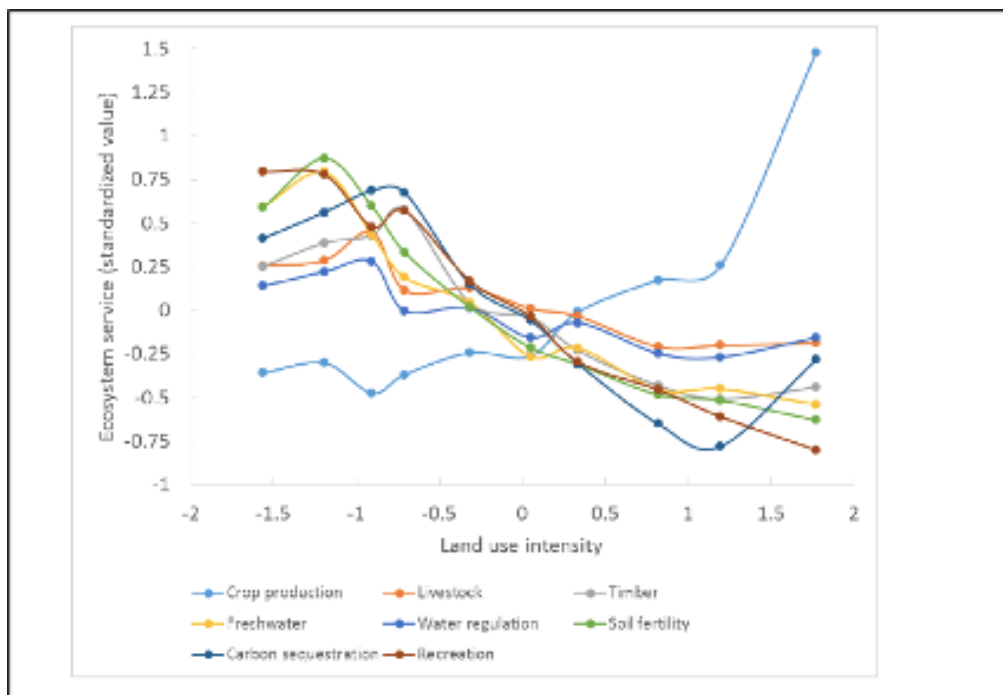


Figura 4: Santos Martín F., Zorrilla-Miras P., Palomo I., Montes C., Benayas J., Maes J. Understanding the synergies and trade-offs of ecosystem services along a gradient of land-use intensity in Spain (2018, Ecosystem Services. Under revision).

Por lo tanto, si se pretenden utilizar los servicios de los ecosistemas y su valoración como base para la toma de decisiones, es preciso adquirir más conocimiento y recopilar más información así como paliar el escaso conocimiento existente sobre el papel de la biodiversidad en la provisión de servicios de los ecosistemas, clave para determinar la resiliencia o la vulnerabilidad de los ecosistemas.

En este sentido, aunque se ha avanzado mucho en los últimos años, sería necesario incrementar el esfuerzo en el conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas en tres sentidos:

1. Identificar y valorar las relaciones entre servicios de los ecosistemas diversos desde perspectivas socio-ecológicas integradas, en vez de perspectivas únicamente sociales o únicamente ecológicas;
2. Tratar de comprender los mecanismos que subyacen en la respuesta de servicios diversos ante un determinado factor generador y los que están presentes en las interacciones entre servicios de los ecosistemas;
3. Dedicar más atención a gestionar las relaciones entre servicios de los ecosistemas, para fortalecer la resiliencia, mejorar la provisión de servicios múltiples y contribuir a evitar cambios catastróficos.

Aunque es conocida la existencia de determinados mecanismos de compensación ante la pérdida de especies, sería necesario contar con un mapa mucho más amplio para alcanzar un conocimiento verdaderamente útil enfocado a la gestión de ecosistemas, y para ello puede ser necesario identificar las especies proveedoras de servicios clave (mediante la elaboración de inventarios funcionales o midiendo la diversidad de atributos funcionales), valorar los factores ambientales clave que influyen en la capacidad de estas especies para proveer servicios y medir la escala espacio-temporal en la que operan proveedores y servicios (Kremen, 2005).

Bennett et al. (2009) proponen una clasificación de las relaciones entre servicios de los ecosistemas basada en los dos mecanismos que las producen:

1. El tipo de efecto (único o múltiple) que producen los factores generadores (incluyendo las mejoras en la Infraestructura Verde y la conectividad) sobre servicios de los ecosistemas diversos, y
2. la interacción (fuerte o débil) entre los propios servicios de los ecosistemas.

Si un determinado factor genera efectos múltiples y de sustitución sobre varios servicios entre los que no hay interacción, puede que la mejor forma de gestionar la situación sea actuando sobre el factor; si por el contrario existe interacción, es posible que la actuación sobre el factor sea insuficiente para minimizar los efectos de sustitución. Por tanto, es necesario conocer ambas dimensiones para tomar decisiones de gestión acertadas.

En la medida en que el concepto de servicio ecosistémico permite relacionar el funcionamiento y estructura de los ecosistemas con el bienestar humano (Balvanera & Cotlet 2007), su evaluación y priorización puede ser un instrumento clave para integrar la gestión de los ecosistemas y su restauración en las políticas de mejora de la calidad de vida y, dentro de ellas, en la ordenación del territorio. La evaluación de los servicios de los ecosistemas derivados de las alternativas de gestión y de restauración de los mismos (Bautista et al., 2010; Papanastasis et al., 2015) ofrece un procedimiento para analizar beneficios múltiples, efectos antagónicos, coste-efectividad y, por lo tanto, herramientas de priorización y optimización de las inversiones en restauración ecológica. Por otra parte, la restauración ecológica es un instrumento clave para aumentar la provisión de servicios de los ecosistemas y recuperar la biodiversidad (Bullock et al., 2011).

La valorización de los servicios de los ecosistemas podría ser una vía para poner en práctica los objetivos globales de restauración ecológica. Las opciones de pago por los servicios de los ecosistemas es una de las vías que se consideran para financiar los proyectos de restauración ecológica (Farley et al., 2010). Existen varias iniciativas en esta línea: el programa de Naciones Unidas Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD, <http://www.un-redd.org/AboutUN-REDDProgramme/tabid/102613/Default.aspx>), el ambicioso programa chino de recuperación de tierras degradadas Grain to Green, en el que los agricultores reciben pagos para convertir cultivos en vertientes en bosques o pastos (Chen X. et al., 2009), el programa de forestación de tierras agrícolas de la Política Agraria Común de la Unión Europea, el Mecanismo de Desarrollo Limpio desarrollado por el Protocolo de Kioto, etc.

Por otra parte, hay que considerar que los ecosistemas producen múltiples servicios, pero generalmente no es posible gestionarlos para maximizarlos todos simultáneamente, por lo que pueden aparecer efectos antagónicos entre servicios y generar conflictos de interés (King et al., 2015). Las relaciones entre restauración, provisión de SEs y mejora de la biodiversidad, no son lineales y pueden tener efectos divergentes según los SEs que se consideren y, además, pueden ser valorados de forma diferente por los agentes sociales según sus condicionantes socio-económicos y culturales.

Por lo tanto, los análisis científicos de las consecuencias de la gestión/restauración en la provisión de SEs deben contrastarse con los intereses de la población, a las diferentes escalas de gestión. La multiplicidad de intereses que pueden existir entre los actores sociales en la valoración y priorización de los SEs se deben abordar a través de procesos participativos en los que sea posible consensuar las opciones de máximo beneficio común e identificar los actores sociales más vulnerables a la pérdida de SEs específicos (Quétier et al., 2007).

Los análisis multicriterio permiten priorizar las alternativas de gestión/ restauración en función de la provisión de SE, aunque la ponderación de los diferentes SEs debe integrar la información científica de las consecuencias de las alternativas de gestión con los intereses de los agentes sociales (King et al., 2015). Una aproximación integradora requiere del análisis multi-escala y multi-agente social (Reyers et al., 2009). No obstante, los procesos de información y participación pública están muy poco considerados en la práctica, limitándose en muchos casos a reuniones y consultas sin capacidad de decisión alguna (WWF, 2016). Los procesos de participación se deben considerar desde el inicio y a través de todo el proceso, incorporando sistemáticamente la participación de los agentes sociales relevantes, de manera que los conocimientos científicos y locales se puedan integrar para evaluar alternativas de gestión del territorio y de los SE. El proyecto europeo PRACTICE (<http://practice-netweb.eu/>) desarrolló estos principios para la evaluación participativa de proyectos de restauración en diferentes condiciones socioeconómicas y biofísicas de cuatro continentes (Rojo et al., 2012). La metodología de planificación participativa de escenarios es muy adecuada en procesos de evaluación de la opinión pública para la toma de decisiones sobre la gestión del territorio, particularmente a partir de la consideración de los servicios de los ecosistemas (Otero-Rozas et al., 2015).

4.3.3. Evaluación y cartografía de servicios de los ecosistemas

Existen diversos métodos para evaluar la provisión de servicios de los ecosistemas, desde técnicas derivadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e imágenes de satélite (Kreuter et al., 2001; Konarska et al., 2002; Chen N. et al., 2009), modelización a partir de bases de datos (Viglizzo & Frank, 2006; Tianhong et al., 2010; Nelson et al., 2009; Goldstein et al., 2012) y de trabajo de campo (Raudsepp-Hearne et al., 2010; Felipe-Lucia et al., 2014a; Martín-López et al., 2012). El uso de cada método es un tema todavía discutido (Fischer y Turner, 2007) ya que depende de la escala de trabajo necesaria y los objetivos del estudio. En general, se recomienda la toma directa de datos para estudios a escala local (Mitchell et al., 2013; Felipe-Lucia et al., 2014a; Grossman et al., 2016), mientras que, a mayores escalas, la información de bases de datos, técnicas de modelización y SIG resultan más efectivas. Éste es el enfoque y la experiencia seguidos a escala europea por MAES (Maes et al., 2014).

La iniciativa MAES (Mapping and assessment of ecosystems and their services in the EU; <http://biodiversity.europa.eu/maes>) de la Comisión Europea está orientada a mejorar el conocimiento y el mapeado de los ecosistemas y sus servicios en la UE, proveyendo herramientas útiles para la toma de decisiones en relación con la conservación de la biodiversidad.

La Agencia Europea de Medio Ambiente en su informe sobre el Análisis Espacial de la Infraestructura Verde en Europa (AEMA, 2014) ha desarrollado una propuesta metodológica para la definición espacial de una Infraestructura Verde europea. Este desarrollo metodológico también puede encontrarse en Liqueste et al. (2015).

La metodología propuesta por la AEMA tiene dos entradas:

1. Evaluación y mapeo de áreas con una buena capacidad para proveer servicios de regulación. En este caso ocho servicios de los ecosistemas (regulación de la calidad del aire, protección frente a la erosión, regulación de los flujos de agua, purificación del agua, protección costera, polinización, mantenimiento de la estructura y calidad del suelo y almacenamiento de carbono).
2. Identificación de hábitats clave para la conservación de la biodiversidad y el análisis de conectividad entre ellos. Para el análisis de conectividad se sugiere la identificación de especies clave para la conservación que requieran de conexión entre sus metapoblaciones. En el estudio se seleccionaron grandes mamíferos.

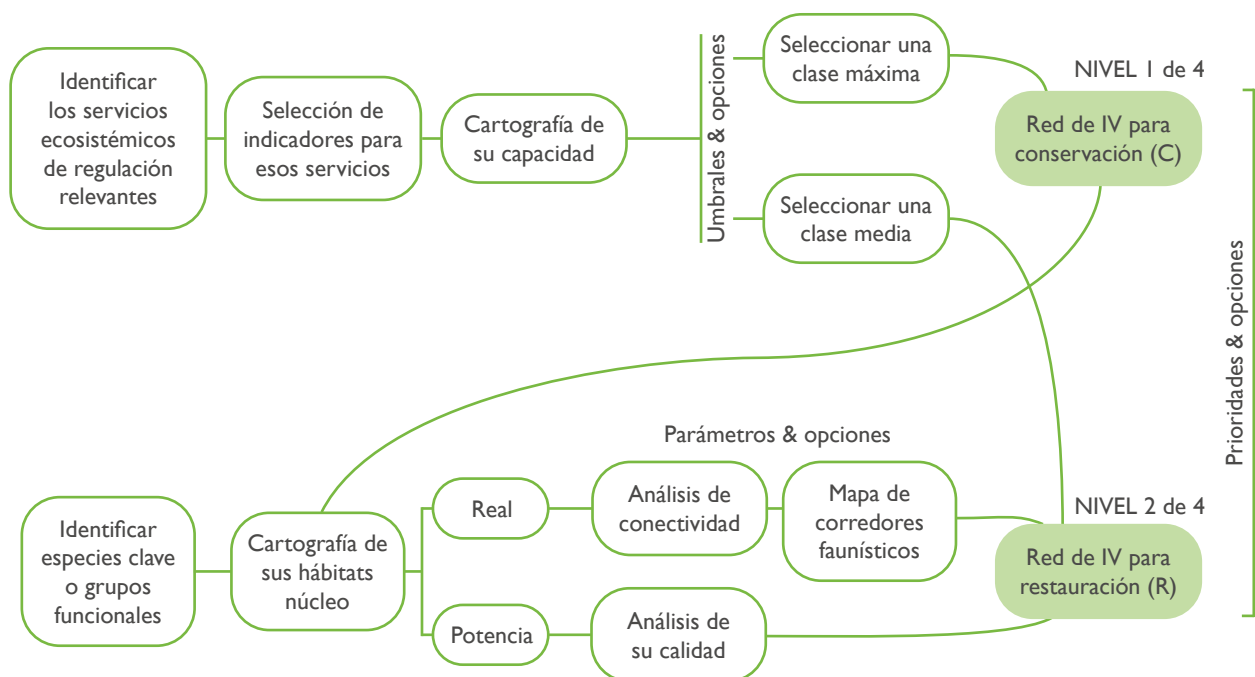


Figura 5: Esquema de trabajo propuesta por la AEMA para el Análisis Espacial de la IV en Europa (AEMA, 2014).

El objetivo consiste en cartografiar la Infraestructura Verde de la UE diferenciando dos tipos de zonas que deberán seguir políticas de gestión y actuación diferentes:

1. **Zonas de Infraestructura Verde para conservación ('C')**, que comprende las áreas que proporcionan funciones ecológicas clave, tanto para la fauna como para el bienestar humano. Se debe priorizar la conservación a fin de mantener la conectividad de los hábitats naturales y semi-naturales.
2. **Zonas de Infraestructura Verde para la restauración ('R')**, que comprende los espacios que todavía proporcionan funciones ecológicas importantes, pero su capacidad podría mejorarse con algún tipo de restauración. La mejora e inclusión de estos elementos a las zonas de Infraestructura Verde para la conservación 'C' aumentaría la resiliencia ecológica y social de toda la red.

En la Figura 6 se observa cómo la Estrategia de Biodiversidad quedaría diseñada en tres grandes zonas, según su estado de conservación e intensidad de usos del suelo.

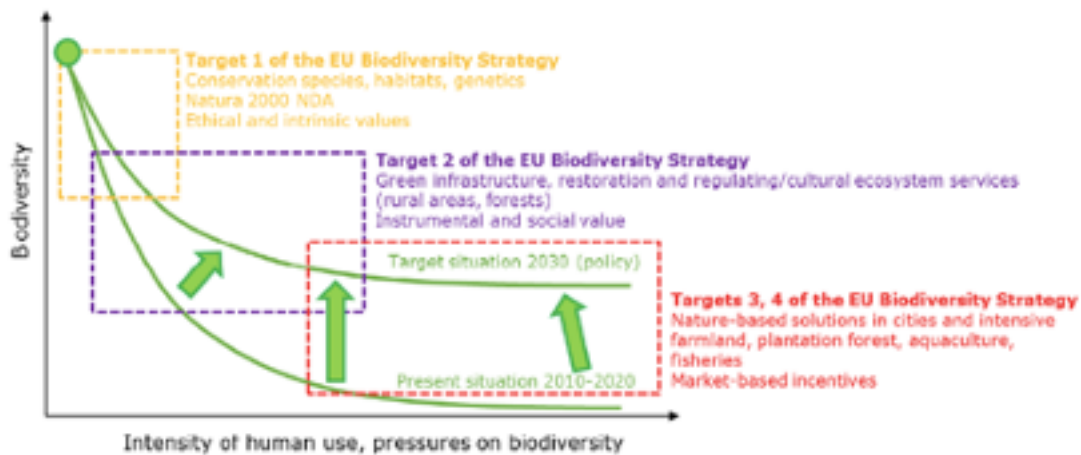


Figura 6: Maes J. 2019. Shaping an EU wide ecosystem assessment. Oral presentation (European Commission).

Por otra parte, los servicios de los ecosistemas tienen una componente asociada a la estructura (composición, biodiversidad) y función del ecosistema, y una componente espacial que incluye los flujos de materia y energía a través de paisajes más o menos complejos, así como en la propagación de perturbaciones. La gestión del territorio debería tomar en consideración cómo optimizar los servicios de los ecosistemas (incluyendo la reducción de riesgos naturales como incendios, inundaciones).

Por lo tanto, la identificación y la evaluación de los servicios de los ecosistemas (SEs), es una herramienta fundamental para la gestión territorial y para la orientación y priorización de la restauración ecológica y el desarrollo de la Infraestructura Verde ya que constituye un elemento para:

- Orientar la toma de decisiones para la planificación.
- Informar sobre los beneficios de la conservación de la biodiversidad.
- Identificar a actores involucrados o afectados por las decisiones de manejo o uso de la tierra.

Tal y como ponen de manifiesto publicaciones recientes (IEEP, 2014), las áreas protegidas resultan esenciales en los servicios de los ecosistemas que proveen a la sociedad, no sólo en su ámbito geográfico sino mucho más allá de sus límites administrativos (abastecimiento de agua a grandes áreas metropolitanas, control de la erosión, los riesgos de inundación y los balances sedimentarios a escala de cuenca, mitigación del cambio climático y absorción de CO₂, etc.).

Sin embargo, el desarrollo de una Infraestructura Verde, como ya se ha comentado, va más allá de los espacios protegidos al incorporar los conceptos de permeabilidad del territorio, restauración, provisión y mantenimiento de servicios de los ecosistemas. En este sentido, hay que tener en cuenta los ecosistemas situados fuera de los espacios protegidos e identificar su importancia en los procesos ecológicos y en la prestación de servicios.

Se muestra a continuación una figura explicativa (Figura 7) del nivel de sinergias y trade-off entre servicios dentro y fuera de áreas protegidas.

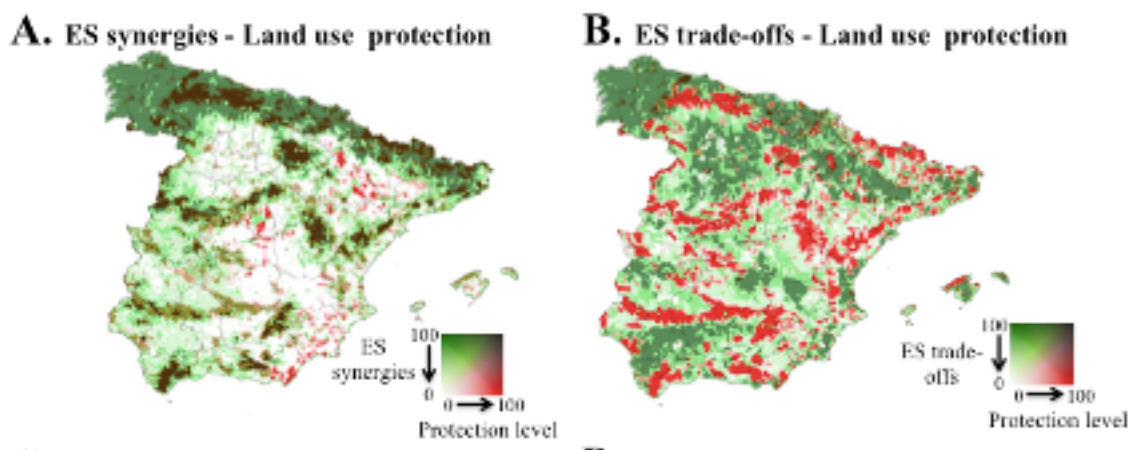


Figura 7: Santos Martín F, Zorrilla-Miras P, Palomo I, Montes C, Benayas J, Maes J Understanding the synergies and trade-offs of ecosystem services along a gradient of land-use intensity in Spain (2018. Ecosystem Services. Under revision).

4.3.4. Los servicios de los ecosistemas en el entorno urbano

La Infraestructura Verde urbana presenta igualmente un carácter multifuncional aportando numerosos servicios ecosistémicos de tipo cultural (ocio, salud, bienestar, aspectos sociales, etc.) y de regulación (regulación térmica, purificación del aire, control de la erosión, etc.), pero menores en los servicios de provisión.

En el desarrollo de la Infraestructura Verde urbana cabe destacar la iniciativa del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz que lleva tiempo trabajando con la multifuncionalidad en medio urbano y ha publicado una relación de los diferentes elementos que forman parte de la Infraestructura Verde con 23 servicios de los ecosistemas. A continuación, se incluye una figura que relaciona elementos de la Infraestructura Verde urbana y los servicios que proporcionan:

	Bosques	Prados y eriales	Zonas húmedas	Conectores fluviales, ríos y arroyos	Setos y riberas	Zonas agrícolas	Vías verdes, ecoductos y ecopuentes	Parques periurbanos	Arbolado urbano	Parques y zonas verdes públicas	Zonas verdes privadas y patios interiores	Zonas verdes deportivas	Estanques y balsas de inundación	Ríos, arroyos y sistemas de drenaje urbanos	Jardines y huertos comunitarios	Cementerios	Cubiertas, muros y fachadas verdes	Infraestructura de transporte público	Paseos peatonales y ciclistas	Plazas y zonas públicas abiertas	Edificios verdes
1	**	*	**	**	**	*		*	*	*	*	*		**	*						
2			**	**				*	*	*	*	*		**	*						
3	**	*	**	**	**	*		*	*	*	*	*		*	*						
4	*				*			*	*	*	*	*			*	*	*				
5				**	**		*		*					*							
6	**	*	*	*	**	*	*	**	**	**	*	*			*	*					
7							*											**	**		
8																					**
9									*	*	*	*					*				
10	**	**	**	**	**	*	*	**	*	*	*	*		*	*	*	*			*	*
11	**	**	**	**	**	**	*	**	*	*	*	*		*	*	*	*			*	*
12	**	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	*		*	*	*	*			*	*
13	**	*	**	**	*			*					**	*	*	*	*			*	*
14	**	*	**	**	*			*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*
15	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*
16	**	*			**			*	*	*	*	*		*	*	*	*				
17	**	*	**	**	**	*		**	*	**	*	*	*	*	*	*	*				
18	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		**	**	
19	**		*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
20	**	*	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
21	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
22	**	**	**	**	**	**	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*
23							*							*	*	*					

CEA

CONTRIBUCIÓN A LA FUNCIÓN ** ALTA * MEDIA

Figura 8: Beneficios de la Infraestructura Verde en función de los elementos que la componen (CEA Vitoria).

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

1. Prevención de inundaciones, regulación de escorrentías.
2. Reducción de los riesgos derivados de las inundaciones, regulación de avenidas.
3. Incremento de la recarga de agua de los acuíferos.
4. Regulación térmica y disminución de las islas urbanas de calor.
5. Mejora de la permeabilidad ecológica -movimiento y refugio de especies ante condiciones climáticas extremas mediante la creación de redes ecológicas.

MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

6. Incremento de secuestro de carbono (efecto sumidero).
7. Reducción de emisiones de carbono provenientes de los vehículos motorizados por el incremento de las infraestructuras de transporte público y movilidad sostenible (paseos, bici carriles...).
8. Generación de fuentes de energía renovable ("edificios verdes").
9. Reducción del consumo de energía (por la atemperación climática por parte del arbolado, fachadas verdes, edificación bioclimática).

MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD

10. Mantenimiento, protección y mejora de los hábitats naturales, la vida silvestre y la biodiversidad.
11. Incremento de la biocapacidad.

MEJORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

12. Mejora de la calidad del aire.
13. Mejora de la calidad del agua (purificación del agua).
14. Reducción de los niveles de ruido.
15. Mejora y mantenimiento de los valores del suelo agrícola (aumento de la fertilidad del suelo).
16. Control de la erosión del suelo.

MEJORA DE LA SALUD Y EL BIENESTAR

17. Mejora de los valores estéticos.
18. Incremento de recursos para la práctica del deporte y el ocio.
19. Incremento de recursos para la contemplación y el bienestar espiritual.
20. Generación de recursos para la formación y la educación.
21. Generación de recursos comunitarios (implicación de la ciudadanía).
22. Incremento de sentimiento de pertenencia e identidad.
23. Agricultura urbana y producción de alimentos de proximidad.

4.3.5. La valoración de los servicios de los ecosistemas y la toma de decisiones

La Estrategia Europea de Biodiversidad 2020 marcaba entre sus objetivos el “Mantenimiento y restauración de los ecosistemas y sus servicios” (Objetivo 2), cuya Acción 5 consistía en “Mejorar el conocimiento de los ecosistemas y los servicios de los ecosistemas en la UE”, y la reciente aprobación de su actualización de aquí a 2030 reitera su importancia mediante la creación de un Plan para la Recuperación de la Naturaleza y una propuesta de recuperar ecosistemas degradados, además de cartografiar y evaluar los ecosistemas y lograr su buen estado, de modo que puedan ofrecer servicios como la regulación climática y del agua, un suelo sano, la polinización o la prevención de catástrofes y protección frente a ellas.

La toma de decisiones públicas, en cuanto que pueda afectar a la conservación de la biodiversidad o los ecosistemas, puede también beneficiarse de contar con información acerca de la valoración para los seres humanos de los servicios de los ecosistemas. Esta valoración puede centrarse en los aspectos físicos de los ecosistemas para recoger así su valor funcional (valoración biofísica), en los aspectos relacionados con la provisión de servicios culturales (valoración sociocultural) o en el equivalente monetario de los servicios percibidos por los seres humanos (valoración económica).

El valor económico de los servicios de los ecosistemas es una representación en unidades monetarias (euros) de los beneficios que los seres humanos obtienen de éstos, tanto valores de uso como de no uso en los elementos que percibimos. Estos valores, agregados adecuadamente, dan lugar al concepto de valor económico total (VET). Los valores de uso (abastecimiento, regulación y culturales) provienen del hecho de que los ecosistemas suministran directa o indirectamente servicios (o proporcionan la opción de suministrarlos), mientras que los valores de no uso (también los culturales) se relacionan con el beneficio que perciben los seres humanos simplemente por saber que el ecosistema, o un elemento de él, existe y que será conservado.

En España han proliferado en las últimas dos décadas diversas publicaciones y estudios sobre la valoración económica de los servicios de los ecosistemas. En nuestro país los esfuerzos de valoración de servicios de los ecosistemas se han aplicado fundamentalmente en espacios naturales protegidos y ecosistemas y servicios específicos.

A nivel nacional se han realizado varios estudios de valoración de los servicios de los ecosistemas. El primero de ellos fue el estudio de “Valoración de los Activos Naturales de España” (VANE) desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (actual MITECO) y el Grupo Tragsa con el objetivo de valorar los activos naturales de un territorio que componen el capital natural y establecer los modelos físicos para valorarlos. Por otro lado, el Tercer Inventario Forestal también realiza una valoración económica de las masas forestales, estimando el valor económico total de la superficie forestal de España en 202.804,1 M €.

Posteriormente, se ha llevado a cabo el estudio de “Valoración económica de los Servicios Suministrados por los Ecosistemas de España” (EMEC) enmarcado conceptual y metodológicamente en el proyecto “La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad” (TEEB en sus siglas en inglés). Inspirado en ideas de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, esta iniciativa tiene como objetivo dar a conocer el valor económico de los servicios de los ecosistemas y proporcionar las herramientas metodológicas necesarias para contabilizar correctamente este valor. Concretamente, este estudio se basa en la identificación de los servicios de los ecosistemas prioritarios para su valoración económica y evaluación bajo las dimensiones biofísica, económica y social, mediante tres técnicas distintas de valoración: mercados, meta-análisis y modelos de elección. Se identifican 12 servicios de los ecosistemas, tres de abastecimiento (1. Alimentos, 2. Agua y 3. Acervo genético) cinco de regulación (4. Regulación climática, 5. Depuración hídrica, 6. Control de la erosión, 7. Control de perturbaciones naturales y 8. Control biológico) y cuatro Culturales (9. Recreativo o turismo, 10. Conocimiento local, 11. Sentimiento espiritual y 12. Disfrute estético), de los que realiza una valoración a nivel global para España.

Según dicho estudio, todos los servicios de los ecosistemas evaluados con modelos de elección resultaron ser relevantes; destacando la calidad del agua y la satisfacción por conservar la biodiversidad, seguidos del

mantenimiento del acervo genético, el conocimiento ecológico local y por último el control de la erosión. Además, según el estudio la valoración con técnicas de mercado de la producción agrícola de España, pone de manifiesto una fuerte polarización entre valor económico y nivel de productividad por una parte y valor natural o ecológico por otra, lo que indica que el actual modelo productivo agrario está mayoritariamente intensificado y no integra la gran potencialidad ecológica de estos territorios. A pesar de todo, existen algunas zonas agrícolas en España con un alto valor económico y ecológico, que representan un claro modelo a estudiar, replicar y extender a otras zonas del territorio.

La valoración económica de los servicios de los ecosistemas y su consideración en la toma de decisiones favorece a un diseño de políticas socioeconómicas y ambientales que contribuyen a un mayor bienestar, con una mayor producción de externalidades positivas y una reducción de las externalidades negativas. Sin embargo, para que la valoración económica sea objetiva, precisa y útil es necesario que se produzcan avances en la valoración de los servicios de los ecosistemas, en su integración en las cuentas nacionales y en la toma de decisiones políticas y económicas.

El resultado final de la valoración económica es una magnitud monetaria que trata de representar la utilidad de los servicios que proporciona un ecosistema. En cierto modo ello se asemeja a las características de los precios a los que se pueden intercambiar mercancías en los mercados, pero con la gran diferencia de que los servicios de los ecosistemas generalmente no se intercambian ni se valoran en los mercados. Este objetivo de querer convertir a magnitudes monetarias servicios que no se intercambian a precios de mercado genera diferentes conflictos, que deben afrontarse de la forma más adecuada posible si se pretende que la valoración económica de los servicios de los ecosistemas sea una herramienta útil para la toma de decisiones. En concreto, los principales conflictos aparecen en tres planos principales: conceptual (el concepto de valor económico no tiene un contenido claro cuando se trata de elementos ambientales), informativo (la información disponible no necesariamente es suficiente para computar un valor adecuado para la toma de decisiones) e instrumental (los métodos de valoración y de agregación disponibles pueden no ser todo lo precisos que sería deseable).

Sin perder de vista estos posibles conflictos, para obtener el valor monetario total (VET) de los servicios de los ecosistemas pueden utilizarse métodos basados en el valor de mercado, en preferencia revelada o en preferencia declarada:

- Los métodos basados en el valor de mercado (principalmente precios de mercado, costes evitados, costes inducidos, coste de reposición y función de producción) se apoyan en datos de precios o costes conocidos del mercado para cuantificar el valor de la aportación de servicios ambientales (vía precios en caso de conservación, vía costes en caso de deterioro).
- Los métodos basados en preferencias reveladas se basan en funciones de demanda, que incluyen entre sus argumentos tanto servicios de los ecosistemas como bienes y servicios producidos en los mercados (precios hedónicos y coste de viaje), lo que permite obtener una estimación del valor de aquéllos en relación (de complementariedad o de sustitución) con los costes o precios de éstos.
- Los métodos basados en preferencias declaradas (modelos de elección y valoración contingente) se apoyan en la valoración que las personas declaran atribuir a los servicios de los ecosistemas.

El valor de mercado y la preferencia revelada pueden ser adecuados, por tanto, para estimar valores de uso, y las preferencias declaradas resulta especialmente indicada para tratar de cuantificar valores de no uso, completamente ajenos a los mercados.

Es importante tener en cuenta que la valoración económica de los servicios de los ecosistemas es significativa, aunque no sea totalmente precisa. La utilidad de una valoración puede ser alta, aunque existan imprecisiones, que en ocasiones se manifiestan en forma de diferencias con otras valoraciones realizadas en otros contextos, y ello por varias razones:

- Las valoraciones adaptadas al contexto pueden ser más útiles para las necesidades de un estudio concreto, aunque sean diferentes de otras valoraciones estimadas para otros contextos (y, consecuentemente, su transferibilidad será más limitada).
- Diferentes contextos de toma de decisiones políticas pueden requerir distintos niveles de precisión. Para un contexto “amplio”, por ejemplo de concienciación, puede ser suficiente con una estimación general.
- Las estimaciones están relacionadas con el horizonte de planificación correspondiente, de forma que cuanto más amplio sea el plazo considerado menor será el nivel de precisión alcanzable.
- La agregación de información puede reducir la precisión de las estimaciones.

Es importante que la metodología de valoración esté suficientemente aceptada y asentada. Ello no sólo contribuye a la aceptabilidad y la usabilidad de las valoraciones realizadas, sino que además permite la elaboración de meta-análisis, la construcción de bases de datos de resultados y la posible transferencia de los mismos. También es deseable que los estudios incluyan o permitan un análisis de sensibilidad para reflejar de forma más completa la fiabilidad de la información.

En ese contexto se hizo un análisis de metodologías disponibles para valoración económica de determinados servicios de los ecosistemas en la tercera fase del proyecto de Evaluación de Ecosistemas del Milenio en España (EME, 2016), y la valoración económica utilizada es una combinación de varias metodologías dependiendo del tipo de servicio.

Como ejemplos a nivel regional, en paralelo a la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Andalucía se inició el proyecto de investigación “Valoración de la renta y el capital de los montes de Andalucía (RECAMAN)”, cuyo propósito es la estimación de la renta social que generan los montes andaluces, ya sea con origen en la gestión pública o privada. El proyecto se basa en la teoría del valor económico total mediante sistemas de cuentas agroforestales. RECAMAN dio continuidad a las valoraciones económicas integrales de los ecosistemas forestales andaluces, realizadas en 2002 y 2007. La actualización realizada en el año 2007 sitúa el valor de la renta anual de los montes andaluces en más de 607 millones de euros, de los cuales un 55% corresponden al valor de los servicios de los ecosistemas que prestan sin aprovechamiento directo (30% a la renta productiva y 15% al uso recreativo).

En cuanto al medio marino, el proyecto LIFE Posidonia realizó una valoración de los servicios de los ecosistemas que proporciona este hábitat, que abarcan desde el abastecimiento de recursos pesqueros al control de la erosión y sedimentación, así como la regulación climática y de gases y al uso turístico-recreativo. Según los resultados obtenidos, cada hectárea de pradera produce, al menos, 40.000 euros anuales, lo que implica que los beneficios socioeconómicos asociados a la Posidonia en Andalucía podrían superar los 250 millones de euros anuales.

A nivel municipal también se han desarrollado metodologías específicas, por ejemplo con el estudio “Valor del Bosque Urbano de Madrid” por el Ayuntamiento de Madrid, mediante la herramienta i-Tree Eco diseñado por el servicio forestal del USDA, donde se trata de valorizar sus efectos en la calidad del aire, reducción de la contaminación y salud ciudadana.

4.4. CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

4.4.1. Introducción

Hay un consenso científico generalizado sobre el origen antropogénico del cambio climático contemporáneo (IPCC, 2013). El uso intensivo de las fuentes de energía fósiles que comienza con la revolución industrial ha contribuido al aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI: CO₂, N₂O, CH₄, HFCs, PFCs y SF₆). La emisión de estos gases ha contribuido al efecto invernadero, lo que ha resultado en un rápido calentamiento global durante los últimos 50-60 años. El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. Según el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) la temperatura media global en 2018 ha aumentado aproximadamente 1 °C respecto a los niveles pre-industriales (período 1850-1900).

El calentamiento global ha desencadenado, entre otros efectos: aumento del nivel del mar, debido a la dilatación del agua y el derretimiento del hielo (glaciares, casquetes polares); mayor frecuencia de eventos climáticos extremos; retroceso de los glaciares y capas de hielo del Ártico; cambios en los ecosistemas; la modificación de la dinámica atmosférica y oceánica; y acidificación de los océanos.

La Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030, incluye que la naturaleza es un aliado crucial en la lucha contra el cambio climático. La naturaleza regula el clima, y las soluciones basadas en la naturaleza, como la protección y recuperación de humedales, turberas y ecosistemas costeros, o la gestión sostenible de zonas marinas, pastizales y suelos agrarios y forestales, serán esenciales para la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático. La plantación de árboles y el despliegue de la infraestructura verde nos ayudarán a enfriar las zonas urbanas y a mitigar el impacto de las catástrofes naturales.

4.4.2. Cambios observados en España

España por su ubicación geográfica tiene un clima de transición entre las latitudes templadas y las cálidas, con grandes contrastes térmicos y pluviométricos. El invierno es frío, o fresco, con bastantes similitudes con el clima del resto de Europa, mientras que el verano cálido o muy cálido es más parecido al del norte de África. Dicha ubicación geográfica y el carácter ondulatorio de la circulación global de la atmósfera determinan que las olas de frío y de calor se produzcan con cierta frecuencia. Las precipitaciones son escasas e irregulares en la mayor parte del territorio, con períodos de sequías que se alternan con otros de abundantes precipitaciones.

Una reciente y exhaustiva revisión de los principales impactos del cambio climático en los bosques y la biodiversidad en España, descritos por la comunidad científica, se recogen en Herrero & Zavala (editores, 2015).

Los registros fiables más antiguos de datos de temperatura y precipitación de que se dispone en España se remontan a la segunda mitad del siglo XIX (Brunet et al., 2006; Luna et al., 2012). Del estudio y análisis de estas series históricas se ha observado que las temperaturas muestran una tendencia generalizada al alza en todo el territorio español, con incrementos que oscilan entre 1 y 2 grados en el periodo comprendido entre 1850 y 2005 (VVAA, 2007). Esta tendencia no es homogénea, ni a escala temporal, ni espacial, de hecho:

- A lo largo del siglo XX se pueden diferenciar varios ciclos: uno de ascenso térmico, entre 1901 y 1949, un descenso desde esa fecha hasta 1972, un rápido aumento desde 1973 hasta 2000 (Figura 9) y un posterior estancamiento (Figura 10).

- De los diez años más cálidos desde el comienzo de la serie de temperatura media de España, ocho corresponden a años del siglo XXI y seis de ellos pertenecen a la década 2011-2020. Uno de estos seis ha sido 2019 con una temperatura media de 15.9 °C, valor que supera en 0.8 °C al valor medio anual (Agencia Estatal de Meteorología, 2020).
- El calentamiento ha sido más acusado en primavera y verano, y en las temperaturas máximas. Para tendencias observadas por estaciones ver Luna et al. (2012).
- Por regiones, las más afectadas por el calentamiento son las situadas en la mitad oriental peninsular; cubriendo una amplia franja en torno al mediterráneo que se extiende desde Girona hasta Málaga, incluyendo Castelló, Valencia, Alicante, Murcia y el Sureste peninsular.
- En las Islas Canarias, los cambios en el comportamiento del clima son evidentes desde el punto de vista térmico, y similares a los observados en la Península.

Asimismo, se ha observado una disminución de los días fríos y un aumento de los cálidos por lo que, si se mantiene esta tendencia, es de prever un incremento de las olas de calor.

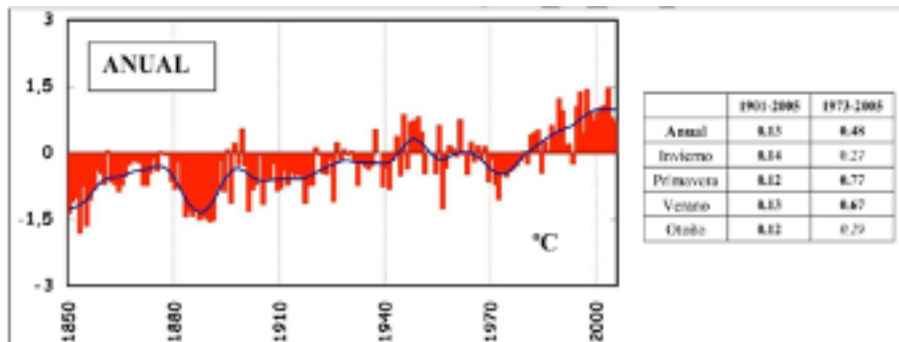


Figura 9. Variaciones anuales en el periodo 1850-2005 de la temperatura media diaria en España, expresada en anomalías (en °C) respecto a la media del periodo 1961-1990 (base de datos SDATS), calculada como un promedio sobre 22 estaciones. La curva en azul representa un filtro gaussiano de 13 años. La tabla indica las tendencias de temperatura (en °C/década) para todo el siglo XX (periodo 1901-2005) y para el periodo reciente de mayor calentamiento (1973-2005); las tendencias en negrita son significativas con un nivel de confianza del 99 % (95%) (Luna et al., 2012).

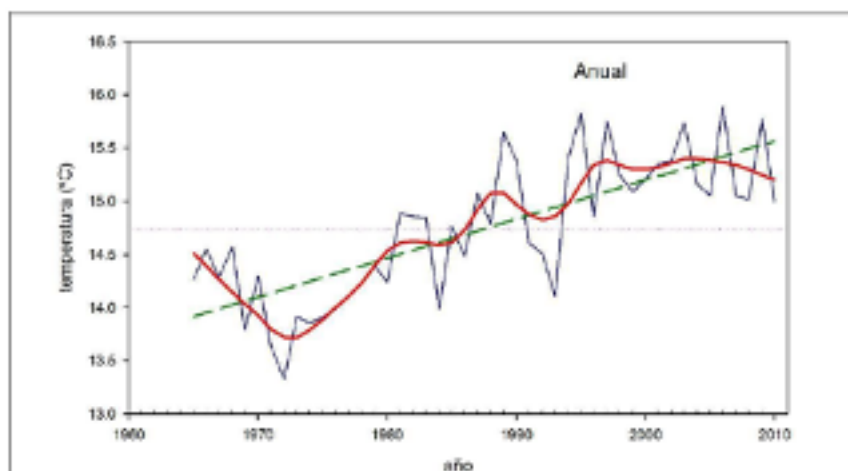


Figura 10. Evolución de la temperatura media anual y por estaciones para España peninsular y Baleares para el periodo 1965-2010. Se representa también la serie suavizada con un filtro loess (en rojo). (Luna et al., 2012).

Respecto a la precipitación, las tendencias seculares y recientes no son tan fáciles de identificar dada la complejidad de la distribución espacial de las lluvias en España y su elevada variabilidad temporal. En el contexto de los últimos quinientos años, la reconstrucción del clima muestra la sucesión de periodos lluviosos y secos, de duración variable y sin cambios bruscos, tanto en el sur peninsular como en el norte (Figura 11).

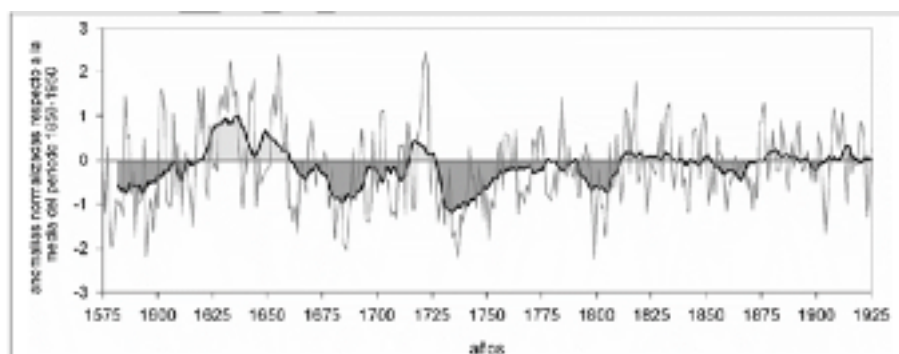


Figura 11. Anomalías de la precipitación anual del NW de España (1575-1925) -suavizado con media móvil de 15 años. (Castro et al., 2005).

El comienzo del siglo XX fue de estabilidad climática, con sucesión de fases secas y húmedas de corta duración e intensidad, a las que siguieron marcados episodios de sequía (años 40, 50, 80 y 90) y otros de lluvias abundantes (años 60 y 70), pero sin una tendencia precisa. Por el contrario, en la segunda mitad del siglo XX, varios estudios realizados con datos de 1949 a 2005, revelan una tendencia claramente negativa de las lluvias en buena parte del territorio, en particular en el Cantábrico (disminuciones de 4,8 mm/año en Santander y 3,3 mm/año en Bilbao) y en el sureste peninsular (VVAA, 2007).

Luna et al. (2012) señalan que, para la precipitación desde comienzos del siglo XX, la tendencia de la media anual para todo el periodo es despreciable. En cambio, desde mediados del siglo XX, la tendencia es notablemente negativa (-13.2 mm/10 años). En el análisis por estaciones del año, para los 108 años ninguna estación muestra tendencias apreciables. Desde 1951 el invierno muestra una tendencia decreciente de unos 10 mm/10 años que, sin embargo, no alcanza la significación estadística. El verano en este periodo sí alcanza la significación estadística con una tendencia negativa de -3.3 mm / 10 años (Figura 12).

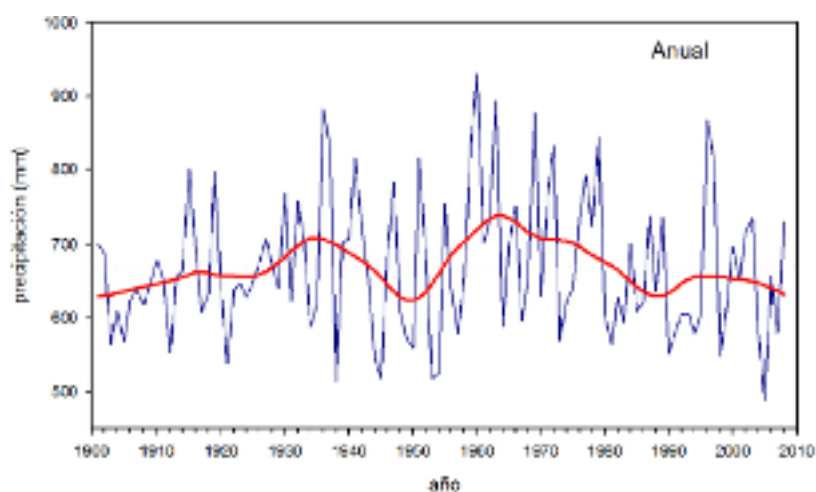


Figura 12. Evolución de la precipitación acumulada anual y por estaciones para España peninsular y Baleares para el periodo 1900-2010. (Luna et al., 2012).

En este sentido, cabe resaltar que la demanda evaporativa aumentó en las últimas cinco décadas (+24.4mm por decenio), principalmente en los meses de verano (Agencia Estatal de Meteorología, 2020).

En el contexto del medio costero, la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, que se aprobó en julio de 2017, ya contempla los escenarios del quinto informe del IPCC (AR5, 2017).

4.4.3. Cambios esperados

Las previsiones climáticas futuras presentes en la literatura se basan en escenarios socioeconómicos a escala global que llevan asociados volúmenes de emisiones de GEI (Tabla 3). Los modelos climáticos se alimentan de dichos escenarios, que son más o menos favorables según sean las emisiones de GEI menos o más abundantes respectivamente. Se han desarrollado previsiones regionalizadas para el caso español, que bajan la escala de resolución de los modelos desde la escala global a una escala más regional (para más detalle ver Maestre et al., 2015). En Amblar et al. (2017) se muestran escenarios climáticos regionalizados para España asociados a los escenarios publicados en quinto informe del IPCC (IPCC, 2016).

En este quinto informe, se ha utilizado un conjunto nuevo de cuatro escenarios que consideran las políticas climáticas, las denominadas Sendas Representativas de Concentración o Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, de sus siglas en inglés).

	FR	Tendencia del FR	[CO ₂] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m ²	creciente	936 ppm

Tabla 3. Forzamiento radiativo total (FR), tendencia del FR y concentración de CO₂ para los nuevos RCP (MAGRAMA, 2013)

4.4.4. Cambios esperados en las temperaturas

En cuanto a las proyecciones de temperatura, la tendencia es de aumento del valor medio de la temperatura máxima a lo largo de todo el período, alcanzándose incrementos de entre 3-5°C a final del siglo XXI, manifestándose mayor incremento para los escenarios de mayores emisiones (Figura 13). Además, se presenta una tendencia menos pronunciada al aumento de la temperatura en las regiones costeras, así como en Valle del Ebro e Islas Baleares y más acentuada en el Pirineo y las regiones del centro y sur peninsular (Amblar et al., 2017).

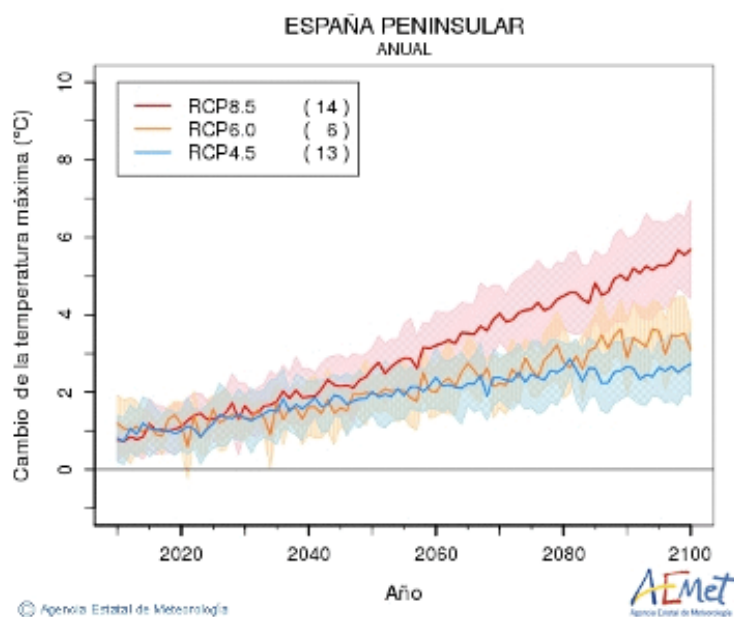


Figura 13. Cambios en el valor medio anual de la temperatura máxima (°C) en España peninsular para el siglo XXI obtenida mediante técnicas de regionalización estadística. Entre paréntesis se recoge el número de proyecciones realizadas para cada escenario. En línea continua (sombreada) se representa el valor promedio (incertidumbre), las franjas verticales sombreadas indican las ventanas temporales en las que el número de regionalizaciones es máximo. (Amblar et al., 2017).

El mayor incremento de temperatura máxima corresponde a los meses de verano de hasta 5-7°C, y es menos intenso en la zona cantábrica que en el resto de la Península. En invierno el valor medio esperado manifiesta un incremento con valores en torno a los 3°C (Amblar et al., 2017).

4.4.5. Cambios esperados en las precipitaciones

Por lo que respecta a las precipitaciones, las tendencias de cambio a lo largo del siglo no son por lo general uniformes, con notables discrepancias entre los modelos globales, lo que resta fiabilidad al resultado. En Amblar et al. (2017) se señala una disminución general de la tasa de precipitación, aunque existen discrepancias entre los métodos de regionalización (dinámica y estadística).

Para el escenario AIB, los resultados obtenidos mediante técnicas dinámicas (Figura 14) dan cuenta de mayor disminución de precipitación que los obtenidos con técnicas estadísticas. No obstante, la incertidumbre asociada a los resultados estadísticos es notablemente mayor que la obtenida para los resultados dinámicos. En cuanto a los cambios en las precipitaciones en las distintas áreas de la península ibérica, la misma autora señala que en general, se observa disminución de la tasa de precipitación en toda el área peninsular. En la mitad norte de la península se observa disminución de la tasa de precipitación entre 0-10%, mientras que en el resto del área la disminución varía entre 10-20%. Excepto Extremadura, Andalucía y Comunidad Valenciana que la disminución es entre 20-30%.

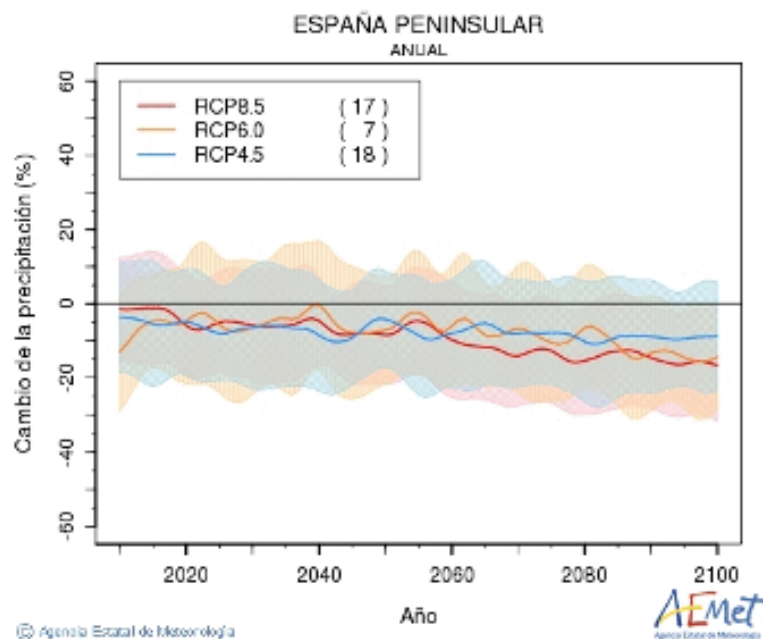


Figura 14. Cambios esperados de anomalías de precipitación (PCP) para el sXXI promediados para el territorio español, obtenidos mediante regionalización dinámica (Amblar et al., 2017).

4.4.6. Impacto del cambio climático sobre los sistemas naturales

La atribución directa de impactos observados a los efectos del cambio climático en sistemas naturales y humanos es un tema complejo a causa de los numerosos factores de forzamiento y presiones (naturales y antropogénicos, cambio global, etc.) que actúan de forma conjunta, simultánea y a menudo sinérgica en dichos sistemas.

La búsqueda de evidencias que puedan atribuirse con un alto nivel de certidumbre al cambio climático depende de la escala espacial y temporal considerada. Los estudios de evidencias que vinculan el cambio climático con cambios en los sistemas ecológicos y socioeconómicos suelen ser más robustos si se hacen a escala continental o global que local.

Considerando la escala global, los impactos producidos como consecuencia del cambio climático son generalizados y sustanciales afectando a los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. Este cambio está acelerando los flujos ambientales del planeta a escala global: el océano almacena una gran cantidad de energía y CO₂, aumentando su temperatura y disminuyendo su pH (acidificación), a la vez que sube el nivel medio del mar; el ciclo hidrológico se intensifica, aunque regionalmente sea más irregular; la biosfera se ve forzada en distintos términos (alteraciones en la fenología, pérdidas de sincronías, cambios en abundancias y distribuciones, modificaciones en la productividad, etc.); la criosfera experimenta cambios drásticos en las reservas y dinámicas de sus masas de hielo polares y de alta montaña. Aunque los impactos son más evidentes en los sistemas naturales, también se han observado en los sistemas humanos, por previsibles desplazamientos de la población y afección a la salud de las personas, entre otros efectos.

En España, en las últimas décadas se han observado muchos impactos en los sistemas naturales, que provocan alteraciones fisiológicas, fenológicas y demográficas y que se traducen en modificaciones en la composición de comunidades y funcionamiento de los ecosistemas, afectando a los servicios ambientales que proporcionan.

A pesar de que el cambio en la naturaleza se atribuye al complejo conjunto de factores del cambio global mencionado, una mayoría de gestores de espacios protegidos indica que existe suficiente evidencia de los efectos del cambio climático (EUROPARC, 2016). Estas evidencias pueden agruparse en: cambios en el clima (tanto en parámetros meteorológicos como en la frecuencia de eventos extremos), cambios fenológicos (que son los más inequívocamente ligados al cambio climático), cambios en la distribución de la vegetación (con indicación de un buen número de casos concretos y documentados), cambios en los patrones de distribución de varias especies de flora y fauna y de su éxito reproductivo (menor regeneración, menor fructificación), así como alteraciones en procesos biofísicos clave como la formación de suelo, entre otros (Tabla 4).

Tabla 4. Principales evidencias del cambio climático observadas en los espacios protegidos, con ejemplos ilustrativos aportados por los gestores de dichos espacios (Fuente: adaptado de EUROPARC, 2016).

Cambios en parámetros meteorológicos:

Disminución del número de días de nieve.
 Disminución del tiempo de permanencia de la nieve en el suelo.
 Menor número de días de frío extremo.
 Alteración del régimen de temperaturas y precipitaciones en verano.
 Disminución de las precipitaciones medias anuales.
 Aumento de temperatura en la capa superficial marina (0-50 m).

Mayor incidencia de eventos climatológicos extremos:

Sequías más prolongadas.
 Incremento del riesgo de incendio forestal.
 Incremento del fenómeno de gota fría.
 Aumento de la frecuencia de inundaciones.
 Temporales marítimos más frecuentes o intensos.

Cambios fenológicos:

Retraso en la pérdida de hojas de especies caducifolias.
 Adelanto de la floración.
 Cambios en la fenología reproductiva de aves y mariposas.
 Cambio de hábitos de aves migratorias.
 Alteraciones en el proceso de polinización.

Cambios en la distribución de la vegetación:

Ascenso de la línea de bosque. P. ej. Ascenso en altitud de los pinares de *Pinus sylvestris* y de los pinsapares (*Abies pinsapo*) y aumento de cota de la estación óptima para el pino salgareño (*Pinus nigra* subsp. *salzmanii*).

Extinción (local) de especies de alta montaña (p. ej. *Antennaria dioica*).

Regresión de formaciones forestales en el límite de sus requerimientos ecológicos (*Taxus*, *Sorbus*, etc.).

Sustitución por especies más xéricas: pérdida de masas de alcornoques en favor del acebuche; decaimiento del encinar y sustitución por *Phillyrea latifolia* y otras especies.

Expansión de especies invasoras y tropicalización de las especies en zonas marinas.

Proliferación de la hiedra (*Hedera helix*).

Desplazamiento o rarificación de hábitats y especies más exigentes en humedad (turberas).

Desajustes espaciales entre polinizadores y plantas polinizadas.

Cambios en la distribución de la fauna:

Ascenso del límite inferior de distribución de 18 especies de mariposas de montaña.

Modificación en la composición de especies de lepidópteros ropalóceros.

Llegada de especies de distribución más meridional (muy marcado en especies de odonatos).

Expansión de especies invasoras y tropicalización de las especies en zonas marinas.

Cambios en la distribución de especies de polinizadores silvestres.

Cambios en el éxito reproductivo de especies:

Afección al ciclo vital de algunas especies (p. ej. descenso del éxito reproductivo del papamoscas ce-rojillo (*Ficedula hypoleuca*) por desajuste con los ciclos biológicos de sus presas).

Menor fructificación en fagáceas.

Reducción o dificultades de regeneración de especies arbóreas.

Vulnerabilidad ante enfermedades y plagas:

Mayor incidencia de plagas forestales (especies de escolítidos).

Mayor incidencia de la seca de encinas en dehesa.

Aumento de enfermedades en especies animales de humedales.

Colapso vegetativo en determinados rodales de repoblaciones artificiales y manchas de encinar (secado y muerte en pies de *Pinus pinaster* y secado temporal en manchas de *Quercus ilex* sobre sustrato rocoso).

Aparición de blanquiales en fondos marinos.

Mortalidades masivas (75%) de especies de gorgonias (*Ellisella paraplexauroides*, *Eunicella*, etc.) entre 0 y -25 m de profundidad.

Alteración de procesos biofísicos:

Cambios en el funcionamiento hidrológico en lagunas.

Incremento de la salinización de los campos.

Cambios en la línea de costa y erosión costera (variaciones del nivel del mar).

Variaciones en la dirección del flujo medio de energía.

Cuña salina fluvial.

Pérdida y disminución del caudal de fuentes y manantiales.

Alteraciones en el ciclo de nutrientes y de formación de la capa edáfica.

En cuanto al **medio marino**, progresivamente va aumentando el conocimiento sobre la vulnerabilidad de los sistemas marinos frente al cambio climático. En líneas generales la información recogida muestra los siguientes cambios y efectos (Kersting DK, 2016):

A nivel físico-químico

- Aumento de la temperatura
- Acidificación
- Cambios en la circulación oceánica
- Cambios en la formación de masas de agua
- Aumento de la estratificación
- Cambios en los afloramientos
- Cambios en la intensidad del oleaje

A nivel biológico

- Mortandades masivas
- Cambios en la distribución de especies
- Disminución de la producción primaria
- Disminución de la capacidad de absorción de CO₂
- Declive de especies estructurantes
- Cambios fenológicos
- Pérdida generalizada de biodiversidad

4.4.7. Impactos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y la conectividad

Junto con los impactos ya observados por efecto del cambio climático, se proyectan futuros impactos cuya intensidad y frecuencia van ligados al nivel de cambio que realmente experimente el sistema climático, y que depende del grado de forzamiento al que por causas antropogénicas se le someta.

El proyectado incremento de las temperaturas y la mayor frecuencia de sequías a lo largo de las próximas décadas apuntan a unos impactos potenciales sobre la biodiversidad que pueden afectar a nivel de organismos (procesos fisiológicos, fenología), de poblaciones (demografía, distribución, abundancia) y comunidades (composición, estructura, dinámica, interacciones).

A nivel ecosistémico, el cambio climático afecta a los **servicios de los ecosistemas**, que incluyen servicios de abastecimiento (agua dulce, combustible, fibra, etc.), servicios de regulación (del ciclo hidrológico, de los ciclos biogeoquímicos, del sistema climático, etc.), servicios de apoyo (formación del suelo, ciclo de nutrientes, etc.) y servicios culturales (identidad cultural, actividades recreativas, etc.).

Entre los impactos potenciales del cambio climático a los servicios de los ecosistemas pueden citarse:

- Declive de la capacidad de sumidero de carbono de los bosques (Plan de Contabilidad Forestal Nacional. MITECO, 2019)- Alteraciones en el balance hídrico de ecosistemas forestales, cuya expansión favorece la evapotranspiración (potencialmente aumentada por efecto del calentamiento global) en detrimento de la disponibilidad hídrica tanto para recarga como para escorrentía superficial y como recurso para los ecosistemas y la sociedad.
- Los servicios de los ecosistemas forestales de protección contra la erosión de suelos y protección de los recursos hídricos (generación de escorrentía y recarga de acuíferos) pueden verse afectados por el cambio climático de forma negativa.
- Modificación de los patrones del régimen fluvial de los ríos españoles, con reducción de los caudales de estiaje.
- Afecciones a la respiración del suelo y, consecuentemente, cambios en su balance de carbono orgánico.
- Alteración de los ciclos del nitrógeno y fósforo.

Aparte de todos estos servicios, y teniendo en cuenta que como resultado del cambio climático la varia-

bilidad climática se acentúa y la probabilidad de los eventos extremos aumenta, los ecosistemas pueden contribuir a reducir el impacto asociado a estos eventos extremos, ofreciendo protección y barreras estructurales que interfieren o ralentizan los flujos de materia y energía (por ejemplo, cordones dunares u otros ecosistemas costeros frente a embates de mar e inundaciones costeras), proporcionando espacio físico para procesos naturales (por ejemplo, llanuras de inundación o humedales continentales con funciones de laminación y retención frente a grandes avenidas).

Como en el caso de las evidencias señaladas de los efectos del cambio climático en las áreas protegidas, los gestores de estos espacios perciben que existen hábitats concretos y poblaciones de especies que pueden verse profundamente modificadas como consecuencia del cambio climático (EUROPARC, 2016).

En cuanto a la **conectividad**, el cambio climático tiene potencialmente un efecto importante sobre ella en sus distintas concepciones. Los impactos del cambio climático pueden levantar “barreras climáticas” entre las poblaciones y comunidades que dificulten los flujos físicos ambientales (hidrológicos, por ejemplo) y los intercambios y procesos biológicos, favoreciendo una fragmentación “difusa” (en contraposición a las fragmentaciones por diferentes tipos de infraestructuras nítidamente dibujadas). El cambio climático también puede afectar a la conectividad por su efecto de alteración del hábitat. Por ejemplo, los procesos de desertificación, los incendios o las plagas, que aumentan debido al cambio climático, tienen efectos de fragmentación y alteración importante de la conectividad, disminuyendo el hábitat disponible y la disponibilidad de espacios conectores.

Uno de los principales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad es la contracción o el cambio en la distribución de las especies en busca de sus condiciones climáticas adecuadas para sobrevivir. Existen ya evidencias científicas de estos efectos para numerosas especies. Para el caso de España, se ha constatado por ejemplo como debido al aumento de las temperaturas, la Mariposa Apolo (*Parnassius apollo*) cada vez se encuentra a mayor altitud, el salmón atlántico (*Salmo salar*) ha visto reducida su supervivencia y ha aumentado la mortalidad de la Posidonia (*Posidonia oceanica*). Además, la fragmentación existente del hábitat multiplica el impacto del cambio climático (aumentando el riesgo de incendios, plagas, etc.).

La clave para incrementar la velocidad de la respuesta de las especies ante el cambio climático es garantizar la permeabilidad del paisaje a sus movimientos (Europarc-España, 2009). Esto vendrá determinado por la configuración y disponibilidad de hábitats y la intensidad de usos del paisaje (Hopkins et al., 2007, Mitchel et al., 2007).

La Infraestructura Verde es una herramienta que contribuye a reforzar la conectividad entre zonas naturales existentes y a mejorar la calidad ecológica de los ecosistemas, por lo que se trata de una herramienta fundamental de adaptación al cambio climático. De hecho, por su contribución a la conectividad y al aumento de la resiliencia de los ecosistemas mediante el fomento de los servicios de los ecosistemas, la infraestructura verde también puede considerarse como un tipo de adaptación al cambio climático basada en los ecosistemas.

4.4.8. Infraestructura Verde y cambio climático en el ámbito urbano

El concepto de Infraestructura Verde y su carácter multiescalar supone la inclusión también del ámbito urbano y periurbano como un ámbito fundamental para el desarrollo de la misma, tal y como se prevé en la Agenda Urbana Española, en su consideración de Política Nacional Urbana.

La comunicación, COM (2013) 249 final, de la Comisión Europea “La Infraestructura Verde, mejora del capital natural de Europa” ahonda en el interés de las soluciones de infraestructuras verdes en los entornos urbanos donde vive más del 60% de la población de la UE y donde la aportación de servicios de los ecosistemas es aún más necesaria, desde beneficios para la salud, para el fortalecimiento comunitario, beneficios físicos, psicológicos y emocionales; beneficios económicos, y en general la mejora de la calidad de vida

urbana. Entre los beneficios del desarrollo de la Infraestructura Verde urbana (IVU) se destaca, además de servir a la conservación de la biodiversidad, contribuir a la permeabilización y corrección del efecto barrera y mitigar la desconexión que las ciudades y sus infraestructuras asociadas generan en los ecosistemas naturales periurbanos. Asimismo, por su repercusión sobre grandes grupos de población, es interesante potenciar las IVU en su dimensión de beneficios sociales en los núcleos urbanos. Finalmente, cabe considerar la IVU como mecanismo efectivo para la adaptación de las ciudades a los efectos del cambio climático, potenciando de esta forma los servicios ambientales en las ciudades.

En los últimos años, se han llevado a cabo diversas iniciativas encaminadas a implementar, por parte de las Administraciones locales, la Infraestructura Verde urbana. Entre ellas, cabe mencionar el proyecto de Infraestructura Verde del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, que está formada por un sistema de espacios verdes multifunción que en conjunto aportan notables beneficios ambientales, sociales y económicos, incluyendo los bosques que se extienden por la orla montañosa, la matriz agroforestal, las balsas y humedales, el Anillo Verde periurbano, las áreas verdes urbanas, y los ríos y arroyos que, junto con la red de vías verdes, conectan unos espacios con otros; el proyecto de cartografía de servicios de los ecosistemas llevada a cabo por la Diputación de Barcelona a través de SITxell o el proyecto presentado por el Ayuntamiento de Zaragoza al Programa LIFE de la Unión Europea en 2012. Más recientemente, en junio de 2018, se ha presentado el Plan de Infraestructura Verde y de Biodiversidad del Ayuntamiento de Madrid como un plan para una planificación global que permita conservar, mejorar y potenciar el patrimonio natural y la biodiversidad de la ciudad de Madrid, encajado dentro de la visión estratégica de la ciudad y en sus características clave, con el objeto de definir hacia dónde quiere dirigirse la ciudad de Madrid en la mejora de la planificación de su Infraestructura Verde urbana, así como de sus servicios de los ecosistemas. El Plan del Ayuntamiento de Madrid está alineado con la estrategia de lucha contra los efectos del cambio climático que ha desarrollado esta ciudad, ahondando en la importancia del desarrollo y la integración de la Infraestructura Verde urbana como un sistema fundamental de la misma y una herramienta clave para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Por su parte, desde el MITERD se ha llevado a cabo en el marco de los trabajos previos para el desarrollo de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas, un documento denominado “Guía para la planificación y el diseño de la Infraestructura Verde urbana” (Del Pozo & Rey Mellado, 2016. Informe inédito) diseñado para servir de guía sobre los pasos a seguir para identificar, mantener, diseñar, planificar e implementar una Infraestructura Verde urbana que favorezca la conectividad y dote a las ciudades de estrategias para la adaptación al cambio climático y para una mayor resiliencia.

En este documento se destaca que la IVU es vital para favorecer la resiliencia, adaptación y mitigación de las ciudades a los cambios del clima. También tiene su importancia en facilitar que las personas se adapten al aumento de las temperaturas y a las condiciones climáticas extremas previsibles.

4.5. LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL MARCO DE LAS POLÍTICAS SECTORIALES

4.5.1. La Infraestructura Verde en las normas básicas del Estado

Dada la novedad y la modernidad del concepto de Infraestructura Verde, la mayor parte de las normas básicas del Estado en materia de, o relacionadas con, el medio ambiente, la naturaleza y la biodiversidad no la mencionan, aunque naturalmente se refieren a conceptos que posteriormente se integran en la misma; siendo únicamente la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y la Ley de Montes, al ser precisamente ambas reformadas en 2015, las que hacen mención expresa a ella.

El marco normativo protector de la mayoría de los elementos que pueden formar parte de la Estrategia

nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas está contenido en la **Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad**, cuyo objeto es establecer el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad, como parte del deber de conservar y del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, establecido en el artículo 45 de la Constitución Española, constituyendo dicha conservación y protección una función pública, pues todos los poderes públicos, en sus respectivos ámbitos competenciales, velarán por la conservación y la utilización racional del patrimonio natural en todo el territorio nacional, que incluye su medio marino así como en la zona económica exclusiva y en la plataforma continental, con independencia de su titularidad o régimen jurídico, teniendo en cuenta especialmente los tipos de hábitats naturales y las especies silvestres en régimen de protección especial (art. 5).

Entre los instrumentos previstos en la Ley, deben mencionarse en primer lugar los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN, arts. 16 a 24) al ser el instrumento específico para la delimitación, tipificación, integración en red y determinación de su relación con el resto del territorio, de los sistemas que integran patrimonio y los recursos naturales de un determinado ámbito espacial, con independencia de otros instrumentos que pueda establecer la legislación autonómica.

Entre sus objetivos, se incluyen los relativos a identificar y georeferenciar los espacios y los elementos significativos del Patrimonio Natural de un territorio determinado; formular los criterios orientadores de las políticas sectoriales y ordenadores de las actividades económicas y sociales, públicas y privadas, para que sean compatibles con las exigencias contenidas en la propia Ley; señalar los regímenes de protección que procedan para los diferentes espacios, ecosistemas y recursos naturales presentes en su ámbito territorial de aplicación, al objeto de mantener, mejorar o restaurar los ecosistemas, su funcionalidad y conectividad; prever y promover la aplicación de medidas de conservación y restauración de los recursos naturales y los componentes de la biodiversidad y geodiversidad que lo precisen, y contribuir al establecimiento y la consolidación de redes ecológicas compuestas por espacios de alto valor natural, que permitan los movimientos y la dispersión de las poblaciones de especies de la flora y de la fauna y el mantenimiento de los flujos que garanticen la funcionalidad de los ecosistemas, conceptos que encajan en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

La importante trascendencia jurídica de los PORN deriva del alcance que le reconoce la propia Ley; en particular cuando los instrumentos de ordenación territorial, urbanística, de recursos naturales y, en general, física, existentes resulten contradictorios, pues deberán adaptarse a ellos, y en tanto la adaptación no tenga lugar, las determinaciones de aquellos se aplicarán, en todo caso, prevaleciendo sobre los instrumentos citados.

Además, las Administraciones Públicas preverán, en su planificación ambiental o en los PORN, mecanismos para lograr la conectividad ecológica del territorio, estableciendo o restableciendo corredores, en particular entre los espacios protegidos Red Natura 2000 y entre aquellos espacios naturales de singular relevancia para la biodiversidad; para lo que se otorgará un papel prioritario a los cursos fluviales, las vías pecuarias, las áreas de montaña y otros elementos del territorio, lineales y continuos, o que actúan como puntos de enlace, con independencia de que tengan la condición de espacios naturales protegidos. Asimismo, las Administraciones Públicas promoverán unas directrices de conservación de las áreas de montaña que atiendan, como mínimo, a los valores paisajísticos, hídricos y ambientales de las mismas.

A continuación, la Ley establece el **régimen de catalogación, conservación y restauración de hábitats y espacios del patrimonio natural** (arts. 25 a 53), que incluye los elementos más importantes de la Infraestructura Verde y algunas de las medidas de protección. Así, define y clasifica los espacios naturales protegidos, que pueden ser transfronterizos, en Parques (resaltando la importancia de los Parques Nacionales), Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos, los cuales se integran por mandato legal en el contenido de la Infraestructura Verde; estableciendo el procedimiento de declaración, la responsabilidad en su gestión, y algunas medidas de protección, como la previsión de zonas periféricas de protección, áreas de influencia socioeconómica, la declaración de utilidad pública a efectos expropiatorios y el ejercicio, en su caso, de los derechos de tanteo y retracto. Seguidamente, de acuerdo con las correspon-

dientes Directivas europeas, la Ley delimita los espacios de la Red Natura 2000 en todo el territorio nacional (Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas especiales de Conservación y Zonas de Especial Protección para las Aves) y establece las medidas de conservación de la red, incluyendo su vigilancia y seguimiento, el fomento de la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos del paisaje y áreas terrestres y marinas que resultan esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora silvestres, teniendo en cuenta los impactos futuros del cambio climático. Además, se tienen en consideración las áreas protegidas por instrumentos internacionales (de la UNESCO, Patrimonio Mundial u otros).

Seguidamente, se establecen las **medidas de conservación de la biodiversidad, concretamente de especies (arts. 54 a 67)**, los hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción se integran en la Infraestructura Verde, para ellos se establece el régimen del uso sostenible del patrimonio natural y de la biodiversidad (arts. 68 a 74), incluyendo el régimen de protección de la Red Española de Reservas de la Biosfera, en el marco del Programa Persona y Biosfera (Programa MaB), de la UNESCO, así como el sistema de promoción de los conocimientos tradicionales para la conservación del patrimonio natural y la biodiversidad.

Entre las medidas de fomento del conocimiento, la conservación y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad (arts. 75 a 78), se incluyen la promoción de la custodia del territorio, importante instrumento para la Infraestructura Verde, los incentivos a las externalidades positivas en el ámbito de los espacios protegidos y de los acuerdos de custodia del territorio, o el Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, cuyo objeto es poner en práctica aquellas medidas destinadas a apoyar la consecución de los objetivos de la propia Ley, así como la gestión forestal sostenible, la prevención estratégica de incendios forestales y la protección de espacios forestales y naturales en cuya financiación participe la Administración General del Estado.

Finalmente, la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad prevé algunos otros instrumentos generales, como inventarios, catálogos, planes, estrategias y otros, que contribuyen a dar certeza y seguridad a los elementos que se integran en la Infraestructura Verde.

En desarrollo de esta Ley (art. 9), se aprobó el Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del **Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad**, que es el instrumento que permite disponer de una información objetiva, fiable y comparable, lo más actualizada posible, en todo el ámbito territorial, con la finalidad de identificar y conocer el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, su estado y tendencias. Todo ello para fundamentar la elaboración y aplicación de políticas y acciones en materia de conservación, gestión y uso sostenible, difundir los valores del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad a la sociedad en su conjunto y contribuir como fuente de información para atender a los compromisos internacionales suscritos por España. Su ámbito territorial comprende el territorio nacional y las aguas marinas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluyendo la zona económica exclusiva y la plataforma continental, y en su contenido, reflejado en los Anexos, se incluye una buena parte de los elementos materiales de la Infraestructura Verde.

Así mismo, para el desarrollo de esta Ley, se aprobó el **Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011**, que tanto en el diagnóstico que realiza como en las medidas previstas ya incluye referencias a los componentes de la Infraestructura Verde, a los servicios de los ecosistemas y a la conectividad y restauración ecológicas.

Entre los textos normativos que establecen el régimen jurídico de los elementos que integran la Infraestructura Verde, el **Texto Refundido de la Ley de Aguas de 2001**, de carácter básico, define y establece el régimen de los bienes del dominio público hidráulico, entre los que se encuentran los cursos fluviales, que se integran en el contenido de la Infraestructura Verde. Concretamente, se declaran de dominio público hidráulico del Estado las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación; los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas; los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos, los acuíferos, a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos, y las aguas procedentes de la desalación de agua de mar. En relación con los cauces, debe tenerse en cuenta el concepto de “riberas”, que son las fajas laterales

de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces; en particular porque las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal, a una zona de servidumbre de 5 metros de anchura para uso público que se regulará reglamentariamente, y a una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen (arts. 2, 4 y 6). Particular importancia tiene la regulación del uso de estos bienes del dominio público hidráulico, previendo usos comunes, usos comunes especiales y usos privativos, con el consiguiente sistema de autorización o concesión administrativa, insistiéndose en la protección del recurso y de su calidad; permitiendo el aprovechamiento de los cauces o bienes situados en ellos, mediante concesión o autorización administrativa, pero en el otorgamiento de las relativas a aprovechamientos de áridos, pastos y vegetación arbórea o arbustiva, establecimiento de puentes o pasarelas, embarcaderos e instalaciones para baños públicos, se considerará la posible incidencia ecológica desfavorable, debiendo exigirse las adecuadas garantías para la restitución del medio (arts. 47 a 80). Además, se prevé que las zonas pantanosas o encharcadizas, incluso las creadas artificialmente, tendrán la consideración de zonas húmedas (art. 111), que se delimitarán de acuerdo con la legislación específica, se somete toda actividad en tales zonas a autorización o concesión administrativa, debiendo los Organismos de Cuenca y la Administración ambiental competente coordinar sus actuaciones para la conservación, la protección eficaz, la gestión sostenible y la recuperación de las zonas húmedas, especialmente de aquellas que posean un interés natural o paisajístico, siendo posible que los Organismos de Cuenca puedan promover la declaración de determinadas zonas húmedas como de especial interés para su conservación y protección, de acuerdo con la legislación medioambiental.

Seguidamente, la Ley de Aguas (arts. 92 a 99 bis) establece el sistema de protección del dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas, que incluye objetivos generales y medioambientales, según el estado de las masas de agua, y unos programas de medidas, sometiendo las concesiones y autorizaciones a limitaciones medioambientales, al señalar que los Organismos de Cuenca, en su concesión, adoptarán las medidas necesarias para hacer compatible el aprovechamiento con el respeto del medio ambiente y garantizar los caudales ecológicos o demandas ambientales previstas en la planificación hidrológica y, más específicamente, se prevé que, en la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico que pudieran implicar riesgos para el medio ambiente, será preceptiva la presentación de un informe sobre los posibles efectos nocivos para el medio, del que se dará traslado al Órgano ambiental competente para que se pronuncie sobre las medidas correctoras que, a su juicio, deban introducirse como consecuencia del informe presentado y que, sin perjuicio de los supuestos en que resulte obligatorio conforme a la normativa vigente, en los casos en que el Organismo de Cuenca presuma la existencia de un riesgo grave para el medio ambiente, someterá igualmente a la consideración del Órgano ambiental competente la conveniencia de iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Por otra parte, se prevé que, para cada demarcación hidrográfica, existirá al menos un registro de las zonas que hayan sido declaradas objeto de protección especial en virtud de norma específica sobre protección de aguas superficiales o subterráneas, o sobre conservación de hábitats y especies directamente dependientes del agua.

Igualmente, la Ley de Aguas regula las obras hidráulicas, las cuales pueden afectar a los cauces y a los restantes bienes de dominio público, con fines de protección (arts. 122 a 131).

Finalmente, la protección de los bienes del dominio público hidráulico se refleja naturalmente en el régimen de infracciones y sanciones previsto (arts. 116 a 121).

A continuación, en el concepto de Infraestructura Verde se integran las vías pecuarias, reguladas en la **Ley de Vías Pecuarias** de 1995, de carácter básico, que las define como las rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido discurriendo tradicionalmente el tránsito ganadero; si bien, podrán ser destinadas a otros usos compatibles y complementarios en términos acordes con su naturaleza y sus fines, dando prioridad al tránsito ganadero y otros usos rurales, e inspirándose en el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente, al paisaje y al patrimonio natural y cultural; declarándolas bienes de dominio público de las comunidades autónomas y, en consecuencia, inalienables, imprescriptibles e inembargables. La actuación de las comunidades autónomas sobre las vías pecuarias tendrá los fines de regular su uso de acuerdo con la normativa

básica estatal; ejercer las potestades administrativas en defensa de su integridad; garantizar el uso público de las mismas tanto cuando sirvan para facilitar el tránsito ganadero como cuando se adscriban a otros usos compatibles o complementarios, y asegurar la adecuada conservación de las vías pecuarias, así como de otros elementos ambientales o culturalmente valiosos, directamente vinculados a ellas, mediante la adopción de las medidas de protección y restauración necesarias. De acuerdo con lo anterior, la Ley (arts. 5 a 15) establece su régimen protector (deslinde y amojonamiento, posibles modificaciones de trazado, ocupaciones y aprovechamientos, la creación de la Red Nacional de Vías Pecuarias y el sistema de infracciones y sanciones).

La Ley crea la Red Nacional de Vías Pecuarias, de próxima publicación, en la que se integran todas las cañadas y aquellas otras vías pecuarias que garanticen la continuidad de las mismas, siempre que su itinerario discurra entre dos o más comunidades autónomas, y también las vías pecuarias que sirvan de enlace para los desplazamientos ganaderos de carácter interfronterizo, a las que podrán incorporarse, a petición de las comunidades autónomas, otras vías pecuarias que, discurriendo por sus territorios respectivos, estén comunicadas con dicha Red (art. 18).

Por otra parte, se consideran compatibles con la actividad pecuaria los usos tradicionales que, siendo de carácter agrícola y no teniendo la naturaleza jurídica de la ocupación, puedan ejercitarse en armonía con el tránsito ganadero; si bien, las comunicaciones rurales y, en particular, el desplazamiento de vehículos y maquinaria agrícola deberán respetar la prioridad del paso de los ganados, evitando el desvío de éstos o la interrupción prolongada de su marcha, y, con carácter excepcional y para uso específico y concreto, las comunidades autónomas podrán autorizar la circulación de vehículos motorizados que no sean de carácter agrícola, quedando excluidas de dicha autorización las vías pecuarias en el momento de transitar el ganado y aquellas otras que revistan interés ecológico y cultural; asimismo, serán también compatibles las plantaciones lineales, cortavientos u ornamentales, cuando permitan el tránsito normal de los ganados (art. 16).

Además, se consideran usos complementarios de las vías pecuarias el paseo, la práctica del senderismo, la cabalgada y otras formas de desplazamiento deportivo sobre vehículos no motorizados siempre que respeten la prioridad del tránsito ganadero; si bien podrán establecerse sobre terrenos de vías pecuarias instalaciones desmontables que sean necesarias para el ejercicio de estas actividades con informe del Ayuntamiento y autorización de la Comunidad Autónoma, aunque cuando algunos usos en terrenos de vías pecuarias puedan suponer incompatibilidad con la protección de ecosistemas sensibles, masas forestales con alto riesgo de incendio, especies protegidas y prácticas deportivas tradicionales, las Administraciones competentes podrán establecer determinadas restricciones temporales a los usos complementarios (art. 17).

Seguidamente, deben tenerse en cuenta las costas y el litoral, cuya legislación vigente está constituida por la **Ley de Costas de 1988**, modificada en particular por la **Ley de Protección y Uso Sostenible del Litoral de 2013**, así como el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

El sistema de protección del dominio público marítimo-terrestre previsto en la Ley, teniendo en cuenta el art. 132-2º-CE, se basa en la determinación y definición de los distintos bienes que lo integran, para posteriormente establecer y regular el sistema de uso y protección del mismo.

En efecto, la Ley de Costas (arts. 1 y 2) tiene por objeto la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre y especialmente de la ribera del mar; y la actuación administrativa sobre el dominio público marítimo-terrestre perseguirá los siguientes fines: determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección, y restauración necesarias y, cuando proceda, de adaptación, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático; garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, sin más excepciones que las derivadas de razones de interés público debidamente justificadas; regular la utilización racional de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico, y conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar.

Inmediatamente, la Ley delimita los bienes integrantes del dominio público marítimo-terrestre estatal (arts. 3 a 6), integrándose en el mismo la ribera del mar y de las rías (incluyendo la zona marítimo-terrestre y las playas), el mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo, y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental. Pertenecen también al mismo las accesiones a la ribera del mar por depósito de materiales o por retirada del mar; los terrenos ganados al mar como consecuencia directa o indirecta de obras, y los desecados en su ribera; los terrenos cuya superficie sea invadida por el mar por causas diversas, incluyendo en todo caso los terrenos inundados que sean navegables; los terrenos acantilados sensiblemente verticales, que estén en contacto con el mar o con espacios de dominio público marítimo-terrestre, hasta su coronación; los islotes en aguas interiores y mar territorial, y, entre otros, los terrenos colindantes con la ribera del mar que se adquieran para su incorporación al dominio público marítimo-terrestre; así como, con matices, las islas que estén formadas o se formen por causas naturales en el mar territorial o en aguas interiores o en los ríos hasta donde se hagan sensibles las mareas.

La Ley de Costas (arts. 31 a 41), continuando con la tradición normativa española, establece que la utilización del dominio público marítimo-terrestre y, en todo caso, del mar y su ribera será libre, pública y gratuita para los usos comunes y acordes con la naturaleza de aquél, tales como pasear, estar, bañarse, navegar, embarcar y desembarcar, varar, pescar, coger plantas y mariscos y otros actos semejantes que no requieran obras e instalaciones de ningún tipo y que se realicen de acuerdo con las leyes y reglamentos o normas aprobadas conforme a la propia Ley u otras aplicables. No obstante, los usos que tengan especiales circunstancias de intensidad, peligrosidad o rentabilidad y los que requieran la ejecución de obras e instalaciones sólo podrán ampararse en la existencia de reserva, adscripción, autorización y concesión, con sujeción a lo previsto en la propia Ley.

En cuanto al sistema de protección de este dominio público, y de acuerdo con el art. 132-CE, los bienes de dominio público marítimo-terrestre son inalienables, imprescriptibles e inembargables (art. 7). Además, se prevé (arts. 11 y ss.) el deslinde de esos bienes, su afectación y desafectación, las limitaciones de la propiedad sobre los terrenos contiguos a la ribera del mar; las servidumbres legales, el régimen del uso de los bienes, con las autorizaciones y concesiones, las reservas demaniales de la Administración General del Estado, facultad de recuperación posesoria de estos bienes por la anterior; el desahucio administrativo, la policía demanial y el régimen de infracciones y sanciones.

De acuerdo con las prescripciones anteriores, la Ley establece varias servidumbres, protectoras de los bienes de dominio marítimo-terrestre como son la servidumbre de protección, la servidumbre de tránsito, la servidumbre de acceso público y gratuito al mar, servidumbre en los tramos finales de los cauces y una protección de las zonas de influencia.

Asimismo, en este ámbito, la **Ley de Protección del Medio Marino de 2010** establece el régimen jurídico que rige la adopción de las medidas necesarias para lograr o mantener el buen estado ambiental del medio marino, a través de su planificación, conservación, protección y mejora, y, en su calidad de bien de dominio público, se asegurará un uso sostenible de los recursos del medio marino que tenga en consideración el interés general. Los instrumentos esenciales de planificación del medio marino son las Estrategias Marinas (arts. 6 y ss.), que perseguirán como objetivos específicos, entre otros, proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente; velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar, y garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad (art. 1).

En virtud de lo dispuesto en el artículo 132-CE son bienes de dominio público estatal, entre otros, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental. Por otra parte, la utilización de las aguas marinas, incluidos el lecho, el subsuelo y los recursos naturales, será libre, pública y gratuita para los usos compatibles con su naturaleza de bien de dominio público, de conformidad con la Ley de Costas, y con la preservación de su integridad, y fuera de este uso común general, no se admitirán sobre el medio

marino más derechos de uso, explotación y aprovechamiento que los autorizados en virtud de la legislación sectorial aplicable (arts. 2 y 3).

Entre las medidas más relacionadas con la Infraestructura Verde, se crea de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España, que está constituida por espacios protegidos situados en el medio marino español, representativos del patrimonio natural marino, con independencia de que su declaración y gestión estén reguladas por normas internacionales, comunitarias o estatales, así como su marco normativo y el sistema de relaciones necesario para su funcionamiento, y también podrán quedar integrados en la Red, aquellos espacios cuya declaración y gestión estén reguladas por normas autonómicas (arts. 24 a 30).

Naturalmente, en relación con la Infraestructura Verde debe mencionarse la **Ley de Montes de 2003 modificada por la Ley 21/2015**, que considera “monte” (art. 5) a todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras culturales, paisajísticas o recreativas; teniendo también la consideración de monte los terrenos yermos, roquedos y arenales, los terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la Comunidad Autónoma (siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal), todo terreno que, sin reunir las características anteriores, se adscriba a la finalidad de ser repoblado o transformado al uso forestal, de conformidad con la normativa aplicable, y, entre otros, los enclaves forestales en terrenos agrícolas con la superficie mínima determinada por la Comunidad Autónoma.

Entre los principios que inspiran la Ley (art. 3), pueden resaltarse los relativos a la gestión sostenible de los montes; el cumplimiento equilibrado de la multifuncionalidad de los montes en sus valores ambientales, económicos y sociales; la planificación forestal en el marco de la ordenación del territorio; el fomento de las producciones forestales y sus sectores económicos asociados; la conservación, mejora y restauración de la biodiversidad de los ecosistemas y especies forestales; la integración en la política forestal española de los objetivos de la acción internacional sobre protección del medio ambiente, especialmente en materia de desertificación, cambio climático y biodiversidad; la colaboración y cooperación de las diferentes Administraciones Públicas en la elaboración y ejecución de sus políticas forestales; el principio o enfoque de precaución, en virtud del cual cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza; la adaptación de los montes al cambio climático, fomentando una gestión encaminada a la resiliencia y resistencia de los montes al mismo, y especialmente **la consideración de los montes como infraestructuras verdes para mejorar el capital natural y su consideración en la mitigación del cambio climático** (principio este incorporado en la reforma de 2015, y que debe destacarse al integrar adecuadamente los montes en el concepto de Infraestructura Verde. art 3. Principios).

Los montes pueden ser, por su titularidad, públicos o privados. Los primeros son los pertenecientes al Estado, las comunidades autónomas, a las Entidades Locales y a otras Entidades de Derecho Público, y los montes privados son los que pertenecen a personas físicas o jurídicas de derecho privado, ya sea individualmente o en régimen de copropiedad (arts. 11 y ss.). Los montes de titularidad pública pueden ser demaniales, o de dominio público, y patrimoniales (art. 12). Los montes demaniales, que constituyen el dominio público forestal, son los afectados a un servicio público (considerándose como tales los de titularidad pública incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública), los montes comunales pertenecientes a las Entidades locales en tanto su aprovechamiento corresponda al común de vecinos, y aquellos montes que hayan sido afectados a un uso o servicio público.

En relación con las funciones que cumplen, y sobre la base de la declaración de la multiplicidad de los montes (art. 4), se prevé que podrán declararse montes protectores (art. 24) a aquellos montes o terrenos forestales de titularidad pública o privada que cumplan alguna de las condiciones que para los montes públicos establece el art. 13: los que sean esenciales para la protección del suelo frente a los procesos de erosión; los situados en las cabeceras de las cuencas hidrográficas y aquellos otros que contribuyan decisivamente a la regulación

del régimen hidrológico, incluidos los que se encuentren en los perímetros de protección de las captaciones superficiales y subterráneas de agua, evitando o reduciendo aludes, riadas e inundaciones y defendiendo poblaciones, cultivos e infraestructuras, o mejorando el abastecimiento de agua en cantidad o calidad; los que eviten o reduzcan los desprendimientos de tierras o rocas y el aterramiento de embalses y aquellos que protejan cultivos e infraestructuras contra el viento; los que sin reunir plenamente en su estado actual las características anteriores sean destinados a la repoblación o mejora forestal con los fines de protección en ellos indicados; los que contribuyan a la conservación de la diversidad biológica a través del mantenimiento de los sistemas ecológicos, la protección de la flora y la fauna o la preservación de la diversidad genética y, en particular, los que constituyan o formen parte de espacios naturales protegidos, zonas de especial protección para las aves, zonas de especial conservación, lugares de interés geológico u otras figuras legales de protección, así como los que constituyan elementos relevantes del paisaje, y aquellos otros que establezca la Comunidad Autónoma en su legislación.

Los montes declarados de dominio público o demaniales (art. 12) son inalienables, imprescriptibles e inembargables; siendo la titularidad pública más su afectación a un uso o servicio público, o la inclusión en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública, lo que determina la aplicación de tal régimen jurídico. En relación con el régimen protector de estos montes, la Ley regula su afectación y desafectación, las potestades de investigación, deslinde y protección, el Catálogo de Montes de Utilidad Pública o la gestión y uso de los mismos.

Tienen asimismo esta consideración los montes comunales pertenecientes a las Entidades Locales, regulados en la Ley de Montes Vecinales en Mano Común de 1980, en tanto su aprovechamiento corresponda al común de los vecinos. Los mismos son montes privados que tienen naturaleza especial derivada de su propiedad en común sin asignación de cuotas, siendo la titularidad de éstos de los vecinos que en cada momento integren el grupo comunitario de que se trate y sujetos a las limitaciones de indivisibilidad, inalienabilidad, imprescriptibilidad e inembargabilidad.

Además, se regula la gestión forestal sostenible (entendida como la organización, administración y uso de los montes de forma e intensidad que permita mantener su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y capacidad de regeneración, para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito local, nacional y global, y sin producir daños a otros ecosistemas), la información, su planificación, la ordenación y la conservación de los montes, el acceso a los mismos, las medidas de fomento o el régimen de la potestad sancionadora (arts. 28 y ss.).

Aunque es anterior a la Ley de Montes vigente, debe tenerse en cuenta también la Estrategia Forestal Española junto con el **Plan Forestal Español**, aprobado por el Consejo de Ministros el 5 de julio de 2002 y que está iniciando su revisión, que define una política forestal común que permita la posibilidad de fijar objetivos nacionales ecológicos, económicos y sociales que respondan a las obligaciones internacionales (supraestatales) y establezcan los mecanismos institucionales que garanticen la coordinación interautonómica para su consecución, y que hace referencia a algunos de los componentes de la Infraestructura Verde (aunque el concepto no había aparecido normativamente aún) y, por ejemplo, a las vías pecuarias como corredores ecológicos.

El concepto de Infraestructura Verde es de utilidad especialmente en el ámbito de la actividad urbanística y de uso del suelo, teniendo en cuenta además que la nueva Legislación del Estado en esta materia tiene como uno de sus objetivos más destacables avanzar hacia un urbanismo más sostenible, incluyendo acciones de rehabilitación, regeneración y renovación urbana. En efecto, el **Real Decreto Legislativo 7/2015**, de 30 de octubre, por el que se aprueba el **Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana**, tiene por objeto, entre otros, regular para todo el territorio nacional las condiciones básicas que garantizan un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano, mediante el impulso y el fomento de las actuaciones que conducen a la rehabilitación de los edificios y a la regeneración y renovación de los tejidos urbanos existentes, cuando sean necesarias para asegurar a los ciudadanos una adecuada calidad de vida y la efectividad de su derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada, así como establecer las bases econó-

micas y medioambientales del régimen jurídico del suelo (art.1), para inmediatamente reconocer el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible (art. 3), como uno de los ejes del propio texto normativo.

El nuevo principio supone que las políticas públicas relativas a la regulación, ordenación, ocupación, transformación y uso del suelo tienen como fin común la utilización de este recurso conforme al interés general y según el principio de desarrollo sostenible, sin perjuicio de los fines específicos que les atribuyan las Leyes; y, en su virtud, tales políticas deben propiciar el uso racional de los recursos naturales armonizando los requerimientos de la economía, el empleo, la cohesión social, la igualdad de trato y de oportunidades, la salud y la seguridad de las personas y la protección del medio ambiente, contribuyendo en particular a la eficacia de las medidas de conservación y mejora de la naturaleza, la flora y la fauna y de la protección del patrimonio cultural y del paisaje, a la protección, adecuada a su carácter, del medio rural y la preservación de los valores del suelo innecesario o inapropiado para atender las necesidades de transformación urbanística, y a la prevención y minimización, en la mayor medida posible, de la contaminación del aire, el agua, el suelo y el subsuelo.

En el marco de este principio, el nuevo Texto Refundido (art. 21) establece la situación básica de suelo rural, en la que se integran, en todo caso, el suelo preservado de su transformación mediante la urbanización por la ordenación territorial y urbanística, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural, los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquéllos con riesgos naturales o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves, y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística, y, por otra parte, el suelo para el que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística prevean o permitan su paso a la situación de suelo urbanizado, hasta que termine la correspondiente actuación de urbanización, y cualquier otro que no reúna los requisitos a que se refiere el apartado siguiente. Indudablemente, la gran mayoría de los componentes de la Infraestructura Verde se integran con normalidad en esta situación, que incluye estrictas limitaciones de uso edificatorio. En el suelo que sea rural, su propietario tiene el deber de conservarlo, que supone costear y ejecutar las obras necesarias para mantener los terrenos y su masa vegetal en condiciones de evitar riesgos de erosión, incendio, inundación, así como daños o perjuicios a terceros o al interés general, incluidos los medioambientales; garantizar la seguridad o salud públicas; prevenir la contaminación del suelo, el agua o el aire y las inmisiones contaminantes indebidas en otros bienes y, en su caso, recuperarlos de ellas en los términos dispuestos por su legislación específica; y asegurar el establecimiento y funcionamiento de los servicios derivados de los usos y las actividades que se desarrollen en el suelo (art. 16). Por otra parte, la situación de suelo rural tiene efectos inmediatos, y más restrictivos (comparándola con el suelo urbanizado) en su valoración a efectos urbanísticos (art. 36).

Por otra parte, la **Agenda Urbana Española** (AUE), documento estratégico de reciente publicación (Ministerio de Fomento, 2019), constituye el marco de referencia para lograr la sostenibilidad de las políticas urbanas, tanto en las áreas urbanas como rurales, y plantea importantes conexiones con los objetivos de la Infraestructura Verde. Existen varios Objetivos Estratégicos del Decálogo de la AUE que incluyen líneas de actuación directamente relacionadas con la Infraestructura Verde, como el O.E.1, sobre “Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo, conservarlo y protegerlo”, el O.E.2, relacionado con “Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente”, y el O.E. 3, que busca “Prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia”.

En términos de **contaminación atmosférica y sus efectos sobre los ecosistemas**, es importante señalar que el Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos establece en su artículo 9 que, con el fin de realizar el seguimiento de los efectos negativos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico creará una red de lugares de seguimiento que sea representativa de los hábitats de agua dulce, naturales y seminaturales y tipos de ecosistemas forestales. Para cumplir con las obligaciones fijadas en este artículo la red de seguimiento estará basada en los indicadores de seguimiento

optativos enumerados en el anexo IV así como en la Guía elaborada por la Comisión Europea «Ecosystem monitoring under Article 9 and Annex V of Directive 2016/2284» («Seguimiento del ecosistema de acuerdo con el artículo 9 y anexo V de la Directiva 2016/2284»).

La aplicación de la Directiva contribuirá efectivamente a que se alcancen los objetivos de la Unión sobre protección de la biodiversidad y de los ecosistemas, al buscar la reducción de los niveles y la deposición de contaminantes atmosféricos acidificantes y eutrofizantes, así como del ozono.

Se garantizará el seguimiento de los efectos negativos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas, basándose en una red de lugares de seguimiento que sea representativa de hábitats de agua dulce, naturales y semi-naturales, y tipos de ecosistemas forestales, adoptando un planteamiento eficiente en términos de costes y basado en los riesgos. Esta red estará en coordinación con otros programas de seguimiento creados en virtud de la legislación de la Unión, incluida la Directiva 2008/50/CE, la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 92/43/CEE del Consejo y, en su caso, el Convenio LRTAP.

Igualmente relevante es la **legislación sectorial de infraestructuras lineales de transporte**, como son la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras, y la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario. En este sentido, el Plan Estratégico de las carreteras del Estado prevé una “Evaluación de impacto estratégico, ambiental, de sostenibilidad y territorial”, que “deberá cumplir las condiciones que en su caso estuvieran previstas en su legislación específica” (art. 7.2 de la Ley 37/2015), así como los correspondientes análisis de impacto ambiental de programas, estudios o proyectos de carreteras (art. 9.2). Además, en su art. 21, la ley 37/2015 de carreteras especifica que fase de explotación comprende el conjunto de operaciones, entre otras, de integración ambiental, siendo la mitigación de la desfragmentación una de esas operaciones. También cabe mencionar la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea, y el Decreto 584/1972, de servidumbres aeronáuticas, dado que esta estrategia debe compatibilizarse con la Seguridad del transporte aéreo.

También debe mencionarse la **Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español**, ya que algunos de los bienes naturales que protege tienen relación con el contenido sustantivo de la Infraestructura Verde, pues integra en el Patrimonio Histórico Español los inmuebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico; también los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques, que tengan valor artístico, histórico o antropológico. Los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Español deberán ser inventariados o declarados de interés cultural (art. 1).

Más concretamente, entre los bienes inmuebles que pueden ser declarados Bienes de Interés Cultural, la Ley incluye a los Jardines Históricos (que son espacios delimitados, producto de la ordenación por el hombre de elementos naturales, a veces complementados con estructuras de fábrica, y estimados de interés en función de su origen o pasado histórico o de sus valores estéticos, sensoriales o botánicos), los Sitios Históricos (que son lugares o parajes naturales vinculados a acontecimientos o recuerdos del pasado, a tradiciones populares, creaciones culturales o de la naturaleza y a obras del hombre, que posean valor histórico, etnológico, paleontológico o antropológico), y las Zonas Arqueológicas (que son lugares o parajes naturales donde existen bienes muebles o inmuebles susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie, en el subsuelo o bajo las aguas territoriales españolas).

La Ley y su normativa de desarrollo establecen el procedimiento de declaración de los Bienes de Interés Cultural, así como el sistema de protección específico para los bienes inmuebles, y otras normas de protección de carácter general.

Asimismo, y aunque no hay referencias a la Infraestructura Verde, debe mencionarse la legislación sobre desarrollo sostenible del medio rural. En efecto, la constatación de que el medio rural español muestra diferencias de desarrollo con respecto al medio urbano, especialmente acusado en determinadas zonas rurales, puso de manifiesto las carencias de este modelo esencialmente agrarista, y la necesidad de realizar un cambio en el enfoque de las políticas públicas, que para atender a territorios y poblaciones frecuentemente marginados, debía pasar de ese enfoque agrarista y sectorial, a un enfoque fundamentalmente territorial e

integral. Estas ideas justificaron la aprobación de la **Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural**, que establece las bases de una política rural propia, como política de Estado, plenamente adaptada a las condiciones económicas, sociales y medioambientales particulares del medio rural español, y que permita complementar la aplicación de los instrumentos de las políticas europeas y de las políticas sectoriales convencionales, para procurar un desarrollo sostenible sobre el medio rural; previendo, entre otras, medidas sobre conservación de la naturaleza y gestión de los recursos naturales, incluyendo los contratos territoriales de zonas rurales.

En este ámbito, también las Directrices Generales de la **Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico** buscan soluciones que contribuyan a la protección del medio y a fijar población a la que pueda ofrecerse oportunidades de desarrollo social y económico a través de un modelo territorial sostenible.

En el marco de la política de la Unión Europea, en 2006 se aprobó el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático** (PNACC, recientemente aprobada su actualización para el próximo periodo 2021-2030), que constituye el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y proporciona la estructura global donde se enlazan las diferentes evaluaciones de los sectores, los sistemas y las regiones, y en el que se prevén medidas y acciones relacionadas con la Infraestructura Verde (que, naturalmente, por la fecha no se menciona), o más bien con algunos de los elementos que la integran (tales como biodiversidad, recursos hídricos, bosques zonas costeras y de montaña o suelos); pero con una visión global, vinculada al objetivo mencionado. En este ámbito, dada la especial vulnerabilidad de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática, en julio de 2017 se aprobó la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española. En 2020 se ha aprobado el nuevo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030, que será el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España en la próxima década. En dicho plan se trata el patrimonio natural y la biodiversidad como un sector prioritario y contiene una línea de acción específica para mejorar la capacidad adaptativa de la Infraestructura Verde.

Complementariamente se trabaja a nivel estatal en dos nuevos instrumentos para la mitigación y adaptación al cambio climático, la Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050 y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, que define los objetivos de reducción de emisiones y aumento de las absorciones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética.

Además, la **Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas** tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, cualesquiera que fueren su origen y estado físico, y este concepto de aprovechamiento engloba el conjunto de actividades destinadas a la explotación, preparación, concentración o beneficio de un recurso mineral, incluyendo las labores de rehabilitación del espacio natural afectado por las actividades mineras, de acuerdo con los principios de desarrollo sostenible y de la minimización de las afectaciones causadas por el laboreo de las minas. La normativa básica que regula la restauración de las actividades mineras, es 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 (BOE núm. 143, de 13/06/2009), que traspone la Directiva 2006/21/CE sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas. De acuerdo con lo dispuesto en el citado real decreto, todos los explotadores mineros están obligados a la restauración tanto de las instalaciones de residuos mineros, como la de los huecos de la explotación minera.

4.5.2. La Infraestructura Verde en las políticas sectoriales autonómicas y locales

De acuerdo con la distribución constitucional de competencias, las comunidades autónomas han aprobado leyes propias y otros instrumentos estratégicos o de planificación en materia de ordenación territorial, espacios naturales, conservación o protección de la naturaleza o, últimamente, del patrimonio natural, así como en materia forestal y sobre montes, en las que se incluyen referencias a la mayoría de los componentes de la Infraestructura Verde (principalmente, los espacios naturales protegidos, con figuras diversas, y en relación particularmente con las últimas Leyes aprobadas en la materia) (BOCL 61, 2015), y a alguna acción en materia de conectividad y restauración ecológica (principalmente en la normativa forestal y de montes); asimismo, algunas comunidades autónomas han aprobado normas en materia de vías pecuarias, y, por razones competenciales, todas las Comunidades han aprobado una o varias leyes en materia territorial y urbanística, con referencias a componentes de la Infraestructura Verde, y alguna medida sobre conectividad ecológica; y casi todas con referencias anteriores a la Comunicación de la Comisión de 2013.

Entre todas estas referencias normativas o administrativas más o menos directas y generales, y dado el carácter estatal de la Estrategia, pueden destacarse algunas que mencionan directamente la Infraestructura Verde, sin pretender agotar todos los supuestos concretos en todas y cada una de las comunidades autónomas.

La **Comunidad Valenciana** en la actual Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (DOCV 7.329, 2017; BOE 231, 2014) incluye una regulación de la Infraestructura Verde estableciendo la configuración de ésta y considerando que “...La definición de la Infraestructura Verde debe ser previa a la planificación de las nuevas demandas de suelo y debe abarcar todas las escalas del territorio... (Exposición de motivos)” e incluye un título sobre la Infraestructura Verde, el paisaje y la ocupación racional del territorio, define los componentes de la Infraestructura Verde y su consideración en las distintas políticas sectoriales de manera que la identificación y caracterización de estos espacios integrantes de la Infraestructura Verde se realizará en los instrumentos de planificación territorial y urbanística, a escala regional, supramunicipal, municipal y urbana, y con carácter previo a la ordenación de usos y actividades en el territorio. Entre los instrumentos de ordenación previstos se encuentra la Estrategia Territorial Comunidad Valenciana, que se aprobó en 2011 (DOGV 6441, 2011) y que incluye referencias a la Infraestructura Verde.

Seguidamente, se prevén los Planes de Acción Territorial, que son instrumentos de ordenación territorial que desarrollan, en ámbitos territoriales concretos o en ámbitos sectoriales específicos, los objetivos, principios y criterios de la Estrategia, y cuyo ámbito puede comprender, en todo o en parte, varios términos municipales. Entre sus funciones está la de definir la Infraestructura Verde en su ámbito de actuación y establecer fórmulas participativas de gestión de la misma. Igualmente se prevén Actuaciones Territoriales Estratégicas, que tienen por objeto la ordenación, gestión y desarrollo de intervenciones territoriales singulares de relevancia supramunicipal que deben ser compatibles con la Infraestructura Verde. A escala municipal la Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, prevé que el Plan General Estructural defina la Infraestructura Verde a escala municipal, incorporando y concretando los elementos de escala regional y municipal de esta infraestructura de manera coordinada con los Municipios colindantes. También se menciona en otros instrumentos de planeamiento urbanístico como los Catálogos de Protecciones o los Planes Especiales.

Por otra parte, en 2018 se aprobó Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana (DOGV 8293, 2018).

Por su parte, la **Comunidad Autónoma de Andalucía**, ha aprobado el Plan Director para la mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía que se aborda desde la perspectiva de una estrategia de Infraestructura verde y que establece como objetivo “Garantizar y, en la medida de lo posible mejorar de una forma integral, la conectividad ecológica en Andalucía, priorizando el diseño y desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza (Infraestructura Verde y restauración ecológica”. Para ello, propone una serie de medidas y directrices, cuya aplicación se realizará a través de diferentes instrumentos estratégicos, de planificación y gestión, proceden-

tes de distintos ámbitos sectoriales. Asimismo Andalucía está incorporando todos los aspectos relativos a la conservación, mejora y refuerzo de la IV del territorio en la planificación de las áreas protegidas andaluzas (PORN, PRUG y Planes de Gestión de la Red Natura 2000).

La **Comunidad Autónoma de Galicia**, en el marco de la legislación sobre ordenación del territorio y urbanismo, aprobó en 2011 el Plan de Ordenación del Litoral de Galicia (DOG 37, 2011), que incluye algunos de los elementos de la Infraestructura Verde, así como referencias a su finalidad, mientras que la **Comunidad Autónoma de La Rioja** se creó en 2003 la Red de Itinerarios Verdes (BOLR 40, 2003), definida como el conjunto de infraestructuras de comunicación de trazado continuo destinadas al tráfico no motorizado; proyectadas, acondicionadas o construidas para uso público con fines de promoción del ocio accesible en la naturaleza, del deporte seguro, culturales y de protección del medio ambiente y que sean declaradas como rutas o vías verdes, integrando vías verdes (que discurren por antiguas vías de comunicación autónomas fuera de uso) y rutas verdes (que discurren por trazados distintos a los de las anteriores).

La **Comunidad Foral de Navarra** en el marco de la ordenación del territorio aprobó en 2011 cinco Planes de Ordenación Territorial donde, además de la conectividad, se establece el reconocimiento de los valores en todo el suelo urbano y urbanizable de los servicios sistémicos, el agua, el suelo, la biomasa y su importancia en la mitigación del cambio climático, la biodiversidad y geodiversidad y finalmente el paisaje. Su desarrollo a nivel multisectorial, multifuncional, multiescalar y de coherencia global dentro del Modelo de Desarrollo Territorial, ha dado lugar a la elaboración del Documento de Planificación Territorial de Infraestructura Verde de Navarra (en elaboración).

Por último, cabe mencionar igualmente, algunas iniciativas de las **Administraciones locales** en materia de Infraestructura Verde, destacando el proyecto de Infraestructura Verde del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, el proyecto de cartografía de servicios de los ecosistemas llevada a cabo por la Diputación de Barcelona, el proyecto presentado por el Ayuntamiento de Zaragoza al Programa LIFE de la Unión Europea en 2012 o el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad del Ayuntamiento de Madrid (2018). Recientemente se ha presentado la "Guía de la Infraestructura Verde Municipal" (<http://www.redbiodiversidad.es/gesti%C3%B3n-de-infraestructuras-verdes>), promovida por la FEMP y con la colaboración de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP) y ASEJA, así como la Carta de Santander "Un compromiso con la Infraestructura Verde y la Biodiversidad" (<http://www.redbiodiversidad.es/la-femp-se-adhiere-la-carta-de-santander>), la cual representa un compromiso con la infraestructura verde, la biodiversidad, la gestión racional del territorio y la sostenibilidad.

La Agenda Urbana española (Ministerio de Fomento, 2019) ya incluye, dentro del objetivo específico de "ordenar el suelo de manera compatible con su entorno territorial", una línea de actuación específica para mejorar las infraestructuras verdes y azules y vincularlas con el contexto natural (línea de actuación 1.3). Quedan recogidos los objetivos fundamentales de esta Estrategia nacional en la Agenda Urbana Española, marco de referencia para las áreas urbanas y rurales, que establece un abanico de políticas urbanas que pueden ser puestas en práctica por cualquier municipio del entorno rural o urbano y por cualquier ciudad, con independencia de su tamaño.

En el ámbito de las políticas sectoriales de ordenación territorial y urbanística a nivel autonómico y local, hay que tener en cuenta que los desarrollos urbanísticos constituyen una fuerte presión sobre la biodiversidad y a menudo acaban con las áreas naturales remanentes del entorno de los pueblos y ciudades. Frecuentemente los planes urbanísticos y otros planes o proyectos que se desarrollan en el medio urbano no suelen tener adecuadamente en consideración a la biodiversidad, que es percibida como un elemento ajeno a la ciudad. La Ley 42/2007 insta a atenuar estos impactos mediante la inclusión de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales de urbanismo y ordenación del territorio. Además, tienen como principio la prevalencia de la protección ambiental sobre la ordenación territorial y urbanística. La incorporación de la Infraestructura Verde en la ordenación territorial y urbanística resulta primordial.

En el ámbito específico del suelo urbanizado, es decir, de la ciudad, las Infraestructuras Verdes Urbanas pueden, además de servir a la conservación de la biodiversidad, contribuir a la permeabilización y corrección del efecto barrera y mitigar la desconexión que las ciudades y sus infraestructuras asociadas generan en los ecosistemas naturales periurbanos. Asimismo, por su repercusión sobre grandes grupos de población, es interesante potenciar la Infraestructura Verde urbana en su dimensión de beneficios sociales en los núcleos urbanos. Finalmente, cabe considerar la Infraestructura Verde urbana como un mecanismo efectivo para la adaptación de las ciudades a los efectos del cambio climático, potenciando de esta forma los servicios ambientales en las mismas.

4.5.3. La Infraestructura Verde y la evaluación ambiental: jerarquía de mitigación y medidas reparadoras

La evaluación ambiental es el procedimiento administrativo instrumental respecto del de aprobación o de adopción de planes y programas, así como respecto del de autorización de proyectos o, en su caso, respecto de la actividad administrativa de control de los proyectos sometidos a declaración responsable o comunicación previa, a través del cual se analizan los posibles efectos significativos sobre el medio ambiente de los planes, programas y proyectos. La evaluación ambiental incluye tanto la evaluación ambiental estratégica (EAE) como la evaluación de impacto ambiental (EIA). Esta definición se recoge en el artículo 5 de la **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental**.

El preámbulo de dicha ley menciona que el proceso de evaluación ambiental resulta indispensable para la protección del medio ambiente. Facilita la incorporación de los criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones estratégicas, a través de la evaluación de los planes y programas. Y a través de la evaluación de proyectos, garantiza una adecuada prevención de los impactos ambientales concretos que se puedan generar, al tiempo que establece mecanismos eficaces de corrección o compensación. La evaluación ambiental es un instrumento plenamente consolidado que acompaña al desarrollo, asegurando que éste sea sostenible e integrador.

Los procedimientos de evaluación ambiental se sujetan a una serie de principios, entre los cuales se encuentran la protección y mejora del medio ambiente, la cooperación y coordinación entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas, el desarrollo sostenible, la integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones, la actuación de acuerdo al mejor conocimiento científico posible, la acción preventiva y cautelar y la corrección y compensación de los impactos sobre el medio ambiente. De esta manera, la evaluación ambiental se convierte en otra herramienta importante, cuando no fundamental, para aplicar las medidas y objetivos que marque la Estrategia nacional de IVCRE.

A nivel europeo, la Directiva 92/43/CEE somete a evaluación ambiental aquellos planes, programas y proyectos que puedan afectar negativamente a la coherencia de la red Natura 2000. En este sentido, la Directiva 2001/43/CE de evaluación de planes y programas con incidencia en la ordenación del territorio, se constituye como un instrumento fundamental para materializar la integración de las redes ecológicas en la práctica de la ordenación del territorio a diferentes escalas, incluida la escala de planificación urbanística y de proyectos.

La evaluación ambiental estratégica de planes y programas constituye una herramienta adecuada para incorporar la cuestión ambiental a la política de ordenación, impulsando el desarrollo de proyectos de ordenación del territorio en clave de sostenibilidad, y favoreciendo la cooperación con los espacios protegidos y sus funciones ecológicas y territoriales (Europarc-España, 2005).

El análisis de la conectividad ecológica y la consiguiente delimitación de corredores ecológicos o superficies de terreno que impliquen una mayor permeabilización del territorio de forma espacialmente explícita, a distintas escalas, permite integrar de forma óptima el criterio de la conectividad en los procesos de evaluación

ambiental de planes y proyectos, a través de su consideración en la selección de alternativas y prevención de impactos.

Dentro de la evaluación ambiental, es de destacar el proceso de jerarquía de mitigación en la identificación de impactos residuales y con el objetivo de evitar la pérdida neta de biodiversidad.

La «jerarquía de la mitigación» es una herramienta diseñada para reducir al máximo las posibles afecciones que las actividades económicas tienen sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en un territorio y, por lo tanto, directamente relacionada con el mantenimiento de la Infraestructura Verde. Este modelo consiste en una secuencia de cuatro acciones clave: evitar, minimizar, restaurar y compensar el impacto ambiental, siguiendo un orden decreciente de prioridad. Sólo se debería acudir a la restauración ecológica cuando resulte imposible evitar o minimizar, empleándola como una herramienta de corrección de impactos capaz de recuperar ecosistemas funcionales, complejos, diversos y adaptados a posibles cambios en las condiciones ambientales. Por otro lado, la restauración ecológica permite definir las acciones de compensación específicas para cada tipo de actividad, creando y conservando capital natural para las poblaciones locales. Así, la restauración ecológica aplicada sobre el modelo de jerarquía de la mitigación contribuye no sólo a frenar la pérdida neta de biodiversidad (No Net Loss) sino también a la posible generación de un impacto positivo (Net Positive Impact).

Un aspecto que merece especial consideración es que, para lograr el objetivo de «no pérdida neta de biodiversidad y servicios de los ecosistemas», se puede contar con esquemas que introduzcan la compensación por pérdidas de biodiversidad. No obstante, la fortaleza de las medidas de compensación estriba en que sean entendidas en un contexto de cumplimiento estricto de la «jerarquía de la mitigación», de modo que estas compensaciones sólo sean utilizadas en el marco de impactos residuales inevitables. De lo contrario, difícilmente se alcanzará el objetivo de mejorar la biodiversidad en España y, posiblemente, la legitimidad de la misma quedaría en entredicho.

Según la NMBA (National Mitigation Banking Association), los Bancos de Conservación de la Naturaleza suponen la “restauración, creación, mejora o conservación de hábitats con el objetivo expreso de compensar impactos residuales (no evitables) generados por distintas actividades cuando éstos no pueden ser corregidos in situ o no serán tan beneficiosos desde el punto de vista ambiental”. Las unidades de mejora de valores ambientales se pueden expresar en hectáreas o unidades poblacionales según el caso, y estas mejoras tienen una traducción en créditos que son los elementos que posteriormente podrán convertirse en objeto del libre mercado. Sus propietarios son responsables del mantenimiento de los valores ambientales de los mismos a largo plazo y los promotores del Banco de Conservación pueden vender los créditos a organizaciones o empresas que deban compensar impactos ambientales a un precio fijado por el mercado. De esta manera, el que adquiere créditos a través de esta modalidad de compensación, transfiere su responsabilidad al propietario del Banco de Conservación. Antes de que la creación de uno de estos bancos adquiera la posibilidad de vender sus créditos, los gobiernos deben aprobar los planes para la creación de cada Banco de Conservación, que debe incluir tanto los valores que pretende restaurar o conservar, como las medidas que se adoptarán para llevarlo a cabo, así como un plan de seguimiento.

En el contexto español, la aplicación de los Bancos de Conservación de la Naturaleza como medida compensatoria o complementaria, se regula a través de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental a través de su disposición adicional octava. Conforme a la misma, los créditos de conservación podrán constituir las medidas compensatorias o complementarias previstas en la legislación de evaluación ambiental, responsabilidad medioambiental o sobre patrimonio natural y biodiversidad, con el objetivo de que los efectos negativos ocasionados a un valor natural sean equilibrados por los efectos positivos generados sobre el mismo o semejante valor natural, en el mismo o lugar diferente.

La **Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental**, establece un nuevo régimen administrativo de reparación de daños medioambientales, basado en los principios de prevención y de que «quien contamina paga», de acuerdo con el cual los operadores que ocasionen daños significativos a los recursos

naturales o amenacen con ocasionarlos, deben adoptar las medidas necesarias para prevenirlos o, cuando el daño se haya producido, para evitarlos, limitando o impidiendo mayores daños medioambientales, así como devolver los recursos naturales dañados al estado en el que se encontraban antes de que se produjese el daño.

Los recursos naturales protegidos por esta ley son los que están recogidos en el concepto de daño medioambiental, es decir los daños que produzcan efectos adversos significativos: a las aguas, incluidas las aguas marinas, al suelo, a la ribera del mar y de las rías, y a las especies de la flora y de la fauna silvestres presentes temporal o permanentemente en España, así como a los hábitats de todas las especies silvestres autóctonas (no obstante la ley de Responsabilidad Medioambiental especifica que los daños a las especies y a los hábitat no incluirán los efectos adversos previamente identificados, derivados de un acto del operador expresamente autorizado al amparo de lo establecido en las siguientes normas: 1.º El artículo 6.3 y 4 o el artículo 13 del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitat naturales y de la fauna y flora silvestres).

La responsabilidad medioambiental es de carácter objetivo, para las actividades incluidas en el anexo III de la ley, respecto de las medidas de prevención, evitación y reparación, y para las actividades no incluidas en el anexo III, respecto de las medidas de prevención y evitación, de forma que las obligaciones de llevar a cabo estas medidas se establecen al margen de cualquier culpa, dolo o negligencia que haya podido existir en su comportamiento.

Por otra parte, para las actividades no incluidas en el anexo III, se establece un régimen de responsabilidad subjetiva respecto de las medidas de reparación, de forma que éstas serán exigibles cuando medie dolo, culpa o negligencia.

La responsabilidad medioambiental es, además, una responsabilidad ilimitada, pues el contenido de la obligación de reparación (o, en su caso, de prevención y/o evitación) que asume el operador responsable consiste en devolver los recursos naturales dañados a su estado original. Se pone el énfasis en la restauración total de los recursos naturales y de los servicios que prestan, y se prima el valor medioambiental, el cual no se entiende satisfecho con una mera indemnización dineraria.

Por otro lado, cabe destacar que no todos los daños que sufran estos recursos naturales generarán responsabilidad medioambiental. Para que la ley pueda ser aplicada, se deberá estar en presencia de amenazas de daños o de daños propiamente dichos que produzcan efectos adversos significativos sobre los recursos naturales. En el caso de los suelos, el concepto de daño incluye los riesgos significativos de que se produzcan efectos adversos sobre la salud humana o el medio ambiente.

El procedimiento para la determinación de la significatividad del daño viene determinado en el reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, en sus artículos 15, 16, 17 y 18, y es un factor básico a la hora de determinar la exigencia de la responsabilidad medioambiental.

La forma de reparar el daño se lleva a cabo mediante la aplicación de medidas reparadoras, que es toda acción o conjunto de acciones, incluidas las de carácter provisional, que tenga por objeto reparar, restaurar o reemplazar los recursos naturales y servicios de recursos naturales dañados, o facilitar una alternativa equivalente a ellos.

Las medidas reparadoras son la reparación primaria, donde la medida correctora que restituye o aproxima al máximo los recursos naturales o servicios de recursos naturales dañados a su estado básico; la reparación complementaria, que son las medidas correctoras adoptadas en relación con los recursos naturales o los servicios de recursos naturales para compensar el hecho de que la reparación primaria no haya dado lugar a la plena restitución de los recursos naturales o servicios de recursos naturales dañados; y finalmente la reparación compensatoria, que es toda acción adoptada para compensar las pérdidas provisionales de recursos naturales o servicios de recursos naturales que tengan lugar desde la fecha en que se produjo el daño hasta

el momento en que la reparación primaria haya surtido todo su efecto. No consiste en una compensación financiera al público.

La siguiente figura ilustra de forma gráfica los distintos tipos de medidas de reparación que contempla la normativa sobre responsabilidad medioambiental.

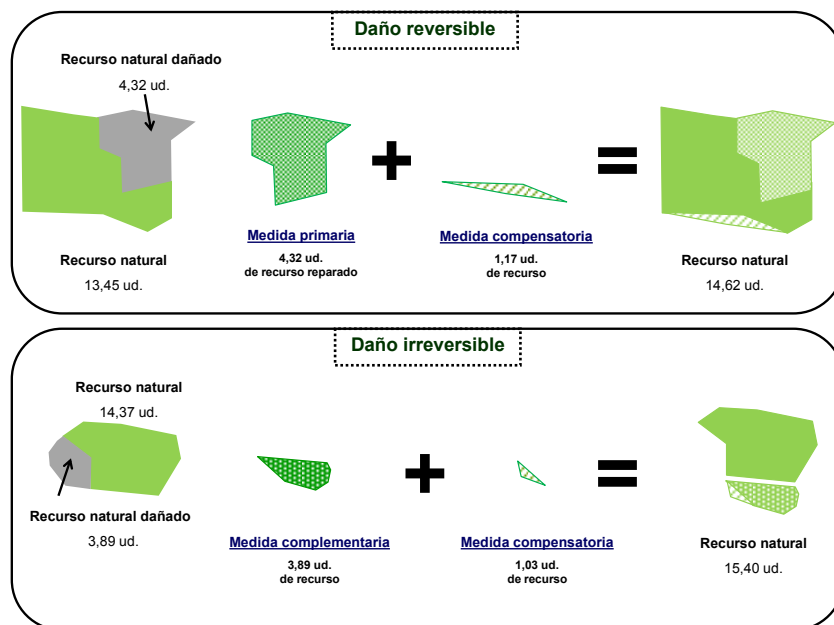


Figura 15: medidas de reparación para recursos naturales dañados (Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, MITERD).

En el ámbito de la reparación complementaria y compensatoria requiere una mención especial el lugar en el que debe acometerse dicha reparación. Así, se opta por acudir preferentemente al lugar donde se ha producido el daño, o en el lugar más cercano a la ubicación de los recursos naturales y servicios dañados, aunque si esto no resulta posible o adecuado, la autoridad competente podrá acordar que la reparación se realice en un lugar alternativo vinculado geográficamente a los citados recursos naturales, entendiendo que existe dicha vinculación cuando pueda establecerse una conexión ecológica, territorial o paisajística.

Como se ha señalado anteriormente, la disposición adicional octava de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, los créditos de conservación podrán constituir, en el caso de la normativa de responsabilidad medioambiental, las medidas compensatorias o complementarias.

Esta Estrategia, de acuerdo con lo que establece el artículo 15 de la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad y plantea la UE (COM (2013) 249 final), concibe la Infraestructura Verde como **“una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios de los ecosistemas. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras y marinos. En los espacios terrestres, la Infraestructura Verde está presente en los entornos rurales y urbanos”.**

Por su naturaleza y funciones, la Infraestructura Verde tiene dimensión espacial y estará referida, en todas las escalas, a la denominada “matriz territorial”, es decir, al conjunto del territorio o paisaje como expresión y organización territorial de los ecosistemas, en la que se incluyen tanto las teselas de hábitat como el resto de los elementos y cubiertas presentes en el espacio geográfico.

Por su carácter espacial y multifuncional, la formulación e implementación de la Estrategia adopta un carácter multiescalar. La estructura multiescalar del diseño de la IV como red ecológicamente coherente implica la coordinación y cooperación entre las diferentes Administraciones y actores con competencias en el territorio, desde el nivel europeo hasta el ámbito local.

La Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas, se concibe como una estrategia encaminada a promover e implementar un cambio en el modelo de ordenación y planificación territorial, enmarcado en un proceso hacia la transición ecológica del modelo de desarrollo.

Sobre la base de la mencionada coordinación interadministrativa, la implementación de las acciones de la Infraestructura Verde se planteará a distintas escalas, cada una de ellas con diferentes necesidades y posibilidades de actuación:

1. Europea, de integración territorial con las iniciativas de IV a escala continental.
2. Peninsular e insular; de coordinación, cooperación e integración territorial de las acciones emprendidas en materia de protección de la biodiversidad, servicios de los ecosistemas, conectividad y restauración ecológicas por parte de la Administración General del Estado y las comunidades autónomas.
3. Regional y comarcal, con la conformación de redes ecológicas funcionales integradas por espacios protegidos, grandes reservorios de fauna y flora, ríos, llanuras de inundación, litoral, etc. y actuaciones dirigidas a la protección de hábitats, la restauración de espacios degradados y la restitución de la conectividad ecológica.
4. Municipal y local, en la que cobran especial importancia elementos con alta potencialidad ecológica como setos, muros de piedra, bosques de galería, árboles aislados, determinados cultivos extensivos o pastizales, etc., que, junto a ríos y pequeños arroyos, cualquier otro tipo de masa de agua y vías pecuarias, constituyen corredores ecológicos por antonomasia y forman parte esencial de la Infraestructura Verde.
5. Urbana y de barrio, en la que la IV se apoya tanto en elementos naturales como seminaturales y artificiales como parques y jardines, calles y plazas arboladas, cementerios, tejados y fachadas verdes, estanques o áreas de juego y, en general, cualquier superficie permeable o susceptible de aumentar su permeabilidad y con potencialidad para mejorar la biocapacidad urbana.

Teniendo en cuenta estos principios generales, se plantea la Estrategia en base a una finalidad que se desarrolla en cuatro objetivos generales que permiten establecer una visión de futuro a 2050 para el desarrollo completa de la misma.

Enmarcadas en estos objetivos generales y con carácter transversal, se han definido 8 metas estratégicas basadas en el marco legislativo y el diagnóstico efectuado. Para cada una de las metas se establecen unos

objetivos específicos, que se desarrollan a través de líneas de actuación. Según acuerdo unánime del Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde, en el seno del Comité de Espacios Naturales Protegidos, este esquema se replicará en las distintas estrategias de infraestructura verde autonómicas a fin de garantizar la coherencia a nivel estatal.

Dentro de cada línea de actuación, cada Administración competente desarrollará las acciones concretas para su implementación. Con el objetivo de facilitar a las distintas Administraciones la definición de acciones a llevar a cabo, para cada línea de actuación se han establecido una serie de orientaciones de carácter general.

La Administración General del Estado, por su parte, implementará la Estrategia nacional de IVCRE a través de la aprobación de Programas de Trabajo que establecerán las acciones concretas a llevar a cabo en el marco de sus competencias. Los programas de trabajo tendrán una duración de 3 años desde el momento de la aprobación de la Estrategia y hasta el año 2050 en el que debe de estar completamente implementada.

Se desarrollará un Primer Programa de Trabajo por parte de la AGE dentro del primer año tras la aprobación de la Estrategia nacional y con un marco temporal de tres años desde su aprobación, coincidiendo con el período para que cada una de las Administraciones autonómicas desarrolle sus propias Estrategias. Tras este período, se llevará a cabo una revisión de la Estrategia nacional incorporando las acciones desarrolladas por la AGE durante el mismo y adaptándola al desarrollo llevado a cabo durante este período de la IV europea.

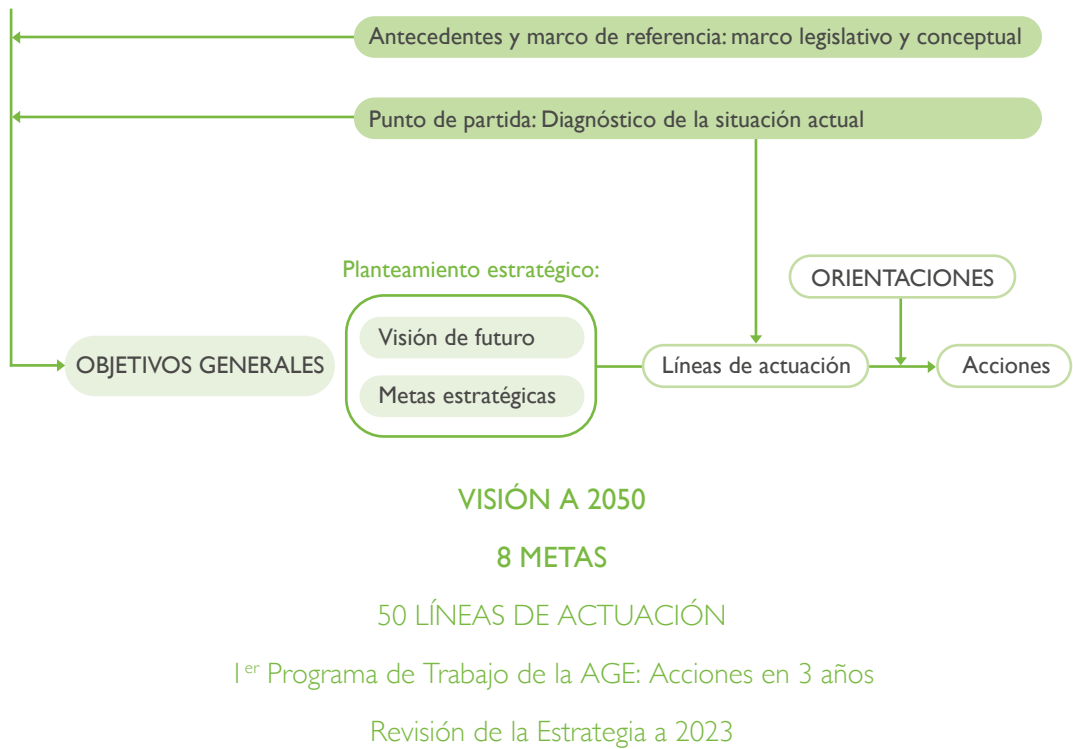


Figura 16. Esquema del Planteamiento Estratégico de la Estrategia nacional de IVCRE

Identificar, desarrollar, mantener y reforzar una Infraestructura Verde (IV) para el territorio español a través de la definición de unos objetivos específicos y un conjunto de orientaciones que, apoyadas en un diagnóstico general de la realidad territorial y medioambiental, impulsen su establecimiento y sirvan de referencia para la elaboración de las correspondientes estrategias autonómicas de Infraestructura Verde. Para alcanzar este objetivo, la Estrategia establece criterios comunes para la identificación, conservación y restauración de la Infraestructura Verde en todas las comunidades autónomas.

Objetivo general 1. Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la biodiversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios. Esta planificación y gestión se apoyará en la evaluación sistemática de los resultados como fuente de información para la mejora continua. La aplicación de estas herramientas debe contribuir a la mitigación de los efectos y presiones que los actuales modelos de desarrollo generan sobre el medio ambiente, así como a la adaptación ante cambios globales y difícilmente eludibles como el cambio climático.

Objetivo general 2. Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la Infraestructura Verde.

Objetivo general 3. Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la Infraestructura Verde en los distintos niveles de la planificación territorial. La integración se alcanzará mediante la actuación de equipos humanos transdisciplinares adecuadamente formados y capacitados, el establecimiento de protocolos de priorización, la implementación de procedimientos adecuados de información y participación pública y el impulso y reconocimiento de las contribuciones propuestas o apoyadas por la sociedad civil.

Objetivo general 4. Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la Infraestructura Verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.

En 2050 se ha consolidado en España una Infraestructura Verde del territorio a escala nacional que garantiza: la reducción de la fragmentación de hábitats y ecosistemas, la mejora de la conectividad ecológica del territorio, la provisión de servicios de los ecosistemas clave para el bienestar humano (de regulación, abastecimiento y culturales), la mitigación de los efectos del cambio climático, tanto en el ámbito del medio rural como en el urbano, y la mejora de la resiliencia climática y la capacidad de adaptación de las sociedades frente al cambio climático y los riesgos que conlleva.

La consolidación de esta Infraestructura Verde del territorio a escala estatal se ha conseguido mediante: la restauración de ecosistemas degradados, la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza, la integración de políticas sectoriales estratégicas, la planificación y ordenación territorial de elementos clave para la IV a diferentes escalas (local, metropolitana, comarcal, regional y nacional), la puesta en marcha de modelos de gobernanza que garantizan la coordinación interadministrativa e interterritorial, la plena integración de la infraestructura verde en los procesos de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos sobre el territorio y la concienciación social, el compromiso y la corresponsabilidad de actores estratégicos.

La Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas da las orientaciones para la “identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones Públicas permita y asegure la funcionalidad de los ecosistemas, la conectividad ecológica, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados” (artículo 15, Ley 33/2015), contribuyendo además a la lucha contra la despoblación del medio rural.

En el contenido de la misma, han de tenerse en cuenta los espacios citados expresamente en la legislación (los espacios protegidos, los hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, las áreas de montaña, los cursos fluviales, los humedales, las vías pecuarias, las corrientes oceánicas, los cañones submarinos, etc.), y su régimen jurídico, así como otras prescripciones de la nueva Ley, tales como la mejora de la coherencia y la conectividad de la Red Natura 2000, en consonancia con lo establecido en la Estrategia nacional de IVCRE, y de otras Leyes relacionadas materialmente con la finalidad o el contenido de la propia Estrategia (p. ej., en materia de ordenación del territorio y urbanismo, responsabilidad por daños ambientales, infraestructuras de transporte o vías pecuarias), así como, en el ámbito de sus competencias, la correspondiente legislación en la materia de las comunidades autónomas.

Además, la Infraestructura Verde está ligada a diferentes conceptos tales como capital natural, multifuncionalidad, soluciones basadas en la naturaleza, servicios de los ecosistemas, conectividad, restauración ecológica o resiliencia y capacidad de adaptación.

Teniendo en cuenta las bases y conceptos definidos anteriormente, el cumplimiento de la legislación vigente, el diagnóstico de la situación y los trabajos llevados a cabo en el marco de la encomienda al CSIC por parte de la AGE, se han formulado 8 metas que establecen:

- Marco estratégico para la identificación y delimitación espacial de los elementos que formarán parte de la IV del territorio español terrestre y marino. Criterios para su inclusión. (META 0)
- Marco estratégico para asegurar la conectividad ecológica (META 1)
- Marco estratégico de restauración de ecosistemas degradados (META 2)
- Marco estratégico para asegurar la funcionalidad de los ecosistemas (mantenimiento de servicios de los ecosistemas) (META 3)
- Marco estratégico de adaptación al cambio climático (META 4)
- Marco estratégico para asegurar la coherencia espacial y la coordinación interadministrativa (META 5)
- Marco estratégico para la integración en la planificación territorial y sectorial de la IV que asegure y permita la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas (META 6)
- Marco estratégico para promover la comunicación, educación y participación (META 7)

En el **Anexo II** se incluye una tabla resumen de los objetivos, metas y líneas de actuación que se desarrollan a continuación.

9.1. META 0. IDENTIFICAR Y DELIMITAR ESPACIALMENTE LA RED BÁSICA, A DIFERENTES ESCALAS, DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN ESPAÑA

Conforme al art. 15-2º de la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad, debe tenerse en cuenta que la Estrategia da las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde del territorio español, terrestre y marino y señala una serie de elementos a tener en consideración como componentes de la Infraestructura Verde.

La identificación de elementos que pueden formar parte de la Infraestructura Verde, a día de hoy, no está desarrollada completamente, existiendo un listado de referencia de elementos a considerar que no constituye una enumeración exhaustiva. Igualmente, no están establecidos con claridad las características y criterios que debe reunir cualquier elemento para ser considerado como integrante de la IV.

No existe tampoco, a día de hoy, una cartografía de Infraestructura Verde a nivel estatal, si bien, algunos de los elementos que pueden formar parte de ella, como los Espacios Protegidos, hábitat de interés, las vías pecuarias o los ríos, sí están cartografiados y, una vez definidos con claridad los criterios para su integración como elementos de la IV, se podrían establecer las bases para la cartografía de la IV en su conjunto. En esta cartografía, además, se deberán incorporar elementos que contribuyan a alcanzar los objetivos de desarrollo de una Infraestructura Verde en cuanto a conectividad y mantenimiento de servicios de los ecosistemas. Por ello, se debe avanzar en la cartografía de estos elementos una vez definidos los criterios de integración, teniendo en cuenta la naturaleza multiescalar de la IV. Son por tanto las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias, las responsables de identificar, en base a este listado de referencia y a los criterios que se establezcan en el marco de esta Estrategia nacional de IVCRE, los elementos del territorio de su competencia que pasarán a formar parte de la Infraestructura Verde.

9.1.1. Objetivos específicos

Teniendo en cuenta la información disponible en la actualidad de los elementos a formar parte de la Infraestructura Verde y dadas las carencias detectadas, se establecen una serie de líneas de actuación encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Armonizar los procesos de identificación, selección y declaración de los elementos integrantes de la IV, teniendo en cuenta su carácter multiescalar (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 0.01 y 0.02).
- Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios de los ecosistemas y sus necesidades de restauración (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 0.03).
- Mejorar el conocimiento sobre los elementos, y sus interrelaciones, susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 0.04).

9.1.2. Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.01. Identificar los elementos que podrán formar parte de la Infraestructura Verde a las distintas escalas (estatal, autonómica y local).

Se crea la Infraestructura Verde como sistema territorial integrado por los distintos elementos y componentes y apoyado en herramientas para la identificación de zonas de especial importancia para la provisión de servicios de los ecosistemas, mantenimiento de la biodiversidad y conectividad ecológica.

La IV tendrá carácter dinámico y colaborativo, incorporando los distintos elementos y componentes que las diferentes Administraciones Públicas definan oficialmente en sus respectivas estrategias y planes de Infraestructura Verde. Formarán parte de la IV las áreas identificadas y seleccionadas a escala estatal, regional, provincial, comarcal, metropolitana o municipal como zonas estratégicas para la provisión de servicios de los ecosistemas clave, para la mejora de la conectividad ecológica, de soluciones basadas en la naturaleza, mantenimiento de la biodiversidad o la adaptación y mitigación frente al cambio climático, así como todas aquellas que potencialmente cumplan estas características pero su funcionalidad esté degradada y necesiten someterse a una restauración ecológica.

Con el objetivo de identificar los elementos que cumplen los criterios necesarios para formar parte de la infraestructura verde se desarrollará una **Guía metodológica para la identificación de los elementos de la infraestructura verde**, que se elaborará por la AGE como complemento al desarrollo de esta Estrategia nacional.

Otro de los objetivos principales de la citada Guía metodológica es cumplir con la necesidad de normalización de la cartografía, para evitar en la medida de lo posible incoherencias entre las distintas escalas y administraciones, consiguiendo una Infraestructura verde en conjunto plenamente funcional y congruente.

La cartografía oficial de la Infraestructura Verde será aquella alojada en el Banco de Datos de la Naturaleza del MITERD, donde se incorporarán las diferentes cartografías a escala estatal, autonómica y local.

Para la incorporación oficial de la cartografía de la IV al Banco de datos de la naturaleza, las Administraciones Públicas responsables de las CC.AA. enviarán oficialmente las cartografías de la Infraestructura Verde que hayan generado, según las especificaciones técnicas incluidas en el Anexo IV (Especificaciones técnicas para la información depositada en el banco de datos de la naturaleza), así como todas aquellas actualizaciones o nuevas declaraciones de infraestructura verde que se realicen posteriormente.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Clasificación de elementos y componentes de la Infraestructura Verde según escalas territoriales e institucionales.

Los componentes de cada uno de los elementos variarán según la escala, aumentando su detalle conforme se incremente aquella. Esta Estrategia define, a título orientativo, tres escalas territoriales e institucionales para la identificación de la Infraestructura Verde y de sus componentes constitutivos. Los componentes pueden repetirse en las distintas escalas, si bien su consideración, análisis y función serán diferentes en cada una de ellas.

2. Clasificación de elementos y componentes de la Infraestructura Verde según funcionalidad. Según la clasificación funcional de de AEMA, 2014, los elementos de la IV se clasifican en:

1. **Áreas núcleo** son aquellas en las que la biodiversidad tiene importancia prioritaria, aun cuando se trate de terrenos que no se encuentren legalmente protegidos. Estarán compuestas por:
 - Áreas bajo algún régimen de protección, como por ejemplo la Red Natura 2000.

- Otros ecosistemas bien conservados y áreas de alto valor ecológico fuera de los espacios protegidos, como por ejemplo llanuras aluviales, humedales, áreas litorales no urbanizadas, bosques naturales y naturalizados, superficies ocupadas por Hábitats de Interés Comunitario prioritarios, elementos del patrimonio geológico y de la geodiversidad, etc.
 - Sistemas y áreas cuyo valor natural es producido por prácticas agrarias sostenibles, como los sistemas agrarios de alto valor natural (contemplados en la reglamentación europea de la PAC).
2. **Corredores ecológicos**, tienen por objeto mantener la conectividad ecológica y ambiental mediante nexos físicos entre las áreas núcleo. Suelen identificarse los tres tipos siguientes: (i) los corredores lineales, constituidos por largas franjas de vegetación tales como por ejemplo setos, franjas de bosque o vegetación en márgenes de ríos y arroyos, o por elementos, procesos o sistemas geológicos de carácter lineal y continuo; (ii) stepping stones o pequeñas teselas, no conectadas, que favorecen los desplazamientos de la fauna y la flora (como por ejemplo setos y bosquetes en zonas agrarias); (iii) corredores paisajísticos o elementos del paisaje sin interrupciones, por ejemplo las zonas ribereñas, áreas de montaña o las vías pecuarias.
 3. **Otros elementos multifuncionales**, donde se lleva a cabo una explotación sostenible de los recursos naturales junto con un mantenimiento adecuado o restauración ecológica de buena parte de los servicios de los ecosistemas.
 4. **Buffer zones o áreas de amortiguación**, que protegen la red ecológica de influencias dañinas externas. Se trata de áreas de transición donde se debe fomentar una compatibilización de los usos.
 5. **Elementos urbanos**, a modo de ejemplo se citan parques, jardines, áreas recreativas y deportivas, estanques y canales, techos y paredes verdes, entre otros.

Hay que tener en cuenta que, debido a la multifuncionalidad propia de la IV, en la práctica los elementos identificados de la IV es posible que no puedan incluirse de forma inequívoca en una única categoría. Además, las superficies que, en caso de restaurarse o adecuarse, podrían ser importantes para la conectividad y biodiversidad y por tanto habrán de ser incluidas como elementos de la IV.

3. Como primera aproximación a la caracterización de espacios de la IV, y para facilitar dicho proceso, se adjunta como Anexo III una relación de las tipologías de espacios que potencialmente podrían formar parte de la Infraestructura Verde, basándose en el listado desarrollado en el marco del estudio del CSIC "Bases científico-técnicas de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas". Igualmente se tendrán en cuenta para el análisis los elementos, procesos y sistemas geológicos. No obstante la metodología para la identificación de los elementos de la infraestructura verde será objeto de una Guía específica como complemento al desarrollo de esta Estrategia nacional.
4. Cartografiar los elementos identificados como componentes de la Infraestructura Verde (a cualquier escala) siguiendo los preceptos metodológicos establecidos por la AGE (Guía metodológica para la identificación de los elementos de la infraestructura verde en España).
5. Como cartografía de base se utilizarán preferentemente las siguientes fuentes de información, con el objetivo de conseguir una IV coherente, especialmente en los límites administrativos entre CCAA:
 - Repositorio de cartografía Banco de Datos de la Naturaleza: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/cartografia_informacion_disp.aspx
 - Información geográfica de referencia: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=LILIM>
 - Registro Central de Cartografía: <http://www.ign.es/web/rcc-area-rcc>

6. Las CC.AA., en el desarrollo de sus respectivas estrategias de infraestructura verde, dotarán de coherencia e integración a la infraestructura verde de su ámbito territorial, incluyendo la infraestructura verde de ámbito local, mediante la replicación de los procedimientos establecidos a nivel estatal en todas las escalas inferiores.
7. Para la incorporación en el Banco de Datos de la Naturaleza de la cartografía de la infraestructura verde a las distintas escalas, las CC.AA. remitirán los enlaces correspondientes a los servicios de cartografía de infraestructura verde local, de todos aquellos municipios de su ámbito territorial que dispongan de los mismos.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.02. Selección y declaración formal de los elementos de la Infraestructura Verde.

Una vez identificados los elementos que cumplen los criterios para formar parte de la infraestructura verde, se hará la selección, en su caso, y declaración formal de los que formarán efectivamente parte de la infraestructura verde.

La declaración formal por parte de las Administraciones Públicas de los elementos que conformarán la Infraestructura Verde es esencial para dotarla de un reconocimiento oficial. Esta declaración constará, al menos, de los siguientes puntos:

- La delimitación espacial de dichos elementos en el territorio (incluyendo su cartografía digital en el formato indicado en esta Estrategia, línea de actuación 0.01 y anexos).
- Identificación de las características espaciales o ecológicas así como las funciones por las cuales se declara un elemento como infraestructura verde.
- Indicadores utilizados para la identificación de cada una de las funciones o características por los cuales se ha declarado infraestructura verde cada elemento concreto.
- Los objetivos a cumplir:
- Autoridad administrativa responsable de su declaración y gestión.
- Cualquier otra información que se considere relevante.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. La selección de los distintos elementos que vayan a ser declarados parte de la infraestructura verde deberá hacer explícitos los criterios objetivos empleados para su selección.
2. Si el elemento a declarar como parte de la infraestructura verde proporciona funciones ecológicas importantes pero su capacidad podría mejorarse a través de la restauración ecológica, hacer referencia en su declaración a que se trataría de una zona de infraestructura verde para la restauración.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.03. Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios de los ecosistemas y sus necesidades de restauración.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Analizar los elementos y componentes identificados como integrantes de la IV a nivel estatal, autonómico o local, evaluando el estado de conservación de los mismos y su contribución funcional al conjunto

de la IV. Siguiendo la metodología propuesta por la AEMA en su informe sobre el Análisis Espacial de la Infraestructura Verde en Europa (2014) se podrán diferenciar dos tipos de zonas que deberán seguir políticas de gestión y actuación diferentes:

1. **Zonas de Infraestructura Verde para conservación ('C')**, que comprende las áreas que proporcionan funciones ecológicas clave, tanto para la fauna como para el bienestar humano. Se debe priorizar la conservación a fin de mantener la conectividad de los hábitats naturales y semi-naturales.
 2. **Zonas de Infraestructura Verde para la restauración ('R')**, que comprende los espacios que todavía proporcionan funciones ecológicas importantes, pero su capacidad podría mejorarse con algún tipo de restauración. La mejora e inclusión de estos elementos a las zonas de Infraestructura Verde para la conservación 'C' aumentaría la resiliencia ecológica y social de toda la red.
2. Este análisis permitirá identificar las áreas prioritarias de actuación de las zonas de Infraestructura Verde para la restauración. Cada Administración pública valorará que las medidas de protección de la Infraestructura Verde sean prioritarias dentro de los espacios protegidos (espacios naturales protegidos, espacios protegidos Red Natura 2000 y otras áreas protegidas por instrumentos internacionales, nacionales y autonómicos, así como en las Zonas de Alto Valor Natural), y en aquellos terrenos que no cuenten con protección explícita y puedan desempeñar un papel significativo en materia de conectividad y servicios de los ecosistemas, por ejemplo en cuencas que ofrecen protección frente a riadas o inundaciones a poblaciones aguas abajo. En concreto, merecerán especial atención los terrenos de dominio público (dominio público-marítimo terrestre, dominio público hidráulico y vías pecuarias), que desempeñen o puedan ejercer un papel importante en la conectividad, así como aquellos paisajes como los agrícolas, pastos y forestales, integrantes de Áreas Agrarias y Forestales de Alto Interés Natural (según MARM-IREC, 2011).
 3. Las Administraciones Públicas, en el marco de sus competencias, podrán adoptar medidas de protección de la Infraestructura Verde referidas al incremento de su conocimiento, mejora del estado ecológico, provisión de bienes y servicios, y fortalecimiento y restauración de la conectividad, a través de la restauración ecológica (META 2) y de la aplicación correcta y completa de aquellos instrumentos de planificación y gestión a las distintas escalas territoriales, teniendo en cuenta lo que a ese respecto se señala en las orientaciones sectoriales de esta Estrategia.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.04. Mejorar el conocimiento sobre los elementos, y sus interrelaciones, susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

- Aumentar el conocimiento de los vínculos que existen entre la biodiversidad, el estado de conservación del ecosistema y su capacidad para ofrecer servicios de los ecosistemas, de tal modo que la consideración y evaluación de dichos servicios se integre en la implantación y desarrollo de la Infraestructura Verde.
- Favorecer el intercambio de conocimiento y la coordinación sobre la implementación concreta a nivel europeo y en España en temas administrativos, técnicos o de diseño.
- Fomentar el apoyo al desarrollo de tecnología y procesos innovadores para la Infraestructura Verde. Se favorecerán los proyectos de investigación e innovación (I+D+I) encaminados a aumentar el conocimiento sobre procesos y funciones ecológicas que permitan su aplicación al desarrollo de la IV, tales como:
 - Nuevos enfoques de la ingeniería, la arquitectura y la ecología y el paisajismo en el diseño y la construcción de edificios e infraestructuras.
 - Metodologías y tecnologías innovadoras en los ámbitos de la restauración y la ordenación territorial.

9.2 META 1. REDUCIR LOS EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN Y DE LA PÉRDIDA DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA OCASIONADOS POR CAMBIOS EN LOS USOS DEL SUELO O POR LA PRESENCIA DE INFRAESTRUCTURAS.

Los artículos 18.g y 20.g de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, modificada por la Ley 33/2015, de 21 de septiembre, indican que se deben establecer y consolidar redes ecológicas compuestas por espacios de alto valor natural, que permitan los movimientos y la dispersión de las poblaciones de especies de flora y fauna y el mantenimiento de los flujos que garanticen la funcionalidad de los ecosistemas. En su artículo 21, otorga un papel prioritario como corredores ecológicos a los cursos fluviales, vías pecuarias, áreas de montaña y otros elementos del territorio, lineales y continuos, o que actúen como puntos de enlace, con independencia de que tengan la condición de espacios naturales protegidos. Igualmente, el artículo 15 en sus apartados 15.1 y 15.2, determina que se debe desarrollar una Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas para asegurar la conectividad ecológica y con el objetivo de desfragmentar las áreas estratégicas para la conectividad. De igual manera, según estos artículos, la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones Públicas debe permitir y asegurar la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y la restauración de ecosistemas degradados.

Además, el artículo 25 de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino “Objetivos de la Red de Áreas Marinas de España (RAMPE)”, incluye el fomento de la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos que resulten esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora marinas. Del mismo modo, el artículo 5º del Real Decreto 1599/2011, de 4 de noviembre, por el que se establecen los criterios de integración de los espacios marinos protegidos en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España, incluye como criterio la contribución del espacio a la conectividad, de forma que facilite la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora marinas.

Teniendo en cuenta el marco legal y el diagnóstico llevado a cabo, se puede concluir que, si bien se está avanzando en algunos aspectos en la identificación de corredores ecológicos y de áreas claves a desfragmentar a diferentes escalas, se pueden señalar las siguientes carencias:

I. Carencias de información y escasa relevancia en los procesos de planificación sectorial y toma de decisiones.

Aunque para un análisis preliminar de la conectividad existe bastante información a determinada escala (de 50.000 o más), se detecta:

- No se dispone del detalle espacial de la superficie en cuanto a existencia de setos, bosquetes u otras estructuras de importancia para la conectividad en zonas agrarias. Si bien, para algunas partes del territorio nacional sí existe información en el SIGPAC de los elementos del paisaje que aplican para la Condicionalidad de la PAC a nivel parcelario (características del terreno que pueden servir de cobijo para la flora y la fauna o para proteger el suelo de la erosión como lindes, terrazas, islas de vegetación, setos, charcas, árboles aislados o en hilera, árboles en grupo, majanos, pequeñas construcciones antiguas de piedra).
- Carencias de información en cuanto a la caracterización general del nivel de conectividad del territorio a escala nacional, así como el nivel de aplicación y mejora de la conectividad que pueda producirse por la puesta en marcha de los diversos planes, programas y proyectos.
- Falta de homogeneidad en la información entre unas CC.AA. y otras, así como con países colindantes.

- Falta de conocimiento en cuanto a conectividad ecológica en el medio marino.
- Necesidad de avanzar hacia una mejor consideración de los aspectos de la conectividad ecológica con el medio marino, en términos de procesos de los ecosistemas, en la gestión diaria de los elementos del DPMT y DPH.

2. Falta de coherencia en los criterios para el diseño de redes ecológicas.

Las metodologías utilizadas por las CC.AA. son muy heterogéneas:

- En cuanto a corredores ecológicos se utilizan las vías pecuarias (más bien encaminado a creación de áreas recreativas y de esparcimiento humano), los ríos y su vegetación de ribera, cadenas montañosas, espacios naturales protegidos, etc.
- En cuanto a las especies objetivo para las que se desarrollan los corredores ecológicos, unos diseños son para especies especialistas de amplia movilidad mientras que otros son para especies amenazadas o en peligro de extinción, por lo que existe una amplia variabilidad de criterios.
- Respecto a los criterios referidos a fenómenos físicos, para la planificación de los usos del territorio son decisivos ciertos fenómenos, como el flujo de energía y agua, menos utilizados que los anteriores en el diseño de redes ecológicas.

3. Ausencia de marco coordinado a nivel estatal para la definición y protección de conectores.

- Es necesaria una coherencia a escala estatal y supranacional para el establecimiento y protección de redes de conectividad supraautonómicas.

4. Escasa aplicación en el territorio.

- Muchas de las propuestas de conectividad elaboradas a nivel autonómico aún no se han aplicado sobre el territorio debido a diversas causas (falta de compromiso político, falta de financiación, etc.), o su aprobación ha sido tan reciente que aún no han podido conseguir resultados que evidencien sus beneficios.
- Los conectores ecológicos definidos a nivel territorial necesitan instrumentos normativos que obliguen a su consideración en la aplicación de las diversas políticas sectoriales, como la ordenación del territorio, la planificación de infraestructuras o la evaluación ambiental.

5. Falta de coordinación y planificación de las acciones que fomenten la conectividad.

- Tanto por parte de la Administración central como por parte de las comunidades autónomas se llevan a cabo acciones orientadas a restituir y garantizar los procesos y funciones ecológicas (protección de especies amenazadas, puesta en marcha de medidas agroambientales, proyectos de restauración forestal, etc.), que pueden considerarse actuaciones de mejora de la conectividad y de la Infraestructura Verde pero que, en general, están fuera de un marco debidamente planificado a nivel de territorio y de paisaje.

9.2.1. Objetivos específicos

Teniendo en cuenta el diagnóstico y las carencias detectadas, se plantean los siguientes objetivos en los que se enmarcan las líneas de actuación:

- Mejorar la conectividad, a diferentes escalas, mediante la identificación de corredores ecológicos y áreas críticas encaminadas a asegurar la permeabilidad, coherencia e integración de los espacios protegidos y de las especies y hábitats de interés, evaluando su efectividad (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación I.01 y I.07).

- Establecer unas directrices comunes de actuación para fortalecer, mejorar y prevenir la pérdida de la conectividad en espacios terrestres, fluviales, en el ámbito litoral y marino y medio urbano (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 1.02 a 1.06).
- Mejorar el conocimiento científico sobre la conectividad ecológica (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 1.08).

9.2.2 Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1.01. Identificar áreas clave para la conectividad de las especies y tipos de hábitat de interés encaminadas a asegurar la permeabilidad de la matriz territorial.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Identificar zonas prioritarias de conectividad teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - Identificar especies y tipos de hábitat de interés comunitario y/o presentes en los catálogos nacionales o regionales de especies amenazadas que estén actualmente afectados por la fragmentación y/o el cambio climático.
 - Analizar los requerimientos de conectividad funcional de estas especies y tipos de hábitat en cuanto a hábitat alcanzable y permeabilidad del territorio.
 - Identificar corredores migratorios de vuelo y corredores marinos. Para corredores de vuelo existe información disponible en el proyecto de Red Eléctrica (<https://www.ree.es/es/sostenibilidad/proyectos-destacados/proyectos-de-contribucion-al-territorio/cartografia-de-corredores-de-vuelo>).
 - Considerar que la red de conectores conecte zonas núcleo, entre los que se incluyan espacios Red Natura 2000 y otros espacios de importancia para la biodiversidad como:
 - Sistemas agrarios de alto valor natural
 - Cursos de agua, ecosistemas húmedos y masas de agua y espacios adyacentes
 - Refugios de fauna bajo proyecciones de cambio climático
 - Áreas críticas y zonas de importancia en planes de recuperación y conservación de especies
 - Identificar tipos de hábitat naturales y seminaturales de interés para los polinizadores.
2. Tener en cuenta en la identificación de la red de corredores, el cumplimiento del artículo 10 de la Directiva Hábitat que insta a los Estados miembros a mejorar la coherencia ecológica de la red Natura 2000, mediante la gestión de los elementos del paisaje que revistan primordial importancia para la fauna y la flora silvestres. Se refiere a aquellos elementos que, por su estructura lineal y continua (como los ríos con sus correspondientes riberas, las vías pecuarias o los sistemas tradicionales de deslinde de los campos), o por su papel de puntos de enlace (como los estanques o los sotos) resultan esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres.
3. Para la identificación de la red de corredores y la áreas prioritarias de conectividad, utilizar como referencia la metodología desarrollada por la AEMA (Informing strategic green infrastructure and restoration planning through mapping and assessment methods based on spatial and technical data. AEMA, 2018. Documento inédito) y los criterios establecidos en los documentos técnicos elaborados en el marco de los estudios previos para el desarrollo de esta Estrategia, principalmente: *Medidas para fomentar la conectividad entre espacios naturales protegidos y otros espacios de elevado valor natural* (Rey Benayas y

Torre Ceijas. MAPAMA, 2016. Informe inédito) y Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento (Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. MAGRAMA, 2013).

4. Consideración y valoración de las iniciativas que se han llevado a cabo hasta ahora en relación con el establecimiento de corredores ecológicos y mejora de la conectividad:
 - Estrategia de restauración de ríos: establecimiento de reservas fluviales.
 - Propuesta de WWF España para una Red Estratégica de Corredores Ecológicos entre espacios Red Natura 2000 (WWF España. 2018. Autopistas Salvajes).
 - Proyecto de “Identificación de las Áreas de Especial Interés para la Conservación de los Cetáceos en el Mediterráneo Español” conocido como “Proyecto Mediterráneo”, en el cual se ha sustentado la Declaración como “Área Marina Protegida” del Corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo.
 - Áreas identificadas a escala regional, provincial, comarcal, metropolitana o municipal como zonas estratégicas para la mejora de la conectividad ecológica.
 - Apoyo y recuperación de la trahumancia a través de las vías pecuarias.
5. En el diseño de corredores ecológicos, tener en cuenta el estudio y desarrollo de medidas que impidan de manera selectiva la dispersión de especies exóticas invasoras (EEI), entre otras, se podrán contemplar la inclusión de redes de trampeo selectivo sobre EEI, el fomento de predadores autóctonos naturales de las EEI, las escalas de peces selectivas que impidan el paso de EEI o el empleo de redes de muestreo y alerta temprana. Igualmente se adoptarán en todo caso las medidas de vigilancia adecuadas para evitar que estos corredores puedan actuar como vía de diseminación geográfica de enfermedades epizooticas.

Esta identificación podrá llevarse a cabo desde las Comunidades Autónomas y la AGE. Las áreas clave a restaurar podrán ser declaradas de interés general.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.02. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios terrestres.

En el ámbito de sus competencias y de acuerdo con la disponibilidad presupuestaria, las Administraciones Públicas pondrán en marcha acciones encaminadas a mejorar la conectividad en espacios terrestres teniendo en cuenta las siguientes orientaciones:

1. Identificación e integración en la Infraestructura Verde de todos los elementos lineales que puedan contribuir al aumento de la conectividad localizados en las áreas con conectividad ecológica reducida por haber perdido una gran parte de su vegetación natural y seminatural. Se aprovecharán los elementos lineales del paisaje para restaurar hábitats y generar Infraestructura Verde, lo que supone: (1) la restauración de la vegetación natural de los sistemas ribereños, (2) la plantación de setos o cercas vivas en las lindes entre tierras de cultivo, bordes de camino y ribazos, en función del hábitat y en aquellas zonas concretas donde se considere como positivo para la conectividad y se valore que no tendrá otros efectos negativos en el entorno y (3) la restauración ecológica de los márgenes de la red de infraestructura viaria en aquellas zonas y condiciones donde sea posible, evitando favorecer el riesgo de colisión y atropello de fauna y la introducción y expansión de especies exóticas invasoras.
2. Restauración de hábitats degradados en zonas idóneas para favorecer la conectividad. Se planificará la restauración de hábitats degradados por tipos de hábitats, su amenaza, estado de degradación y contribución a la conectividad ecológica de sus elementos funcionales, ya sean vegetales o poblaciones animales características o que utilicen el hábitat en su dispersión. Para ello se seguirán las indicaciones recogidas en la línea de **actuación 02-02.**

Dicha planificación servirá para evaluar el avance en restauración para conseguir los objetivos de la estrategia europea de biodiversidad (COM 2020, 380 final).

- 3 . Creación o restauración de hábitats que funcionen como “stepping stones” o pequeñas teselas, no conectadas, que favorecen los desplazamientos de la fauna y la flora (como por ejemplo setos y bosquetes), con prioridad en hábitats de reducida extensión por sus características muy específicas y/o que han desaparecido en amplias zonas, pero que quedan próximos a hábitats similares con un buen estado de conservación. Por ejemplo, se favorecerá el establecimiento y protección de islotes e islas forestales con especies autóctonas, especialmente en paisajes agrícolas, aprovechando los elementos estructurales identificados en la condicionalidad agraria y en el Pilar II de la PAC y su aplicación, o en aplicación de estrategias de conservación de metapoblaciones de determinadas especies amenazadas.
- 4 . Creación de zonas verdes multifuncionales, en especial en áreas urbanas y periurbanas que conecten adecuadamente con los hábitats del entorno rural, teniendo en cuenta en su diseño las necesidades de alimentación, nidificación y refugio de los polinizadores, así como sus implicaciones futuras como integrantes de la interfaz urbano forestal.
- 5 . Permeabilización de las infraestructuras viarias, prioritariamente de aquellos tramos que atraviesen áreas relevantes para la biodiversidad y/o concentren un elevado número de atropellos y colisiones, así como tramos donde los flujos de agua o los derrumbes de materiales impliquen problemas particulares como el mantenimiento y seguridad de la vía.
- 6 . Mitigación de las barreras producidas por la infraestructura de producción y distribución de energía, prioritariamente en aquellos parques eólicos y tramos de los tendidos eléctricos que atraviesen áreas relevantes para la diversidad de aves y murciélagos y/o concentren un elevado número de electrocuciones o colisiones.
- 7 . Evitar la pérdida de conectividad por la intensificación agraria, especialmente en las zonas consideradas de interés para la conectividad y la provisión de servicios ambientales.
- 8 . Limitar o eliminar las presiones humanas sobre los sistemas acuáticos, mediante una gestión hidrológica y ambiental que contribuya a mantener en buen estado de conservación los hábitats, especies y zonas de interés conector ligados a ecosistemas acuáticos.
- 9 . Fomentar los acuerdos de custodia del territorio y de los bancos de conservación de la naturaleza, especialmente en zonas agrarias, para mejorar su permeabilidad territorial.
10. Fomentar la trashumancia de razas autóctonas en vías pecuarias como actividad vertebradora de conectividad, por el importante transporte de semillas y abono y el mantenimiento de la funcionalidad ecológica y cultural de las cañadas.
11. Fortalecer y mejorar la conectividad, previniendo su pérdida, de los hábitats naturales y seminaturales importantes para los polinizadores.
12. Realizar la asignación de inversiones referidas a la mejora de la conectividad del espacio terrestre, priorizando los criterios ambientales y sostenibles en función de la particular problemática identificada en los instrumentos de planificación y ordenación de los recursos naturales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.03. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios fluviales.

Desde el ámbito competencial de las distintas Administraciones Públicas en materia de recursos hídricos, de acuerdo con esta Estrategia y con los objetivos de Directiva Marco del Agua en cuanto a la mejora de

la continuidad fluvial y el buen estado ecológico de los ríos, se promoverá el mantenimiento, la mejora y fortalecimiento de la conectividad hidromorfológica, biológica y ecológica de los espacios fluviales en sus tres dimensiones (continuidad longitudinal, conectividad transversal y conexión vertical), resultado de los procesos fluviales y alteradas por diferentes obstáculos, barreras e infraestructuras para el aprovechamiento de los recursos hídricos presentes en los cauces y márgenes de los espacios fluviales. Para ello se proporcionan las siguientes orientaciones que se consideran prioritarias:

- 1 . Gestión del dominio público hidráulico desde la coordinación entre las Administraciones competentes y fomentando la participación ciudadana.
- 2 . La definición e implantación de un régimen de caudales ecológicos adecuado a las necesidades de los distintos ecosistemas acuáticos, ribereños y litorales que incluya un régimen hidráulico y un régimen sedimentario que permita el mantenimiento de las funciones y servicios de los que se beneficia la sociedad, así como alcanzar el buen estado de las masas de agua de acuerdo con los requerimientos de la Directiva Marco del Agua.
- 3 . La revisión del estado de infraestructuras (azudes, presas, escolleras, canalizaciones, etc.) para las que se deben valorar las condiciones de seguridad, el uso, las necesidades de mantenimiento y su rentabilidad actual, frente al impacto que generan sobre los ecosistemas fluviales, así como litorales, decidiendo si se modifican o se eliminan. En los tramos de los ríos con elevado valor natural por sí mismos, o bien aquellos que atraviesen espacios de elevado valor natural general, se debe optar por el desmantelamiento de estos obstáculos.
- 4 . La revisión del funcionamiento y necesidad de las obras de defensa y estabilización de márgenes, y otras medidas de protección de bienes situados dentro de terrenos propios del espacio fluvial, con objeto de decidir si se desplazan dando mayor libertad al movimiento natural de los ríos, o se eliminan para recuperar las funciones de los ecosistemas fluviales y reducir la exposición a los riesgos asociados a las avenidas.
- 5 . En aquellas infraestructuras que no puedan ser eliminadas de los ríos, llevar a cabo acciones que permitan a las especies de fauna acuática propias de cada tramo, franquear dichos obstáculos de forma segura y eficaz. La mejora del hábitat alrededor de estas infraestructuras sirve de apoyo al éxito de las medidas de permeabilización (de dichos obstáculos).
- 6 . Evitar nuevas obras hidráulicas e infraestructuras de regulación en los ríos cuando supongan una pérdida significativa de conectividad para los ecosistemas acuáticos y un impacto grave para las especies ligadas a los mismos.
- 7 . La creación de bandas protectoras de vegetación, con una anchura optima según los objetivos y las características específicas del tramo fluvial, para el control de la contaminación difusa procedente de la agricultura.
- 8 . Respetar las bandas de vegetación riparia respecto al cauce teniendo en cuenta los requerimientos de humedad y tolerancia a la inundación de las distintas especies. Para la realización de plantaciones de especies de ribera con especies correspondientes al tramo, favoreciendo la regeneración natural y la integración paisajística, empleando especies de ribera de regiones de procedencia adecuada.
- 9 . La rehabilitación de tramos urbanos de los cauces con el fin de disminuir la exposición de los riesgos de inundación y para el uso y disfrute de las personas.
- 10 . Aplicación de soluciones basadas a la naturaleza para la gestión de riesgos hídricos e hidrometeorológicos (como recuperación de llanuras inundables, entre otras).
- 11 . Promocionar estudios específicos para identificar las zonas críticas para la conectividad en ecosistemas fluviales utilizando como indicadores especies clave.
- 12 . Realizar la asignación de inversiones referidas a la mejora de la conectividad del espacio fluvial, priorizando los criterios ambientales y sostenibles en función de la particular problemática identificada en los Planes Hidrológicos de Cuenca.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1.04. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el espacio litoral.

Las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias y aplicando los principios de coordinación y colaboración que deben regir sus relaciones, orientarán sus respectivas actuaciones para la mejora de la conectividad litoral, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Gestión del dominio público marítimo-terrestre desde la coordinación entre las Administraciones competentes y fomentando la participación ciudadana.
2. Toma en consideración del carácter dinámico de la costa, teniendo en cuenta su importancia estratégica como corredor ecológico, así como su vulnerabilidad.
3. Búsqueda de la conectividad ecológica de la franja litoral con los espacios interiores integrantes de la Infraestructura Verde y sus interacciones con el ambiente marino inmediato, prestando especial atención a los humedales litorales y a los tramos litorales naturales y no urbanizados.
4. Planificación y gestión de la costa y el mar de manera integrada, teniendo en cuenta las características de los espacios litorales y marinos y, en particular, buscando que la planificación general de sistema portuario tenga en cuenta sus efectos sobre la costa.
5. Realización de la planificación del litoral basándola fundamentalmente en sus características físicas, y no exclusivamente en criterios de demarcación administrativa territorial.
6. Integración del objetivo de evitar conurbaciones litorales en los procesos de elaboración y aprobación de los instrumentos de planificación territorial y urbanística.
7. Definición y toma en consideración del concepto de capacidad de carga del territorio litoral y de la huella ecológica de las actuaciones.
8. Realizar las acciones necesarias, cuando sea posible, para la mejora de la conectividad del espacio litoral, priorizando los criterios ambientales en función de la particular problemática identificada en las Estrategias Marinas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1.05. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el ámbito marino.

La Administración General del Estado, a través de esta Estrategia nacional de IVCRE, los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo para cada una de las Demarcaciones Marinas y del Plan Director de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE), promoverá, de manera cooperativa y sinérgica y en coordinación con las comunidades autónomas, los elementos marinos de la Infraestructura Verde, particularmente en el fomento de la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos que resulten esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora marinas, realizando las acciones necesarias, cuando sea posible, para la mejora de la conectividad en el ámbito marino, priorizando los criterios ambientales en función de la particular problemática identificada en las Estrategias Marinas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 1.06. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el medio urbano.

En el marco del desarrollo de la Infraestructura Verde urbana a llevar a cabo por las Administraciones locales, se establecen una serie de orientaciones a tener en cuenta para mejorar la conectividad y la conservación de la biodiversidad:

1. Lograr la conexión espacial y funcional entre sus diferentes componentes. Aunque la conexión física es lo deseable, la proximidad es, en muchos casos, suficiente para lograr una integración funcional. Los sistemas de Infraestructura Verde urbana se diseñarán para que funcionen a diferentes escalas y fronteras administrativas (entre provincias, entre CC.AA. y a nivel transfronterizo).
2. Promover la creación de una Red de conectores entre los grandes espacios verdes urbanos.
3. Llevar a cabo actuaciones de naturalización de las áreas urbanas como herramientas para favorecer la biodiversidad y la conectividad dentro del entramado urbano. Entre ellas se pueden contemplar las siguientes:
 - Creación de espacios que sirvan de refugio a la fauna, a modo de micro reservas y de actuaciones para favorecer que la fauna encuentre refugio y alimento, tanto con elementos naturales (vegetación y suelo), como con elementos de apoyo (comederos, cajas nido, etc.).
 - Naturalización de plazas con pavimentos y superficies impermeables.
 - Promover la creación de calles verdes que constituyan una red continua, coherente y completa que promueva nuevos usos, conexión entre espacios verdes y atenuación del efecto de isla térmica urbana.
 - Fomento de la implantación de nuevas tipologías de espacios verdes (fachadas, cubiertas y muros verdes, balcones verdes, etc.), en aquellos lugares donde no tiene cabida el tradicional ajardinamiento.
 - Renaturalizar los cursos fluviales a su paso por la ciudad.
 - Favorecer la reserva de espacios con presencia de vegetación espontánea en las zonas verdes y en determinados alcorques, como reservorios de biodiversidad.
 - Considerar, en particular, las necesidades de interconexión de hábitats de los polinizadores en el ámbito urbano.
 - Inventariar, controlar y, en su caso, erradicar las especies exóticas invasoras urbanas, evitando su dispersión.
4. Impulsar un diseño de espacios libres y zonas verdes que favorezca la interrelación dinámica, ecosistémica y en red dentro de la ciudad (distribución racional de espacios, corredores que favorezcan la conectividad entre zonas verdes, etc.), así como la conexión entre las zonas verdes de la ciudad y el medio rural y periurbano colindante, con el objetivo de que estos elementos vayan estructurando una infraestructura verde municipal. En este marco, se deberá prestar atención a:
 - Valorizar las periferias urbanas como zonas de transición y relación entre el medio ambiente urbano y el rural, e incorporar adecuadamente las oportunidades que ofrece la presencia de riberas, vías pecuarias, caminos rurales, etc.
 - Configurar progresivamente anillos o redes alrededor de las poblaciones y hacia el interior de las mismas.
 - Adoptar criterios de sostenibilidad en la jardinería en las zonas verdes y, en especial, los relativos al uso de especies de plantas autóctonas, la minimización del uso de pesticidas y el consumo racional de los recursos hídricos.
 - Incorporar masas de agua en las zonas verdes, de acuerdo con las dimensiones y usos del lugar.
 - Evitar la instalación de cerramientos impracticables para la mayoría de la fauna en las zonas periurbanas y sustituirlos siempre que sea posible por setos vivos o alternativas equiparables.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.07. Desarrollar un sistema de seguimiento de la conectividad ecológica y de los procesos de fragmentación que permita evaluar la eficacia de las medidas adoptadas.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establece la siguiente orientación:

1. Cada administración, en el ámbito de sus competencias, elaborará planes de seguimiento y vigilancia para comprobar que las redes ecológicas y los elementos del paisaje asignados como conectores ecológicos funcionan correctamente y son respetados por las políticas sectoriales. Para ello, se definirán indicadores relacionados con la conectividad ecológica y los sistemas integrados de seguimiento de aspectos de conectividad, biodiversidad y cambio global. En el caso del medio marino, los indicadores a definir (relacionados con la conectividad ecológica y los sistemas integrados de seguimiento de aspectos de conectividad, biodiversidad y cambio global) se enmarcarán en el proceso de evaluación y revisión de los Planes de Ordenación que se elaboren para cada una de las Demarcaciones Marinas, así como en el Plan Director de la RAMPE.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre conectividad ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad.

Teniendo en cuenta las carencias de información detectadas respecto a la conectividad ecológica, se impulsarán proyectos para mejorar el conocimiento en la materia y su relación con la conservación de la biodiversidad, especialmente en los siguientes aspectos:

1. Completar las carencias de información espacial existentes, con el fin de avanzar en la identificación de zonas prioritarias para la conectividad, prioritariamente en cuanto al ámbito agrario y la presencia de elementos que favorecen su conectividad (como setos, bosquetes, muretes, puntos de agua, etc.), así como en medios litorales y en el ámbito marino.
2. Identificación de áreas críticas en las que es preciso restaurar la conectividad ecológica (desfragmentar) que se encuentre afectada por el efecto de carreteras, ferrocarriles y canales e infraestructuras hidráulicas.
3. Avanzar en el conocimiento básico y aplicado en el ámbito de los efectos de la fragmentación de los hábitats y de los procesos que rigen los movimientos de los organismos, y en cómo realizar la integración de las diferentes escalas a las que opera la conectividad, en función del taxón o hábitat que se trate.
4. Compartir el conocimiento relativo a la conectividad ecológica y la evaluación de los procesos de fragmentación de ecosistemas e integrar su seguimiento en los sistemas, programas y marcos de información regionales, estatales y europeos.
5. Impulsar la definición de indicadores relacionados con la conectividad ecológica en los programas y mecanismos de seguimiento de la biodiversidad y el cambio global, concretado este último en el cambio climático y los cambios en las cubiertas del suelo.
6. Configurar un marco integrado que permita la evaluación conjunta de los sistemas de seguimiento relacionados con la conectividad ecológica y la fragmentación, con la biodiversidad y con la monitorización de los procesos y efectos relacionados con el cambio global y el cambio climático.

9.3. META 2. RESTAURAR LOS HÁBITATS Y ECOSISTEMAS DE ÁREAS CLAVE PARA FAVORECER LA BIODIVERSIDAD, LA CONECTIVIDAD O LA PROVISIÓN DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS, PRIORIZANDO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

La restauración ecológica es el proceso mediante el cual se promueve el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. La restauración ecológica debe tener como objetivo la optimización de la biodiversidad, los procesos ecológicos y la provisión de servicios de los ecosistemas, teniendo en cuenta el marco ecológico, socio-económico y cultural. La restauración ecológica, por lo tanto, para ser ecológica, tiene que ser holística.

Desde el punto de vista legislativo hay que destacar:

(1) Las metas de Aichi, que incluyen la restauración de al menos el 15% de los ecosistemas degradados para el año 2020; (2) los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) de la ONU del 2015; (3) el Desafío de Bonn, que aspira a restaurar 150 millones de hectáreas deforestadas y degradadas hasta 2020; (4) la Estrategia de la Unión Europea sobre Biodiversidad para el año 2030, que se orienta al mantenimiento y mejora de los ecosistemas mediante el establecimiento de una Infraestructura Verde y la restauración de ecosistemas degradados mediante un ambicioso Plan Europeo de Recuperación de la Naturaleza; (5) la Comunicación de la UE denominada Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa, de 2013 y (6) la Declaración de Lisboa sobre Redes para el desarrollo territorial sostenible del continente europeo: puentes a través de Europa, de 2006.

En el plano nacional, caben destacar (7) la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, modificada por la Ley 33/2015, (8) el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y Biodiversidad 2011-2017, que persigue cumplir la Estrategia de la Unión Europea y cuyo objetivo 2.1 busca “planificar y gestionar coherentemente las redes de espacios protegidos y promover el uso ordenado de los recursos naturales”, (9) la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental y (10) el Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias de Restauración Hidrológico Forestal y Programa de Acción Nacional contra la Desertificación contemplados en la Ley 43/2003 de Montes. Asimismo, para cumplir con las exigencias europeas de la Directiva Marco del Agua y la Directiva sobre Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación, España ha desarrollado su propia (11) Estrategia Nacional de Restauración de Ríos de 2010, cuyo principal objetivo es alcanzar un buen estado ecológico de los ríos mejorando su funcionamiento como ecosistemas.

Tras la aprobación, a finales de 2015, de la Ley 33/2015 en la que se estableció, entre otras cosas, el desarrollo de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (Capítulo III), se hace necesaria la definición de los criterios y de la metodología para desarrollar los proyectos de restauración ecológica.

En el marco de desarrollo de la Infraestructura Verde, la restauración ecológica representa un elemento esencial para alcanzar los objetivos de la Infraestructura Verde y, en concreto, para:

- Promover la conectividad espacial y funcional entre áreas naturales y semi-naturales
- Mejorar la permeabilidad
- Reducir la fragmentación
- Contribuir al buen funcionamiento de los ecosistemas y a la provisión de servicios de los ecosistemas
- Fomentar la conexión entre sociedad y naturaleza a través de la implicación de grupos de interés, conectando el mundo rural y el urbano

- Contribuir a la adaptación al cambio climático y a su mitigación
- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia frente a desastres naturales como el fuego, la sequía y la erosión costera
- Proteger el patrimonio cultural y los paisajes tradicionales.

En España, con la aprobación de diversas estrategias, planes y programas, se han llevado a cabo en las últimas décadas numerosos proyectos de restauración. Sin embargo, en general, estos proyectos han puesto el énfasis en la recuperación de cubiertas vegetales más que en la funcionalidad y en su mayor parte se han enfocado en la recuperación de un único servicio ecosistémico.

En general, en España se han priorizado hasta ahora los proyectos de repoblaciones forestales frente a los proyectos de restauración ecológica de funciones y servicios. A modo de síntesis general, se detectan las siguientes carencias:

- No existen directrices sobre restauración ecológica a nivel estatal, existiendo grandes diferencias regionales.
- La Ley 43/2003 de Montes proporcionó un marco jurídico básico que las Autonomías han desarrollado en coherencia a sus escenarios forestales propios. Sin embargo, el documento carece de una definición explícita de restauración forestal, empleando términos como “repoblación forestal”, “forestación” y “re-forestación”. En la Ley de Montes (21/2015), ninguno de sus artículos se hace referencia a la restauración forestal, salvo en preceptos referidos a restauración hidrológico-forestal y post-incendio.
- En relación a las Autonomías carentes de legislación propia en materia de montes (Cantabria, Extremadura, Islas Baleares, Islas Canarias y Región de Murcia), se puede concluir que presentan un manejo administrativo forestal menos eficaz a la hora de garantizar la conservación de los procesos y servicios forestales.
- No se realizan procesos participativos. Una mayor participación de los actores sociales en la planificación de la restauración ecológica también debe facilitar su implicación en la conservación de las áreas restauradas.
- En general, las acciones de restauración no se han priorizado desde perspectivas integradoras. Los servicios de los ecosistemas han quedado habitualmente fuera de los procesos de priorización.
- No se han establecido metas de la restauración ecológica, más allá de objetivos cuantitativos, en términos de hectáreas repobladas o árboles plantados.
- El concepto de “restauración ecológica” se ha simplificado excesivamente. Este concepto engloba un amplio conjunto de medidas (siembras de especies herbáceas, tratamientos silvícolas, fomento de animales dispersantes, etc.) que tienen como fin la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido. La repoblación forestal sería tan sólo una de ellas.
- La definición de los ecosistemas de referencia que se pretenden restaurar es con frecuencia vaga o inexistente. Las actuaciones de restauración ecológica deben estar orientadas a restaurar estructuras, pero también funciones y servicios de los ecosistemas.
- La ausencia de análisis de coste-beneficio limita la incorporación de criterios económicos en la toma de decisiones sobre cómo gastar los fondos destinados a restauración, y dificulta la asignación de fondos para la restauración ecológica y la rendición de cuentas.
- Se han realizado muchas actuaciones con una sola especie.

- La intervención en terrenos privados es insuficiente. Sin embargo, cerca del 72% de la superficie forestal en España es privada. Esto acarrea contradicciones con diversos elementos del proceso restaurador (beneficio social/unidad de inversión, priorización multicriterio, restaurabilidad).
- Las labores de mantenimiento son insuficientes.
- Los protocolos de control de calidad, evaluación y seguimiento son deficientes, ya que se suelen limitar a conteos de supervivencia de planta, sin tener en cuenta la diversidad de objetivos ecológicos y socio-económicos de la restauración.
- La información disponible sobre las acciones de restauración es limitada, dispersa y de reducida accesibilidad. Esto dificulta la mejora de la calidad de las intervenciones, y favorece la repetición de errores.
- Aún no existe el suficiente conocimiento, ni los medios tecnológicos y materiales necesarios para poder llevar a cabo proyectos de restauración en el medio marino de forma generalizada, más allá de actuaciones experimentales o piloto que se desarrollen con vistas a mejorar el conocimiento existente.
- Aún no existe una identificación a nivel nacional de las prioridades de restauración a en el marco del cumplimiento del objetivo 2 de la Estrategia Europea de la Biodiversidad 2020 (Mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios de los ecosistemas no más tarde de 2020 mediante la creación de infraestructura verde y la restauración de al menos el 15 % de los ecosistemas degradados), concretamente de la acción 6 (Fijar prioridades de restauración y fomentar el uso de infraestructura verde) y ya la nueva Estrategia europea de biodiversidad a 2030 marca la creación de un Plan de Recuperación de la Naturaleza en la UE que lidere el camino para revertir la pérdida de biodiversidad en el mundo

En el marco de esta estrategia, se proponen actuaciones en ámbitos como:

- La restauración de sistemas fluviales (cauces y llanuras de inundación), humedales, acuíferos y zonas costeras, con el fin de que contribuyan al almacenamiento de agua y carbono, la mejora de la calidad del agua y la generación de hábitats de interés.
- La creación de conectores entre manchas de vegetación leñosa natural, pastos, zonas costeras y otros hábitats protegidos.
- La restauración de espacios naturales fragmentados o degradados.
- La restauración de infraestructuras naturales como cuencas forestadas, sistemas dunares y sotos ribereños.
- La restauración de procesos edáficos y de la capacidad para almacenar carbono en suelos agrícolas, forestales y turberas.
- La restauración de espacios afectados por infraestructuras de transporte con el fin de minimizar su impacto y favorecer la permeabilidad mediante la construcción de estructuras de conectividad (pasos de fauna de todo tipo).
- La adaptación de estos principios a la creación de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDs) y diversos tipos de espacios verdes urbanos y periurbanos, a partir de soluciones basadas en la naturaleza.
- Áreas afectadas por incendios forestales.
- Restauración de espacios mineros abandonados y afectados por vertidos.
- Zonas litorales afectadas por temporales y otras catástrofes naturales.

9.3.1. Objetivos específicos

Teniendo en cuenta el diagnóstico de la restauración en España y las carencias detectadas, se plantean los siguientes objetivos, en los que se enmarcan las líneas de actuación:

- Identificar las necesidades de restauración ecológica de los hábitats y ecosistemas de áreas claves para favorecer la conectividad, la biodiversidad o los servicios de los ecosistemas (este objetivo se desarrolla en las líneas de actuación 2.01 a 04).
- Consensuar metodologías con criterios comunes para diseñar y desarrollar proyectos de restauración ecológica en el marco del desarrollo de la Infraestructura Verde (este objetivo se desarrolla en la línea de actuación 2.05).
- Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica entre áreas urbanas y periurbanas (este objetivo se desarrolla en la línea de actuación 2.06).
- Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de proyectos de restauración ecológica (este objetivo se desarrolla en las líneas de actuación 2.07).
- Mejorar el conocimiento científico sobre la restauración ecológica, tanto en el medio terrestre como marino, en un contexto de cambio global (este objetivo se desarrolla en las líneas de actuación 2.08).

9.3.2. Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.01. Identificar las necesidades de restauración ecológica para contribuir, al menos, a la restauración del 15% de los ecosistemas degradados

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Para la identificación de las necesidades de restauración, la Comisión Europea recomendó el uso de una metodología organizada en 4 niveles, consistentes en la contribución en restauración desde sistemas más degradados (urbanos) a los menos degradados. Cada Administración pública, en el marco de sus competencias, identificará las necesidades de restauración teniendo en cuenta las recomendaciones de la Comisión Europea y con el objetivo de contribuir a la restauración de, al menos, el 15% de los ecosistemas degradados, para cumplir los objetivos de la Estrategia Europea de Biodiversidad a 2030.
2. Las necesidades de restauración se guiarán principalmente por la identificación de áreas críticas, tanto para la conectividad como por sus valores de biodiversidad o por su importancia para la provisión de servicios de los ecosistemas, mediante una adecuada valoración de los mismos.
3. En la restauración de áreas degradadas, seguir los criterios de la restauración ecológica establecidos en la "Guía Práctica de Restauración Ecológica" (MITECO, 2018. <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>) elaborada por la Fundación Biodiversidad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.02. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de los valores de biodiversidad del territorio.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Considerar en este contexto **áreas claves por sus valores de biodiversidad** los espacios protegidos, los hábitats en peligro de desaparición, las áreas clave para las especies amenazadas (en peligro de extinción y vulnerables), las áreas de interés para la conectividad localizadas en la frontera de otras regiones o países, además de las que las CCAA consideren:

- **Espacios protegidos:** Desde las distintas administraciones, en el ámbito de sus competencias, se llevará a cabo un análisis de las necesidades de rehabilitar y restaurar la integridad ecológica de las áreas protegidas y su entorno. Igualmente, se deberán incluir las medidas de restauración ecológica necesarias en los Planes de Gestión de los lugares de la Red Natura 2000, para alcanzar el estado de conservación favorable de los hábitats y especies de interés comunitario presentes en los mismos.
 - **Hábitats en peligro de desaparición:** Implementar el catálogo de hábitats en peligro de desaparición, incluyendo su estado y problemática de conservación y, en su caso, las necesidades de restauración. Este catálogo promoverá la cartografía de detalle de estos hábitats en cada CC.AA. así como las actuaciones necesarias para su protección y restauración.
 - **Áreas identificadas como críticas para una especie en su correspondiente Plan de conservación o recuperación:** Para las especies catalogadas a nivel estatal o autonómico en las categorías de “En peligro de extinción” y “Vulnerables”, se llevará a cabo un análisis de su estado de conservación con incidencia en los problemas derivados de la pérdida, degradación y fragmentación de su hábitat. Se analizarán las necesidades de restauración de estas áreas a nivel estatal, promoviendo la incorporación de las acciones que sean necesarias en los Planes de Conservación y de Recuperación. Cada CC.AA., en el ámbito de sus competencias, llevará acciones encaminadas a restaurar estas zonas.
 - Se integrarán igualmente las **áreas prioritarias para la conservación de las especies de polinizadores más amenazados**, que se determinen a partir del desarrollo de las siguientes líneas de la Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores:
 - (A.1.1) Identificar y conservar las poblaciones de polinizadores más amenazados.
 - (A.2.1) Identificar los hábitats importantes para los polinizadores y establecer medidas para su conservación.
 - (E.1.1) Fomentar líneas y proyectos de investigación prioritaria para la evaluación del estado de conservación y tendencias de los polinizadores en España.
2. Una vez identificadas las áreas clave, realizar un análisis de su estado de conservación en relación a los valores por los que se declare infraestructura verde, para declarar aquellas zonas que no cumplen sus objetivos como infraestructura verde para la restauración.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.03. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la mejora de la conectividad y permeabilidad del territorio.

La identificación, cartografía y evaluación de la conectividad del territorio se ha abordado en las metas 00 (Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde en España) y 01 (Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o como consecuencia de la presencia de infraestructuras) de esta Estrategia nacional de IVCRE. Así, una vez identificados y evaluados, se promoverán proyectos de restauración de las áreas identificadas como críticas, así como el fomento de las actividades tradicionales sostenibles, en el ámbito de las competencias de cada administración y siguiendo las indicaciones de la línea de actuación 02-05 (consensuar metodologías con criterios comunes para diseñar y desarrollar proyectos de restauración ecológica en el marco del desarrollo de la Infraestructura Verde).

En concreto, para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

- I. En cada Administración, en el ámbito de sus competencias territoriales, identificar sectores en los que es preciso restaurar la conectividad ecológica (desfragmentar) por ser zonas susceptibles de actuar como corredores ecológicos o áreas potenciales de distribución de especies que se encuentren afectadas

por el efecto barrera (Línea de actuación 1.01). Se identificarán las **áreas críticas para la conectividad** como aquellas en las que es prioritario efectuar actuaciones para su restauración. Para la identificación de estos puntos críticos se tendrán en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

- Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte sobre la biodiversidad (MAPAMA, 2013). https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/6_identificac_areas_a_defragmentar_tcm30-195797.pdf
- Identificación de puntos negros por atropellos de fauna en infraestructuras lineales de transporte.
- Identificación de puntos negros por colisiones y electrocuciones en infraestructuras de transporte y de generación de energía (aerogeneradores principalmente).
- Zonas críticas para la conectividad identificadas en el proyecto “Autopistas Salvajes: Propuesta de WWF España para una Red Estratégica de Corredores Ecológicos entre espacios Red Natura 2000” (WWF España, 2018).
- Análisis de la distribución de los huecos mineros que pueda ayudar a establecer una ordenación de actuaciones de potenciación de biodiversidad, facilitando la conectividad para algunas especies mediante la creación de hábitats que las favorezca en los procesos de rehabilitación de canteras.
- Zonas críticas identificadas mediante la Estrategia de Restauración de Ríos.
- Identificación de puntos calientes para la conectividad en el medio marino a partir del análisis de presiones de las Estrategias Marinas. Estos puntos podrían ser zonas de concentración de colisiones de cetáceos con embarcaciones, acumulación de ruido submarino o interacciones con artes de pesca, entre otros.

2. Como criterios para la priorización de acciones de restauración de la conectividad se considerarán los siguientes (Rey Benayas y Torre Ceijas, 2016):

- Grado de rareza/singularidad y amenaza/colapso de los ecosistemas: estos criterios, muy relacionados entre ellos, son comúnmente utilizados en la Biología de la Conservación, pero pueden aplicarse a la Ecología de la Restauración. Debe priorizarse la restauración ecológica de hábitats raros y singulares, que ocupan una extensión geográfica reducida. Para identificar estos ecosistemas de forma objetiva, la fuente de información que debemos utilizar es el Catálogo de Hábitats en peligro de desaparición, una vez esté aprobado, así como la Directiva Hábitats de la UE y los informes del estado de conservación de los tipos de hábitats y especies de conformidad con el artículo 17 de la Directiva Hábitats. Un mayor porcentaje de un estado de conservación desfavorable malo o inadecuado es un criterio para la restauración del tipo de hábitat. Igualmente se debe tener en cuenta la metodología de la Lista Roja de los Ecosistemas Amenazados de la UICN.
- Diferencias entre la cubierta forestal potencial y la cubierta forestal remanente que existe en la actualidad. Se pueden establecer prioridades utilizando el estudio con criterios científicos de WWF-España, “Bosques españoles. Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración” (2012), cuya propuesta de priorización de espacios para la restauración forestal se basa en los mapas de los paisajes potenciales y de los paisajes vegetales remanentes de España. Este criterio es de relevancia cuantitativa en nuestro país porque la vegetación natural y seminatural dominante es de tipo forestal.
- Características relevantes de biodiversidad: España es un país heterogéneo y, en consecuencia, las especies y las comunidades no se distribuyen de manera uniforme en las diferentes unidades del territorio. Existen áreas que están favorecidas por una concentración de especies que, en su conjunto, les confieren un carácter prioritario para su conservación y restauración. Como apoyo para la

identificación de estas áreas se pueden emplear las siguientes metodologías y fuentes de información adaptadas a cada territorio y a la escala de trabajo adecuada: para las áreas relevantes para la diversidad de vertebrados, excepto peces, en España se emplea un Índice Combinado de Biodiversidad, que integra en un único número el valor de conservación de las celdas del territorio español basándose en tres criterios (riqueza de especies, rareza estimada a partir de la distribución geográfica de las especies y vulnerabilidad estimada a partir del status de conservación de las Lista Rojas de la UICN). Este análisis lo realizaron para diferentes grupos taxonómicos de forma independiente y para grupos taxonómicos de forma simultánea, en particular: (a) reptiles, anfibios, aves y mamíferos con una resolución espacial de 50x50 km (Rey Benayas y de la Montaña, 2003), (b) reptiles y anfibios con una resolución espacial de 20x20 km (Rey Benayas et al., 2006) y (c) reptiles, anfibios, aves y mamíferos con una resolución espacial de 10x10 km sólo para la comunidad de Castilla-La Mancha (de la Montaña et al., 2011); mapas de áreas importantes para la conservación de ciertas especies, en particular para las aves (Important Bird Areas de la SEO-BirdLife) y para los mamíferos (proyecto ZIM de la SECEM).

- Vulnerabilidad a las colisiones, los atropellos y las electrocuciones: Este criterio de priorización de áreas para la restauración de la conectividad ecológica afecta sobre todo a los vertebrados y, en el caso de las electrocuciones, a las aves.
3. Trasponer el concepto de fragmentación en el medio marino, por las particularidades intrínsecas del medio y la falta de conocimiento científico relevante, es difícil y más allá del medio costero no va a estar tan ligado a la instalación de infraestructuras como al desarrollo de actividades en determinadas áreas, como el tráfico marítimo o la pesca, que conllevan la emisión de ruidos, colisiones o interacciones con artes de pesca y que pueden provocar un desplazamiento de la fauna marina e incluso una modificación en sus pautas migratorias, de movilidad, de alimentación, reproducción, etc. lo que puede conducir a la fragmentación o falta de conectividad entre las poblaciones, sin embargo queda mucho por conocer en este sentido.
 4. Adoptar las medidas necesarias de mejora de la conectividad ecológica en las áreas prioritarias para la restauración ecológica, incluidas en los ámbitos de actuación de las respectivas Administraciones Públicas, de acuerdo con las características de cada área y los problemas específicos de conectividad detectados. Seguir las recomendaciones señaladas en la línea de actuación 02-05 de esta Estrategia para el fomento de la conectividad y para la restauración ecológica en cada uno de los espacios de actuación correspondiente.

Será necesario coordinarse con el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y ADIF siempre que las actuaciones afecten a la Red de Carreteras del Estado y a la Red Ferroviaria de Interés General. Hay que tener igualmente en cuenta la necesidad de compatibilizar la gestión y restauración de ecosistemas y sus servicios con la seguridad de la operativa aeronáutica en base a la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.04. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.

La identificación, cartografía y evaluación del estado de conservación de servicios de los ecosistemas se ha abordado en las metas 00 (Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde en España) y 03 (Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos ligados al desarrollo de la Infraestructura Verde) de esta Estrategia nacional de IVCRE. Así, una vez identificados y evaluados, se promoverán proyectos de restauración de las áreas identificadas como críticas, así como el fomento de las actividades tradicionales sostenibles, en el ámbito de las competencias de cada administración y siguiendo las indicaciones de la línea de actuación 02-05.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.05. Diseñar y ejecutar proyectos de restauración ecológica basados en el desarrollo de metodologías con criterios comunes.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Estudiar la necesidad de introducir cambios legislativos que permitan declarar como de utilidad pública las actuaciones de mejora de la infraestructura verde, para facilitar el desarrollo de proyectos de restauración, mejora de la conectividad ecológica, desfragmentación, etc.
2. En los proyectos de restauración tener en cuenta la "Guía Práctica de Restauración Ecológica" (MITECO, 2018. <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>) elaborada por la Fundación Biodiversidad y se basarán en las Directrices para el desarrollo y Gestión de Proyectos de Restauración Ecológica de la SER (Society for Ecological Restoration International).
3. Cada Administración en el ámbito de sus competencias podrá llevar a cabo un análisis de las estrategias, planes y programas nacionales y de aquellos específicos de cada CC.AA., relativos a restauración ecológica, que puedan ser coincidentes con los objetivos de la Estrategia nacional de IVCRE y que permitan definir criterios comunes y sinergias en las actuaciones derivadas, a tener en cuenta en el desarrollo de las estrategias autonómicas de IV.
4. Programas de restauración desarrollados por equipos multidisciplinares. La diversidad de grupos de interés que se ven afectados por la restauración ecológica (desde espacios, personas, expectativas e intereses muy variados) hace necesaria la colaboración entre las diferentes partes (Comín, 2002). Por ello, durante las fases de diseño, ejecución y seguimiento, los trabajos de restauración deben representar un lugar de encuentro entre profesionales e investigadores con formaciones complementarias. Una buena restauración ecológica debe incluir aspectos históricos, sociales, culturales y estéticos, además de ecológicos. Es, por ello, un terreno fértil donde diferentes profesionales pueden colaborar en torno a una planificación ambiental integral, contando con una definición y priorización clara de los objetivos (Zamora, 2002).
5. Es necesario impulsar estrategias de participación pública en todas las fases de la restauración, para acercar esta disciplina a la sociedad y hacerla partícipe y responsable en la toma de decisiones. Divulgar asimismo las actuaciones de restauración y beneficios previstos, para incrementar el grado de conocimiento y transparencia.
6. En base al diagnóstico y a las visiones de los diferentes grupos de interés, definir los objetivos del proyecto de restauración. Estos objetivos deben estar presentes a lo largo de todas las fases de ejecución del proyecto, incluyendo las de evaluación y seguimiento, con el fin de que el grado de éxito de la intervención pueda ser cuantificado de manera objetiva.
7. Los plazos para la planificación, la ejecución y el seguimiento de los proyectos de restauración deben armonizar las necesidades ecológicas y socio-económicas.
8. Considerar la restauración no como un evento aislado, sino como un proceso continuo sobre una escala temporal de años en la que probablemente se necesitará un manejo adaptativo. Diseñar la restauración a escala de paisaje.
9. Como criterio general, la restauración ecológica debe facilitar la recuperación de los procesos ecológicos y la recolonización natural de especies que existían en el territorio a restaurar antes de la degradación, mediante acciones para la mejora de los hábitats orientadas a satisfacer sus necesidades de alimentación, nidificación y refugio o, en su caso, incorporar las especies clave para el desarrollo de los procesos ecológicos fundamentales, mediante reintroducciones de especies de flora y fauna autóctonas que permitan recuperar la funcionalidad ecológica del ecosistema y sus servicios (especies pioneras, dispersoras, polinizadores, etc). Prevenir la instalación de especies exóticas, o con alto potencial de

convertirse en exóticas con el cambio climático, en el medio natural, por ejemplo mediante el establecimiento de protocolos para erradicar especies exóticas en zonas donde se vayan a ejecutar proyectos de restauración, sobre todo si son con objeto de fomentar la conectividad.

10. Se debe hacer un uso estratégico y eficiente de los recursos, aprovechando las medidas e instrumentos financieros disponibles a escala europea (FEADER, FEDER, etc.) y haciendo cumplir los principios de transparencia y participación. Fomentar la colaboración público-privada para la puesta en marcha de proyectos de restauración ecológica que permitan recuperar los valores de biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas.
11. Las actuaciones de restauración por sectores, como las áreas protegidas, montes, zonas mineras, ecosistemas dunares, fluviales, humedales y medio marino, se basarán en las siguientes recomendaciones:

11.1. Recomendaciones para la restauración ecológica en áreas protegidas

Uno de los conceptos clave es la necesidad de trabajar dentro y fuera de los límites de las áreas protegidas para asegurar el éxito de la restauración. Así se han identificado algunos de los principios y directrices fundamentales de la restauración ecológica para las áreas protegidas (Keenleyside et al., 2014):

PRINCIPIO 1: Una restauración ecológica eficaz para áreas protegidas es la que restablece y mantiene los valores de las áreas protegidas.

- Directriz 1.1: "No hacer daño", identificando primero cuándo la restauración activa es la mejor opción.
- Directriz 1.2: Restablecer la estructura, la función y la composición del ecosistema.
- Directriz 1.3: Maximizar la contribución de las acciones de restauración para aumentar la resiliencia.
- Directriz 1.4: Restaurar la conectividad dentro y más allá de los límites de las áreas protegidas.
- Directriz 1.5: Fomentar y restablecer los valores y las prácticas culturales tradicionales que contribuyen a la sostenibilidad ecológica, social y cultural del área protegida y sus alrededores.
- Directriz 1.6: Usar la investigación y monitoreo, incluyendo el conocimiento ecológico tradicional, para maximizar el éxito de la restauración.

PRINCIPIO 2: Una restauración ecológica eficiente para áreas protegidas es la que maximiza los resultados positivos y se minimizan los costes en tiempo, recursos y esfuerzo.

- Directriz 2.1: Considerar las metas y objetivos de la restauración, desde la escala de sistemas hasta la escala local, en la priorización de actividades de restauración.
- Directriz 2.2: Asegurar la capacidad y el apoyo a largo plazo para el mantenimiento y monitoreo de la restauración.
- Directriz 2.3: Maximizar la contribución de las acciones de restauración para aumentar el capital natural y los servicios de los ecosistemas de las áreas protegidas.
- Directriz 2.4: Promover medios de vida sostenibles para las zonas rurales y las comunidades locales que dependan de las áreas protegidas.
- Directriz 2.5: Integrar y coordinar la restauración ecológica con políticas y programas de desarrollo internacional.

PRINCIPIO 3: Una restauración ecológica atractiva para áreas protegidas es la que colabora con socios y grupos interesados, tanto dentro como en el entorno de los espacios, promueve la participación y mejora la experiencia del visitante.

- Directriz 3.1: Colaborar con las comunidades rurales y locales, los propietarios vecinos, las empresas, los científicos y otros socios y grupos interesados en la planificación, implementación y evaluación.
- Directriz 3.2: Aprender colectivamente y desarrollar la capacidad de apoyar una participación continuada en las iniciativas de restauración ecológica.
- Directriz 3.3: Comunicarse eficazmente para apoyar todo el proceso de restauración ecológica.
- Directriz 3.4: Ofrecer oportunidades vivenciales ricas que fomenten un sentido de conexión y responsabilidad con las áreas protegidas.

En el siguiente cuadro se resumen una serie de recomendaciones acerca del proceso idóneo para planificar e implementar la restauración ecológica en áreas protegidas:

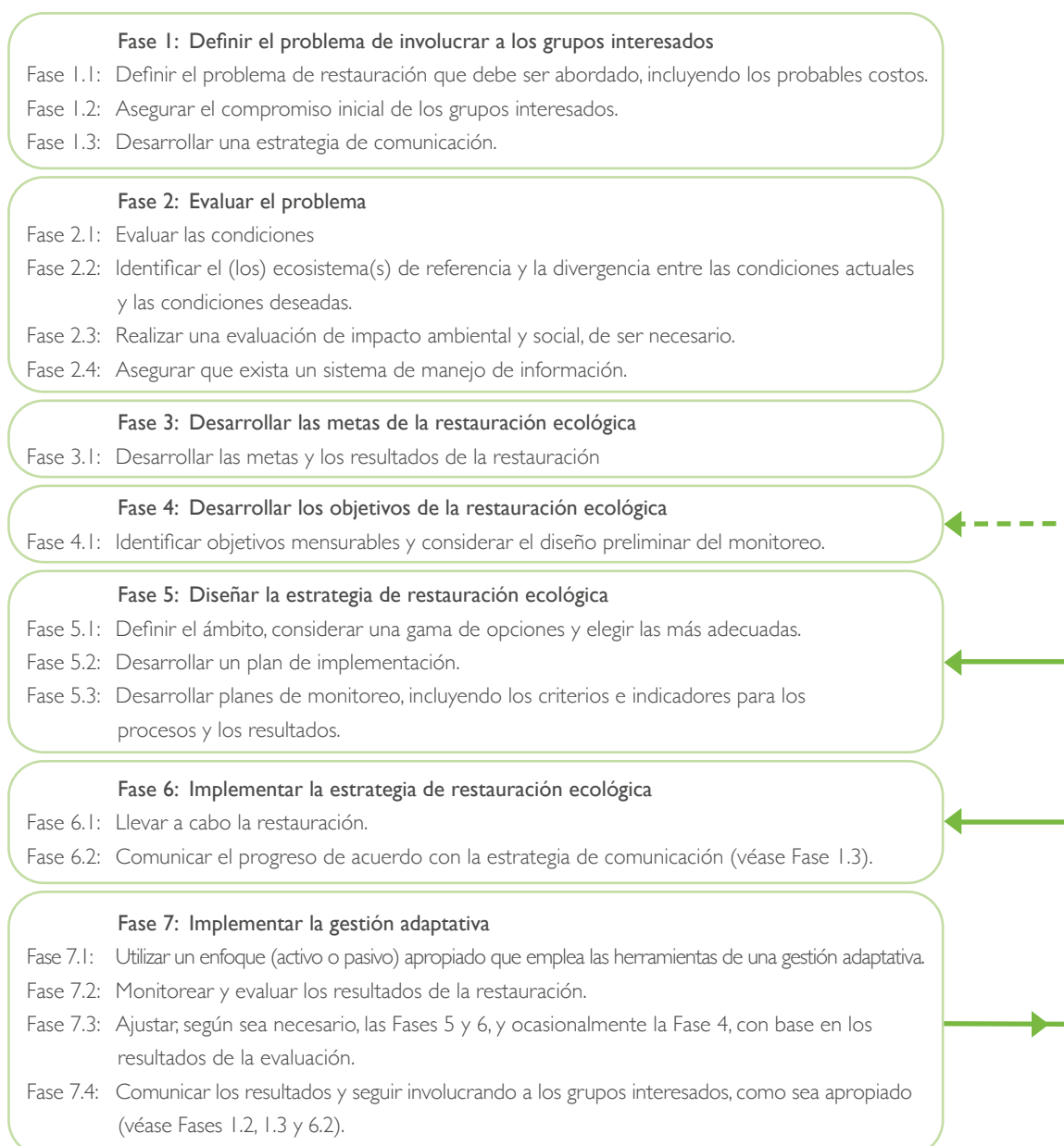


Figura 17. Marco para la planificación y la implementación de la restauración ecológica en áreas protegidas (Keenleyside et al., 2014).

Así mismo, priorizar acciones de restauración de elementos conectores clave entre áreas protegidas, que se encuentren degradados o no funcionales en todo su potencial, pero que encuentren fuera de dichas áreas.

Será necesario coordinarse con el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y ADIF siempre que las actuaciones de restauración afecten a la Red de Carreteras del Estado y a la Red Ferroviaria de Interés General.

11.2. Recomendaciones para la restauración ecológica en áreas afectadas por infraestructuras lineales

1. La restauración de zonas afectadas por infraestructuras lineales debe ajustarse a los principios de la restauración ecológica propugnados por la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica, y recogidos en el Marco Conceptual de esta Estrategia. Estos principios deben ser incluidos de manera explícita en los pliegos de prescripciones técnicas y deberán ser consensuados con los agentes que intervienen en el desarrollo de los proyectos, de manera que se asegure su vigencia durante todas las fases del mismo. Será igualmente necesario coordinarse con el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y ADIF siempre que las actuaciones de restauración afecten a la Red de Carreteras del Estado y a la Red Ferroviaria de Interés General.
2. La necesidad de llevar a cabo un “Inventario ambiental y descripción de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves” se describe en el Artículo 1c del Anexo VI de la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental. En consecuencia, la Administración competente debe contemplar los plazos y asignar los recursos necesarios para que las obras de restauración incluyan un diagnóstico específico y jerarquizado que permita plantear la restauración de cada espacio concreto, prestando atención a su geomorfología, a las limitaciones ambientales (condiciones físico-químicas) y a las limitaciones asociadas a la características bióticas del entorno (filtros dispersivos, estructura y diversidad de las comunidades circundantes).
3. A partir del diagnóstico, se establecerán criterios e identificarán protocolos y técnicas de restauración para las diferentes zonas afectadas por la obra: taludes de infraestructuras lineales, zonas de préstamo temporal, zonas de almacenamiento, campamentos de obra, accesos provisionales, vertederos definitivos, áreas entre enlaces, zonas de descanso, etc.
4. La restauración de zonas afectadas por infraestructuras lineales debe ser acometida por equipos multidisciplinares, que cuenten con la participación de profesionales con formación en restauración de ecosistemas. Estos profesionales deben tener conocimientos sobre los criterios de la restauración ecológica y experiencia en técnicas de sondeo, trabajos geotécnicos, diseño geomorfológico de taludes, autoecología de las especies, técnicas de revegetación y dinámica ecosistémica.

El proyecto de restauración debe establecer inicialmente unos objetivos concretos, realistas y

5. cuantificables. Estos objetivos deben contemplar aspectos de seguridad y mantenimiento de las infraestructuras, pero también deben tener en cuenta el papel de la zona restaurada en la dinámica ecosistémica y del paisaje. Este paso es esencial para definir unos criterios objetivos de evaluación del éxito de las acciones, evaluar el retorno de la inversión y, en último término, mejorar la calidad de la restauración.

Los responsables de la restauración deben ser críticos con las técnicas utilizadas, supeditándolas a

6. los objetivos definidos y teniendo en cuenta su eficacia en las condiciones específicas de la zona restaurada. De esta manera, se debe evitar la repetición de técnicas de eficacia no contrastada, especialmente cuando los procesos naturales de sucesión, la no-acción, pueden proporcionar resultados análogos a la restauración activa.

- 7 . Siempre que sea posible, se recomienda incorporar la restauración geomorfológica en el diseño de las propias infraestructuras. La restauración geomorfológica debe estar orientada a recuperar redes de drenaje que permitan organizar la escorrentía y crear geomorfologías estables. Este tipo de acciones puede favorecer la sucesión secundaria y permitir la reducción de costes de ejecución y mantenimiento.
- 8 . Se deben fijar plazos de ejecución y seguimiento coherentes con la fenología y la dinámica de las especies y ecosistemas que se pretende restaurar. Se debe identificar de manera objetiva e independiente los momentos idóneos para el desarrollo de cada una de las acciones. Para ello, los expertos en restauración deben participar en la redacción del conjunto de la obra y en el diseño del plan de trabajo.
- 9 . Se debe considerar de manera minuciosa la composición del material vegetal de reproducción (mezclas de semillas, brinzales) y de otros materiales aportados (suelos, enmiendas, mantas, fajas, etc.) para evitar invasiones biológicas, contaminación y erosión genética, ralentización de la sucesión y aparición de trayectorias sucesionales no deseadas.
10. Facilitar y fomentar la producción de planta y semilla autóctona que permita que haya disponibilidad de las especies elegidas siguiendo las directrices de este apartado.

Se debe abandonar el concepto geotécnico de 'tierra vegetal', aplicando los conocimientos de edafología para gestionar los suelos, evitando el deterioro y pérdida de un recurso que es insustituible y escaso. Se deben promover agencias autonómicas encargadas de coordinar las transferencias de suelos y garantizar la correcta gestión de los suelos como organismo vivo.
11. Las medidas correctoras asociadas a la desfragmentación de infraestructuras y a reducir los efectos negativos de éstas sobre la fauna deben diseñarse a escala de paisaje y, de manera específica, considerando la etología, fenología, incidencia de atropellos y la dinámica de las especies para las que son construidas. El diseño, ejecución y seguimiento de estas medidas también debe llevarse a cabo en base a un diagnóstico específico del entorno.
12. La investigación aplicada y la gestión adaptativa son necesarias para resolver las incertidumbres que aún perduran en la restauración de zonas afectadas por infraestructuras lineales, y desarrollar técnicas más eficientes que reduzcan la relación coste-beneficio. También para desarrollar ecotecnología novedosa que abra oportunidades de negocio.
13. El intercambio de conocimiento es esencial para optimizar el uso de recursos y garantizar una restauración ecológica de calidad.

11.3. Recomendaciones para la restauración ecológica de montes

1. Incorporar, tanto en el orden prioritario de asignación de fondos como en las directrices técnicas de actuación, criterios de restauración ecológica, en la línea de las directrices que proporciona la SER (2004) y el Marco Conceptual de esta Estrategia, y en consonancia con los objetivos incluidos en el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011-2017 y en el Plan Forestal Español 2002-2032.
2. Redefinir los criterios de evaluación de la restauración ecológica. La percepción del éxito de los programas de restauración forestal debe pasar de la valoración de las superficies repobladas, a la valoración de los proyectos que han conseguido los objetivos de restauración propuestos, en términos de mejora de la composición (biodiversidad), estructura y funcionalidad del ecosistema forestal, y de los servicios de los ecosistemas que se derivan. Dado que la restauración ecológica

es extremadamente cara, tanto en términos económicos como energéticos, los proyectos deben priorizarse y ejecutarse muy cuidadosamente, en superficies moderadas, donde se puede garantizar el éxito de las actuaciones, y en la perspectiva de fomentar, a largo plazo, la expansión de las especies introducidas y el restablecimiento de los procesos naturales.

3. Promover las medidas necesarias para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas restaurados al fuego, incluyendo medidas que aumenten la resistencia y la resiliencia del ecosistema y del paisaje al fuego: uso de especies autóctonas, preferentemente especies rebrotadoras allí donde sea posible, reducción de la carga de combustible, incorporación del pastoreo, etc. En esta línea, promover también las labores silvícolas que faciliten la evolución de repoblaciones con fines protectores hacia bosques más diversos y funcionales, reduciendo su vulnerabilidad al fuego y al estrés climático. Integrar estas labores en los protocolos de restauración de ecosistemas forestales. Incorporar el criterio de conectividad a los primeros trabajos de restauración de grandes incendios forestales.
4. Identificar las áreas prioritarias para la restauración con criterios objetivos y transparentes de fundamento ecológico (conservación de biodiversidad, análisis de riesgos, diversificación de hábitats de baja resiliencia y conectividad paisajística), socio-cultural y económico. Concentrar preferentemente los esfuerzos de restauración en terrenos degradados, en los que la restauración pasiva esté inhibida o fuertemente condicionada evitando, en particular, la forestación sobre espacios en proceso de recuperación natural. Emplear protocolos de evaluación de montes quemados que permitan identificar áreas de actuación urgente y elevada protección, donde el riesgo de erosión sea elevado y la recuperación natural improbable o excesivamente lenta, zonas de intervención a medio y largo plazo y zonas de no intervención. Se tendrá en cuenta para ello, cuando proceda, lo dispuesto en el Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias de Restauración Hidrológico Forestal.
5. La restauración ecológica forestal se debe desarrollar a escala del paisaje y a largo plazo, teniendo en consideración los posibles condicionantes por el uso del suelo previo. La planificación de los proyectos de restauración ecológica debe tomar en consideración la dimensión paisajística funcional (y estética). Por una parte, la configuración espacial del terreno restaurado debe minimizar la propagación de plagas y del fuego. Por otra parte, asumiendo que las superficies restauradas deben constituir núcleos de dispersión de las especies introducidas a medio y largo plazo, la configuración espacial de la restauración debe considerar la conectividad en la perspectiva de facilitar la colonización y expansión de las especies introducidas. En este sentido se debería incorporar la plantación de elementos lineales como los linderos, bordes de caminos o la red de drenaje dentro de las actuaciones subvencionables (Rey Benayas et al., 2016). También establecer tamaños mínimos de actuación en las parcelas que permitan la creación de hábitats interiores netos para el refugio de fauna (Santos y Tellería, 1998). Para ello deberán identificarse las especies amenazadas en la zona y establecer estos criterios ajustados a las necesidades del hábitat de dichas especies. Finalmente diseñar espacialmente las plantaciones en zonas agrícolas viables que permitan la creación de refugios y zonas de alimentación para la fauna y para crear una red de núcleos de dispersión que actúen en caso de abandono de la actividad en terrenos adyacentes (Rey Benayas y Bullock, 2012).
6. Mejorar el proceso de elección de especies, basándolo en procedimientos cuantitativos como la definición de nichos ecológicos (Gastón y García Viñas, 2011) o el Atlas de Idoneidad de Especies Leñosas de la Península Ibérica (<http://www.opengis.uab.cat/idoneitatPI/presentacio.html>) para la elección de especies compatibles y en el conocimiento de los atributos morfo-funcionales acordes con las circunstancias de la restauración. También se debe integrar escenarios de cambio climático en estas decisiones e incrementar, además, el acervo de especies posibles, extendiéndolo particularmente a especies de los estratos arbustivos, de matorral y herbáceos, especialmente cuando estas especies cumplan funciones clave en los ecosistemas en restauración (suministro de polen, refugio de fauna, alimento, facilitación, etc.).

- 7 . Incorporar criterios de naturalidad en la distribución espacial de poblaciones y comunidades. En el diseño de la disposición espacial de los individuos de las plantaciones pluriespecíficas deben incorporarse criterios que, sin incrementar la complejidad en exceso, garanticen la viabilidad y persistencia de un mínimo de individuos por especie en el horizonte temporal de su longevidad natural. Todo ello teniendo en cuenta la escala temporal y la sucesión ecológica.
- 8 . La estrategia de restauración ecológica se debe armonizar con otras políticas. Integrar los planes derivados de la estrategia de restauración en una planificación del territorio a escala de paisaje y armonizarla con otras políticas (agrícola, forestal, desarrollo rural, biodiversidad, etc). Incluir las medidas de restauración ecológica necesarias en los Planes de Gestión de los lugares de la Red Natura 2000, para alcanzar el estado de conservación favorable de los hábitats y especies de interés comunitario presentes en los mismos. De acuerdo con el conocimiento disponible, estas medidas deben estar suficientemente detalladas y presupuestadas en los planes. Coordinar el diseño de las actuaciones de forestación con las directrices que establezcan los planes de ordenación cuando coexistan en la zona de actuación figuras de protección, como espacios de la Red Natura 2000, parques naturales, etc. Es particularmente importante considerar las interacciones entre la vegetación implantada y la fauna protegida, como por ejemplo en el caso de aves esteparias cuyas poblaciones no prosperan en matrices con abundancia de parches arbóreos.
- 9 . Asegurar la inclusión de las actuaciones necesarias de restauración ecológica en los planes de recuperación y conservación de especies amenazadas.
10. En relación con los puntos anteriores, se debe generar una política de subvenciones que permita continuar las labores de restauración iniciadas con la plantación e incrementen el valor potencial para la provisión de bienes al propietario, de servicios de los ecosistemas y de Infraestructura Verde. En este sentido, se considera particularmente importante el fomento de medidas de silvicultura preventiva contra incendios, así como de la desfragmentación del paisaje agrario, incorporando estratégicamente nuevas plantaciones.
11. Es prioritario crear comités técnico-científicos, inter e intra-autonómicos, para incorporar el conocimiento científico disponible en la planificación, gestión y ejecución de la Estrategia. A modo de ejemplo, existe un enorme acervo de conocimiento relativo a las diferentes fases de la repoblación que debería ser adoptado por los gestores (Pemán et al., 2013; Oliet et al., 2013; Oliet et al., 2003; Piñeiro et al., 2013). De igual forma, crear grupos multidisciplinares, integrados por técnicos e investigadores para la ejecución, seguimiento y evaluación de los trabajos de restauración y para asegurar que los proyectos cumplen con unos criterios de calidad. Estos comités también asegurarán la coordinación de las diferentes medidas de restauración ecológica a incluir en la planificación territorial.
12. Los estándares para la certificación de obras restauración forestal deberían ser adaptados y aplicados de forma rutinaria para garantizar la calidad de las intervenciones.

11.4. Recomendaciones para la restauración ecológica de agrosistemas

1. El concepto de restauración ecológica sensu strictum (SER, 2004), en el caso de los agroecosistemas, debe ser considerado de forma amplia y flexible, de tal manera que también contemple la implantación de las denominadas “buenas prácticas agrícolas”, entre otras acciones. Este enfoque flexible permitirá escapar de una forma de pensar binaria, es decir, producción agrícola u otros beneficios, ya que en última instancia se trata de conciliar una necesaria actividad productiva con la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas para conseguir su sostenibilidad a largo plazo.
2. La restauración de agroecosistemas puede utilizar dos grandes tipos de estrategias: (1) compartir la tierra generando una agricultura sostenible con los objetivos de conservación de la biodiversidad (y de los servicios de los ecosistemas diferentes a los de provisión) y (2) separar la tierra dedicada a la agricultura de la dedicada a la conservación. La primera permitirá la producción agrícola y el aumento de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas a escala local y de paisaje, mientras que la segunda permitirá el conjunto de estos beneficios sólo a escala de paisaje, ya que la restauración se produce a expensas del agroecosistema. La utilización de una estrategia u otra, por tanto, dependerá de la escala espacial considerada.
3. Tener en cuenta e implementar, según cada caso concreto, las siguientes cinco opciones de la agricultura amiga de la biodiversidad, las cuales no se excluyen unas a otras: la adopción de prácticas agrícolas basadas en el manejo sostenible de la biodiversidad, la aplicación de las lecciones aprendidas de las prácticas agrícolas tradicionales, la transformación de la agricultura convencional en agricultura ecológica o de conservación, la transformación de los cultivos convencionales en sistemas agroforestales y, finalmente, la restauración o creación de pequeños elementos en los campos agrícolas para beneficiar la biodiversidad y servicios de los ecosistemas particulares sin competir por el uso de la tierra (islotos forestales, setos o cercas vivas y charcas, entre otros).
4. Asegurar que las restauraciones que busquen el cumplimiento de los objetivos medioambientales de la Política Agraria Comunitaria contribuyen efectivamente a los mismos a escala paisaje, teniendo en cuenta criterios de conectividad paisajística, conservación de biodiversidad, beneficios agronómicos, etc.
5. Establecer de forma generalizada una Infraestructura Verde lineal utilizando la enorme cantidad de elementos lineales presentes en el paisaje, principalmente las lindes entre cultivos, los bordes de los caminos y las infraestructuras viarias que proporcionan los paisajes agrícolas. Éstos deben ser aprovechados para restaurar hábitats mediante (1) la plantación de setos o cercas vivas, (2) la restauración de la vegetación natural de los sistemas riparios y (3) la restauración y la revegetación de los márgenes de la red de infraestructura viaria, principalmente. Es importante realizar estudios previos a dichas restauraciones, considerando todas las variables de hábitat, entorno, especies, etc., para actuar únicamente en aquellas zonas concretas donde se considere como positivo para la conectividad y se valore que no tendrá otros efectos negativos en el entorno.
6. Es necesario priorizar las zonas donde restaurar los agroecosistemas. Para ello, debemos considerar, sobre todo, la distribución de la Red de Espacios Naturales Protegidos y las Zonas de Alto Valor Natural en España, así como las acciones que tengan un mayor impacto en favorecer la conectividad, la biodiversidad y la provisión de servicios de los ecosistemas.
7. Fomentar la construcción de capacidades para restaurar agroecosistemas en el ámbito de diferentes grupos profesionales, en particular entre los agricultores, selvícultores y ganaderos, escuelas de agronomía y, en general, en los diferentes niveles formativos relacionados con la restauración ecológica.

- 8 . Aprovechar las oportunidades genuinas, especialmente las ligadas a sus valores culturales, que los agroecosistemas ofrecen para la consecución de recursos para su restauración. La Administración Pública debe trabajar para mejorar la eficiencia en la distribución y el uso de la financiación e incentivos por parte de todos los actores implicados y las entidades privadas deben innovar en la utilización de las distintas herramientas de conservación y restauración, sobre todo aquellas que potencien la economía verde en el ámbito rural.
- 9 . Es necesario potenciar, tanto desde el sector público como el privado, las herramientas existentes de participación social que implican a la población rural en la restauración de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en los agroecosistemas, desde una estrategia “de abajo hacia arriba”. Es precisamente la población rural la que custodia estos paisajes y puede velar por su sostenibilidad a largo plazo, por lo que la apuesta por el desarrollo rural sostenible es perentoria, así como la potenciación e impulso de planes, estrategias y ayudas que eviten el abandono por envejecimiento de las actividades tradicionales y el escaso o nulo relevo generacional, que conllevan drásticos cambios paisajísticos.
10. Potenciar la protección, recuperación y restauración de las vías pecuarias, favoreciendo así la trashumancia y su incorporación a la Infraestructura Verde, para ayudar al fomento de la trashumancia de razas autóctonas en vías pecuarias, como actividad vertebradora de conectividad, por el importante transporte de semillas y abono y el mantenimiento de la funcionalidad ecológica y cultural de las cañadas.

11.5. Recomendaciones para la restauración ecológica de espacios mineros y espacios afectados por vertidos

1. Se deben establecer los medios necesarios para divulgar los conceptos y las prácticas propias de la restauración ecológica, así como los beneficios que proporciona, en el sector minero: empresas, administraciones, colegios profesionales, universidades y ONGs- expertos conservacionistas. Cursos especializados, proyectos de demostración, fichas técnicas, manuales, etc. son algunas de las herramientas que se pueden desarrollar para alcanzar este objetivo. Los huecos mineros ofrecen oportunidades muy interesantes para la experimentación en restauración ecológica o para la creación de acuerdos de custodia entre la empresa minera y ONGs conservacionistas que orienten en los procesos de restauración, a la vez que custodian sus resultados y ofrecen oportunidades de educación ambiental.
2. De forma análoga, se deben establecer canales de comunicación que permitan identificar las necesidades del sector y buscar soluciones eficientes en materia de restauración ecológica, en colaboración con los centros de I+D.
3. Es importante que la gestión de la biodiversidad se realice desde los primeros estadios de la cantera. Tener indicadores y formar a los responsables de la actividad en campo (jefes de cantera) para que sepan identificar si las actuaciones de restauración van en el buen camino. Para ello la UICN ha desarrollado una metodología específica (Biodiversity management in the cement and aggregates sector: Biodiversity Indicator and Reporting System (BIRS). UICN, 2014)
4. Una mayor colaboración entre empresas, centros de I+D+i y tercer sector para desarrollar protocolos de restauración funcionales y eficientes favorecería también este campo. Existen numerosas oportunidades para mejorar las acciones de restauración, reduciendo los costes.
5. Ampliar los objetivos de la restauración, incluyendo la priorización de determinados servicios de los ecosistemas, como la generación de biomasa o los cultivos ecológicos, sin olvidar el carácter integrado de la misma, repercutiría favorablemente en el balance económico de las empresas y

contribuiría a implementar una restauración de calidad. La restauración ecológica en coordinación con los intereses del entorno y del medio natural permite la creación de múltiples recursos de los ecosistemas.

- 6 . Existe mucha información acerca de buenas prácticas en la restauración de zonas afectadas por actividades mineras. Es necesario desarrollar unos estándares para la restauración minera que sirvan para garantizar que dichas prácticas se incorporan a la gestión minera y para evaluar los proyectos de restauración, y poner los medios para que se apliquen.
- 7 . Correcto manejo de los sustratos. La retirada del suelo ('montera' o 'tierra vegetal') se debe realizar según las indicaciones del 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. La conservación de los acopios de materiales edáficos debe hacerse para mantener el potencial para su reutilización (Anderson et al., 2008; Shrestha y Lal, 2011).
- 8 . Una correcta gestión de los suelos originales donde se minimice o elimine la fase de acopio sería el escenario ideal para mantener su calidad biótica y físico-química. El Real Decreto 975/2009, que considera que cualquier material acopiado durante un periodo superior a 3 años debe considerarse y tratarse como un residuo, puede ayudar a que, para evitar que se abra un expediente de residuos mineros con sus correspondientes avales, exista una mejor gestión de los suelos. Lo importante es no perder el valor del suelo recién retirado y, si es posible, realizar una minería de transferencia reponiendo el suelo en la plaza de cantera cuanto antes mejor. No obstante, la mayoría de las canteras se desarrollan en roquedos donde nunca ha existido un desarrollo de suelo importante. Muchas veces lo original son especies vegetales rupícolas que también tienen un valor ecológico y una funcionalidad. Por tanto, hace falta poner en marcha técnicas que faciliten/ aceleren el desarrollo de suelos in situ.
- 9 . Revegetación y restauración de hábitats. La introducción de vegetación debe planificarse de acuerdo a los objetivos del programa de restauración y debería contemplar los ritmos de ensamblaje de la comunidad. Sería deseable establecer una secuencia de fases de intervención diseñadas en función del grado de complejidad de la comunidad conseguida. Incentivar una mayor disponibilidad de especies nativas y promover una calidad de planta orientada a la restauración serían metas deseables. Los diseños de plantaciones orientadas a fomentar la fauna deben también favorecerse. Generar islas con vegetación natural dentro de las concesiones, que puedan actuar como fuentes de dispersión, permitiría fomentar la regeneración natural. Es importante establecer las bases de la sucesión natural vegetal para que se retroalimente y evolucione naturalmente. Los huecos mineros ofrecen oportunidades para recuperar hábitats de interés que actualmente son escasos y vitales para algunas especies vulnerables, pudiendo contribuir a conseguir los objetivos de la Red Natura 2000.
10. Fauna. Aunque la regeneración natural mediante fauna es posible (Wong y Bradshaw, 2002; Bochet et al., 2007; Alday et al., 2013; Coulson et al., 2014), los programas de restauración rara vez contemplan esta opción y la selección y distribución espacial de las plantaciones, en los proyectos de rehabilitación más antiguos, responde más a criterios paisajísticos o heredados de las antiguas plantaciones forestales. Ha sido en la última década cuando se ha visto que la fauna ofrece la posibilidad de que las explotaciones tengan un valor ambiental añadido, pudiendo incorporar la reintroducción de especies para recuperar la funcionalidad ecológica del ecosistema. La fauna suele estar atraída por los huecos mineros, ya que proporcionan refugio a muchas especies. Si se trabajan las especies nutricias durante la revegetación, va incorporándose de forma natural la fauna (mariposas, reptiles, abejas, aves, conejos, rapaces, anfibios en charcas, etc.). Esto es especialmente relevante para el caso de los polinizadores, establecer medidas para favorecer su aparición (p. ej. establecer colonias de abejas silvestres, revegetaciones con pool de semillas de

plantas nutricias, etc.) son medidas de bajo coste que, si se multiplican de forma coordinada en los proyectos de rehabilitación de canteras, tendrán un gran impacto sobre la conservación de los polinizadores, dada la enorme distribución espacial de los huecos mineros.

11. Conservación de especies protegidas y de la biodiversidad local. En este sentido es necesario definir un marco local y territorial donde desarrollar esta revisión, que armonice las potencialidades y necesidades de recursos mineros, con las necesidades de conservación y protección de hábitats. Esta herramienta sería de gran utilidad para poder lograr una mayor compatibilidad entre demandas y oportunidades. Además, es muy importante considerar cómo muchas especies, especialmente aves rupícolas (p.ej. el avión zapador o el búho real) encuentran refugio y lugares de cría y alimentación en los huecos mineros, siendo hábitats exclusivos que pueden contribuir a la recuperación de estas aves, muchas de ellas vulnerables, incorporando en el proceso de restauración ecológica un análisis adecuado de la fauna y promoviendo soluciones de restauración que aprovechen los huecos mineros para crear hábitats adecuados para la biodiversidad local.
12. Evaluación-monitoreo y marco temporal. La monitorización de estos espacios a medio y largo plazo sería clave para establecer, como mínimo, umbrales de tolerancia de desviaciones y logros. La realidad es que el contenido de las inspecciones no está regulado en la normativa y queda sujeto a la interpretación de cada organismo competente. Es importante empezar a trabajar en biodiversidad desde el inicio de la actividad, para ir asentando las bases y conseguir una evolución natural favorable cuando se finalice, por lo que se necesitan marcos temporales elevados.
13. Limitaciones normativas y logísticas. Una circunstancia que se aduce, en ocasiones, como limitante de la restauración, es la cuantía de las fianzas y avales establecidos por ley. Los avales y los intereses bancarios asociados pueden ser muy elevados, en función de la superficie de la concesión, la devolución de dichos avales requiere de previo informe favorable de la autoridad ambiental, por lo tanto hasta que la restauración ambiental no tiene un mínimo arraigo no se puede devolver. Una posibilidad sería correlacionar cómo algunas de estas actuaciones de restauración ecológica en el hueco minero/entorno inmediato, facilitan a las administraciones conseguir algunos de los objetivos de la Red Natura 2000, permitiendo la posible liberación de parte de estos avales.
14. Se recomienda tener en cuenta la Guía de la Comisión Europea "Extracción de Minerales no Energéticos y Natura 2000", sobre la realización de actividades extractivas no energéticas de conformidad con los requisitos de la Red Natura 2000.
15. Los vertederos y depósitos de residuos sellados deben mejorar su función de aislamiento y su integración paisajística. El MITERD y la Junta de Extremadura colaboran en la realización de dos experiencias piloto de sellado que combinan las técnicas de restauración geomorfológica con la utilización de material bioestabilizado seleccionado que se espera que mejorará notablemente las características hidráulicas de los materiales de cubierta, haciendo el conjunto más favorecedor de condiciones adecuadas para la revegetación de las mismas. La previsión es que dichas obras finalicen antes de concluir 2020, y sus resultados servirán como lecciones aprendidas para la restauración de estos espacios.

11.6. Recomendaciones para la restauración ecológica de ecosistemas dunares

1. Las dunas costeras son ecosistemas terrestres únicos situados en la transición entre ambientes continentales y marinos. Como el resto de hábitats costeros, los sistemas dunares son extremadamente frágiles, ajustados en su formación, desarrollo y evolución a procesos naturales y fácilmente vulnerables frente a la acción humana, para dar respuesta a los problemas e incertidumbre para su restauración, el Ministerio de Medio Ambiente elaboró en 2007 el "Manual de Restauración de dunas costeras".
2. Es importante tener una visión integral del territorio, tanto terrestre como marino, a la hora de abordar proyectos de restauración ecológica en ecosistemas dunares, así como garantizar el material vegetal adecuado para realizar las restauraciones y el control de especies exóticas invasoras.
3. Resulta necesario poder aprovechar el conocimiento resultante de los proyectos ejecutados con dinero público e incorporarlo a una base abierta de conocimiento. Es necesario promover la colaboración entre la Administración, el sector privado y los diferentes grupos de interés para concebir y sustentar este tipo de iniciativas.
4. Las playas representan uno de los ecosistemas más frecuentados por una población que con frecuencia no asocia estos ambientes con espacios naturales y biodiversidad. La participación social en su restauración supone una excelente oportunidad para darlos a conocer y valorizarlos.
5. Dada la complejidad de la restauración en el ámbito litoral, las obras de restauración deben contar con la colaboración de expertos de diferentes disciplinas, incluyendo profesionales en procesos ecológicos, y en la restauración de estos medios, y oceanográficos marinos.

11.7. Recomendaciones para la restauración ecológica fluvial

1. La restauración fluvial debe tener en cuenta, tanto los principios de la restauración ecológica recogidos en el marco conceptual de esta Estrategia, como otros principios propios de la geomorfología y la dinámica fluvial no considerados en otros ámbitos de la restauración. Así, la libertad geomorfológica y la naturalidad en los procesos de erosión, transporte y sedimentación, deben constituir un objetivo fundamental y real en los proyectos de restauración fluvial, así como el libre movimiento de especies nativas para completar su ciclo biológico a lo largo del continuo fluvial. Estos principios deben ser incluidos de manera explícita en los pliegos de prescripciones técnicas y deberán ser consensuados con los agentes que intervienen en el desarrollo de los proyectos, de manera que se asegure su vigencia durante todas las fases del mismo.
2. En este sentido, es preciso evitar las actuaciones contrarias a la restauración fluvial propiamente dicha. Por ejemplo las obras cuyo único objetivo es la estabilización de cauces. Para ello es imprescindible establecer unos estándares rigurosos y poner los medios administrativos y técnicos para garantizar su cumplimiento. Estos estándares incluirán criterios, protocolos de actuación, técnicas, medidas de control y buenas prácticas de ejecución.
3. Para poder realizar con éxito la restauración fluvial es necesario contar con caudales líquidos y sedimentos, y con crecidas que sigan o reproduzcan un régimen natural. Se establecerán los mecanismos necesarios para poder disponer de estos elementos en cada tramo fluvial a restaurar, asegurando los caudales ecológicos y actuando a escala de cuenca hidrográfica.
4. Realizar actuaciones de restauración enfocadas al control y erradicación de especies exóticas invasoras.

5. La restauración fluvial deberá integrarse con la planificación hidrológica, con las normativas asociadas al Dominio Público Hidráulico (DPH), con las reservas fluviales, con los planes de gestión del riesgo de inundación, con la ordenación del territorio y con la planificación urbana. Contar con espacio para el río es fundamental para lograr su restauración. Para ello hay que promover el deslinde efectivo del DPH, existiendo herramientas y cartografía para definir correctamente este espacio, que como “territorio fluvial” se ha definido en diferentes proyectos. A continuación son aplicables acuerdos de custodia del territorio, contratos de río, permutas de terreno, etc.
6. El proyecto de restauración debe plantear unos objetivos concretos, realistas y cuantificables. En la medida de lo posible estos objetivos contarán con el trabajo del río, ayudándole en su auto-recuperación. Esto implica que muchas técnicas de restauración convencionales no serán aptas, ya que la libertad fluvial debe primar siempre sobre la actuación. La gestión adaptativa es fundamental.
7. La restauración fluvial deberá ser acometida por equipos multidisciplinares con experiencia en hidrología, geomorfología fluvial, dinámica de ecosistemas y participación pública.
8. Todo proceso de restauración fluvial requiere un seguimiento que debería comenzar antes de la actuación y prolongarse a lo largo del tiempo. Debe ser llevado a cabo por personas formadas en estas temáticas específicas y basado fundamentalmente en el monitoreo de indicadores y en la aplicación de índices de diagnóstico.
9. El régimen hidrológico estacional y los procesos de crecida se deben tener en cuenta de forma prioritaria a la hora de definir los plazos de ejecución y seguimiento.

11.8. Recomendaciones para la restauración ecológica de humedales

1. Eliminar completamente la causa de la degradación. No hay restauración posible cuando los procesos de degradación continúan. Por ejemplo, si se quiere restaurar un humedal en zona agrícola, se deberá cerrar los drenajes hechos para secar el humedal y eliminar las cargas de nutrientes y productos fitosanitarios de reconocida nocividad para el humedal procedentes de la zona agrícola circundante.
2. Actuar a escala de cuenca. En muchos humedales, la degradación procede de actuaciones que ocurren a nivel de la cuenca y no del humedal en sí. Para incrementar las posibilidades de éxito en la restauración, se debe ir más allá del humedal, gestionando la zona que se encuentra conectada funcionalmente con éste. En base a las características del lugar, se podrían promover las prácticas de agricultura ecológica, los acuerdos de custodia o la adquisición de tierras que afecten a toda la cuenca vertiente del humedal, en un plan de gestión de la cuenca restaurada. Sin embargo, no debe olvidarse la escala local, para restaurar la conectividad entre humedales, facilitar la restauración pasiva y recolonización natural de especies con requerimientos ecológicos a esa escala.
3. Recuperar la hidrología “naturalmente”. En muchos humedales, la alteración del régimen hidrológico es la principal causa de degradación. En este sentido, se debe hacer todo lo posible por recuperar un régimen hidrológico natural, esto es, evitar el uso de caudales manejados artificialmente tanto con canales y compuertas como con bombas de agua.
4. Restaurar a largo plazo. Las acciones de restauración deben ser sostenibles a largo plazo. Las trayectorias óptimas de recuperación se pueden desviar por falta de mantenimiento. La planificación debe contemplar, por tanto, los costes de mantenimiento como parte sustancial del proyecto y evitar acciones cuya continuidad no esté garantizada.

- 5 . Conocer bien el humedal antes de restaurarlo. Cada humedal es único y debe ser analizado detenidamente antes de proponer un proyecto de restauración. Aplicar medidas estandarizadas (por ejemplo, la revegetación) puede reducir el éxito de la restauración, además de incrementar su coste.
- 6 . Aprender de la experiencia. Los estudios piloto en el mismo humedal que se desea restaurar o humedales análogos pueden ayudar a orientar las acciones de restauración.
- 7 . Enfocar la restauración en la recuperación de las interacciones. La restauración no se debe centrar únicamente en las especies que existen en los humedales de referencia o las que existían antes de la degradación, sino en entender qué conjunto de especies permitirán al humedal recuperarse más rápidamente. Por ejemplo, priorizar el uso de plantas o algas que sirvan de alimento o refugio para macroinvertebrados que están en la base de la cadena trófica.
- 8 . Usar ecosistemas de referencia para guiar la restauración, no para copiarlos. Los ecosistemas de referencia pueden ser de enorme ayuda en la toma de decisiones. Pero los proyectistas deben comprender que no se trata de copiarlos de forma acrítica, porque sus condiciones serán indudablemente diferentes a las del humedal que se pretende restaurar. La clave reside en interpretar la dinámica de sucesión del espacio restaurado, en comparación con el o los de referencia.
- 9 . Recuperar la composición de especies en la medida de lo posible. Como se ha comentado anteriormente, la restauración de humedales no debe centrarse en la recuperación estrictamente funcional o de los servicios, sino en la recuperación de todo el humedal. Esta visión holista integra el conjunto de servicios de los ecosistemas que actualmente valoramos, incluida la resiliencia frente a fuentes de estrés y perturbaciones como el cambio climático, así como otros servicios que pudieran ser de interés en el futuro. Para ello será fundamental usar material vegetal de regiones de procedencia adecuada, así como el control de las especies exóticas invasoras.
10. Aprovechar los beneficios de los ecosistemas restaurados. Es necesario tener en cuenta la importancia de la restauración para la sociedad, especialmente para las poblaciones cercanas. Este enfoque permitirá obtener apoyos políticos y de gestión, además de incidir positivamente en la percepción social de la restauración y del medio natural. Servicios como la protección de la costa, el valor estético y recreativo o la depuración de aguas pueden ser compatibles con otros muchos, incluida la protección de la biodiversidad. Representan, por tanto, excelentes oportunidades para la restauración colaborativa y para aumentar las probabilidades de éxito de los proyectos de restauración.
11. Involucrar en la medida de lo posible a la población local. El conocimiento tradicional ayuda a comprender un humedal. Además, la participación activa de la sociedad en las diferentes fases del proyecto contribuye a promover su conexión afectiva con el mismo. La colaboración con expertos en participación social permite optimizar los procesos de aprendizaje recíproco, facilitar las acciones de restauración y aumentar el nivel de consenso entre los diferentes grupos de interés.

11.9. Recomendaciones para la restauración ecológica del medio marino

- I. En el medio marino la restauración debe regirse por la conjunción de tres componentes que actúan de manera complementaria y sinérgica:
 - Apostar por la mejora de conocimiento y tecnológica;
 - Llevar a cabo experiencias de restauración piloto con hábitats que se encuentren especialmente amenazados, como las fanerógamas;

- Aplicar, con carácter general, el principio de no intervención en el caso de no poder contar con la información necesaria, salvo casos concretos que se entienda que se debe actuar. Las técnicas de restauración aplicadas en el medio marino serán pasivas, salvo mejora del conocimiento científico disponible y de las técnicas disponibles.
- 2 . La restauración de las zonas marinas afectadas por las presiones antrópicas debe ajustarse a los principios de la restauración ecológica recogidos en el Marco Conceptual de esta Estrategia. Los pliegos de prescripciones técnicas recogerán en la medida de lo posible estos principios.
 - 3 . Hasta que no se solventen las lagunas de conocimiento, que permitan una visión holística de los ecosistemas marinos, y se mejoren técnicas disponibles para la restauración marina, valorar como primera opción la restauración pasiva, es decir, evaluar si la eliminación de la presión que provoca el impacto da como resultado una recuperación natural, salvo aquellos proyectos pilotos o experimentales dirigidos a la mejora del conocimiento o tratamientos de urgencia. Los proyectos deben evaluar si la restauración es factible desde una perspectiva ecológica, técnica, económica y social, y si existe riesgo de efectos secundarios dañinos.
 - 4 . De acuerdo con la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, la Administración competente debe contemplar los plazos y asignar los recursos necesarios para que las obras de restauración incluyan un diagnóstico detallado que preste atención a la hidrodinámica y la geomorfología costera, a las limitaciones ambientales y a las limitaciones asociadas a las características bióticas del entorno para proponer un programa de restauración. Este diagnóstico debe servir para zonificar la zona afectada por la perturbación y las zonas adyacentes, e identificar acciones de restauración específicas para cada zona.
 - 5 . Realizar un análisis pormenorizado de la eficacia de las técnicas de restauración y de su adecuación a las condiciones particulares de la zona degradada y de su entorno, antes de adoptarlas. La especificidad del medio marino proporciona excelentes condiciones para el desarrollo de ecotecnología novedosa.
 - 6 . Previo a la acometida a gran escala de cualquier proceso de restauración en el medio marino en una zona concreta, realizar un estudio piloto para comprobar la eficacia de la actuación a pequeña escala.
 - 7 . Llevar a cabo estudios de coste/beneficio de las acciones de restauración en medios marinos que permitan priorizar acciones eficientes. En particular, en el marco del cambio climático, es importante promover actuaciones encaminadas a conservar y potenciar la capacidad de absorción de CO₂ en praderas de fanerógamas marinas, especialmente en praderas de Posidonia oceanica.
 - 8 . Las medidas correctoras asociadas a las actividades antrópicas y a reducir los efectos negativos de éstas sobre el medio marino, deben diseñarse a escala de paisaje. El diseño, ejecución y seguimiento de estas medidas también debe llevarse a cabo en base a un diagnóstico específico del entorno. Esto es particularmente importante de cara a eliminar o atenuar los factores de degradación: éste debería ser un pre-requisito de cualquier proyecto de restauración.
 - 9 . La actividades de I+D son imprescindibles para comprender el funcionamiento de los ecosistemas marinos y diseñar acciones de restauración consecuentes y rigurosas. Es necesario contar con líneas de financiación estables que apoyen este tipo de proyectos y disponer de herramientas flexibles de colaboración entre los diferentes sectores y los centros de I+D.
 - 10 . Es necesario promover el intercambio de información y conocimiento entre los diferentes sectores implicados en la restauración de medios marinos: sector privado, Administraciones, centros de investigación, ONGs y sociedad civil. Para ello, se deben promover herramientas de transferencia como foros u otros mecanismos de intercambio de información creados a tal efecto, para facilitar la identificación de lagunas de conocimiento, la difusión de los conocimientos y, en suma, contribuir a aumentar la eficiencia de las acciones y la calidad de las mismas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.06. Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica en áreas urbanas y periurbanas.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Las Administraciones locales, en el ámbito de sus competencias, podrán contemplar proyectos de restauración en áreas clave para la conectividad entre el medio rural y urbano, especialmente en áreas de conexión identificadas en la planificación territorial.
2. Fomentar acuerdos de custodia del territorio
3. Fomentar el desarrollo de la figura de Bancos de Conservación de la Naturaleza.
4. Fomentar la recuperación de las actividades tradicionales sostenibles que favorezcan la conectividad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.07. Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de los proyectos de restauración ecológica.

Los proyectos de restauración incorporarán planes de seguimiento para evaluar la efectividad de los mismos y poder realizar una gestión adaptativa de los mismos. Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Para el diseño de planes de seguimiento de las actuaciones de restauración de ecosistemas, tener en cuenta el documento sobre “Diseño de planes de seguimiento y valoración de áreas sometidas a restauración ecológica” elaborado por el CSIC en el marco de los trabajos de apoyo al desarrollo de esta Estrategia (Torre Ceijas R., 2016. MAPAMA. Informe inédito).
2. Una normativa más exigente en materia de evaluación y seguimiento de los proyectos de restauración de ecosistemas puede generar empleo verde. En este sentido, las auditorías ambientales, llevadas a cabo de forma rigurosa, suponen una oportunidad de trabajo para profesionales con competencias en restauración ecológica, y contribuyen al cumplimiento del Plan de Vigilancia Ambiental.
3. En los planes de seguimiento de los proyectos de restauración ecológica tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Elaboración de un informe de seguimiento claro y conciso para cada uno de los puntos temporales del seguimiento. En cada informe debe quedar claro el proyecto de restauración, su ubicación, así como el lugar y momento de la aplicación de medidas. También es necesario que queden especificados todas las metodologías e instrumentos utilizados para hacer las mediciones del seguimiento y los métodos utilizados durante el posterior análisis. Por último, la correcta interpretación de los cambios del estado del indicador es primordial para conocer la relación de causa efecto entre los factores, las estrategias de restauración y la respuesta del sistema (Busch y Trexler, 2003).
 - Cuidadosa selección y medición de indicadores de seguimiento. Entre los diversos indicadores deben estar contemplados los relativos a procesos ecológicos clave, así como tener en cuenta los efectos del cambio climático.
 - Análisis descriptivo y estadístico de los resultados y mediciones realizadas para el seguimiento. La forma de analizar los datos va a depender de cómo se han recogido los mismos, por ello es conveniente decidir previamente los métodos de análisis. Tener medidas anteriores y posteriores a la intervención o recoger información de zonas control (dentro una misma área, zonas donde no se ha realizado ninguna intervención) va a permitir hacer comparaciones y análisis que le van a dar una mayor robustez al seguimiento y a la posterior evaluación.

- Utilización de hojas de cálculo y bases de datos para el almacenaje de información, específicamente diseñadas y organizadas cronológicamente y por criterios asociados a los objetivos, medidas y/o indicadores, que faciliten la transmisión de información y su posterior análisis.
- Realización de fotografías con tomas temporales secuenciales en cada estación del año durante todo el periodo de seguimiento. Se recomienda establecer puntos fijos para la realización de las fotografías con el fin de facilitar la comparación.
- Recopilación de fotografías aéreas, vía satélite o realizadas mediante vuelo, desde un periodo anterior al inicio del proyecto y durante el desarrollo y seguimiento del proyecto, si es posible.
- Recopilación, consulta y utilización de datos e informes de diversa naturaleza como datos climáticos, de calidad del agua, aire, suelo y de biodiversidad procedentes de organismos públicos o privados del área restaurada.
- Recopilación de información científica de la zona o de proyectos de restauración de ecosistemas similares, para tener puntos de referencia y hacer comparaciones.
- Utilización de sistemas de información geográfica para la zonificación del área restaurada por acciones o tipo de medidas aplicadas, que faciliten la planificación y el seguimiento.
- Considerar que un ecosistema restaurado debería exhibir atributos ecológicos que manifiesten su recuperación. La Sociedad para la Restauración Ecológica sugiere que los ecosistemas tienen 9 atributos (SER, 2002; Clewell y Aronson, 2007): composición de especies, especies autóctonas, grupos funcionales, ambiente físico-químico, funciones del ecosistema, contexto paisajístico, amenazas externas, resiliencia y autosostenibilidad. Considerar en este sentido las recomendaciones de la guía “Diseño de planes de seguimiento y valoración de áreas sometidas a restauración ecológica” (Torre Ceijas. MAPAMA, 2016. Informe inédito).
- El programa de seguimiento debe contemplar un marco temporal adecuado que permita asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de restauración a corto, medio y largo plazo.
- Gestión de las masas restauradas en función de la evaluación del seguimiento. Debido a que los ecosistemas son sistemas complejos donde interaccionan múltiples factores, se deben aplicar los principios de la gestión adaptativa para manejar dicha incertidumbre, reajustando los objetivos y medidas de restauración a los resultados del plan de seguimiento y evaluación.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre restauración ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad en el contexto de cambio global y provisión de servicios de los ecosistemas.

Esta línea se relaciona directamente con las metas 03 y 04 de esta Estrategia, donde se abordan particularmente los servicios de los ecosistemas y el cambio climático. De manera adicional, para el desarrollo de esta línea de actuación se establece la siguiente orientación:

- I. Promover proyectos de investigación para mejorar el conocimiento existente sobre restauración ecológica y su papel en el desarrollo de la Infraestructura Verde, cubriendo las carencias en estos ámbitos. Se promoverán proyectos relativos a conocer, entre otros:
 - Metodologías para la identificación de los estados de degradación y sus umbrales, por tipos de hábitats y ecosistemas.
 - Diseños experimentales para la restauración ecológica en diferentes tipos de hábitats y ecosistemas.

- Análisis de permeabilidad y restauración en paisajes agrícolas.
- Proyectos de restauración en medios urbanos para mejorar la conectividad funcional y recursos para la biodiversidad.
- Riesgos de la restauración de la conectividad asociados a la propagación de especies invasoras.
- Técnicas efectivas para erradicar o conseguir un control efectivo de algunas especies exóticas invasoras como parte de proyectos de restauración de determinados hábitats.
- Mejorar las técnicas de restauración de suelos y de ecosistemas tras incendios.
- Restauración de ecosistemas marinos, especialmente mejorar y aumentar el conocimiento sobre la restauración de praderas de fanerógamas marinas, como *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.
- Procesos de participación social aplicados a la restauración ecológica.
- Estudios de seguimiento de acciones de restauración.
- Avanzar en la evaluación de la relación coste-beneficio en la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza

9.4 META 3. MANTENER Y MEJORAR LA PROVISIÓN DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.

La Estrategia de la UE sobre la diversidad hasta 2020 insta a los Estados miembros a cartografiar y evaluar el estado de los ecosistemas y sus servicios en sus respectivos territorios, calcular el valor económico de dichos servicios y promover la integración de ese valor en los sistemas de contabilidad e información a nivel nacional y europeo. Su reciente actualización a 2030 reconoce igualmente las grandes pérdidas económicas que la degradación de los ecosistemas y sus servicios causan a nivel mundial, marcando el objetivo de desarrollar métodos, criterios y estándares para describir los elementos esenciales de la biodiversidad, sus servicios, valores y uso sostenible para apoyar una iniciativa internacional de contabilidad de capital natural.

Igualmente, de acuerdo a la Comisión Europea, la Infraestructura Verde es una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios de los ecosistemas.

Pese al destacable avance en los estudios al respecto de la provisión, evaluación y valoración de los servicios de los ecosistemas, tal y como se ha señalado en el diagnóstico, existe todavía una falta de conocimiento que se puede resumir en:

- La falta de información y los problemas relacionados con la medición de la provisión de servicios de los ecosistemas, por ejemplo, los vínculos que hay entre la diversidad biológica, el valor de los servicios de los ecosistemas y los beneficios que estos aportan.
- La escasez de información y de estudios a una escala regional o nacional y que consideren una amplia gama de servicios.
- Entendimiento incompleto de los procesos que contribuyen a explicar las funciones que desempeña la Infraestructura Verde. Así, se sabe poco de la sucesión de procesos que se dan o deben darse en la Infraestructura Verde para generar beneficios sobre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y las variables socio-económicas.
- Conocimiento limitado sobre las interacciones entre las diferentes funciones de los ecosistemas y las sinergias que pueden aparecer en una Infraestructura Verde eminentemente multifuncional.
- Escaso conocimiento para muchas especies sobre los beneficios proporcionados por la Infraestructura Verde en cuanto a permeabilidad y facilidad para moverse a través de hábitat. Los resultados no pueden extrapolarse de una especie a otra.
- La incertidumbre que se mantiene en las predicciones de los modelos climáticos a escala regional. Además, las respuestas de la biodiversidad ante el cambio varían de una especie a otra.
- Lagunas de conocimiento en cuanto a los costes de oportunidad y en relación a la cuantificación de los beneficios ecológicos y socio-económicos.
- Carencia de estudios que evalúen el estado de los ecosistemas y sus respectivos servicios, calculen el valor económico de dichos servicios y promuevan la integración de ese valor en los sistemas de contabilidad e información a nivel nacional y regional.

9.4.1. Objetivos específicos

Teniendo en cuenta la información disponible en la actualidad sobre servicios de los ecosistemas y dadas las carencias detectadas, se establecen una serie de líneas de actuación encaminadas a mantener y mejorar mediante la restauración ecológica dichos servicios, a través de los siguientes objetivos:

- Identificar, cartografiar y valorar adecuadamente los servicios de los ecosistemas en relación con el desarrollo de la Infraestructura Verde, teniendo en cuenta su carácter multiescalar (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 3.01 y 3.02).
- Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los servicios de los ecosistemas de los elementos ligados al desarrollo de la Infraestructura Verde (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 3.03).
- Mejorar el conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 3.04).

9.4.2. Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.01. Identificar, clasificar y cartografiar las áreas clave para la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones, que se concretarán a su vez en la **Guía metodológica para la identificación de los elementos de la infraestructura verde** que se publicará por el MITERD, como complemento al desarrollo de esta Estrategia nacional:

- I. Para la **identificación y clasificación de áreas clave** se utilizarán como base los mapas de servicios de los ecosistemas desarrollados por la EME y disponibles en el banco de datos de la naturaleza del MITERD (<https://sig.miteco.gob.es/bdn/>) y los mapas de servicios de los ecosistemas para España del Joint Research Center, European Commission (Maes et al., 2011; <http://www.ecomilenio.es/documentos/informacion-cartografica/mapas-de-servicios>), que incluyen servicios de abastecimiento, regulación y culturales a escala estatal.

Esta información se completará con los estudios llevados a cabo por la AEMA, que identifica los servicios claves para el desarrollo de la Infraestructura Verde y sobre los que se está trabajando a escala europea (Spatial Analysis of Green Infraestructura in Europe. AEMA, 2014):

- Regulación de la calidad del aire.
- Protección frente a la erosión.
- Regulación de los flujos de agua.
- Purificación del agua.
- Protección costera.
- Polinización.
- Mantenimiento de la estructura y la calidad del suelo.
- Almacenamiento de carbono.

Incluyendo igualmente aquellos otros servicios que se consideren de relevancia a escala regional o local. Dentro de la definición de servicios de los ecosistemas se tendrán en cuenta las directrices para la conservación de polinizadores de la Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores.

Se tendrá en cuenta el carácter multiescalar de la Infraestructura Verde identificando los servicios claves para su desarrollo a nivel:

- Estatal y regional.
- Local y urbano.
- Terrestre y marino.

En referencia a las funciones de los **ecosistemas marinos**, muchas ocurren en la columna de agua, que constituye una tercera dimensión espacial. Estas funciones pueden variar dependiendo de la variación de muchos parámetros ecológicos como la temperatura o salinidad del agua. La ubicación de los ecosistemas marinos es también mucho más dinámica y variable que en los terrestres. Como consecuencia, las funciones de los ecosistemas marinos y sus servicios relacionados son difíciles de cartografiar, constituyendo uno de los mayores retos a afrontar, existiendo ya las primeras iniciativas, como la cartografía de 4 servicios de los ecosistemas marinos en la Red Natura 2000 de España que se está llevando a cabo actualmente por la EME. Otro reto es el escaso conocimiento sobre los procesos y funciones ecológicas detrás de algunos servicios ecosistémico, lo que hace la cartografía complicada. Esto también implica un conocimiento limitado de las relaciones no-lineales entre las perturbaciones y sus impactos en los servicios (EU Guidance on integrating ecosystems and their services into decision-making. COM. 2018. Documento inédito).

2. Analizar la contribución de los componentes susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a cada uno de los servicios clave.
3. Para elaborar la **cartografía de los servicios de los ecosistemas**, se tomará como referencia el informe de la AEMA "Informing strategic green infrastructure and restoration planning through mapping and assessment methods based on spatial and technical data" (AEMA, 2018) que aborda para la cartografía de los mismos y las herramientas disponibles (software de código abierto y algunos paquetes de software comercial) para la evaluación de la conectividad y la multifuncionalidad de los servicios de los ecosistemas, con el objetivo de priorizar acciones a llevar a cabo y evaluar el impacto de los escenarios futuros.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.02. Promover la valoración de los servicios de los ecosistemas, incluyendo su valoración económica, e integrarla en la toma de decisiones sobre ordenación y gestión terrestre y marina, desde una perspectiva participativa.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia de la UE de Biodiversidad a 2030 se establecen las siguientes orientaciones:

1. Tomando como base la valoración económica de los servicios de los ecosistemas suministrados por los ecosistemas de España" (EMEC), se podrá desarrollar, en el marco de las competencias de cada una de las administraciones, un proceso metodológico para avanzar en la valoración de los servicios de los ecosistemas a diferentes escalas que deberá atender a los criterios y orientaciones planteados desde la UE y, concretamente, desde el grupo de trabajo MAES de la Comisión Europea. Idealmente, la metodología empleada para la valoración económica de los servicios de los ecosistemas contemplará los siguientes aspectos:
 - Partir de una sistemática lo más completa posible de los servicios de los ecosistemas, que contribuya a minimizar ausencias y dobles contabilizaciones (por ejemplo, los servicios de soporte, pero también

en ocasiones los de regulación, generalmente dan lugar a servicios de abastecimiento y culturales).

- Identificar los proveedores y beneficiarios de los servicios de los ecosistemas, así como, en su caso, la unidad de provisión de servicios considerada.
- Tener en cuenta el estado de conservación del ecosistema.
- Considerar tanto el valor agregado de los servicios de los ecosistemas ("producción") como la capacidad del sistema para mantener estos valores ante posibles variaciones o choques ("seguro"), relacionando esta capacidad con la resiliencia del sistema y su potencial de auto-organización.
- Tener en cuenta las dinámicas de cambio en los propios ecosistemas y sus servicios.
- Ser sensible a las variaciones en el contexto (por efectos sinérgicos o de sustitución) y a los posibles impactos por choques exógenos, incluyendo el impacto de la acción humana.
- Contemplar, en particular, la contribución directa de la polinización a la producción agrícola, así como otros beneficios indirectos, por ejemplo la conservación y recuperación de hábitats o a la mitigación del cambio climático a través de la producción de semillas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.03. Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los ecosistemas y sus servicios asociados de la Infraestructura Verde.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establecen las siguientes orientaciones:

1. Para la valoración del estado de conservación de los servicios de los ecosistemas, se avanzará en la identificación de factores ambientales claves que influyan en la provisión de los mismos, así como en una propuesta de indicadores para el seguimiento y evolución de los servicios clave identificados. La evaluación del estado de conservación sentará las bases para la toma de decisiones sobre la gestión adecuada y las necesidades de restauración. El quinto informe de MAES (Maes et al., 2018. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Publications office of the European Union, Luxembourg) proporciona un marco para evaluar las condiciones de los ecosistemas a partir de indicadores de presiones, estructura del ecosistema y funciones.

Fomentar y conservar las actividades tradicionales del mundo rural por su capacidad de ofrecer servi-

3. cios de los ecosistemas.

En la cartografía de la Infraestructura Verde se diferenciarán dos tipos de zonas que deberán seguir políticas de gestión y actuación diferentes (AEMA, 2014):

- **Zonas de Infraestructura Verde para conservación ('C')**, que comprende las áreas que proporcionan funciones ecológicas clave, tanto para la fauna como para el bienestar humano. Se debe priorizar la conservación a fin de mantener la conectividad de los hábitats naturales y semi-naturales.
- **Zonas de Infraestructura Verde para la restauración ('R')**, que comprende los espacios que todavía proporcionan funciones ecológicas importantes, pero su capacidad podría mejorarse con algún tipo de restauración. La mejora e inclusión de estos elementos a las zonas de Infraestructura Verde para la conservación 'C' aumentaría la resiliencia ecológica y social de toda la red.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.04. Mejorar el conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas, tanto en el medio terrestre como en el marino.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se establece la siguiente orientación:

- I. Impulsar y apoyar proyectos de investigación e innovación que contribuyan a mejorar los conocimientos sobre los servicios de los ecosistemas, especialmente, en los aspectos que se indican a continuación:
 - Proyectos y estudios que mejoren el conocimiento sobre los vínculos que hay entre la diversidad biológica, el valor de los servicios de los ecosistemas y los beneficios que estos aportan.
 - Ampliación del conocimiento a diferentes escalas sobre la provisión de servicios de los ecosistemas y la interacción entre ellos. Se contemplarán, en particular, los servicios de los ecosistemas proporcionados por los polinizadores, en la línea del objetivo del Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores (E.2) *Mejora del conocimiento sobre las causas del declive de los polinizadores*.
 - Estudios y proyectos sobre los procesos que contribuyen a explicar las funciones que desempeña la Infraestructura Verde.
 - Ampliación y mejora de los conocimientos en cuanto a los costes de oportunidad y en relación a la cuantificación de los beneficios ecológicos y socio-económicos.
 - Mejora del conocimiento sobre las interacciones entre las diferentes funciones de los ecosistemas y las sinergias que pueden aparecer en una Infraestructura Verde eminentemente multifuncional.
 - Mejora del conocimiento sobre la relación entre los modelos predictivos de cambio climático y su efecto en la provisión de servicios de los ecosistemas.
 - Identificar y valorar las relaciones entre servicios de los ecosistemas diversos desde perspectivas socio-ecológicas integradas.

9.5 META 4. MEJORAR LA RESILIENCIA DE LOS ELEMENTOS VINCULADOS A LA INFRAESTRUCTURA VERDE FAVORECIENDO LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

El desarrollo de la Infraestructura Verde es una de las más extensas herramientas aplicables, económicamente viables y efectivas para combatir los impactos del cambio climático y ayudar a las personas a adaptarse o mitigar los efectos adversos del mismo.

Hay un consenso generalizado del origen antropogénico del cambio climático actual que llevó a la aprobación en 2006 del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) en España, en el que la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático se consideran un objetivo prioritario para España, siendo el marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en esta materia. Recientemente se ha aprobado su actualización para el periodo 2021-2030.

La Infraestructura Verde es una herramienta que contribuye a reforzar la conectividad entre zonas naturales existentes y a mejorar la calidad ecológica de los ecosistemas, por lo que se trata de una herramienta fundamental de adaptación al cambio climático. De hecho, por su contribución a la conectividad y al aumento de la resiliencia de los ecosistemas mediante el fomento de los servicios de los ecosistemas, ésta también puede considerarse como un tipo de adaptación al cambio climático basada en los ecosistemas.

Así, y dado que el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático propone una serie de líneas prioritarias de trabajo, se considera adecuado incluir en la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, aquellos aspectos que guardan más relación con el desarrollo de la Infraestructura Verde para promover las sinergias entre ambos planes. Del mismo modo, se estima necesario considerar las necesidades de adaptación al cambio climático como marco general en el desarrollo y aplicación de la Estrategia nacional de IVCRE.

9.5.1 Objetivos específicos

Se establecen una serie de líneas de actuación orientadas a que el desarrollo de la Infraestructura Verde contemple escenarios de cambio global que permitan:

- Contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la Infraestructura Verde del territorio (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 4.01, 4.05 y 4.06)
- Promover la adaptación al cambio climático y la resiliencia de los ecosistemas mediante la conservación y restauración de los elementos que componen la Infraestructura Verde del territorio (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 4.02 a 4.06)

9.5.2 Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.01. Fomentar la mitigación del cambio climático mediante la creación y conservación de sumideros naturales de carbono asociados a la Infraestructura Verde.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Avanzar en el conocimiento sobre la capacidad de mitigación y la función de sumidero que ejercen los diferentes elementos que componen la Infraestructura Verde del territorio.

2. Contribuir a la mitigación del cambio climático mediante la conservación de los actuales sumideros de carbono presentes en los ecosistemas terrestres y marinos, incorporándolos en la medida de lo posible a la Infraestructura Verde.
3. Impulsar el desarrollo de la Infraestructura Verde y las actuaciones de restauración ecológica en los ámbitos forestal, agrícola, urbano, humedales y marino, como medio para contribuir a la fijación de carbono y la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero.
4. Desarrollar puertas verdes (zonas de conexión entre ámbitos urbanos con su entorno natural próximo) y corredores verdes, aprovechando el potencial de los ecosistemas sanos para mitigar de manera sostenible las emisiones de carbono.
5. Fomentar las técnicas de cultivo que incrementen la fijación de CO₂ en campos agrícolas y pastos naturales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.02. Contribuir a la reducción de los riesgos naturales derivados de los efectos del cambio climático, mediante la conservación y restauración de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde del territorio y por medio de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Promover la planificación y gestión de los riesgos naturales, en especial de los riesgos hidrometeorológicos (avenidas e inundaciones, cambios del nivel del mar, sequía, etc.) desde soluciones basadas en la naturaleza y a través de la recuperación y restauración de hábitats, ecosistemas y procesos naturales (impulso de estrategias de Infraestructura Verde frente a soluciones meramente tecnológicas).
2. Adaptar la gestión de los ecosistemas y elementos de la Infraestructura Verde del territorio al previsible incremento de su vulnerabilidad frente al riesgo de incendios forestales, a los procesos de degradación del suelo (erosión y desertificación) y la aparición de plagas y enfermedades forestales.
3. Integrar en las Estrategias de Infraestructura Verde autonómicas los planes y programas autonómicos dirigidos a la adaptación y mitigación del cambio climático, incluyendo sus Planes de Adaptación de los terrenos de DPMT adscritos a las comunidades autónomas y las estructuras costeras, elaborados en cumplimiento de la Disposición adicional octava de la ley 22/2013 de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.03. Favorecer la conservación de la biodiversidad mediante el mantenimiento y restauración ecológica de elementos y áreas estratégicas, que permitan a los tipos de hábitats y las especies silvestres realizar las dispersiones longitudinales y latitudinales que precisan en el actual contexto de cambio climático.

Para el desarrollo de esta línea se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Anticipar los cambios en las áreas de distribución y las necesidades de las especies y ecosistemas en función de los diferentes escenarios regionales futuros de cambio climático.
2. Mejorar la información científica en relación al seguimiento de variables climáticas y de distribución de hábitats y tamaños poblaciones de especies, así como análisis de vulnerabilidad al cambio climático.
3. Valorar, en función de los diferentes escenarios futuros de cambio climático, las necesidades y oportunidades de conservación de los hábitats y poblaciones de las especies silvestres más vulnerables a los efectos del cambio climático.

4. Identificar áreas, corredores y elementos estratégicos para las migraciones y desplazamientos que pudieran requerir las especies silvestres, así como posibles cambios de distribución de los ecosistemas.
5. Valorar que los criterios de adaptación al cambio climático adopten las recomendaciones de la adaptación basada en ecosistemas (Ecosystem Based Adaptation), incluyendo medidas que mejoren la conectividad de los mismos.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.04. Promover la capacidad de adaptación de los ecosistemas y fomentar el mantenimiento de los servicios que proveen, a través de la mejora de su resiliencia y de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Poner en valor los servicios y funciones que prestan los ecosistemas y los elementos de la Infraestructura Verde que se encuentran en buen estado, en el marco de la adaptación de las sociedades al cambio climático (identificación de casos prácticos, recopilación de mejores prácticas, transferencia de información y conocimiento, replicabilidad, etc.).
2. Avanzar en la evaluación y análisis de la relación coste-beneficio de las soluciones basadas en la naturaleza (frente a las soluciones tecnológicas o infraestructura gris) y de la inversión en recuperación y restauración ecológica de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde del territorio.
3. Incrementar la resiliencia ecológica de los ecosistemas mediante intervenciones que favorezcan el incremento de su complejidad y compleción.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.05. Mejorar la capacidad de mitigación y adaptación de las ciudades y áreas metropolitanas por medio de la Infraestructura Verde urbana y periurbana y a través de soluciones basadas en la naturaleza.

La Agenda Urbana Española 2019 identifica como objetivo estratégico 3 el prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia urbana, con el objetivo de adaptar el modelo territorial y urbano a los efectos del cambio climático y avanzar en su prevención, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la resiliencia frente al cambio climático. En concreto, se reconoce la siguiente línea de actuación: “Incorporar a la planificación y a la gestión del territorio y del urbanismo el concepto de infraestructuras verdes urbanas y azules, como soluciones multifuncionales basadas en la naturaleza, que resuelven problemas urbanos (...)”, tanto para mejorar la biodiversidad como para luchar contra el cambio climático.

En el marco de los trabajos previos para el desarrollo de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológica, se ha desarrollado la “Guía para la planificación y el diseño de la Infraestructura Verde urbana” (Del Pozo & Rey Mellado, 2016) diseñado para servir de guía sobre los pasos a seguir para identificar, mantener, diseñar, planificar e implementar una Infraestructura Verde urbana que favorezca la conectividad y dote a las ciudades de estrategias para la adaptación al cambio climático y para una mayor resiliencia.

Siguiendo los principios de esta guía, se establecen las siguientes orientaciones encaminadas a facilitar el desarrollo de una Infraestructura Verde urbana (IVU) por las Administraciones Locales.

1. **Mitigar los efectos urbanos de isla térmica.** La eficiencia energética de los edificios podrá promover el desarrollo y la utilización de nuevos materiales y nuevos elementos de diseño en la construcción de edificios, en el marco de los esfuerzos por reducir el elevado nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en este sector. Las soluciones como las cubiertas (tejados y paredes) verdes, la arquitectura

bioclimática o el diseño y desarrollo de la Infraestructura Verde urbana, pueden contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, dado que necesitan menos energía para calefacción y refrigeración y aportan muchos otros beneficios, como la retención de agua, la purificación del aire y el enriquecimiento de la biodiversidad.

2. Principios a tener en cuenta para el desarrollo de una IVU

- La planificación estratégica de la IVU ha de lograr un consenso y una coordinación en la acción de las diferentes administraciones implicadas, junto con otros actores, como son los ciudadanos, las organizaciones de la sociedad civil, los turistas, los promotores, las empresas y los comercios.
- Planificar a todas las escalas, desde la territorial, pasando por la metropolitana y la urbana hasta la de barrio o distrito. Los técnicos municipales deberán identificar los elementos existentes de IVU en los planes municipales de ordenación urbana mediante la coordinación intersectorial.
- Planificar sobre una base sólida y actualizada de conocimiento científico y cartográfico de los componentes existentes en el municipio.
- Integrar las políticas sectoriales existentes, entre otras: La Directiva Marco del Agua, los planes de gestión del riesgo de inundación, mapas de riesgos naturales, las ordenanzas municipales de gestión integral del agua, la gestión costera, etc.
- La IVU ha de ser multifuncional, es decir, que ha de existir una interacción e integración de diferentes funciones en un determinado componente (p.ej. un parque) a la vez que en toda la red. Dentro de la red, algunos espacios tendrán funciones principales (por ejemplo, la biodiversidad dentro de reservas naturales o los equipamientos dentro de los parques urbanos), pero esto no significa necesariamente excluir otras funciones. Esta característica multi-funcional puede también ser vista como la aplicación de un enfoque de paisaje al proceso de planeamiento.
- Incorporar un proceso previo de sensibilización de la ciudadanía (sobre los beneficios de la IVU para las personas y para nuestro entorno) y otro de participación pública, con la involucración de los diferentes actores interesados.
- La red de IVU ha de lograr la conexión espacial y funcional entre sus diferentes componentes. Aunque la conexión física es lo deseable, la proximidad es, en muchos casos, suficiente para lograr una integración funcional. Los sistemas de Infraestructura Verde urbana se diseñarán para que funcionen a diferentes escalas y fronteras administrativas (entre provincias, entre CC.AA. y a nivel transfronterizo).
- Planificar las ciudades y su futuro crecimiento o mantenimiento para que la Infraestructura Verde sea el marco territorial y espacial de la sostenibilidad urbana.
- Contribuir a la mejora de la biodiversidad en el entorno construido, con la protección, restauración y creación de hábitats. El entorno construido debe incorporar elementos de diseño que favorezcan la permeabilidad para la fauna y el sostenimiento de las poblaciones.
- Identificar y proteger la Infraestructura Verde existente en una fase previa a cualquier actuación que implique nuevos desarrollos. La red de IVU debe ser el eje central de los nuevos desarrollos urbanos. Ha de reflejar y poner en valor el carácter del paisaje local. Debe estar plenamente integrada en el diseño de un nuevo desarrollo sostenible, y lograr conectar los espacios abiertos, los patios de manzana, los bulevares y medianas con los parques periurbanos y el entorno rural de la ciudad.
- La planificación de la IVU en las fases iniciales de los nuevos crecimientos urbanos favorecerá su coherencia y la puesta en valor del carácter del paisaje y el sentido del lugar, y evitará así la homogeneización de las periferias.

- La red de IVU de los nuevos desarrollos deberá contemplar áreas verdes diseñadas de manera atractiva e inclusiva, y que cumplan funciones sociales (como la de bienestar, contacto con la naturaleza, recreo, actividad física y deporte) y ambientales (como la gestión integral del ciclo del agua, la creación de microclimas más frescos que reduzcan el efecto isla de calor o la mejora de la calidad del paisaje visual). Estos espacios incluyen: parques y bosques urbanos y periurbanos, zonas deportivas, corredores lineales, jardines privados, patios de manzana, bulevares y medianas, rutas escénicas, carriles de bicicleta, playas urbanas, ríos y canales urbanos.
- Priorizar la financiación de la implementación de la Infraestructura Verde urbana desde las Administraciones Públicas. La planificación de una adecuada IVU deberá contar con los recursos y la financiación adecuados. Para ello, se cuantificarán los costes de su diseño e implementación en las primeras fases del proceso de planificación y se solicitarán instrumentos de financiación europeos, estatales y locales.

3. Objetivos a tener en cuenta en el desarrollo de una IVU:

- Identificar las necesidades y oportunidades sociales, económicas y ambientales en el área de intervención.
- Evaluar qué componentes de la IVU pueden, tanto a nivel individual como en su conjunto, cubrir estas necesidades en la actualidad y en un futuro próximo.
- Conservar los componentes considerados parte esencial.
- Crear nuevos elementos que pueden completar los vacíos de la red existente.
- Renovar y poner en valor elementos de la red existente, para alcanzar las necesidades locales o rellenar los vacíos.
- Dotar de recursos financieros y políticas y ordenanzas urbanas para conservar, conectar y crear de nuevo elementos de la red de IVU.

4. Pasos a tener en cuenta para una correcta planificación de una red de IVU:

- Anclaje y coordinación institucional.
- Identificación y representación cartográfica de la IVU existente.
- Evaluación de la funcionalidad.
- Evaluación de las necesidades y oportunidades.
- Reflejar en las Estrategias autonómicas de IVCRE la necesidad de la implementación de una red de IVU a escala municipal a través de la elaboración de un “Plan Estratégico de Infraestructura Verde Urbana” a escala municipal, vinculado a los Planes Municipales, o Planes Generales de Ordenación urbana.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.06. Mejorar los conocimientos sobre las opciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de los ecosistemas y su restauración, así como en soluciones basadas en la naturaleza.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Avanzar en el conocimiento sobre las implicaciones de los efectos del cambio climático en los ecosistemas españoles y en los servicios que éstos prestan al bienestar humano.
2. Fomentar la investigación en relación con las mejores prácticas de gestión que potencien la mitigación del cambio climático mediante la conservación y el desarrollo de iniciativas de Infraestructura Verde y restauración ecológica a diferentes escalas y ámbitos de actuación.
3. Promover y desarrollar proyectos para el seguimiento de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad española, especialmente para las especies y hábitats de interés nacional y zonas de interés para la continuidad ecológica (p.ej. sobre los polinizadores, en la línea de la medida de la Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores (E.2.1) Fomentar líneas y proyectos de investigación prioritaria para la determinación de las causas de declive de los polinizadores y medidas de conservación), y proyectos que profundicen en las mejores prácticas de gestión encaminadas a potenciar la mitigación del cambio climático mediante el desarrollo de infraestructuras verdes.
4. Impulsar el conocimiento sobre la función ecológica de los elementos urbanos de la Infraestructura Verde en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático y la provisión de servicios de los ecosistemas.

9.6 META 5. GARANTIZAR LA COHERENCIA TERRITORIAL DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE MEDIANTE LA DEFINICIÓN DE UN MODELO DE GOBERNANZA QUE ASEGURE LA COORDINACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES ESCALAS ADMINISTRATIVAS E INSTITUCIONES IMPLICADAS.

La cooperación y coordinación entre las diferentes Administraciones Públicas responsables en materia de biodiversidad, territorio y otras políticas sectoriales que pueden influir en la biodiversidad, es imprescindible para abordar eficazmente el reto de conservar la biodiversidad mediante la creación y el mantenimiento de una Infraestructura Verde, y en general, para el logro de los objetivos de la Estrategia nacional de IVCRE.

Teniendo en cuenta el reparto de competencias territoriales establecido por la legislación española y dado el carácter multiescalar de la Infraestructura Verde, para su desarrollo e implementación se hace necesario dotar de coherencia a los elementos que componen dicha infraestructura a distintas escalas. Por ello, desde la Administración General del Estado se deben poner en marcha mecanismos para promover la coordinación y la cooperación entre las diferentes Administraciones y actores con competencias en el territorio desde el ámbito europeo hasta el local.

Entre los mecanismos de coordinación y cooperación entre la Administración central y la autonómica en materia de medio ambiente hay que señalar que la Ley 42/2007 crea la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, como órgano consultivo y de cooperación entre el Estado y las comunidades autónomas, y el Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, como órgano de participación pública en el ámbito de la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y la biodiversidad, además del Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, instrumento de cofinanciación dirigido a asegurar la cohesión territorial y la consecución de los objetivos de la ley.

A nivel estatal y autonómico son las Conferencias Sectoriales y Comisiones bilaterales o multilaterales los foros donde se adoptan las decisiones, como la Comisión de Medio Ambiente (que además se constituye en Consejo Consultivo de Política Medioambiental para asuntos comunitarios) y el Consejo Asesor de Medio Ambiente, creado por la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, como órgano colegiado que tiene por objeto la participación y el seguimiento de las políticas ambientales generales orientadas al desarrollo sostenible.

A nivel local, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) es un órgano de coordinación de provincias y municipios. Desarrollar un mecanismo de colaboración con FEMP es de gran interés para que desde él se ejerzan las funciones de divulgador de la estrategia y de las posibilidades de desarrollo compatible con el entorno socioeconómico y medioambiental asociado a la misma.

9.6.1 Objetivos específicos

- Establecer una colaboración eficaz entre las Administraciones Públicas a todas las escalas, que permita la coordinación en el desarrollo de las estrategias de Infraestructura Verde en los distintos niveles (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 5.01 a 5.03).
- Asegurar la coherencia territorial multiescalar en la implementación de la Infraestructura Verde (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 5.01 a 5.04).
- Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas (este objetivo se desarrolla en la línea de actuación 5.05).

9.6.2 Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.01. Impulsar y asegurar la continuidad territorial, a escala internacional, en el desarrollo de la Infraestructura Verde

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Contribuir al desarrollo de la Estrategia Europea de Infraestructura Verde.
2. Promover y apoyar iniciativas transfronterizas que faciliten la continuidad y coherencia territorial en el desarrollo de la Infraestructura Verde como la creación de corredores verdes internacionales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.02. Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala estatal, regional y local en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Establecer mecanismos de cooperación entre comunidades autónomas para garantizar estrategias, directrices y objetivos comunes en materia de conectividad ecológica y asegurar la continuidad territorial en el desarrollo de la IV, evitando el efecto frontera. Asegurar que las áreas fronterizas de importancia para la conectividad o la provisión de servicios de los ecosistemas, definidas a escala local, provincial y autonómica, tenga continuidad a través de los límites entre Comunidades.
2. Establecer mecanismos de cooperación entre municipios para evitar el efecto frontera, incluyendo como criterio de la planificación y gestión municipal la búsqueda de asociaciones entre municipios limítrofes para la gestión y mantenimiento conjunto de la Infraestructura Verde, por ejemplo, a través de consorcios o mancomunidades.
3. Promover y apoyar iniciativas supraautonómicas y proyectos macro-regionales e interautonómicos que faciliten la continuidad y coherencia territorial en el desarrollo de la Infraestructura Verde, como la creación de corredores verdes interautonómicos o la continuidad de áreas de interés como hábitat de especies amenazadas que se distribuyan entre dos comunidades autónomas, entre otros.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.03. Establecer mecanismos de cooperación eficaces entre la Administración General del Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales para el desarrollo coordinado de la Infraestructura Verde a distintas escalas.

En el seno del Comité de Espacios Naturales Protegidos, adscrito a la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, se crea el Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde como foro de coordinación para el desarrollo de las Estrategia nacional y autonómicas de IVRCE.

El Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde está constituido por un representante de cada una de las 17 comunidades autónomas y cada Ciudad Autónoma y un representante de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). Presidido por la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a sus reuniones podrán asistir, además, representantes de otros departamentos ministeriales, órganos especializados y expertos a propuesta de cualquiera de los miembros del Grupo de Trabajo y con el visto bueno del representante del Ministerio.

En el seno del Grupo de Trabajo se desarrollarán protocolos de transferencia de resultados de de otras Estrategias y Directrices y sus programas de vigilancia, relacionados con la Infraestructura Verde o sus elementos y funciones, acorde con un modelo común consensuado, que permita integrar la información procedente de cada Comunidad Autónoma.

Se proporcionan las siguientes orientaciones para las distintas administraciones competentes:

1. Establecer los órganos de coordinación a nivel autonómico que considere oportunos cada Comunidad Autónoma, en el marco de sus competencias, para asegurar la coherencia y la coordinación eficaz entre los organismos con competencias a nivel regional y local para el desarrollo de la Infraestructura Verde, facilitando el intercambio de información y conocimiento.
2. Fomentar la coordinación y la cooperación entre las administraciones regionales y las locales para la planificación, mejora y conservación de la conectividad ecológica en el ámbito local y para el desarrollo de la Infraestructura Verde, especialmente la Infraestructura Verde urbana y periurbana.
3. Impulsar mecanismos para el intercambio de conocimiento e información entre las administraciones locales y las regionales en relación con la mejora y conservación de la conectividad ecológica y el desarrollo de la IV.
4. La Comisión Estatal fomentará la equitatividad territorial de acciones y velará para mantener una Infraestructura Verde coherente y homogénea en términos de conservación. Las Corporaciones locales y especialmente los municipios son una Administración pública que, en el ejercicio de sus funciones, permite incluir la generación, conservación y restauración de los diferentes elementos que forman la Infraestructura Verde. El nivel local es un vehículo valioso para la divulgación de acciones y fomento de una actitud responsable (soportado por un sentimiento de pertenencia a este nivel) del capital natural y su valor por parte de los individuos y la sociedad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.04. Desarrollar las Estrategias Autonómicas de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas en cumplimiento del artículo 15.4 de la Ley 33/2015.

De acuerdo con artículo 15 de la Ley 33/2015, de modificación de la Ley 42/2007, basándose en las directrices de la Estrategia nacional, las comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia nacional, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia nacional. Para cumplir con este precepto, y según acuerdo adoptado por el Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde del Comité de Espacios Protegidos, con representantes del MITERD y las CC.AA., las Estrategias autonómicas replicarán, al menos, las metas, objetivos y líneas de actuación definidos en la Estrategia nacional, teniendo en consideración las orientaciones dadas en cada una de ellas.

Las diferentes estrategias autonómicas tendrán los siguientes contenidos mínimos:

- Objetivos generales de la Estrategia.
- Metas y líneas de actuación de la Estrategia nacional aplicadas al ámbito autonómico.
- Indicadores y metodología utilizados para la identificación de los elementos integrantes de la Infraestructura Verde
- Identificación y cartografía de los elementos integrantes de la Infraestructura Verde a escala autonómica.
- Programa de acciones.

En caso de ya existir instrumentos aprobados a nivel autonómico sobre infraestructura verde, se deberá analizar si dichos instrumentos se basan en las directrices y contienen los objetivos de la presente Estrategia nacional, tal y como indica el art. 15 de la ley, debiendo adaptarse a los mismos en el plazo máximo de 3 años.

Para la implementación de las Estrategias autonómicas se proporcionan además las siguientes orientaciones:

1. Prever la integración de la infraestructura verde de la multiplicidad de municipios de cada autonomía en la Estrategia regional, ya que la infraestructura verde será una única, que incluirá la escala local, autonómica y estatal.
2. Otros contenidos recomendados para las estrategias autonómicas de infraestructura verde son:
 - Diagnóstico general en la Comunidad Autónoma de cada una de las metas.
 - Cronograma
 - Seguimiento y evaluación
 - Memoria económica del programa de medidas

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.05. Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proporcionan las siguientes orientaciones:

1. Garantizar la financiación adecuada de acciones para el establecimiento, mantenimiento y fomento de la Infraestructura Verde a todas las escalas. En este sentido, se podrán, por ejemplo, suscribir convenios de colaboración para desarrollar y aplicar actuaciones de interés mutuo para la Administración General del Estado y las comunidades autónomas, Municipios y Diputaciones provinciales para el logro de los objetivos de las Estrategias nacional y autonómicas de IVCRE.
2. Movilizar las líneas o partidas de financiación destinadas por parte de las Administraciones Públicas a objetivos relacionados con la conservación de los servicios de los ecosistemas, mejora de la conectividad ecológica y necesidades de restauración ecológica (como la financiación destinada a la desfragmentación de infraestructuras de transporte, mejora de la biodiversidad y conservación de espacios naturales, Plan de impulso al medio ambiente para la Adaptación al Cambio Climático, Estrategia de restauración de ríos, etc.) estableciendo las sinergias con el desarrollo de las estrategias de Infraestructura Verde y orientando los mismos a acciones para su desarrollo.
3. Fomentar de las alianzas entre el sector privado y las Administraciones Públicas para contribuir a la implantación y mantenimiento de la Infraestructura Verde, la conectividad y la restauración ecológica. Para ello se propone explorar formas de colaboración con el sector privado avanzando en la búsqueda de mecanismos innovadores de financiación a través de diferentes instrumentos de financiación privada y público-privada como:
 - Incentivos para retribuir las externalidades positivas generadas por los servicios de los ecosistemas.
 - Esquemas para el pago por servicios de los ecosistemas, coherentes con los objetivos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, incluidos los acuerdos de custodia del territorio.
 - Sistemas basados en la creación de créditos negociables, tales como bancos de conservación de la naturaleza, que contribuyan a los objetivos de conservación y protección de la IV del territorio.
 - Mecanismos de compensación relacionados con la diversidad biológica.
 - Acuerdos voluntarios para la protección de la biodiversidad.
 - Mecanismos de certificación y etiquetado para reflejar las repercusiones sobre la biodiversidad de determinados productos.

9.7 META 6. INCORPORAR DE FORMA EFECTIVA LA INFRAESTRUCTURA VERDE, LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LAS POLÍTICAS SECTORIALES, ESPECIALMENTE EN CUANTO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL Y LA ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO Y LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.

La Ley 42/2007 modificada por la Ley 33/2015, establece en el artículo 15.2 que La Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones Públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

La Infraestructura Verde no es por tanto una nueva figura de protección del patrimonio natural o ambiental, a modo de un espacio protegido, sino una herramienta integradora para, entre otras cosas, alcanzar una mejor planificación territorial y urbanística, con vistas a evitar el deterioro y la pérdida de biodiversidad, aglutinando tanto las figuras de protección como cualesquiera otros elementos que puedan representarse cartográficamente y deban ser tenidos en cuenta a la hora de adoptar las decisiones sobre conservación, explotación y uso sostenible del suelo ya que, dada su multifuncionalidad, la Infraestructura Verde tiene implicaciones en diferentes ámbitos políticos, sectoriales y sociales.

La insuficiente integración territorial y coordinación de las políticas sectoriales y la falta de conectividad son, entre otros, algunos de los aspectos negativos a destacar en los espacios naturales protegidos de España, según conclusiones de los últimos congresos de Europarc-España (Europarc-España, 2016b).

En este sentido resulta prioritario incorporar al sector político, administrativo y profesional de la planificación urbanística y territorial al enfoque de la Infraestructura Verde, de forma que se alcance una mejor coordinación entre las políticas, la planificación y la gestión ambiental, urbanística, territorial y de infraestructuras, así como en otras políticas relacionadas con el medio ambiente, la naturaleza o la biodiversidad.

Para ello resulta clave un modelo de gobernanza adecuado para la coordinación administrativa, objeto de la meta 5 de la presente Estrategia, ya que es una herramienta horizontal imprescindible para el desarrollo de la misma y en especial en el ámbito de las políticas sectoriales, así como la aplicación de objetivos de información, difusión y participación en las diferentes políticas sectoriales, acuerdos de custodia, etc., objetivos más ampliamente desarrollados en la meta 7.

Hay que tener en cuenta que el desarrollo de la Infraestructura Verde está regulado fundamentalmente por políticas sectoriales con elevada incidencia territorial, como las de infraestructuras de transporte, urbanística y agraria. La ordenación del territorio analiza las opciones de usos y las capacidades del territorio y decide sobre la distribución futura de las actividades humanas en el espacio, así como establece la coordinación de las políticas sectoriales con incidencia territorial. Se aplica sobre ámbitos geográficos municipales y supra-municipales y sus objetivos fundamentales son el desarrollo socioeconómico y equilibrado de las regiones, la mejora de la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y la utilización racional del territorio. Por su parte, el urbanismo es coordinado por la ordenación del territorio y realiza la clasificación detallada del suelo a escala municipal.

El medio ambiente y los servicios de los ecosistemas están fuertemente relacionados con el desarrollo espacial puesto que (*EU Guidance on integrating ecosystems and their services into decision-making*. Comisión Europea. 2018. Documento inédito):

- La competencia en las demandas de uso del suelo tienen efectos negativos en los ecosistemas naturales y sus servicios.
- La planificación estratégica puede ayudar a evitar conflictos y derivar en sinergias entre intereses de uso del suelo.

La aproximación ecosistémica se recomienda como una buena práctica en la planificación territorial, proporcionando:

- Una protección estratégica más efectiva de la biodiversidad y la distribución de los servicios de los ecosistemas allí donde se necesitan;
- La identificación de sinergias entre objetivos estratégicos que pueden lograrse a través de soluciones basadas en la naturaleza, así como derivar en beneficios medioambientales y socio-económicos;
- La identificación temprana de riesgos de daños potenciales, conflictos y compensaciones de servicios de los ecosistemas, y su tratamiento de manera estratégica;
- Priorización de áreas para aplicar ciertas medidas como la restauración, la mejora de la Infraestructura Verde o esquemas agroambientales que benefician a la biodiversidad y promuevan el flujo de servicios de los ecosistemas.

Tradicionalmente se ha constatado en España una insuficiente coordinación entre los instrumentos de ordenación territorial, sectorial y urbanística y las políticas de conservación de la naturaleza. De esta forma, los instrumentos de conservación, dirigidos a la protección de espacios y de especies, no han podido crear suficientes sinergias positivas con otros instrumentos para la planificación y gestión de la matriz del territorio desde una visión de conjunto. La adecuada gestión de los espacios Red Natura 2000 no permite conservar la biodiversidad europea si no es acompañada de una adecuada gestión de la matriz territorial.

Los instrumentos de ordenación del territorio de carácter integral han de plantearse como verdaderos planes de los espacios libres, atendiendo a las características y valores de la matriz biofísica del territorio, formando un proyecto de sistema de los espacios libres, con indicación de directrices diferenciadas según las características ecológicas y socioeconómicas de sus distintas piezas y favoreciendo la integración en red de las mismas (Europarc- España, 2005).

Se hace necesario, por lo tanto, la integración de la Infraestructura Verde en los distintos instrumentos de planificación territorial y sectorial. Por ello, las distintas políticas sectoriales que intervienen en el territorio deben incorporar los conceptos, objetivos y planteamientos de la Infraestructura Verde, de modo que este nuevo modelo de gestión territorial integre los aspectos económico, social (dentro de estos, especialmente de igualdad de género) y ambiental. Este objetivo se hace especialmente patente en lo relativo al cambio climático ya que, mediante el desarrollo de la Infraestructura Verde del territorio, la conectividad y la restauración ecológica en las distintas políticas sectoriales, se promueve la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

Igualmente, a escala municipal, los servicios de los ecosistemas urbanos y la planificación urbana están íntimamente relacionados (*EU Guidance on integrating ecosystems and their services into decision-making*. Comisión Europea. 2018. Documento inédito):

- Las áreas urbanas presentan elevadas concentraciones de personas y de infraestructuras y, por lo tanto, una elevada demanda de servicios de los ecosistemas. Al mismo tiempo, la presión en los ecosistemas en áreas urbanas significa que muchos de estos servicios de los ecosistemas están comprometidos.
- La re-integración de la naturaleza en la planificación urbana puede proveer soluciones efectivas y sostenibles a muchos retos económicos, sociales y de salud, desde la adaptación al cambio climático (olas de calor, inundaciones, sequías, etc.) al fortalecimiento del tejido social en las ciudades a través del bienestar y la salud (ejercicio, reducción del estrés, salud mental, etc.).
- Esto también crea oportunidades para re-conectar a los ciudadanos con la naturaleza en las áreas urbanas, lo que puede incrementar los beneficios para la salud y la calidad de vida, así como la concienciación sobre la importancia de la naturaleza y el apoyo a la agenda de conservación.
- Las áreas urbanas pueden proporcionar un refugio para naturaleza valiosa y vulnerable y, en ocasiones, para una biodiversidad sorprendentemente alta. Unos 11.000 sitios Natura 2000 atraviesan fronteras urbanas; especies raras y protegidas se encuentran en muchos jardines y parques y los polinizadores a veces prosperan mejor en ciudades verdes que en áreas rurales intensamente gestionadas. Esas áreas se pueden beneficiar de una planificación destinada a mejorarlas y reconectarlas con hábitats periurbanos.
- El acceso a la naturaleza se debate cada vez más como una cuestión de derechos y equidad social y da lugar a nuevos debates sobre la calidad de los espacios verdes, la necesidad de innovación (por ejemplo, en áreas densamente urbanizadas) y la reconsideración de prioridades (por ejemplo, en las ciudades con mucho tráfico).
- El conocimiento de base y la experiencia en la evaluación e integración de los ecosistemas y sus servicios en la planificación territorial urbana está creciendo rápidamente (MAES Urban Ecosystems; Proyecto EnRoute en Infraestructura Verde Urbana; TEEB; Cities across Europe, etc.), revelando una tarea compleja pero gratificante para los planificadores urbanos y los ciudadanos.

La Agenda Urbana Española (2019) ya incluye en su objetivo específico sobre “Ordenar el suelo de manera compatible con su entorno territorial” líneas de actuación en este sentido, como introducir medidas para vincular la ordenación territorial con la planificación económica, cultural y de los recursos naturales, con el objetivo de limitar la despoblación y contribuir a la conservación de la naturaleza, la protección de los usos rurales tradicionales y prestar una especial atención a los pequeños núcleos de población, ya que la despoblación es fundamentalmente un problema territorial y de ausencia de visión estratégica y de desarrollo supralocal; todo ello en línea también con las Directrices Generales de la Estrategia Nacional frente al reto Demográfico. Otras líneas de actuación se basan en reducir el consumo de suelo virgen adecuándolo a las dinámicas de la población y a las nuevas actividades económicas, fomentando la productividad del suelo ya transformado, o en impulsar la máxima interconexión entre los ámbitos rural y urbano, fomentando su interdependencia mediante políticas económicas, medioambientales, sociales y de gobernanza, con medidas que favorezcan las actividades forestales y agrícolas urbanas y periurbanas ordenadas, así como las ganaderas y las políticas de desarrollo rural sostenible.

Unas herramientas clave para la integración sectorial de la Infraestructura Verde son los procedimientos de responsabilidad ambiental y, muy especialmente, el de evaluación ambiental, donde deberá tenerse en cuenta la existencia de algún elemento de la IV que pueda verse afectado por el proyecto, plan o programa a evaluar. La Infraestructura Verde estará cartografiada y correctamente identificada y tipificada, en función de su valor para la conectividad, provisión de servicios o biodiversidad, algo que deberá tenerse en cuenta en los estudios de impacto ambiental. De esta manera, se considerará la función de los terrenos afectados

por la Infraestructura Verde y los efectos que sobre ésta tendría la ejecución de cada una de las alternativas propuestas. Además, una vez aprobado el proyecto, plan o programa, las áreas que forman parte de la IV pueden ser objeto de concentración de medidas compensatorias, al igual que lo son los Bancos de Conservación de la Naturaleza.

9.7.1 Objetivos específicos

- Garantizar y reforzar el desarrollo e implantación de la Infraestructura Verde mediante la correcta y completa integración de ésta en los distintos instrumentos estratégicos, de planificación y gestión de las diferentes políticas sectoriales, principalmente en los siguientes:
 - Planes sectoriales del Estado (de infraestructuras, planificación forestal, etc.).
 - Planificación del territorio en el Dominio Público y su entorno, en virtud de las Leyes estatales de Aguas, Costas y Vías Pecuarias.
 - Planes de ordenación de los recursos forestales, en virtud de la Ley de Montes.
 - Aplicación de los programas de medidas agroambientales.
 - Directrices de ordenación integral del territorio de las comunidades autónomas.
 - Planes territoriales de las comunidades autónomas.
 - Planes de ordenación integral del territorio a escala subregional o comarcal en las comunidades autónomas.
 - Instrumentos de planificación creados por las comunidades autónomas para cumplir el Convenio Europeo del Paisaje.
 - Planes Generales de Ordenación Urbana o Normas Subsidiarias de los Ayuntamientos.

Instrumentos estratégicos, de planificación y de gestión de los Espacios Naturales Protegidos, de la Red Natura 2000, espacios protegidos por convenios internacionales y espacios naturales protegidos por la legislación ambiental autonómica.

 - Plan Estratégico de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
 - Las Estrategias Marinas;
 - El Plan Director de la Red las Áreas Marinas Protegidas de España;
 - Los futuros Planes de Ordenación del Espacio Marítimo.
 - Este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 6.01 a 6.09 que abordan orientaciones relativas a distintas políticas sectoriales.
- Integrar la Infraestructura Verde y sus objetivos generales en el planeamiento urbanístico municipal (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 6.10).
- Garantizar el adecuado mantenimiento y mejora de la Infraestructura Verde los procedimientos de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos y en el procedimiento de responsabilidad ambiental (este objetivo se desarrolla a través de las líneas de actuación 6.11 a 6.12).

9.7.2. Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.01. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector industrial.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. En los contratos que regulan la construcción y gestión de infraestructuras y de otros bienes públicos, en régimen de concesión u otras fórmulas de partenariado público-privado, tener en consideración la existencia de la Infraestructura Verde y sus requerimientos de conservación. Fomentar la incorporación de especificaciones sobre especies y hábitats a conservar o restaurar; mantenimiento de la conectividad ecológica del territorio y sobre el fomento de los servicios de los ecosistemas, junto con los estándares que permitan verificar su adecuado cumplimiento, para favorecer así la Infraestructura Verde como herramienta que incentive la inversión de las empresas en conservación de biodiversidad.
2. Promover una organización espacial de la industria que equilibre el papel de los ámbitos industriales tradicionales y de nuevos espacios industriales, ligados a la innovación, de manera que no se generen áreas industriales marginales o en declive.
3. Promover la restauración ecológica de espacios industriales abandonados o en fase de abandono, siguiendo los criterios de esta Estrategia y priorizando la mejora de la conectividad ecológica.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.02. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector hidráulico y de la gestión del agua.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Promover que los programas de medidas de los Planes Hidrológicos de Cuenca contemplen actuaciones ligadas al desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde del territorio, con criterios técnicos orientados a promover la multifuncionalidad ecológica de la red fluvial y la mejora de la conectividad fluvial como elemento clave de su estado ecológico, de acuerdo con la legislación europea, estatal y autonómica y con los instrumentos de planificación y gestión hidrológicas, promoviendo un enfoque integrado para gestionar los recursos hídricos en los diversos sectores de actividad.
2. Impulsar el desarrollo de planes y programas de restauración ecológica de ríos y humedales, coherentes con las obligaciones normativas europeas, nacionales y autonómicas, y dirigidos a recuperar procesos esenciales para el buen estado de los sistemas acuáticos, a partir de la mejora hidromorfológica, biológica y físico-química de las masas de agua.
3. Promover el mantenimiento de unos regímenes hidrológicos que permitan una adecuada estructura y funcionamiento de la red fluvial, tanto de la parte acuática como de la parte ribereña. Estos regímenes hidrológicos deben ser coherentes con las exigencias normativas europeas y nacionales y con los requerimientos de las especies y hábitats fluviales, asegurando una adecuada variabilidad inter e intra-anual de los caudales, e incorporando tanto valores habituales como valores extremos (máximos y mínimos). De este modo se impulsa el mantenimiento y la provisión de los servicios de los ecosistemas asociados a la red fluvial.
4. Promover una gestión integrada de las zonas inundables, especialmente de las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), que permita la compatibilización de su aprovechamiento con el mantenimiento de sus servicios ambientales y la conversión de las ARPSIs en infraestructuras verdes.
5. Promover la adopción de medidas naturales de retención del agua en los ámbitos urbano, agrícola, forestal y fluvial, sobre todo aquellas de carácter multifuncional y que cuenten con una elevada eficacia desde el punto de vista de la retención de agua y sedimentos.

6. Desarrollar actuaciones que permitan la mitigación de fenómenos extremos a través de áreas de inundación temporal, en las que se compatibilice la laminación de avenidas con la recuperación de hábitats de interés y con el mantenimiento de actividades humanas, incorporando estas áreas a la Infraestructura Verde del territorio.
7. Impulsar mecanismos de diseño, ejecución y mantenimiento de centrales hidroeléctricas compatibles con la conectividad ecológica en los ríos y con la constitución de la red fluvial como Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.03. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector de las infraestructuras de transporte, energéticas y de telecomunicación.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Promover la constitución de redes de infraestructuras de transporte, energéticas y de telecomunicación que no contribuyan a la fragmentación de los hábitats, y que puedan ser compatibles y estar integradas en la Infraestructura Verde del territorio, tomándola en consideración en las fases de diseño, construcción, explotación y eliminación de infraestructuras, especialmente en zonas de enlace de las infraestructuras de transporte.
2. Promover una gestión ambiental de los márgenes de las infraestructuras lineales de transporte coherente con el desarrollo de la Infraestructura Verde, en consonancia con elementos que minimicen el riesgo de atropellos de fauna y que faciliten la permeabilidad de la infraestructura.
3. Promover la conservación y restauración ecológica de elementos ambientales de interés, existentes o generados, en el entorno de las infraestructuras de transporte.
4. Establecer mecanismos específicos de coordinación, interadministrativos e intersectoriales, orientados a compaginar el desarrollo de las infraestructuras con la conectividad ecológica del territorio.
5. Tener siempre en cuenta los estándares de seguridad operacional que, en virtud de la normativa vigente, deben aplicarse en los aeropuertos, en relación con la flora y fauna.

En el ámbito de la AGE, serán tenidas en cuenta en el proceso de planificación, tanto a nivel de Estrategia Indicativa de Desarrollo, como a nivel de diseño y tramitación ambiental en fase de Estudio Informativo.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.04. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector relativo a la conservación del patrimonio histórico-cultural.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Promover que el diseño de la Infraestructura Verde contemple entre sus criterios los aspectos de conservación o recuperación de los valores históricos y culturales del territorio en el que se sustenta, así como paisajes de relevancia regional y paisajes culturales importantes, respetando aquellos elementos estructurantes del paisaje que le confieren una singularidad propia y diferenciada en el territorio y otorgando un carácter identitario a la comunidad.
2. Desarrollar actuaciones conjuntas de restauración del patrimonio natural y del patrimonio cultural, en entornos físicos en los que su recuperación efectiva contribuya de manera sinérgica a los objetivos de la Estrategia nacional de IVCRE.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.05. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector agropecuario y de desarrollo rural.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Progresar en la integración transversal y vertical de las políticas agrarias y ambientales, de forma que se puedan llegar a implementar de forma sinérgica. Entre otras medidas, promover que la Política Agraria Común y sus procedimientos de aplicación incorporen progresivamente criterios de mantenimiento y desarrollo de infraestructuras verdes, incluyendo el mantenimiento o restauración de elementos naturales o semi-naturales en las explotaciones agrarias.
2. Integrar criterios relacionados con la mejora y la gestión de la conectividad ecológica en los sistemas de certificación y calidad agraria y forestal, como la gestión forestal sostenible o la certificación de producción ecológica, también llamada orgánica o biológica, e introducirlos en los mecanismos de formación y asesoramiento a agricultores, ganaderos y pescadores.
3. Promover el desarrollo de sistemas agrarios de alto valor natural y potenciar la conservación y desarrollo de franjas, sotos, setos, ribazos, islas y conectores vegetales.
4. Promover que los programas sobre áreas agrarias de alto valor natural (HNVF) incluyan incentivos para el mantenimiento de sistemas extensivos de producción agrícolas y ganaderos que garanticen la conservación de paisajes agrarios complejos con elevados niveles de biodiversidad.
5. Considerar criterios ligados a la conectividad y restauración ecológicas y a la Infraestructura Verde en el diseño de nuevos regadíos y concentraciones parcelarias, evitando que contribuyan a una simplificación de la matriz espacial del territorio.
6. Potenciar la protección, recuperación y restauración de las vías pecuarias, favoreciendo así la trashumanza y su incorporación a la Infraestructura Verde.
7. Desarrollar la agricultura urbana y periurbana ordenada, en especial aquellas iniciativas que busquen armonizar el aprovechamiento agrícola, la conservación de recursos ambientales, la interacción campo-ciudad y la participación pública. En esta línea, se fomentarán y apoyarán iniciativas de participación ciudadana que pongan en valor la agroecología como, por ejemplo, el Pacto de Milán, la Red Europea de Ciudades por la Agroecología, el Pacto Estatal Intervegas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.06. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector forestal.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Promover la creación de corredores vegetales, de diferente orden y dimensión, a través de la red fluvial, zonas protegidas y en zonas agro-forestales, contribuyendo a la mejora de los procesos ecohidrológicos y a la conexión de hábitats de interés.
2. Continuar impulsando la ordenación de montes y la gestión de aprovechamientos forestales, mediante la aplicación de criterios de multi-funcionalidad y de generación de un amplio rango de servicios de los ecosistemas, priorizando el objetivo de conservar la biodiversidad, considerando igualmente indicadores de gestión forestal sostenible y sistemas de certificación que garanticen la correcta gestión de los recursos.
3. Promover la adopción de un código de buenas prácticas en la gestión de plantaciones forestales de crecimiento rápido (choperas, biomasa, etc.) que permitan la prestación y consideración de diversas funciones y servicios de los ecosistemas, más allá del aprovechamiento forestal.

4. Promover el desarrollo de infraestructuras verdes a través de la planificación forestal (Plan Forestal Español y Planes Forestales autonómicos), renovando la planificación para incorporar estos objetivos en caso de que sea necesario.
5. Incluir la infraestructura verde en los proyectos de restauración hidrológico-forestal, la restauración de riberas y la prevención de incendios forestales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.07. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del medio marino y litoral.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Promover la implantación y desarrollo de la Infraestructura Verde y el mantenimiento de la conectividad en la ordenación, planificación y gestión del espacio marítimo y costero, incluyendo la integración tierra-mar y teniendo como objetivo que las infraestructuras costeras y portuarias no contribuyan a la fragmentación de los hábitats.
2. Avanzar en la identificación y diseño de una red de áreas de interés para la mejora de la conectividad ecológica en el medio marino y litoral a través de instrumentos como la Red de Áreas Marinas Protegidas de España.
3. Implementar medidas para favorecer la funcionalidad entre las cuencas vertientes y las áreas costeras, litorales y marinas.
4. Promover medidas para la recuperación y restauración de los elementos de la IV marina y costera, especialmente de las aguas de transición y de las zonas litorales, contribuyendo a un mejor equilibrio del transporte sólido a lo largo de la línea de costa, a una adecuación de la cuña salina y al mantenimiento de espacios litorales de especial interés para la conservación (p. ej. albuferas, lagunas y humedales litorales, humedales costeros, cordones y flechas litorales, deltas, estuarios, etc.).
5. Incidir en el desarrollo de las actividades en las cuencas vertientes (agricultura, ganadería, urbanismo, etc.) de modo que no provoquen impactos en los servicios de los ecosistemas del medio marino receptor.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.08. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión de otras políticas de conservación del patrimonio natural.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Impulsar la conectividad ecológica y la Infraestructura Verde desde la planificación y gestión cinegética, piscícola, de biodiversidad y de geodiversidad.
2. Tener en cuenta los objetivos de esta Estrategia nacional en el desarrollo de Planes de gestión de los Espacios Naturales Protegidos, la Red Natura 2000, Áreas protegidas por instrumentos internacionales y espacios naturales protegidos por la legislación ambiental autonómica.
3. Tener en cuenta los objetivos de esta Estrategia nacional en la actualización del Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.09. Integrar la Infraestructura Verde en la planificación territorial y la legislación de ordenación del territorio y el suelo de las comunidades autónomas.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Identificar la IV y su definición conceptual y funcional como parte fundamental del sistema territorial básico, incluyendo no sólo los espacios más relevantes ambientalmente (o desde otras perspectivas temáticas), sino también por su función de conector ecológico y funcionalidad integradora, así como por su provisión de servicios de los ecosistemas clave.
2. Recoger entre los contenidos tasados de los instrumentos de ordenación territorial y urbanística, en todas sus categorías y escalas, el análisis y delimitación geográfica de las infraestructuras verdes precisas para mitigar, entre otros, la alteración, pérdida y fragmentación de hábitats, el deterioro de procesos ecológicos y servicios de los ecosistemas, así como el incremento de los riesgos naturales.
3. Incorporar en las normas sobre clasificación, categorización y calificación del suelo, las necesidades derivadas de la Infraestructura Verde, mediante una apropiada regulación de usos que incluya las condiciones que garanticen la integridad y coherencia de la Infraestructura Verde.
4. Establecer entre las previsiones de ordenación del territorio y suelos la elaboración de las Estrategias de Infraestructura Verde a escala de la Comunidad Autónoma, y de Planes Estratégicos de Infraestructura verde urbana en el ámbito municipal, vinculadas en su caso a otros enfoques sectoriales (paisajístico, cultural, de riesgos naturales, etc.). Alternativamente, al menos en las Directrices Territoriales Regionales (para todo el ámbito geográfico de una Comunidad Autónoma), incorporar un capítulo específico para la Infraestructura Verde que cumpla una función análoga a la elaboración de unas directrices específicas.
5. En la planificación territorial y en su caso subregional, comarcal y/o supramunicipal, identificar y delimitar a su escala la Infraestructura Verde con carácter previo a la ordenación de usos y actividades en el territorio a través del planeamiento local general y pormenorizado o de desarrollo, sin perjuicio de que estos últimos también efectúen la misma función a su propia escala (red de redes multiescalar).
6. Priorizar el desarrollo y planificación de la Infraestructura Verde en el ámbito litoral, uno de los más poblados, vulnerables y presionados.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.10. Integrar la Infraestructura Verde en el planeamiento urbanístico municipal.

Los Planes Generales podrán definir y asegurar el mantenimiento la Infraestructura Verde, tanto a escala local o municipal (es decir, abarcando todo el territorio municipal, con predominio en general del suelo rural o no urbanizado), como a escala urbana o de la propia ciudad y su entorno inmediato, para el cual se ha acuñado el término “**Infraestructura Verde Urbana**” (IVU). La definición de la Infraestructura Verde urbana podrá realizarse, dependiendo de la dimensión y características del municipio y su zona urbana, mediante la elaboración de un plan estratégico específico, que puede abarcar también, según proceda, el ámbito total del término municipal, es decir, tanto el suelo rural como el urbanizado.

La integración de la Infraestructura Verde en el planeamiento urbanístico local constituye, según el Documento de Propuesta sobre Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz, un nuevo paradigma en la práctica de la ordenación de la ciudad, no existiendo una práctica urbanística completa y coherente adaptada a este reto. Por tanto, el desafío para el planificador local consiste en estudiar la forma de acomodar en la ordenación urbanística del Plan General la integración de los distintos elementos de la Infraestructura Verde Urbana, con la caracterización que le corresponda a cada uno, con el fin de atender y flexibilizar la gestión de los espacios que la componen.

Teniendo en cuenta todo esto, se establecen las siguientes orientaciones como apoyo para el desarrollo de la Infraestructura verde urbana:

1. Reconocer la infraestructura verde como **servicio público** por los servicios ecosistémicos que aporta.
2. Definir y regular en el ámbito competencial municipal, medidas para conservación y gestión de la Infraestructura Verde, conectividad ecológica y restauración a escala local, urbana y de barrio en sus **instrumentos de planeamiento urbanístico**. En dichos instrumentos aplicar categorías y clasificaciones del suelo incluido en la Infraestructura Verde y establecer una regulación de usos que contribuya a mantener y mejorar el estado de la Infraestructura Verde, evitando o mitigando su deterioro mediante el establecimiento condiciones, limitaciones y, en su caso, compensaciones, que garanticen la integridad y coherencia de la Infraestructura Verde global.
3. Incorporar como criterio en la **calificación urbanística** las oportunidades y necesidades de restauración ecológica, tratando de proteger lo que tiene mayor valor natural, evitar la pérdida neta de diversidad biológica, recuperar biodiversidad perdida, fomentar la permeabilidad y conectividad del territorio y recuperar o potenciar los servicios de los ecosistemas.
4. Abordar el control del **urbanismo disperso** o “urbanización silenciosa” de amplias extensiones del territorio por edificaciones aisladas y pequeñas urbanizaciones, considerando así mismo las infraestructuras de servicios que precisan (agua, energía, saneamiento, carreteras, residuos, etc.) y sus consecuentes efectos sobre la conectividad ecológica, en línea con el objetivo estratégico 2 de la Agenda Urbana Española 2019, “Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente”.
5. Establecer la **Infraestructura Verde Urbana** como herramienta para la conservación de la biodiversidad, mantenimiento de los servicios de los ecosistemas y mejora de la calidad de vida en las ciudades. A tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:
 - Gestión y conservación de zonas verdes y el arbolado urbano existente y búsqueda de espacios idóneos para obtener una mayor cobertura verde, conectividad y con mayor potencial de ofrecer beneficios de los ecosistemas a la ciudad, por ejemplo en cuanto a la captura de carbono, áreas de amortiguación de los crecimientos fluviales y beneficios psicológicos y sociales.
 - Identificar y medir la IV para tener la información básica a mano y así gestionar las zonas verdes, justificar los recursos utilizados y ajustarla en caso necesario, corrigiendo el “desajuste” entre lo que se tiene que mantener; y los recursos que se disponen o destinan.
 - Establecer, a través de metodologías estandarizadas, el papel de los distintos elementos del paisaje urbano para el mantenimiento de poblaciones de organismos silvestres.
 - Aplicar metodologías y programas de seguimiento de la biodiversidad urbana, midiendo presencia y abundancia para la identificación de cambios en especies y hábitats.
 - Incorporar al diseño urbano soluciones basadas en la naturaleza, como las estrategias y diseños de los sistemas de drenaje urbano sostenible. Combinar la Infraestructura Verde con las necesidades de amortiguar los efectos de las inundaciones urbanas y, en general, para la gestión integral del ciclo hidrológico, por ejemplo, evitando el soterramiento y pavimentación de torrentes y ramblas.
 - Medidas para la conservación de paisajes importantes para la identidad cultural de las poblaciones.
 - En los proyectos de diseño y gestión de áreas verdes urbanas tener en cuenta las directrices para la conservación de polinizadores de la Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores, como la promoción de hábitats adecuados para los polinizadores, en la línea del objetivo (B.2) Conservación de los polinizadores en áreas urbanas y en el entorno de infraestructuras.

- Implantar medidas de control de especies exóticas invasoras (EEI) y plagas en las áreas verdes urbanas y periferia. El inventario y en su caso, la erradicación de EEI, deberá ser previa a la implantación de medidas que favorezcan la conectividad de estas áreas urbanas y periurbanas, para no generar efectos adversos para la biodiversidad.
- Mejorar la calidad del suelo, convirtiéndolo en un suelo vivo.
- Reducir el empleo de herbicidas químicos, favoreciendo la biodiversidad y eliminando el riesgo indirecto para la salud humana.
- Impulsar una gestión forestal urbana y periurbana que contribuya a la creación de infraestructuras verdes consolidadas y conectadas con las necesidades de las sociedades urbanas.
- Desarrollar una agricultura urbana y periurbana ordenada, en especial aquellas iniciativas que busquen armonizar el aprovechamiento agrícola, la conservación de recursos ambientales, la interacción campo-ciudad y la participación pública.
- Priorizar actuaciones que tengan como objeto respetar la integridad de los bienes de dominio público o su restauración.
- Recuperar la profesionalización del sector verde-jardinero y ajustarla a las nuevas exigencias de la infraestructura verde y biodiversidad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.II. Integrar la Infraestructura Verde en todas las fases del procedimiento de Evaluación Ambiental de planes, programas y proyectos.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Incluir el análisis de la Infraestructura Verde del territorio y la conectividad ecológica en la evaluación ambiental de proyectos y en los procesos de evaluación ambiental, así como en los pliegos de prescripciones técnicas. Para ello se incluirá dicho análisis en el documento de alcance, ya que es el pronunciamiento que el órgano ambiental dirige al promotor y que tiene por objeto delimitar la amplitud, nivel de detalle y grado de especificación que debe tener el estudio ambiental estratégico y el estudio de impacto ambiental. El Anexo VI de la Ley 21/2013 (Estudio de impacto ambiental y criterios técnicos) recoge los datos que debe incluir el estudio de impacto ambiental con carácter mínimo y es en el inventario ambiental donde debe incluirse una descripción de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales clave. De hecho, la identificación de los impactos ambientales derivará del estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características específicas de los aspectos ambientales afectados en cada caso concreto, especialmente en relación con los objetivos de cada elemento de la infraestructura verde identificados en su declaración oficial (línea de actuación 0.04 “Declarar oficialmente los elementos que formarán parte de la IV”). En el caso de que no se haya emitido el documento de alcance, al ser éste de carácter potestativo en el procedimiento de evaluación ambiental de proyectos, el estudio de impacto ambiental integrará el estudio y análisis de la infraestructura verde, y tendrá en cuenta los procesos e interacciones ecológicas o ambientales clave que integrarán los criterios de conectividad ecológica y de provisión de servicios de los ecosistemas, tanto en el inventario ambiental como en la identificación, cuantificación y valoración de impactos.
2. Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, en su art. 1.1.b) y anexo VI, los estudios de impacto ambiental (EslA) deberán presentar un examen de alternativas del proyecto que resulten ambientalmente más adecuadas y técnicamente viables. Por tanto, en los EslA se considerarán como alternativas a examen las soluciones basadas en la naturaleza, entendidas como el uso de funciones de los ecosistemas para resolver los problemas como

una opción frente a soluciones tecnológicas convencionales. Para ello se incluirán estudios de valoración de la pérdida de valor ecológico o funcional de infraestructura verde, mediante el análisis de los servicios de los ecosistemas y el estado de conservación de la biodiversidad tras el proyecto, en función del indicador utilizado para la declaración de la infraestructura verde afectada.

3. Considerar en el diseño de medidas compensatorias para el impacto residual en el sentido expresado en el artículo 3, apartado 24) de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (medidas específicas incluidas en un plan o proyecto que tienen por objeto compensar; lo más exactamente posible, su impacto negativo sobre la especie o el hábitat afectado) el mantenimiento de los procesos ecológicos y de los servicios de los ecosistemas mediante el fortalecimiento de la Infraestructura Verde, de la conectividad y utilizando la restauración ecológica. Por tanto, los impactos sobre la Infraestructura Verde serán compensados con el objeto de mantener la integridad de las funciones que cumple y de los bienes y servicios que la misma ofrece. Asimismo, se considerarán las áreas incluidas dentro de la IV para la restauración, como áreas vocacionales para albergar medidas compensatorias diseñadas a partir de impactos ajenos a ella. De esta manera se podrán obtener sinergias que permitan, por un lado compensar las alteraciones producidas en territorios, que al menos a priori, cuentan con mejores condiciones ecológicas para preservar las mejoras ambientales desarrolladas y además, se mejora la resiliencia de la red, al acumular actuaciones ambientales que, en todo caso mejorarán algunos aspectos relativos a la conectividad.
4. Implementar la Estrategia nacional de IVCRE en las resoluciones que finalizan los procedimientos administrativos de Evaluación Ambiental: declaración e informe ambiental estratégico y declaración e informe de impacto ambiental. La Administración ambiental deberá incorporar criterios y medidas para garantizar que la conectividad, los elementos del ecosistema (especies, hábitats) o los procesos ecológicos que mantienen los servicios de los ecosistemas no se vean afectados, instando al promotor a diseñar medidas de mitigación que se ajusten a la metodología (o método) de restauración ecológica, así como para asegurar el cumplimiento de un proceso de seguimiento y evaluación que asegure la eficacia de las medidas de restauración adoptadas.
5. Integrar en los pliegos de prescripciones técnicas particulares de las licitaciones del sector público referidas a actividades que puedan modificar el territorio y que estén sometidas a Evaluación Ambiental, la obligación de incluir en el inventario ambiental, tanto el análisis de la IV como los procesos e interacciones ecológicas o ambientales clave, principalmente aquellas relacionadas con la conectividad y con los servicios de los ecosistemas. En el caso de que la actividad no se contemplara en los supuestos anteriores, y tampoco puedan afectar de forma directa o indirecta a elementos de la Red Natura 2000, se sugiere que se incluya una cláusula ambiental al amparo del apartado 2 del Artículo 202 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público (Condiciones especiales de ejecución del contrato de carácter social, ético, medioambiental o de otro orden), donde se mencione expresamente que se deberá realizar un análisis de la Infraestructura Verde, así como de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales clave, proponiendo las medidas necesarias para su mantenimiento o la mitigación de los efectos negativos basadas en la metodología de la restauración ecológica.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.12. Integrar la Infraestructura Verde en el procedimiento para la responsabilidad medioambiental.

Para el desarrollo de esta línea de actuación se proponen las siguientes orientaciones:

1. Considerar, en el diseño de cualquiera de las medidas reparadoras, la restitución de los recursos naturales y sus funciones, así como los servicios ambientales dañados, en el marco de una matriz territorial donde la conectividad de los hábitats naturales debe ser salvaguardada, ajustándose a los criterios de restauración ecológica.
2. Considerar como objetivo principal en la adopción de medidas de reparación complementaria y compensatoria, el mantenimiento o la mejora de la funcionalidad de los territorios que se hayan definido como Infraestructura Verde, siempre que el lugar donde se haya producido el daño medioambiental tenga relación directa o indirecta con los servicios de los ecosistemas dañados.

9.8 META 7. ASEGURAR LA ADECUADA COMUNICACIÓN, EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS Y LA SOCIEDAD EN EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.

El carácter multifuncional y multiescalar que tiene por definición la Infraestructura Verde hace que en su implementación se extienda a muchos sectores políticos y, por tanto, involucre a diferentes organismos y organizaciones que pueden tener puntos de vista opuestos y entre los que pueden aparecer conflictos de intereses. Por ello, implicar a las diferentes partes interesadas de distintos sectores (bosques, agricultura, industria, etc.) en la escala apropiada (local, regional, nacional y europea) es fundamental para tomar decisiones adecuadas y garantizar el éxito de proyectos en la implementación de la Infraestructura Verde.

La información, la sensibilización o concienciación y la participación pública son herramientas fundamentales para la correcta implementación y difusión de las iniciativas legislativas que afectan al territorio, máxime cuando estas son de nueva implantación, como es el caso. La involucración de dichos organismos y organizaciones tanto públicas como privadas no solo han de tener carácter medioambiental sino también social y de igualdad de género.

En este sentido, diversas Estrategias e instrumentos de planificación implementados por la AGE en los últimos años han contemplado este aspecto como fundamental. Así, se puede mencionar la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos en la que la participación pública se considera clave en el proceso, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático o las Estrategias Marinas, entre otros.

Por ello, la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, debe contemplar procesos de información y participación abiertos a todas las partes interesadas, prestando especial atención a los entes locales y sus ciudadanos y a los actores del territorio (agricultores, organizaciones agrarias, ganaderos, pescadores, etc.).

Desde el punto de vista legislativo, el Convenio de Aarhus sobre acceso a la información, participación pública en la toma de decisiones y acceso a la justicia en materia de medio ambiente, así como la normativa comunitaria derivada del mismo (Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE) suponen el concepto de la Administración Pública abierta y transparente. El público goza así del derecho a acceder a la información ambiental que las autoridades públicas poseen.

La transposición de esta normativa en el estado español se asienta, fundamentalmente, en dos normas: la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE) y la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno, cuyo objeto es ampliar y reforzar la transparencia de la actividad pública, regular y garantizar el derecho de acceso a la información relativa a aquella actividad y establecer las obligaciones de buen gobierno que deben cumplir los responsables públicos.

9.8.1 Objetivos específicos

- Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma para implicar a los distintos agentes sociales y civiles relacionados con el desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 7.01).
- Conseguir unos técnicos formados, así como una sociedad informada y concienciada con la Infraestructura verde y sus impactos sociales, especialmente en lo relacionado con la igualdad de género (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 7.02).

- Conseguir el adecuado consenso social en el desarrollo de la Infraestructura Verde mediante la inclusión de procesos participativos de éxito (este objetivo se desarrolla a través de la línea de actuación 7.03).

9.8.2 Líneas de actuación y orientaciones

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.01. Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma.

Para el desarrollo de esta línea se establecen las siguientes orientaciones:

1. Potenciar la generación o captura de datos coherentes y fiables (alcance y estado de los ecosistemas, los servicios que éstos prestan y el valor de esos servicios) de una manera coherente y coordinada.
2. Profundizar en el alcance y la calidad de los datos técnicos y espaciales a disposición de los responsables políticos en relación con el despliegue de la Infraestructura Verde.
3. Mejorar la gestión de, y el acceso a, la información sobre la implementación de la estrategia y de los proyectos derivados de la misma (para conocer el estado de la estrategia y de los subelementos que la conforman).
4. Crear herramientas específicas (espacios web, foros, etc.) para el intercambio de información y experiencias (presenciales o virtuales) a nivel técnico y profesional en el ámbito del desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde y el desarrollo de las distintas estrategias a nivel estatal, autonómico y local.
5. Incorporar la información sobre el desarrollo de la IV al resto de bases de datos y espacios web relativos a la administración medio ambiental, a todas las escalas (local, autonómica y estatal).
6. Promover la aplicación de instrumentos y herramientas de ciencia ciudadana que contribuyan al levantamiento y acceso de información relacionada con la IV del territorio.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.02. Disponer y asegurar en el tiempo herramientas para la sensibilización y formación específica dirigida a los distintos perfiles de profesionales y público en general.

Para el desarrollo de esta línea se establecen las siguientes orientaciones:

1. Fomentar actividades de información y diseminación dirigidas a diferentes colectivos sociales y personal de la administración.
2. Fomentar actividades de difusión, concienciación y educación dirigida a los ciudadanos, para mejorar su calidad de vida. Se tendrá en especial consideración en lo relacionado con la igualdad de género.
3. Garantizar que los especialistas adquieran las habilidades y las competencias necesarias para aplicarlos mediante formación especializada en Infraestructura Verde y restauración ecológica.

Se podrá desarrollar un programa de formación mediante la organización de cursos y seminarios dirigidos al personal técnico y profesional de las distintas Administraciones, encaminado a mejorar el grado de conocimientos sobre el desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde.

Estos cursos de formación podrán ir dirigidos a:

- Técnicos de la Administración autonómica de diferentes organismos relacionados con el desarrollo de la IV, principalmente conservación del medio natural, ordenación territorial y evaluación de impacto ambiental, así como responsables y técnicos locales de estos ámbitos.

- Profesionales relacionados con la conservación del medio natural, ordenación territorial y evaluación de impacto ambiental.
- Técnicos municipales relacionados con la creación, gestión y mantenimiento de la Infraestructura Verde urbana.

Los cursos y seminarios contemplarán los siguientes aspectos:

- Evaluación ambiental de planes, programas y proyectos: orientación sobre las herramientas metodológicas adecuadas y el planteamiento correcto para evaluar las posibles repercusiones de planes, programas y proyectos sobre los elementos y componentes de la IV.
- Identificación de áreas claves para la conectividad: herramientas metodológicas.
- Restauración ecológica: metodología y criterios.
- Cartografía de elementos y componentes de la IV: herramientas metodológicas.
- Desarrollo de la Infraestructura Verde urbana: elementos y componentes, criterios y metodologías para su desarrollo e integración en el desarrollo de los planeamientos urbanos.
- Procesos de participación pública y seguimiento de acciones.

4. Impulsar la participación de organismos científicos y asociaciones en restauración ecológica, conectividad y ecología del paisaje.

Se promoverá el intercambio de información y conocimiento entre los diferentes sectores implicados como sector privado, Administraciones y centros de investigación. Para ello, se deben promover herramientas de transferencia como cursos, seminarios, proyectos de demostración, informes técnicos, manuales, recopilaciones de buenas prácticas, etc.

5. Establecer un programa de sensibilización dirigido a distintos colectivos e involucrando a los distintos sectores con intereses en el territorio que incluya campañas de información y sensibilización ambiental sobre la importancia del desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde.

Se podrán desarrollar campañas específicas dirigidas a los sectores con intereses en el territorio y actores implicados en el desarrollo de la IV incorporando aspectos específicos del ámbito concreto al que vaya dirigida la campaña de información y sensibilización, incluyendo el desarrollo de distintos materiales divulgativos dirigidos a distintos colectivos. Los sectores a considerar serán, al menos, los siguientes:

- Agricultores
- Ganaderos
- Selvícultores
- Pescadores
- Otros empresarios
- Población urbana

6. Desarrollar programas de educación ambiental a incorporar en el ámbito de la educación reglada y no reglada (centros de educación ambiental), en el marco de la Educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial. Igualmente se incorporarán actividades y materiales de información (folletos, videos,...) en los distintos centros de interpretación de los espacios protegidos. Los contenidos específicos de estos

programas los definirá cada administración competente adaptando los mismos al público al que van dirigidos. En ellos se contemplarán al menos aspectos que den respuesta a estas preguntas:

- ¿Qué es la IV?
- ¿Cuáles son los elementos que la componen?
- ¿Por qué es importante IV?
- ¿Qué beneficios nos aporta?

Los programas de educación ambiental, sensibilización e información irán dirigidos a:

- Centros educativos
- Personal docente
- Técnicos de educación ambiental
- Público en general

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.03. Impulsar la participación de las instituciones, de los agentes sociales y económicos y de la sociedad, utilizando las herramientas más adecuadas, en el desarrollo y mantenimiento de la Infraestructura Verde.

Para el desarrollo de esta línea se establecen las siguientes orientaciones:

1. Impulsar la colaboración con las Entidades Locales a través de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) como órgano coordinador de las mismas, divulgando las estrategias de Infraestructura Verde nacional y autonómicas y promoviendo jornadas de puesta en conocimiento de la Estrategia y de las posibilidades de desarrollo compatible con el entorno socioeconómico y medioambiental.

Se considera que la FEMP es el interlocutor adecuado para transmitir a los distintos municipios la importancia del desarrollo de la IV y de su integración en las herramientas de planificación territorial local.

2. Fomentar la custodia del territorio, como elemento participativo ya que permite, entre otras modalidades, que colectivos de ciudadanos, reunidos en asociaciones, se hagan cargo de espacios públicos para su mejor gestión y cuidado.

Con esta orientación se pretende que se desarrollen acciones encaminadas a que colectivos de ciudadanos, reunidos en asociaciones, se hagan cargo de espacios pertenecientes a la IV para su mejor gestión y cuidado, a través de esta herramienta. Las distintas Administraciones Autonómicas podrán llevar a cabo campañas encaminadas a fomentar la custodia del territorio en el desarrollo de la IV y a fomentar la incorporación de espacios privados a la IV.

3. Establecer las bases para fomentar la participación social en cada una de las fases de la implementación de la Infraestructura Verde.

La participación podrá considerar las siguientes cuestiones:

- Analizar diferentes fases de la toma de decisiones e implementación de la Estrategia nacional de IVRCE y políticas públicas en su ejecución, para identificar instrumentos de implicación ciudadana y participación pública.
- Participación de colectivos y ciudadanos en el desarrollo e implementación de la Estrategia a los diferentes niveles de la gobernanza.
- Incrementar los esfuerzos para incorporar la participación ciudadana, especialmente a la escala de la realización de los proyectos. Ello requiere definir mecanismos y protocolos de participación que permitan que ésta sea efectiva y resulte en una mejora de la implementación de los proyectos.
- Considerar otra normativa sobre información y participación, como la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público (y modificaciones posteriores).
- Procesos de trabajo y mecanismos de comunicación que permitan a las Administraciones Públicas el aprendizaje y la retroalimentación sobre la implementación que provenga de colectivos ciudadanos.

10.1 GOBERNANZA

En este apartado se definen las responsabilidades de cada Administración pública en la implementación de la IV, habiéndose desarrollado los aspectos relacionados con coordinación inter e intra-administrativa en una meta específica de esta Estrategia dada la relevancia de la misma (Meta 5). Es importante remarcar que sólo existirá una única infraestructura verde, conformada por las distintas escalas estatal, autonómica y local, que a su vez formará parte de la infraestructura verde europea.

- **Competencias de las Administraciones:** Dado el carácter multiescalar, multisectorial y multifuncional de la Infraestructura Verde y la necesidad de dotar de coherencia a su configuración y gestión, cada Administración Pública deberá asumir sus responsabilidades en lo que respecta a su identificación, cartografía y protección, y al fortalecimiento y mejora de la conectividad y la restauración ecológicas.
- **Competencias de la Administración General del Estado:** Corresponderá prioritariamente a la Administración General del Estado la integración territorial de la Infraestructura Verde española con las iniciativas de escala europea y las funciones de coordinación, el garantizar el cumplimiento de criterios comunes, la cooperación e integración de las acciones emprendidas en materia de protección de la Infraestructura Verde, conectividad y restauración ecológicas por parte de las comunidades autónomas, la implantación y gestión de la Infraestructura Verde en el territorio de su competencia.
- **Competencias de las comunidades autónomas:** Corresponderá a las comunidades autónomas la elaboración de sus propias Estrategias autonómicas de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas, con la conformación de redes ecológicas funcionales, así como la coordinación, cooperación e integración de las acciones emprendidas por parte de las entidades locales, preferiblemente a través de las Federaciones de Municipios de las distintas comunidades autónomas.
- **Competencias de las Administraciones locales:** Corresponderá a los Ayuntamientos y a otras entidades locales como Cabildos, Consells insulares y Diputaciones, en su caso, la delimitación e identificación de los elementos de la Infraestructura Verde en sus ámbitos de actuación, su planificación y gestión, y su coordinación intermunicipal. Asimismo, la gestión podrá ser delegada en entidades privadas bajo acuerdo de custodia del territorio y, en su caso, la Administración ejercerá un papel de tutela.

10.2 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA

10.2.1 Introducción

La Estrategia nacional de IVCRE establece un marco de referencia multiescalar y multisectorial en relación con la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la Infraestructura Verde a distintas escalas, que asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

La Estrategia a nivel estatal se desarrollará mediante la aprobación de Programas de Trabajo, que establecerán las acciones concretas a llevar a cabo por la AGE en el marco de sus competencias. Los Programas de Trabajo tendrán una vigencia de 3 años desde su aprobación, tal y como se ha establecido en el planTEAMIENTO estratégico. El Primer Programa de Trabajo de la AGE se aprobará dentro del primer año tras la aprobación de la Estrategia nacional de IVCRE. Por su parte, cada Comunidad Autónoma desarrollará su propia estrategia de IV enmarcada en la Estrategia nacional en la que definirá las acciones a llevar a cabo para su implementación.

Así, surge la necesidad de evaluar el cumplimiento de las acciones y medidas relacionadas con los objetivos planteados, así como sus posibles efectos, con el fin de medir y establecer una serie de comparaciones en diferentes fases de desarrollo de la Estrategia nacional de IVCRE por parte de las diferentes Administraciones.

10.2.2 Propuesta de sistema de seguimiento

En este contexto, se propone un sistema de seguimiento para proporcionar información relevante a los responsables de las Estrategias estatales, autonómicas y locales, sobre su grado de desarrollo y resultados que permita orientar su toma de decisiones, acciones y optimización de recursos en fases posteriores, así como para satisfacer las posibles demandas de información pública. La información relevante que debe proporcionar el programa de seguimiento se refiere a los siguientes aspectos principales:

1. Evaluar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la Estrategia nacional de IVCRE estatal y/o autonómicas.
2. Conocer las tendencias evolutivas de la Infraestructura Verde, conectividad y restauración ecológicas, así como de acciones clave relacionadas con los objetivos de la Estrategia nacional y/o autonómicas.

El seguimiento, además, forma parte esencial del marco básico de la política medioambiental europea, tanto por lo que se refiere al estado del medio ambiente como al nivel de aplicación de la legislación (Ohliger, 2015).

Marco conceptual

Se incluye la definición de los siguientes conceptos para que sirvan de referencia común a los distintos actores implicados en todas las fases de implementación de la Estrategia nacional y las autonómicas:

- **Programa de seguimiento:** Es el documento en el que se define y articula el conjunto de indicadores necesarios para el seguimiento de la Estrategia nacional de IVCRE o las estrategias autonómicas y locales en su caso, su comunicación y los protocolos para su adquisición.
- **Indicador:** variable o relación entre variables (índices) cuya medición ofrece información sobre la evolución del sistema en que está inmersa y son sensibles a cambios y tendencias de origen natural o humano.
- **Índice:** medida o expresión numérica, de carácter adimensional o no, sobre uno o varios atributos de un sistema.
- **Descriptor:** índice o parámetro al que no se le asocia un significado especial (Simón, 2013).

La aplicación de un programa de seguimiento hará posible revisar de forma regular y sistemática el progreso tendente a la consecución de los objetivos de la Estrategia, a la comunicación de los resultados a los agentes interesados y a satisfacer la demanda de información pública, la supervisión de los progresos de distintas políticas ambientales así como a la integración de las orientaciones de la Estrategia en las políticas sectoriales (Aguirre, 2001).

Cálculo de indicadores

El programa de seguimiento se fundamentará en el establecimiento de un conjunto de indicadores que definan la forma de evaluar, de forma sencilla y en lo posible cuantificable, la ejecución y el éxito de acciones enmarcadas en las orientaciones propuestas en la Estrategia nacional de IVCRE, en la consecución de sus objetivos y los resultados de la misma. De tal forma que el seguimiento debe basarse en dos tipos de indicadores, si bien no siempre podrán aplicarse ambos a todos los elementos objeto de seguimiento (Aizpurúa Giráldez, 2010; Iglesias et al., 2011):

- **Indicadores de ejecución**, que informan sobre la realización de acciones y el cumplimiento de obligaciones recogidas en la Estrategia nacional de IVCRE.
- **Indicadores de eficacia**, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de acciones derivadas de las orientaciones de la Estrategia nacional de IVCRE y que estarán basados en el análisis de parámetros, en la medida de lo posible sobre cartografías, de cada una de las ramas principales de esta Estrategia (Infraestructura Verde, conectividad y restauración ecológica).

Elementos del Plan de Seguimiento

Los elementos del Plan de Seguimiento, con criterios de simplicidad y efectividad, podrán ser los siguientes:

- **Fichas del grado de cumplimiento de las acciones:** cada una de las acciones contará con su ficha de detalle en la que se indique el responsable, actuaciones y presupuesto asociado en los planes de gestión de los departamentos implicados.
- **Los indicadores de seguimiento:** se recogen en las fichas de acciones. Deben basarse en información de calidad y consistente, que refleje la realidad de la situación y den una medida de las acciones realizadas y su impacto.
- **Informes de Seguimiento:** comenzando en el año de aprobación de cada programa de acciones, se realizará un informe al completarse el mismo en el que se recogerá el grado de avance y ejecución de las acciones previstas en cada periodo. Cada una de las acciones contará con su ficha de detalle, con indicación del presupuesto asociado en los planes de gestión de los departamentos implicados, para favorecer su ejecución y seguimiento permanente.
- **Informes intermedios de Evaluación:** Cada Administración en el marco de sus competencias, podrá establecer la elaboración de informes intermedios. Estos informes se llevarán a cabo en un marco temporal mayor, siendo un período adecuado a realizarlos cada 10 años. Estos informes intermedios, además de la recopilación de la información recogida en los informes de seguimiento, incluirán una evaluación en las desviaciones respecto a la Estrategia de manera global, proponiéndose medidas correctoras para los siguientes períodos. Preferiblemente, su elaboración será realizada por un organismo externo e independiente atendiendo a los criterios de transparencia, participación y colaboración. Para todo este proceso de evaluación se contará con el apoyo de un organismo externo experto y referente en la materia.

Adicionalmente y en función de las necesidades, se podrán realizar informes y análisis sectoriales específicos para complementar los informes previos. Todos estos informes serán coordinados por la Administración responsable en la implementación de la Estrategia a nivel estatal, autonómico o local, y deberán tener en cuenta el dinamismo del cambio climático y sus proyecciones futuras, así como el aumento de conocimiento existente en las distintas materias que se abordan en la Estrategia nacional.

Los procesos de seguimiento y evaluación de las estrategias, tanto a nivel estatal como autonómico y local, deberán contar en todo momento con mecanismos de participación ciudadana y de los agentes socio-económicos.

10.2.3 Seguimiento y Evaluación a nivel estatal

Además de los Programas de Trabajo de la AGE, a través de los cuáles se definirán las acciones para el desarrollo de la Estrategia a nivel estatal y dentro de los cuales se desarrollará un Plan de Seguimiento de cada Programa, desde la AGE se llevará a cabo un seguimiento del cumplimiento de los objetivos de la Estrategia nacional en su conjunto, teniendo en cuenta los resultados de los Programas de Trabajo y los análisis o informes específicos que se hayan realizado en su caso.

Para el análisis de los avances que se van ejecutando en la Estrategia se han definido los dos mecanismos señalados anteriormente con un marco temporal a 2050:

- Realización de Informes de Seguimiento anuales del Programa de Trabajo de la AGE en vigor, así como informes trienales de evaluación de cada Programa de Trabajo hasta 2050.
- Realización de una revisión inicial de la Estrategia nacional en 2023, así como de Informes de Evaluación intermedia (2030 y 2040) y final a 2050 de la Estrategia nacional.

Los informes de Evaluación intermedia integrarán los resultados de seguimiento de los Programas de Trabajo trianuales y de otros informes técnicos elaborados. Además, incluirán una evaluación del grado de cumplimiento de la Estrategia nacional respecto a sus metas y líneas de actuación, teniendo en cuenta la aprobación de las distintas estrategias autonómicas y su contribución a los objetivos generales de la Estrategia Nacional de IVCRE

El esquema para el seguimiento y evaluación de la Estrategia Nacional de IVCRE se muestra en el cuadro siguiente:

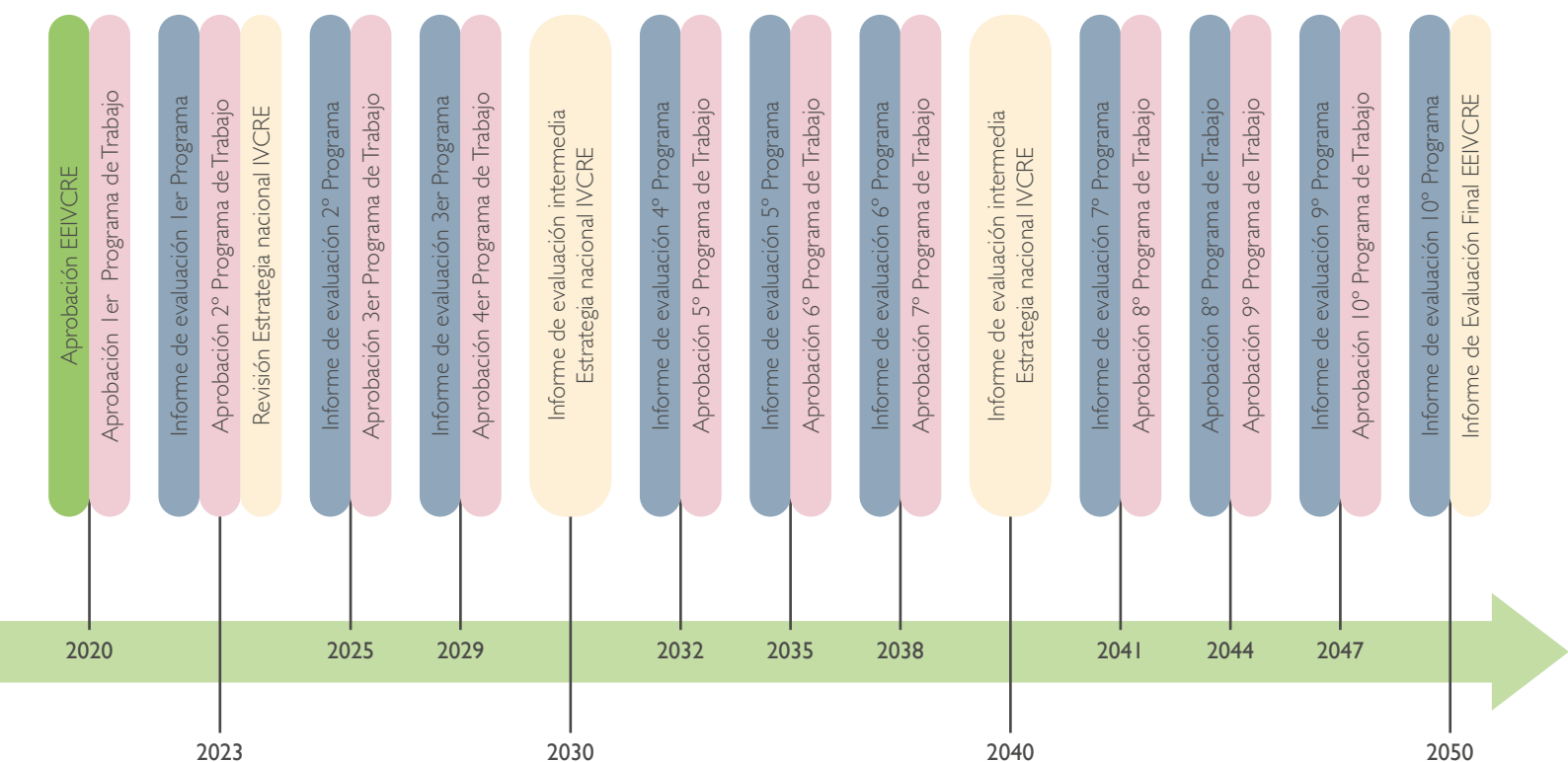


Figura 18. Esquema para el seguimiento y evaluación de la Estrategia nacional de IVCRE

Resulta muy complejo hacer una estimación global de las necesidades de financiación que puede conllevar la implementación de una Infraestructura Verde, por un lado porque la cuantía total dependerá de las alternativas elegidas por las distintas Administraciones Públicas y de factores contextuales cuyo alcance e implicaciones a fecha de hoy son desconocidos, y por otro porque se dispone de muy poca información acerca de los costes directos e indirectos que pueden implicar las actuaciones ambientales. En España, pueden mencionarse dos antecedentes con objetivos de estimación similares, aunque con resultados no extrapolables dado que su ámbito de valoración era muy diferente:

- El Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011-2017 recogía una estimación presupuestaria de 750 millones de euros para el desarrollo de las acciones recogidas en el mismo a lo largo de sus seis años de vigencia.
- El Informe de Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España estimaba que el coste directo de la Red Natura 2000 suponía un coste anual de 943,7 millones de euros (68,8 euros por hectárea) para las Administraciones Públicas españolas, aunque el informe consideraba que para cubrir por completo los objetivos de conservación de la Red sería necesario aumentarlo hasta 1.556,9 millones de euros (113,5 euros por hectárea).

A falta de estimaciones realizadas directamente para el caso español, puede también resultar adecuado emplear transferencia de resultados obtenidos en otros estudios. Una alternativa es aplicar los modelos de predicción de costes desarrollados por Balmford et al. (2003), generados estadísticamente a partir de estudios de costes de gestión en espacios naturales de alrededor de 40 países del mundo, aunque hay que tener en cuenta que las estimaciones probablemente estarán sesgadas al alza en relación con las necesidades de financiación de la Infraestructura Verde, ya que los estudios de partida se basan en espacios protegidos.

Igualmente es preciso tener en cuenta que la implementación de la Infraestructura Verde puede conllevar una serie de costes indirectos, básicamente debido a la disminución de la actividad económica, derivada de las posibles limitaciones de uso impuestas sobre el territorio calificado. Nuevamente, la cuantía de estos costes indirectos dependerá fuertemente de las limitaciones de uso que se decidan normativamente, por lo que el rango potencial de valores es considerablemente amplio. En todo caso, es necesario recordar que el desarrollo de la Infraestructura Verde debe ser entendido como un objetivo transversal, al que se debe contribuir activamente desde todos los frentes implicados y de forma decisiva, ya que en caso contrario se corre el riesgo de fracasar en el intento.

11.1 FINANCIACIÓN PÚBLICA

La Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, creó el Fondo para el Patrimonio Natural y Biodiversidad “con objeto de poner en práctica aquellas medidas destinadas a apoyar la consecución de los objetivos de la Ley”. La reforma de la Ley en 2015 ha mantenido la concepción de este Fondo en su art. 78, al igual que ha hecho con las previsiones para ayudas a entidades sin ánimo de lucro de ámbito nacional para actuaciones que afecten a más de una Comunidad Autónoma y que tengan por objeto la conservación del patrimonio natural y la biodiversidad (art. 75), promoción de la custodia del territorio (art. 76), e incentivos a las externalidades positivas en el ámbito de los espacios protegidos y de los acuerdos de custodia del territorio (art. 77).

El proyecto de Ley de Cambio Climático establece, en su artículo dedicado a la biodiversidad frente al cambio climático, la necesidad de desarrollar una estrategia específica de conservación y restauración de ecosistemas y especies especialmente sensibles a los efectos del cambio climático, como los ecosistemas naturales y especies de alta montaña, las zonas de ribera de los ríos, los humedales terrestres o aquellos que destaquen por su papel en la adaptación al cambio climático. Ese artículo indica también que se establecerán líneas de financiación adecuada para su conservación y restauración, a través del Fondo del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Siendo los ecosistemas y especies especialmente sensibles a los efectos del cambio climático elementos muy relevantes en la Estrategia de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas, el Fondo del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad recibirá aportaciones procedentes de las subastas de los derechos de emisión de CO₂ que permitan acometer su conservación y restauración.

Al margen de las previsiones mencionadas de la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, puede decirse que no existen aún líneas generales de financiación pública nacional específicas para fomentar la conectividad ecológica, incluso a nivel regional, aplicables al mantenimiento y conservación de zonas o redes de conectividad identificadas como prioritarias a nivel espacial. Sí existen, en cualquier caso, otras líneas o partidas de financiación destinadas a objetivos más generales de conservación de espacios protegidos, de mejora ecológica del medio o incluso de adaptación al cambio climático, y que podrían contribuir potencialmente a mejorar la conectividad ecológica, como es el caso de la financiación que se destina a la desfragmentación de las infraestructuras de transporte, las acciones de mejora de la biodiversidad y conservación de espacios naturales o el plan de dimensión económica y financiera, Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta). En todo caso, cabe destacar la relevancia del papel del Estado y las comunidades autónomas en el acceso y la orientación de fondos estructurales o fondos competitivos, como es el caso del Marco de Acción Prioritario de la red Natura 2000 o del aún pendiente Marco de Acción Prioritario en materia de Restauración de Ecosistemas, que será clave en el desarrollo de los objetivos de la Estrategia de la Unión Europea sobre la Biodiversidad 2030.

En la actualidad en la que se encuentra inmersa esta Estrategia nacional, se dispone de un Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia (2021-2023), cuya inversión verde destinada a la transición ecológica representa más del 37% del total. Este Plan Nacional está estructurado en torno a diez políticas tractoras, entre las que se encuentra el impulso a las infraestructuras y los ecosistemas resilientes, que recibirá el 12% de los recursos del Plan de Recuperación a través de proyectos destinados a la protección de la biodiversidad, como el Plan de Conservación y Restauración de Ecosistemas. Para este fin, el Plan prevé la activación de un Fondo para la recuperación y la restauración ecológica y la resiliencia, que permita movilizar estas inversiones verdes y azules y activar soluciones basadas en la naturaleza.

En el ámbito de la Unión Europea sí existen instrumentos financieros que pueden ser utilizados para promover el desarrollo de una Infraestructura Verde y de la conectividad ecológica. El artículo 8 del Reglamento (UE) 1303/2013 recuerda que los objetivos de cualquiera de los fondos estructurales y de inversión europeos se perseguirán de conformidad con el principio de desarrollo sostenible y con el fomento por parte de la Unión del objetivo de conservación, protección y mejora de la calidad del medio ambiente. También señala que los Estados miembros y la Comisión velarán por que, en la preparación y la ejecución de los programas, se promuevan los requisitos de protección medioambiental, la eficiencia de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, la biodiversidad, la capacidad de adaptación frente a los desastres y la prevención y gestión de riesgos.

Para el período de programación 2014-2020 (prorrogado hasta 2022), el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), vinculado a la Política Agraria Común, son quizá los que ofrecen mayores posibilidades de financiar la conectividad espacial y la regeneración de ecosistemas naturales en el medio rural, así como para promover la diversificación económica de los usos del suelo y la creación de zonas multifuncionales basadas en el mantenimiento de ecosistemas naturales.

En un reciente estudio (Comisión Europea, 2016) se calculó el nivel de financiación de la UE para infraestructura verde en el período de programación 2007-2013 en aproximadamente 6.579 millones €, siendo la mayor aportación la correspondiente al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural. El programa LIFE proporciona financiación específica para biodiversidad, incluida la infraestructura verde (COM (2019) 236 final).

En cuanto a los Fondos FEDER, dentro del objetivo temático 5 (promover la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de riesgos) pueden incluirse acciones relacionadas con la prevención de inundaciones (incluyendo restauración de vertientes, llanuras inundables o restauración y conservación de humedales),

la prevención de incendios (tratamientos selvícolas, diversificación de usos del suelo, restauración de zonas afectadas por incendio o infraestructuras de defensa), la prevención de la erosión o la prevención de riesgos en general. Por su parte, dentro del objetivo temático 6 (conservar y proteger el medio ambiente y promover la eficiencia de los recursos) pueden tener cabida actuaciones dirigidas a disminuir la fragmentación del territorio causada por diversas infraestructuras, como proyectos de supresión o permeabilización de obstáculos, establecimiento de corredores ecológicos y mantenimiento y restauración de los ya existentes, como la red de Vías Pecuarias, creación de áreas naturales en zonas periurbanas, protección de hábitats costeros y marinos alterados por tránsito de personas o tráfico marítimo o restauración de humedales en áreas de antiguas actividades extractivas.

En la Comunicación “Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa” (Comisión Europea, 2013), la Comisión se compromete a explorar las oportunidades de crear mecanismos de financiación innovadores para apoyar la infraestructura verde y para establecer un mecanismo de financiación de la UE para apoyar el desarrollo de proyectos en materia de infraestructura verde. Los proyectos de infraestructura verde son subvencionables con arreglo al Mecanismo de Financiación del Capital Natural (<https://www.eib.org/en/products/blending/ncff/index.htm>), un instrumento financiero que apoya proyectos que favorecen la adaptación al clima y la biodiversidad y que generan beneficios o ahorran costes.

El Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE: <https://www.eib.org/en/efsi/>) y los objetivos del nuevo Reglamento FEIE II (que vincula el FEIE a proyectos más sostenibles y transfronterizos, en concreto, los que contribuyen a lograr los objetivos climáticos COP21 o la transición hacia una economía circular; que haga un uso más eficiente de los recursos y (prácticamente) con cero emisiones de carbono) también puede contribuir, si bien de forma indirecta, apoyando los proyectos de infraestructura verde (COM (2019) 236 final).

Debido al esquema de distribución de competencias en el Estado español, la distribución de gran parte de estos fondos se hace a las comunidades autónomas en función de los Programas Operativos definidos por éstas, que han de ser aprobados por el Estado y por la Comisión Europea, lo que da lugar a que existan diferencias regionales dentro de las distintas posibilidades de financiación.

En cuanto a los Fondos FEADER (Reglamento UE 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural), a través de los distintos Programas de Desarrollo Rural (PDR) pueden financiarse actuaciones como el asesoramiento para adopción de buenas prácticas que fomenten la conectividad, apoyo a acciones que incrementen la biodiversidad faunística en explotaciones, revegetación del Dominio Público Hidráulico en zonas con intensa fertilización o en zonas sensibles de la Directiva de Nitratos, rehabilitación de elementos de interés para la biodiversidad en Red Natura 2000 y otras zonas con alto valor natural, restauración y mejora forestal, prevención y reparación de los daños causados a los bosques por incendios, desastres naturales y catástrofes, creación de corredores naturales o el apoyo a prácticas agroganaderas que contribuyan a conservar la biodiversidad y prevengan la erosión. De nuevo, los PDR recogerán unas u otras alternativas de medidas en función de las posturas de cada Comunidad Autónoma.

Desde un enfoque diferente, el Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA), también vinculado a la PAC, puede servir para financiar la Infraestructura Verde mediante los instrumentos de financiación como el pago para los agricultores que apliquen prácticas agrícolas beneficiosas para el clima y el medio ambiente (Pago Verde o Greening), que pueden financiar tanto la matriz agraria como pastizales y otras áreas de mayor valor. Existen otras alternativas como el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP), a través de la protección y recuperación de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos, o el Fondo Social Europeo (FSE), vía estudios, asesoramiento y sensibilización.

En el ámbito de los programas de la Unión Europea que se implementan por concurrencia de proyectos cabe destacar, por su orientación específica, el programa LIFE. Concretamente, en su subprograma Medio Ambiente, LIFE Naturaleza y Biodiversidad puede financiar actividades dirigidas a mejorar el estado de conservación de los hábitats y las especies y para la aplicación de la Estrategia de la Unión Europea sobre la

Biodiversidad hasta 2030 (con acciones para mejorar el conocimiento de los ecosistemas y los servicios de los ecosistemas en la UE, incluyendo cartografía y evaluación económica; para fijar prioridades de restauración y fomentar el uso de Infraestructura Verde; y acciones para prevenir la pérdida neta de biodiversidad y servicios de los ecosistemas), mientras que LIFE Medioambiente y Eficiencia en el Uso de los Recursos financia proyectos piloto y demostrativos que aporten soluciones a problemas ambientales. El subprograma de Acción por el Clima presenta posibilidades de financiación especialmente en el área de adaptación al cambio climático. El nuevo reglamento LIFE contempla además la posibilidad de presentar proyectos integrados, que permiten explorar la gestión integrada de un problema ambiental con el uso de distintos fondos europeos y que tienen una escala territorial amplia. Dentro de un panorama mucho más amplio, el programa marco Horizonte 2020 también permite la implementación de proyectos vinculados con el desarrollo de la Infraestructura Verde y que muestren un claro valor de innovación, especialmente en relación con la consecución del reto social 5 (Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas). Ambos mecanismos pueden ayudar a poner en marcha acciones puntuales, idealmente dentro de un plan amplio y con suficiente sostenibilidad política y financiera. Merece igualmente la pena destacar los proyectos de cooperación internacional como vía potencial de financiación para actuaciones que cuadren con los objetivos establecidos en cada uno de los programas, categoría en la que se encuentran diferentes alternativas de cooperación interregional, transfronteriza o internacional (el caso de Interreg en general, o más específicamente Interreg-SUDOE, Interreg-MED y POCTEP).

11.2 FINANCIACIÓN PRIVADA Y PÚBLICO-PRIVADA

Además de las no siempre abundantes fuentes públicas de financiación, cabe explorar formas de colaboración con el sector privado que pueden convertirse en auténticas fuentes de financiación alternativas. La propia Administración Pública ha subrayado la necesidad de buscar “mecanismos innovadores de financiación”, citando los siguientes instrumentos que podrían dar lugar a vías de financiación privada y público-privada:

- Incentivos para retribuir las externalidades positivas generadas por los servicios de los ecosistemas.
- Esquemas para el pago por servicios de los ecosistemas, coherentes con los objetivos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.
- Sistemas basados en la creación de créditos negociables, tales como bancos de conservación de la naturaleza, que contribuyan a los objetivos de conservación y protección.
- Mecanismos de compensación relacionados con la diversidad biológica.
- Acuerdos voluntarios para la protección de la biodiversidad.
- Mecanismos de certificación y etiquetado para reflejar las repercusiones sobre la biodiversidad de determinados productos.

Muchos de estos instrumentos están íntimamente relacionados. Así, los bancos de conservación de la naturaleza, también llamados bancos de hábitat, pueden utilizarse como mecanismos de compensación de impactos ambientales y, junto con el pago por servicios ambientales, tienen su base precisamente en la retribución de externalidades positivas de los servicios de los ecosistemas, mientras que el etiquetado ecológico de productos o servicios, si bien es claramente un mecanismo de mercado puede considerarse como un incentivo para que el oferente “eduque” al consumidor en la demanda y consumo de productos ambientalmente correctos, como parte fundamental de una estrategia que fomente un modelo económico más sostenible. Revisaremos a continuación algunos de los aspectos más significativos en relación con dos instrumentos diferenciados, como son el pago por servicios ambientales y los bancos de conservación de la naturaleza.

11.2.1 Pago por servicios ambientales

El artículo 73 de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, reconoce los servicios prestados por los ecosistemas e insta a regular incentivos para retribuir las externalidades positivas en espacios naturales, aplicando el principio “quien provee, cobra” (o también “quien se beneficia, paga”).

Según se destacaba en el “Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017”, estos mecanismos serán eficaces siempre que se establezca una relación causal directa entre una actividad determinada y la cantidad de activo natural generado. Cuando se alcanza esta consistencia, los pagos por servicios ambientales pueden alinearse con otros mecanismos de mercado para incentivar el desarrollo de modelos de negocio en favor de la conservación, bien como parte del negocio principal (*core business*), bien como un incentivo adicional o ingreso complementario que facilite el éxito del plan de negocio. En una situación ideal, estos incentivos deberían fomentar actividades económicamente rentables, que además proporcionen un valor añadido en términos de conservación o mejora del capital natural.

En Reino Unido, por ejemplo, se han desarrollado proyectos demostrativos con un relativo éxito. Según el Departamento de Medio Ambiente británico, que estos proyectos lleguen a buen término pasa por asegurar, entre otros aspectos:

- la voluntariedad del acuerdo entre el proveedor de los servicios ambientales y quien se beneficia de ellos;
- el aseguramiento de que la retribución llega directamente a los titulares de los hábitats que proveen los servicios (a veces se requerirán “brokers” o intermediadores que faciliten la puesta en contacto de proveedores y beneficiarios);
- la adicionalidad, esto es, la retribución de los servicios ambientales ligada a acciones de conservación que, en otras condiciones, no se habrían activado; y
- evitar que el pago por servicios ambientales en un territorio esconda el daño producido en otro (en cierto sentido, se trataría de evitar la “deslocalización” de los impactos ambientales, a costa de este mecanismo).

En muchos casos la existencia de instrumentos financieros adecuados que faciliten el desarrollo de estas actividades económicas se convierte en un factor crítico de éxito. En este sentido, la Natural Capital Financing Facility pretende suplir las barreras e ineficiencias del sistema financiero europeo para rentabilizar los proyectos de negocio que preservan el capital natural. Esta iniciativa de la Comisión Europea, soportada por el Banco Europeo de Inversiones (BEI) y vinculada al programa LIFE, movilizó cerca de 300 millones de euros en proyectos hasta el año 2020, financiando entre otras actividades el pago por servicios ambientales o los bancos de conservación de la naturaleza, así como otros modelos de negocio innovadores que favorezcan la biodiversidad, la adaptación al cambio climático, la conservación o restauración del capital natural. Es interesante destacar que un mecanismo de pago por servicios ambientales permite actuaciones muy diversas, incluyendo incluso la compensación por proyectos de absorción de dióxido de carbono, como iniciativa que facilita la monetización de uno de los servicios de los ecosistemas de los bosques, vinculados a eventuales registros de huella de carbono (Fundación Biodiversidad, 2015).

Por otra parte, los acuerdos de custodia del territorio son generalmente reconocidos como un instrumento útil para dotar de una estructura viable el pago por servicios ambientales. Se basan en la suscripción de acuerdos voluntarios entre los propietarios y usuarios de los territorios que producen servicios ambientales y las llamadas “entidades de custodia”, al objeto de mantener o restaurar el capital natural. En nuestro país, estas entidades tienen en general la forma de una ONG o asociación sin ánimo de lucro, con un objeto social enfocado en la conservación de la biodiversidad. En España, de acuerdo con la Fundación Biodiversidad, existían en 2015 un total de 216 entidades de custodia del territorio, que gestionaban cerca de 2.700 acuerdos, cubriendo una superficie de 550.987 hectáreas.

11.2.2 Bancos de conservación de la naturaleza

Los bancos de conservación de la naturaleza son una forma particular de un mecanismo que, en un sentido más amplio, se ha dado en llamar *biodiversity offsetting* en la literatura anglosajona. Estos instrumentos contemplan en todos los casos actuaciones de conservación o mejora del capital natural, que tienen por objeto compensar los impactos residuales producidos en otras áreas del territorio. Mientras que los mecanismos de custodia del territorio se basan en el principio “quien provee, cobra”, los bancos de conservación de la naturaleza están claramente enfocados hacia el precepto “quien contamina, paga”.

En particular, los bancos de hábitat se conciben como instrumentos de mercado que permiten la transacción de créditos ambientales para compensar los débitos generados por daños ambientales derivados de actividades económicas. Las unidades de mejora de valores ambientales se pueden expresar en hectáreas o unidades poblacionales según el caso, y estas mejoras tienen una traducción en créditos que son los elementos que posteriormente podrán convertirse en objeto del libre mercado. El promotor del banco de conservación puede vender los créditos que se depositan en un “banco” o registro donde otros agentes, bien por estar obligados a ello o bien de forma voluntaria, acuden a comprarlos para compensar los impactos residuales generados por sus actividades.

Para que estos mecanismos contribuyan a conservar o mejorar de forma efectiva el capital natural, es importante que se rijan por el principio de “no pérdida neta” de biodiversidad, así como que aseguren la “adición” de las actuaciones llevadas a cabo. Para garantizar este principio, debería certificarse que dichas actuaciones se ajustan a alguna de las siguientes opciones:

- la restauración de una zona degradada, para recuperar los recursos naturales o los servicios que estos prestaban;
- la creación de un recurso natural en un lugar en el que no existía antes;
- la mejora de un recurso para intensificar las funciones o servicios o cambiar el grado de calidad de los mismos;
- la preservación o prevención del deterioro de un recurso o servicio.

El número de créditos que se obtengan mediante estas actuaciones debe estar regulado por la Administración Pública, quien supervisa su valoración y otorgamiento a través de un organismo regulador creado al efecto, mientras que la oferta y demanda fija en el mercado los precios de adquisición o venta de tales activos. El objetivo final es la generación de recursos económicos suficientes para el mantenimiento a perpetuidad (o durante el tiempo que se establezca) de un territorio con un determinado estado de conservación en términos ecológicos.

En el proyecto REMEDE de la Unión Europea (métodos basados en la equivalencia de recursos para cuantificar daños medioambientales) los bancos de conservación de la naturaleza se reconocen como un instrumento útil para “llevar a cabo medidas reparadoras complementarias y compensatorias de una manera eficiente y suponiendo un aumento de los beneficios ecológicos”. Estos mecanismos han tenido un particular desarrollo en Estados Unidos (donde se denominan Bancos de mitigación) desde principios de la década de los ochenta, de la mano de la Ley Federal de Aguas (Clean Water Act), para solventar los problemas asociados a la protección de humedales, mediante la creación de incentivos económicos para la compensación (bancos para la mitigación de humedales, Wetland Mitigation Banks). En la actualidad, en EE.UU. el comercio de créditos derivados de bancos de conservación de la naturaleza en sus diferentes modalidades alcanza los 2.200 millones de dólares al año. Otros países, como Australia o Alemania, llevan aplicando estos modelos desde hace varios años o incluso décadas. En otros, como Reino Unido y Francia, se está legislando en la materia o desarrollando proyectos demostrativos.

11.2.3. Iniciativas innovadoras de financiación privada

Para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a los objetivos de esta estrategia, en un contexto de multifuncionalidad, es fundamental conseguir la participación y la inversión del sector privado, por ejemplo, de empresas con conciencia ambiental o de aseguradoras que busquen reducir los riesgos y daños de los eventos climáticos (extremos o de evolución lenta) de la desertificación, de la pérdida de biodiversidad, etc. en su cartera de inversiones.

Así, deben establecerse los mecanismos o instrumentos necesarios para incentivar esta participación, vinculados con el marco de las infraestructuras verdes y de las soluciones basadas en la naturaleza, con enfoques multiobjetivo y transversales que aseguren los máximos co-beneficios de las inversiones en los ámbitos ambiental, social y económico.

Este sistema de incentivo de la inversión cuenta con unos objetivos generales, que se concretarían en objetivos específicos dependiendo de las necesidades de las distintas zonas en las que se realice inversión. Se basa en la transversalidad, de forma que se aborden las acciones en cada área de manera holística, teniendo en cuenta cuestiones ambientales, sociales y económicas, con impactos positivos en empleo, salud, ecosistemas y especies, recuperación del medio rural, creación de infraestructuras verdes, etc.

En aquellos objetivos que coincidan con los incluidos en esta Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas, se podrán identificar áreas a incluir en el programa dependiendo

1. de las necesidades de inversión de dicha área en relación con los objetivos generales y concretos; y
2. de su potencial para recibir inversión y para generar resultados frente a los objetivos.

El enfoque se basará en áreas amplias donde se puedan establecer programas a nivel comarca, cuenca hidrográfica, municipio, etc., para asegurar que se abordan transversalmente los retos y se aumenta el número de objetivos a alcanzar:

Las inversiones se concretarían a través de una selección cuidadosa de las áreas de actuación, de una definición clara de los objetivos relevantes para la misma, de las medidas para alcanzarlos, y un programa de seguimiento a largo plazo de las actuaciones realizadas, con participación pública de los interesados, en particular las comunidades locales. Una vez realizada la inversión, y en función de los resultados obtenibles y obtenidos, se podría valorar, caso a caso, la conveniencia, el tipo y la proporcionalidad de la contraprestación o incentivo por la inversión.

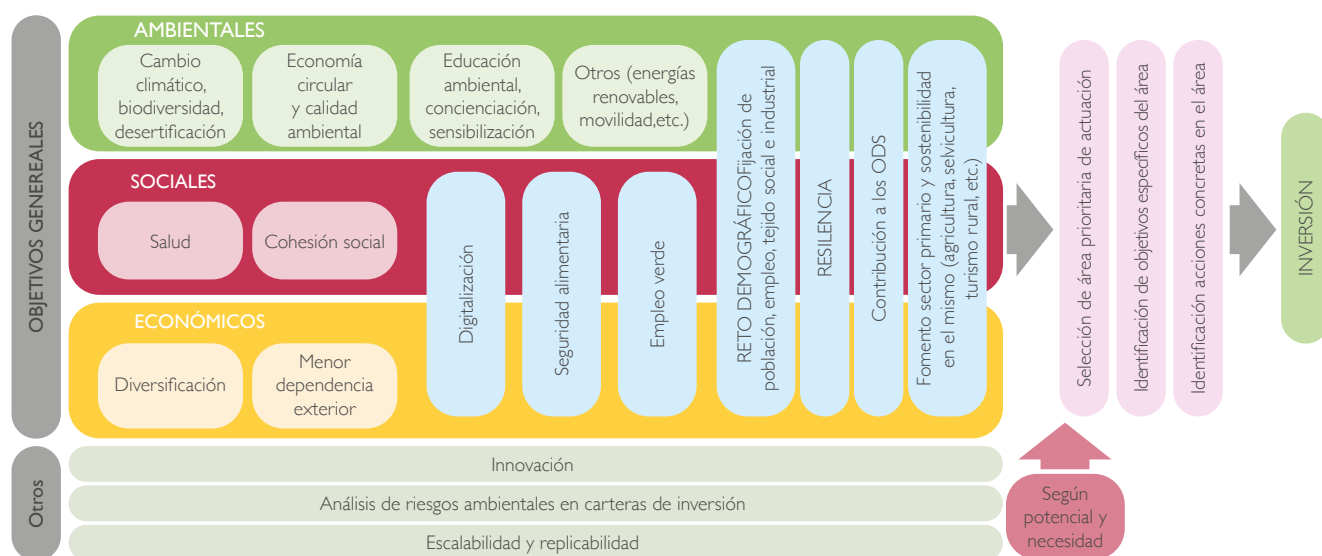


Figura 19. Esquema de objetivos generales para iniciativas innovadoras de financiación privada.

Estos enfoques integrados, que abordan múltiples objetivos de desarrollo y conservación en entornos multifuncionales, tienen que involucrar a una gran variedad de actores. Además, hay que realizar una gran variedad de esfuerzos para que sean realmente iniciativas integradas, desde la movilización de apoyo financiero y político, hasta la búsqueda de la confianza y el apoyo de las comunidades locales, o plataformas de coordinación entre las numerosas partes interesadas.

La iniciativa debe establecerse de forma que se superen las barreras existentes, que incluyen objetivos contrapuestos, asegurar la inclusión equitativa de todas las partes interesadas, los altos costes frente a una inversión, en principio, limitada, y superar las numerosas divisiones administrativas y sectoriales.

ANEXO I

GLOSARIO DE
TÉRMINOS Y
ACRÓNIMOS

Términos:

Adaptación al cambio climático. Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.

Adaptación basada en el ecosistema. Uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. La adaptación basada en el ecosistema utiliza la gama de oportunidades que presenta la gestión sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para ofrecer servicios que permitan que las personas se adapten a los impactos del cambio climático. Su objetivo es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas frente a los efectos adversos del cambio climático.

Área protegida. Espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (UICN, 2008).

Atributo: Cada una de las propiedades que pueden ser utilizadas para caracterizar un sistema. Conjunto de factores bióticos o abióticos (incluyendo los de tipo antrópico) junto con los procesos que los relacionan, que caracterizan un sistema y que pueden ser medidos o estimados utilizando índices o indicadores.

Capital natural. Conjunto de ecosistemas, tanto los naturales como los manejados por la humanidad, y de los organismos que habitan en ellos (plantas, animales, hongos y microorganismos), que producen bienes y servicios ambientales indispensables para el bienestar social y el mantenimiento de la vida como la conocemos y son perpetuables ya sea por sí mismos o por el manejo humano. (Sarukhán, J. et al. 2009).

Conectividad funcional. Grado en que un territorio o paisaje facilita los flujos de energía y circulación de la materia, entre otros procesos ecológicos, y los desplazamientos de las especies a través de las teselas de hábitat existentes en el mismo.

Conectividad estructural o espacial. Grado de continuidad o adyacencia de las teselas de un determinado tipo de hábitat o de vegetación en el territorio, llamándose generalmente a esta última conectividad del paisaje.

Corredores ecológicos. Sectores del territorio que se consideran de especial interés para dar soporte al desplazamiento e intercambio genético de las poblaciones de fauna y flora silvestres.

Descriptor: índice o parámetro al que no se le asocia un significado especial.

Desfragmentación. Término empleado para la restauración de la conectividad entre ecosistemas fragmentados por redes viarias y otras infraestructuras lineales de transporte.

Detección y atribución. La detección de cambios se define como el proceso de demostrar que el clima o un sistema afectado por el clima han cambiado en un sentido estadístico definido, sin indicar las razones del cambio. Un cambio identificado se detecta en las observaciones si la probabilidad de que ocurra casualmente debido únicamente a la variabilidad interna es baja, por ejemplo menor del 10%. La atribución se define como el proceso de evaluación de las contribuciones relativas de varios factores casuales a un cambio o evento con una asignación de confianza estadística

Dispersión. Capacidad que tiene una población de colonizar nuevos hábitats mediante el desplazamiento de sus individuos. Los individuos que se dispersan lo hacen como propágulos, que pueden ser de naturaleza muy variada (adultos, juveniles, frutos, semillas y quistes u otras formas de resistencia, entre otros).

Efecto borde. Conjunto de procesos asociados al incremento de la relación perímetro/área que se produce con el avance de la fragmentación del hábitat. Afecta gravemente a la calidad del hábitat y provoca una pérdida de especies.

Espacio Natural Protegido. Territorio con una figura legal de protección dirigida a la conservación de sus valores naturales, entre otros.

Fragmentación de hábitats. Consecuencia de la segmentación de grandes extensiones de territorio en áreas más pequeñas aisladas entre sí. Se trata de un proceso dinámico en el cual el tamaño y el grado de aislamiento del hábitat afectado influyen en los procesos ecológicos y en el flujo biológico.

Ganadería extensiva. Conjunto de sistemas de producción ganadera que aprovechan eficientemente los recursos naturales del territorio, con una baja utilización de insumos externos y, principalmente, mediante pastoreo. En general se caracteriza por el empleo de especies y razas de ganado adaptadas al territorio, el aprovechamiento de pastos diversos ajustándose a su disponibilidad espacial y temporal, y el respeto del medio en el que se sustenta. Compatibiliza la producción con la sostenibilidad y genera una gran provisión de servicios ambientales y sociales.

Hábitat de una especie. Medio definido por factores abióticos y bióticos específicos donde vive la especie en una de sus fases de su ciclo biológico.

Hábitat natural. Zona terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales.

Indicador: variable o relación entre variables (índices) cuya medición ofrece información sobre la evolución del sistema en que está inmersa, y son sensibles a cambios y tendencias de origen natural o humano.

Indicadores de eficacia: miden los resultados obtenidos con la aplicación de acciones derivadas de las directrices de la Estrategia nacional IVCRE y que estarán basados en el análisis de parámetros, en la medida de lo posible sobre cartografías, de cada una de las ramas principales de la Estrategia nacional IVCRE (infraestructura verde, conectividad y restauración ecológica).

Indicadores de ejecución: informan sobre la realización de acciones y el cumplimiento de obligaciones recogidas en la Estrategia nacional de IVCRE.

Índice: medida o expresión numérica, de carácter adimensional o no, sobre uno o varios atributos de un sistema.

Infraestructura verde. Red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. En los espacios terrestres, la infraestructura verde está presente en los entornos rurales y urbanos.

Instrumentos de planificación territorial. Directrices, planes, bases y estrategias aprobados para la planificación territorial: PORN, PRUG, PORF, Ordenación de Montes, Planes Restauración Hidrológico-Forestal, etc., que pueden tener diferentes rangos territoriales (regional de ordenación del territorio, subregional de ordenación del territorio, regional sectorial o subregional sectorial).

Lugares de Interés Comunitario (LIC). Categoría/Figura de área protegida catalogada por los estados miembros de la Unión Europea por su potencial contribución a restaurar el hábitat natural, incluyendo los ecosistemas y la biodiversidad de la fauna y flora silvestres. Emanan de la directiva 92/43/CEE de la Unión Europea. Estos lugares, seleccionados por los diferentes estados miembros sobre la base de estudios científicos, pasarán a formar parte de las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) que se integrarán en la Red Natura 2000.

Matriz territorial. Base espacio-temporal resultante del medio abiótico, el componente biológico, sus relaciones funcionales y las transformaciones que la actividad humana imprime en el sistema, expresada en formas concretas de paisaje.

Metapoblación: una población que está dividida en subpoblaciones, entre las que los individuos pueden emigrar o inmigrar.

Mitigación del cambio climático. Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Paisaje. Mosaico de diferentes ecosistemas que comprenden elementos de distinta naturaleza y patrones espaciales y topológicos de flujos ecológicos.

Permeabilidad. Capacidad de la matriz del paisaje para permitir el flujo de los distintos organismos vivos entre diferentes teselas o áreas de hábitat.

Principio de precaución. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

Programa de seguimiento. Es el documento en el que se define y articula el conjunto de indicadores necesarios para el seguimiento de la Estrategia nacional IVCRE y los protocolos para su adquisición.

Protocolo: procedimientos de registro y comunicación de datos y resultados de los indicadores calculados en aplicación del programa de seguimiento.

Puertas y corredores verdes. Conexiones que permiten acceder desde las ciudades a su entorno natural inmediato y otros puntos de interés cultural, por medios alternativos al transporte motorizado: a pie, en bicicleta o incluso a caballo.

Red ecológica. Escenario deseable en el que tendría cabida la integración de criterios de conectividad ecológica en la planificación espacial del territorio y por tanto, todo sistema coherente de espacios naturales, rurales y periurbanos, que se constituye y se gestiona con el objetivo de mantener o restaurar las funciones ecológicas como medio para conservar la biodiversidad.

Resiliencia. Capacidad de un sistema socioecológico de afrontar un suceso o perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Resistencia. Capacidad que presenta un organismo, población, especie, ecosistema o cualquier otro sistema, de perdurar o mantenerse ante un cambio o perturbación.

Restauración ecológica. Proceso mediante el cual se promueve la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido.

Sistemas de Alto Valor Natural (SAVN). Fincas con prácticas agrarias o forestales extensivas que, a diferencia de las intensivas, no sobreexplotan la fertilidad del suelo usando productos químicos o sistemas de riego, sino que aprovechan las condiciones y los recursos naturales de cada lugar.

Soluciones basadas en la naturaleza. Estrategias, medidas y acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN, 2017).

Sumidero. Todo proceso, actividad o mecanismo que sustrae de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de cualquiera de ellos.

Tesela. Parte o unidad elemental delimitada y diferenciada del conjunto que constituye el mosaico de un paisaje.

Trade-offs. Compromiso o equilibrio entre procesos o funciones.

Translocación. Liberación intencionada de individuos de un área a otra para intentar establecer o restablecer poblaciones viables de especies amenazadas.

Umbral: valor definido para un indicador, frente al que pueden compararse los cambios que se registren en éste. El umbral es el valor del indicador que desencadena actuaciones de gestión.

Variabilidad climática. Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa).

Zona de Alto Valor Natural (ZAVN). Zona con una elevada riqueza de especies asociadas al medio productivo (sobre todo agrario y forestal) o un elevado número de especies de interés de conservación, estando esta riqueza de especies asociada directamente a la presencia del medio productivo y que no es explicada por la situación geográfica o el clima.

Zona de amortiguación. Áreas de territorio que actúan como tampón entre la matriz del paisaje y los corredores ecológicos y espacios naturales protegidos (espacios-núcleo de biodiversidad). También llamadas zonas de amortiguamiento o tampón.

Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Categoría/Figura de área protegida catalogada por los estados miembros de la Unión Europea como zonas naturales de singular relevancia para la conservación de la avifauna, de acuerdo con lo establecido en la directiva comunitaria 79/409/CEE y modificaciones subsiguientes («Directiva sobre la Conservación de Aves Silvestres» de la UE). Mediante esta Directiva, los estados miembros de la Unión Europea asumen la obligación de salvaguardar los hábitats de aves migratorias y ciertas aves particularmente amenazadas. Junto a los LIC, forman parte de la Red Natura 2000.

Acrónimos

AEMA. Agencia Europea de Medio Ambiente

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica

EEA. European Environment Agency. Siglas en inglés de la AEMA

EIA. Evaluación de Impacto Ambiental

IV. Infraestructura verde

IVCRE. Infraestructura verde, conectividad y restauración ecológicas

IVU. Infraestructura verde urbana

LIC. Lugar de Interés Comunitario

MAGRAMA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011-2016)

MAPAMA. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2016-2018)

MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018 en adelante)

MARM. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2008-2011)

MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica (2018-2019)

MITERD. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020 - en adelante)

PAC. Política Agrícola Común

PNACC. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

PDR. Programa de Desarrollo Rural

RE. Restauración ecológica

SAVN. Sistemas de Alto Valor Natural

SE / SEs. Servicios ecosistémicos

UE. Unión Europea

VET. Valor Económico Total

ZEC. Zona de Especial Conservación

ZEPA. Zona de Especial Protección para las Aves

ANEXO II

TABLA RESUMEN DE
OBJETIVOS, METAS Y
LÍNEAS DE ACTUACIÓN

FINALIDAD:

Identificar, desarrollar, mantener y reforzar una Infraestructura Verde (IV) para el territorio español a través de la definición de unos objetivos específicos y un conjunto de orientaciones que, apoyadas en un diagnóstico general de la realidad territorial y medioambiental, impulsen su establecimiento y sirvan de referencia para la elaboración de las correspondientes estrategias autonómicas de Infraestructura Verde. Para alcanzar este objetivo, la Estrategia establece criterios comunes para la identificación, conservación y restauración de la Infraestructura Verde en todas las comunidades autónomas

META 0. Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde en España.

Objetivo específico Meta 0: Armonizar los procesos de identificación, selección y declaración de los elementos integrantes de la IV, teniendo en cuenta su carácter multiescalar.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.01. Identificar los elementos que podrán formar parte de la IV a distintas escalas (estatal, autonómica y local).

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.02. Selección y declaración oficial de los elementos de la Infraestructura Verde.

Objetivo específico Meta 0: Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios de los ecosistemas y sus necesidades de restauración.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.03. Evaluar los elementos integrantes de la Infraestructura Verde en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios ecosistémicos y sus necesidades de restauración.

Objetivo específico Meta 0: Mejorar el conocimiento sobre los elementos, y sus interrelaciones, susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 0.04. Mejorar el conocimiento sobre los elementos, y sus interrelaciones, susceptibles de formar parte de la Infraestructura Verde a diferentes escalas.

OBJETIVO GENERAL I: Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la biodiversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.

META I. Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o por la presencia de infraestructuras.

Objetivo específico Meta I: Mejorar la conectividad, a diferentes escalas, mediante la identificación de corredores ecológicos y áreas críticas encaminadas a asegurar la permeabilidad, coherencia e integración de los espacios protegidos y de las especies y hábitats de interés, evaluando su efectividad.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.01. Identificar áreas clave para la conectividad de las especies y tipos de hábitat de interés encaminadas a asegurar la permeabilidad de la matriz territorial.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.07. Desarrollar un sistema de seguimiento de la conectividad ecológica y de los procesos de fragmentación que permita evaluar la eficacia de las medidas adoptadas.

Objetivo específico Meta I: Establecer unas directrices comunes de actuación para fortalecer, mejorar y prevenir la pérdida de la conectividad en espacios terrestres, fluviales, en el ámbito litoral y marino y medio urbano.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.02. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios terrestres.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.03. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en espacios fluviales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.04. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el espacio litoral.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.05. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el ámbito marino.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.06. Fortalecer y mejorar la conectividad, así como prevenir su pérdida, en el medio urbano.

Objetivo específico Meta I: Mejorar el conocimiento científico sobre la conectividad ecológica.

LÍNEA DE ACTUACIÓN I.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre conectividad ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad.

META 2. Restaurar los hábitats y ecosistemas de áreas clave para favorecer la biodiversidad, la conectividad o la provisión de servicios de los ecosistemas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza.

Objetivo específico Meta 2: Identificar las necesidades de restauración ecológica de los hábitats y ecosistemas de áreas claves para favorecer la conectividad, la biodiversidad o los servicios de los ecosistemas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.01. Identificar las necesidades de restauración ecológica para contribuir, al menos, a la restauración del 15% de los ecosistemas degradados.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.02. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de los valores de biodiversidad del territorio.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.03. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la mejora de la conectividad y permeabilidad del territorio.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.04. Identificar las necesidades de restauración ecológica para la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.

Objetivo específico Meta 2: Consensuar metodologías con criterios comunes para diseñar y desarrollar proyectos de restauración ecológica en el marco del desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.05. Diseñar y ejecutar proyectos de restauración ecológica basados en el desarrollo de metodologías con criterios comunes.

Objetivo específico Meta 2: Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica entre áreas urbanas y periurbanas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.06. Identificar y promover soluciones para la restauración ecológica entre áreas urbanas y periurbanas.

Objetivo específico Meta 2: Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de proyectos de restauración ecológica.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.07. Implementar la necesidad de estudios de seguimiento de los proyectos de restauración ecológica.

Objetivo específico Meta 2: Mejorar el conocimiento científico sobre la restauración ecológica, tanto en el medio terrestre como marino, en un contexto de cambio global.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 2.08. Promover la investigación y mejorar el conocimiento sobre restauración ecológica y su relación con la conservación de la biodiversidad en el contexto de cambio global y provisión de servicios de los ecosistemas.

META 3. Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.

Objetivo específico Meta 3: Identificar, cartografiar y valorar adecuadamente los servicios de los ecosistemas en relación con el desarrollo de la Infraestructura Verde, teniendo en cuenta su carácter multiescalar.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.01. Identificar, clasificar y cartografiar las áreas clave para la provisión de Servicios de los ecosistemas de los elementos de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.02. Promover la valoración de los Servicios de los Ecosistemas, incluyendo su valoración económica, e integrarla en la toma de decisiones sobre ordenación y gestión terrestre y marina, desde una perspectiva participativa.

Objetivo específico Meta 3: Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los servicios de los ecosistemas de los elementos ligados al desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.03. Evaluar el estado de conservación, gestionar adecuadamente y, en su caso, restaurar los ecosistemas y sus servicios asociados clave para la Infraestructura Verde.

Objetivo específico Meta 3: Mejorar el conocimiento sobre los servicios de los ecosistemas y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 3.04. Mejorar el conocimiento sobre los servicios ecosistémicos y el desarrollo de la Infraestructura Verde a distintas escalas, tanto en el medio terrestre como en el marino.

META 4. Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático.

Objetivo específico Meta 4: Contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la Infraestructura Verde del territorio.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.01. Fomentar la mitigación del cambio climático mediante la creación y conservación de sumideros naturales de carbono asociados a la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.05. Mejorar la capacidad de mitigación y adaptación de las ciudades y áreas metropolitanas por medio de la Infraestructura Verde urbana y periurbana y a través de soluciones basadas en la naturaleza.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.06. Mejorar los conocimientos sobre las opciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de los ecosistemas y su restauración, así como en soluciones basadas en la naturaleza.

Objetivo específico Meta 4: Promover la adaptación al cambio climático y la resiliencia de los ecosistemas mediante la conservación y restauración de los elementos que componen la Infraestructura Verde del territorio.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.02. Contribuir a la reducción de los riesgos naturales derivados de los efectos del cambio climático mediante la conservación y restauración de los elementos vinculados a la Infraestructura Verde del territorio y por medio de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.03. Favorecer la conservación de la biodiversidad mediante el mantenimiento y restauración ecológica de elementos y áreas estratégicas, que permitan a las especies y hábitats silvestres realizar las dispersiones longitudinales y latitudinales que precisan en el actual contexto de cambio climático.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.04. Promover la capacidad de adaptación de los ecosistemas y fomentar el mantenimiento de los servicios que proveen, a través de la mejora de su resiliencia y de la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.05. Mejorar la capacidad de mitigación y adaptación de las ciudades y áreas metropolitanas por medio de la Infraestructura Verde urbana y periurbana y a través de soluciones basadas en la naturaleza.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 4.06. Mejorar los conocimientos sobre las opciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de los ecosistemas y su restauración, así como en soluciones basadas en la naturaleza.

OBJETIVO GENERAL 2. Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la Infraestructura Verde.

META 5. Garantizar la coherencia territorial de la Infraestructura Verde mediante la definición de un modelo de gobernanza que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas.

Objetivo específico Meta 5: Establecer una colaboración eficaz entre las Administraciones Públicas a todas las escalas, que permita la coordinación en el desarrollo de las estrategias de Infraestructura Verde en los distintos niveles.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.01. Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala internacional en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.02. Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala estatal, regional y local en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.03. Establecer mecanismos de cooperación eficaces entre la Administración General del Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales para el desarrollo coordinado de la Infraestructura Verde a distintas escalas.

Objetivo específico Meta 5: Asegurar la coherencia territorial multiescalar en la implementación de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.01. Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala internacional en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.02. Impulsar y asegurar la continuidad territorial a escala estatal, regional y local en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.03. Establecer mecanismos de cooperación eficaces entre la Administración General del Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales para el desarrollo coordinado de la Infraestructura Verde a distintas escalas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.04. Desarrollar las Estrategias Autonómicas de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas en cumplimiento del artículo 15.4 de la Ley 33/2015.

Objetivo específico Meta 5: Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 5.05. Planificar y movilizar adecuadamente los fondos públicos y privados que permitan una adecuada implementación de la Infraestructura verde a diferentes escalas.

OBJETIVO GENERAL 3. Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la Infraestructura Verde en los distintos niveles de la planificación territorial.

META 6. Incorporar de forma efectiva la Infraestructura Verde, la mejora de la conectividad ecológica y la restauración ecológica en las políticas sectoriales, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo, y la evaluación ambiental.

Objetivo específico Meta 6: Garantizar y reforzar el desarrollo e implantación de la Infraestructura Verde mediante la correcta y completa integración de ésta en los distintos instrumentos estratégicos, de planificación y gestión de las diferentes políticas sectoriales.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.01. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector industrial.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.02. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector hidráulico y de la gestión del agua.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.03. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector de las infraestructuras de transporte, energéticas y de telecomunicación.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.04. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector relativo a la conservación del patrimonio histórico-cultural.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.05. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector agropecuario y de desarrollo rural.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.06. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del sector forestal.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.07. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión del medio marino y litoral.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.08. Integrar la Infraestructura Verde en los instrumentos estratégicos, la planificación y la gestión de otras políticas de conservación del patrimonio natural.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.09. Integrar la Infraestructura Verde en la planificación territorial y la legislación de ordenación del territorio y el suelo de las comunidades autónomas.

Objetivo específico Meta 6: Integrar la Infraestructura Verde y sus objetivos generales en el planeamiento urbanístico municipal.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.10. Integrar la Infraestructura Verde en el planeamiento urbanístico municipal.

Objetivo específico Meta 6: Garantizar el adecuado mantenimiento y mejora de la Infraestructura Verde los procedimientos de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos y en el procedimiento de responsabilidad ambiental.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.11. Integrar la Infraestructura Verde en todas las fases del procedimiento de Evaluación Ambiental de planes, programas y proyectos.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 6.12. Integrar la Infraestructura Verde en el procedimiento para la responsabilidad medioambiental.

OBJETIVO GENERAL 4. Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la Infraestructura Verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.

META 7. Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad en el desarrollo de la Infraestructura Verde.

Objetivo específico Meta 7: Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma para implicar a los distintos agentes sociales y civiles relacionados con el desarrollo y conservación de la Infraestructura Verde.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.01. Crear y fortalecer de forma continua la información sobre la Infraestructura Verde, su calidad y el acceso a la misma.

Objetivo específico Meta 7: Conseguir unos técnicos formados, así como una sociedad informada y concienciada con la Infraestructura verde y sus impactos sociales, especialmente en lo relacionado con la igualdad de género.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.02. Disponer y asegurar en el tiempo herramientas para la sensibilización y formación específica dirigida a los distintos perfiles de profesionales y público en general.

Objetivo específico Meta 7: Conseguir el adecuado consenso social en el desarrollo de la Infraestructura Verde mediante la inclusión de procesos participativos de éxito.

LÍNEA DE ACTUACIÓN 7.03. Impulsar la participación de las instituciones, de los agentes sociales y económicos y de la sociedad, utilizando las herramientas más adecuadas, en el desarrollo y mantenimiento de la Infraestructura Verde.

ANEXO III

TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS
POTENCIALES A CONSIDERAR
COMO POSIBLES INTEGRANTES
DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Desde una perspectiva general, y sin desglosar los componentes en función de la naturaleza multiescalar de la Infraestructura Verde, se propone la siguiente clasificación de espacios como componentes territoriales de la red ecológica de Infraestructura Verde, sin llegar a ser una lista exhaustiva de los mismos. A partir de este listado se seleccionarán para formar parte de la infraestructura Verde aquellos elementos del territorio concretos que cumplan los criterios necesarios, para lo cual se desarrollará una Guía Metodológica de identificación de los elementos que conformarán la infraestructura verde.

Zonas de Red Natura 2000

- ZEPA
- ZEC
- LIC
- Corredores y zonas de alta conectividad entre tipos de hábitat de interés comunitario

Espacios naturales protegidos

- Parque nacional
- Parque natural
- Monumento Natural
- Reserva natural
- Área marina protegida
- Paisaje Protegido
- Áreas protegidas por la planificación y ordenación territorial a escala regional y subregional

Áreas protegidas por instrumentos internacionales

- Humedales de Importancia Internacional del Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR).
- Sitios Naturales de la Lista del Patrimonio Mundial, de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural.
- Áreas protegidas OSPAR, del Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del nordeste (OSPAR).
- Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), del Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo.
- Geoparques declarados por la UNESCO
- Reservas de la Biosfera
- Reservas biogenéticas del Consejo de Europa

Protección de Humedales

- Zonas sensibles a la contaminación por nitratos
- Zonas sensibles a la eutrofización
- Reservas naturales fluviales
- Zonas, cuencas o tramos de cuencas, acuíferos o masas de agua de protección especial

Montes

- Zonas de Dominio Público forestal
- Montes de utilidad pública (MUP)
- Montes protectores
- Montes privados (incluidos los montes de socios) sometidos a planes de gestión
- Consorcios, convenios, y perímetros de repoblación obligatoria
- Montes vecinales en mano común sometidos a planes de gestión
- Zonas de alto riesgo de incendio
- Regiones de procedencia de recursos genéticos forestales y unidades de conservación

Zonas con gestión ambiental de dominio público

- Zonas de Dominio Público Hidráulico
- Zonas de Dominio Público Marítimo-Terrestre
- Vías Pecuarias
- Caminos públicos (como áreas de oportunidad para la mejora del entramado verde del territorio)
- Red hidrológica: Embalses, lagos y pantanos
- Red hidrológica: Ríos, arroyos y llanuras aluviales
- Cartografía de zonas inundables.

Espacios sujetos a actividades agrarias protectoras de la biodiversidad

- Parcelas agrícolas sujetas a figuras de la PAC relacionadas con el objetivo de la intensificación del cuidado del medio ambiente y la acción por el clima para alcanzar los objetivos climáticos y medioambientales de la UE.
- Áreas agrarias y forestales de alto valor natural (High Nature Value Farming, o HNV)
- Espacios sujetos a Contratos territoriales Agrarios
- Áreas incluidas en Planes de razas autóctonas ganaderas
- Zonas de protección, establecidas en el contexto de la Gestión Integrada de Plagas

Elementos del medio marino

- Bancos o elevaciones submarinas;
- Emanaciones gaseosas submarinas;
- Cañones submarinos;
- Determinadas zonas neríticas;
- Zonas de corriente litoral;
- Zonas de talud –que ponen en contacto la llanura abisal con la plataforma continental-;
- Grandes corrientes marinas;
- Estrechos
- Zonas de afloramientos submarinos.

Elementos urbanos y periurbanos

- Arbolado urbano
- Parques y zonas verdes públicas
- Espacios abiertos urbanos: plazas y bulevares
- Zonas verdes privadas y patios interiores
- Zonas verdes deportivas
- Estanques y balsas de inundación
- Ríos, arroyos, canales y sistemas de drenaje urbanos
- Abrevaderos y fuentes
- Jardines y huertos comunitarios
- Cementerios
- Cubiertas, muros y fachadas verdes
- Áreas agrícolas periurbanas
- Alineaciones de árboles, setos vivos, arbustos y linderos
- Vías verdes
- Parques periurbanos y parques forestales
- Paseos marítimos arbolados
- Tapias, muros verdes, fuentes y cubiertas verdes (paredes y techos verdes)
- Anillos verdes
- Sistemas de regadíos tradicionales (acequias, balsas, charcas)

- Hileras arboladas de caminos rurales
- Setos, sotos y linderos con vegetación natural
- Áreas inundables
- Vegetación que acompaña a infraestructuras de la movilidad
- Canteras y graveras abandonadas que sean objeto de actuaciones de restauración ambiental
- Suelos no urbanizables protegidos por sus valores ambientales
- Sistemas de espacios libres y zonas verdes urbanas contempladas en la planificación urbanística

Otras áreas importantes para la conservación de la biodiversidad y la provisión de Servicios de los Ecosistemas

- Áreas de distribución de Hábitats en Peligro de Desaparición
- Espacios gestionados por Bancos de conservación de la naturaleza
- Espacios incluidos en Acuerdos de Custodia del territorio
- Explotaciones agrarias en producción ecológica
- Zonas incluidas en el Inventario español de Lugares de Interés Geológico
- Territorios históricos incluidos como Bienes de Interés Cultural
- Zonas donde se realicen acciones de lucha contra la desertificación del PAND
- Zonas de agricultura de montaña
- Reservas marinas de pesca
- Sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas a diferentes sectores económicos
- Áreas de distribución de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Especies Amenazadas y áreas críticas designadas en los Planes de Recuperación
- Colmenares
- Áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs)
- Zonas identificadas como de vulnerabilidad ecológica y riesgo ecológico de la costa
- Zonas importantes para la recarga de acuíferos
- Áreas identificadas como clave para el refugio de fauna ante posibles efectos adversos del Cambio Climático.
- Paisajes relevantes para la identidad cultural de poblaciones circundantes

- Áreas de importancia para la conservación de los polinizadores:
 - Hábitats importantes para los polinizadores, en particular los contemplados en la Directiva Hábitat.
 - Hábitats naturales y seminaturales en entornos agrícolas, contemplados en el marco de la PAC (Condicionalidad, Greening y desarrollo rural).
 - Zonas verdes en áreas urbanas y periurbanas.
 - Entorno de infraestructuras de transporte.
 - Zonas de protección en el marco de la Gestión Integrada de Plagas.
 - Áreas prioritarias para la conservación de polinizadores

Otras áreas importantes para la conectividad

- Corredores, áreas de montaña y otros elementos de conectividad
- Rutas migratorias y áreas de dispersión (aves, cetáceos, áreas marinas de dispersión de larvas y juveniles)
- Cañones submarinos y corrientes oceánicas
- Proyectos ejecutados de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos
- Caminos Naturales
- Elementos del territorio ejecutados para la disminución del efecto barrera y de la fragmentación de ecosistemas (eco-puentes, túneles, etc.)
- Bosques de ribera
- Áreas identificadas como clave para la conectividad de especies en estudios específicos del territorio.
- Elementos de importancia para la conectividad en el medio agrícola, principalmente, setos arbóreos o arbustivos, linderos, bosques-isla, cubierta vegetales, muros y acúmulos de piedra, estanques y charcas, etc.
- Áreas identificadas a escala regional, provincial, comarcal, metropolitana o municipal como zonas estratégicas para la mejora de la conectividad ecológica, para el impulso de iniciativas de infraestructura verde, de soluciones basadas en la naturaleza, para la provisión de servicios de los ecosistemas clave o la adaptación y mitigación frente al cambio climático.

ANEXO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PARA LA INFORMACIÓN
DEPOSITADA EN EL BANCO DE
DATOS DE LA NATURALEZA

Especificaciones técnicas para la información depositada en el Banco de Datos de la Naturaleza:

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/BDN_Documentacion.aspx

AEMA, 2010a. Agencia Europea de Medio Ambiente, Informe sobre el estado del medio ambiente 2010. <http://www.eea.europa.eu/soer>

AEMA, 2010b. Una Infraestructura Verde. Comisión Europea. Oficina de publicaciones. http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf

AEMA, 2011. Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020. http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf

AEMA, 2011. Green Infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. EEA Technical report No 13/2011. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

AEMA, 2014. Spatial analysis of green infrastructure in Europe. EEA Technical report Luxembourg: Publications Office of the European Union.

AEMA, 2015a. Agencia Europea de Medio Ambiente, Informe sobre el estado del medio ambiente 2015. <http://www.eea.europa.eu/soer>

AEMA, 2015b. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. EEA Technical report. 61pp.

AEMA. 2018. "Informing strategic green infrastructure and restoration planning through mapping and assessment methods based on spatial and technical data"

Agencia Estatal de Meteorología. 2020. Informe del estado del clima en España 2019. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. Madrid. 86 pp.

Aguirre Royuela, M. 2001. Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su Papel en la Información e Integración Del Medio Ambiente. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. 26 páginas. http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1231.pdf (último acceso 07/11/2016). Aizpurúa Giráldez, 2010

Álvarez, G.y Rosell, C. 2006. El desarrollo de la Acción COST 341 en España: fragmentación de hábitats causada por vías de transporte. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 52: 36-40.

Amblar, P., Casado, M.J, Pastor, A., Ramos, P., &Rodríguez, E. 2017. Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR 15. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente Agencia Estatal de Meteorología.

Arkema, Katie & Guannel, Greg & Verutes, Gregory & Wood, Spencer & Guerry, Anne & Ruckelshaus, Mary & Kareiva, Peter & Lacayo-Emery, Martin & M Silver, Jessica, 2013. Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. *Nature Climate Change*. 3. 913-918. 10.1038/NCLIMATE1944.

Aronson, J., Milton, S.J.B. 2007. Restoring natural capital: science, business, and practice (No. Sirsi) i9781597260763). Society for Ecological Restoration International.Balvanera & Cotlet 2007

Balaguer L. et al. 2014. The historical reference in restoration ecology: Re-defining a cornerstone concept. *Biological Conservation* vol. 176: 12-20.

Balmford A., Gaston K.J., Blyth S., James A. y Kapos V. 2003. Global variation in terrestrial conservation costs, conservation benefits, and unmet conservation needs. *Proceedings of the National Academy of Science U S A*, 100(3): 1046-50.

Barral, M.P.; Rey Benayas, J.M.; Meli, P.; Maceira, N.O. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: a global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 202: 223-231.

- Bautista, S., Orr, B.J., Alloza, J.A. and Vallejo, V.R. 2010. Evaluating the restoration of dryland ecosystems in the northern Mediterranean. In: Scheneier-Madanes, G. and Courel, M.F. (Eds) *Water and sustainability in arid regions*. 295-310. Springer.
- Bennett E.M., Peterson G.D. & Gordon L.J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol Lett* 12: 1394–1404.
- Berkes F., Colding J. Folke C. 2003. *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press.
- Berthrong, S.T., Pineiro, G., Jobbagy, E.G., Jackson, R.B. 2012. Soil C and N changes with afforestation of grasslands across gradients of precipitation and plantation age. *Ecol. Appl.* 22, 76–86
- Brenner JJ. 2010. An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain. *Ocean & Coastal Management*, 53(1), 27-38.
- Brunet M, Saladie O, Jones P, Sigró J, Aguilar E, Moberg A, Lister D, Wather A., Lopez D, Almarza C (2006) The development of a new dataset of Spanish daily adjusted temperature series (SDATS)(1850-2003). *International Journal Climatology* 26: 1777-1802.
- Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F. & Rey Benayas, J.M. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 541-549.
- Butchart S.H.M., M. Walpole, B. Collen, et al. 2010. 'Global biodiversity: indicators of recent declines'. *Science* 328: 1164– 1168.
- Calaza P. et al, 2018. Guía de infraestructura verde municipal. FEMP, Red de gobiernos locales Biodiversidad, AEPJP y ASEJA. 392 pp. (<http://www.redbiodiversidad.es/gesti%C3%B3n-de-infraestructuras-verdes>).
- Calò, A., Félix-Hackradt F.C., Garcia J., Hackradt, C.W., Rocklin, D., Treviño Otón, J. y Charton, J.A.G. 2013. A review of methods to assess connectivity and dispersal between fish populations in the Mediterranean Sea. *Advances in Oceanography and Limnology* 4:150-175.
- Carpenter S.R., Mooney H.A., Agard J. et al. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc Natl Acad Sci* 106: 1305–12.
- Carpenter SR, Mooney HA, Capistrano AJ et al. 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the Millenium Ecosystem Assessment. *Proceedings of National Academy of Science USA* 106:1305-1312.
- Castro, Martín-Vide & Alonso S. 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: Moreno et al. *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Chen N., Li H., Wang L. 2009. A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications. *Ecol Econ* 68: 2768–76.
- Chen, X, F. Lupi, G.He, Z. Ouyang, J. Liu 2009. Factors affecting land reconversion plans following a payment for ecosystem services program. *Biol. Conserv.* 142: 1740-1747.
- Clewell, A. F., Aronson, J. (2013). *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Island Press.
- Comisión Europea, 2012. The multifunctionality of Green Infrastructure. Science for Environment Policy, In-depth Reports.
- Comisión Europea, 2014. Construir una infraestructura verde en Europa. Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea, Luxemburgo, p. 7.

Comisión Europea, 2016. Supporting the Implementation of Green Infrastructure. Final Report ENV.B.2/SER/2014/0012. https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/GI%20Final%20Report.pdf.

Comunicación de la Comisión “Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos”, COM (2011) 571 final, Bruselas, 20.9.2011 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&qid=1458120764445&from>

Comunicación de la Comisión “Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural”, COM (2011) 244 final, Bruselas, 3.5.2011 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&qid=1458122485036&from=ES>

Comunicación de la Comisión “Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”, COM (2010) 2020 final, Bruselas, 3.3.2010 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&rid=1>

Comunicación de la Comisión sobre “Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa”, COM (2013) 249 final, Bruselas, 6.5.2013 http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC_1&format=PDF

Comunicación de la Comisión sobre la “Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE”, COM (2013) 216 final, Bruselas, 16.4.2013 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0216&qid=1458131717918&from=ES>.

Comunicación de la Comisión “Iniciativa de Empleo Verde. Aprovechar el potencial de creación de empleo de la economía verde”, COM (2014) 446 final, Bruselas, 2.7.2014 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0446&qid=1458153791621&from=ES>

Comunicación de la Comisión sobre el Informe “Revisión de los avances en la aplicación de la estrategia sobre la infraestructura verde de la UE”, COM (2019) 236 final, Bruselas 24.5.2019 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2019:0236:FIN:ES:PDF>

Comunicación de la Comisión “Eu Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives”, COM (2020) 380 final, Bruselas, 20.5.2020 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX%3A52020DC0380>

Cortina J., Branquinho C., Tari J., Nunes A. 2015. Building restoration networks In the Iberian Peninsula. SER Conference 2015. Manchester.

COST 341. Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones. 2005. Traducción del documento Wildlife and Traffic editado en 2003.

COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. Revisión del Estado de la Cuestión publicado en 2003.

COST 341. Wildlife and traffic. A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Publicado en 2003 como colofón de la Acción 341 y redactado por expertos de distintos países europeos.

Craigie, I.D., J.E.M. Baillie, A. Balmford, C. Carbon, B. Collen, R. Green y J.M. Hutton (2010). ‘Large mammal population declines in Africa’s protected areas’. Biological Conservation 143: 2221–2228.

Cuenca, C 2014. Análisis de las políticas de restauración forestal en España (1983-2013). Tesis de Máster (inédita). Universidad de Alicante.

Dasgupta P. 2001. Human Well-Being and the Natural Environment. Oxford University Press.

- Davison-Arnott RY. 2010. An introduction to Coastal Processes and Geomorphology. Cambridge University Press.
- De Groot R., Wilson M.A., Boumans R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.
- De Lucio Fernández, J. V., Atauri Mezquida, J. A., Sastre Olmos, P., & Martínez Alandi, C. 2003. Connectivity and networks of natural protected areas. From the theoretical model to the practical view of management. *Environmental Connectivity: Protected Areas in the Mediterranean Basin*, 29-53.
- De Torre Ceijas, R. (2016). Diseño de planes de seguimiento y valoración de áreas sometidas a restauración ecológica. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- Del Pozo, R. & Rey Mellado, R. (2016). Guía para la planificación y el diseño de la Infraestructura Verde Urbana. Madrid: MAPAMA, informe inédito.
- Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de Abril de 1979, sobre Conservación de las Aves Silvestres (DOCE L 103, 25.4.1979) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0409&qid=1458060842653&from=ES> y Directiva 2009/147/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres (DOUE L 20, 26.1.2010) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0147&from=ES>
- Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres (DOCE L 206, 22.7.1992) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:01992L0043-20130701&qid=1458065544766&from=ES>
- EEA, 2005. Mapping sensitivity to desertification (DISMED). (European Environmental Agency). European Topic Center, Terrestrial Environment. Bellaterra.
- EEA, 2010. Ecosystem services in the EU. Ecosystem services still degrading. EEA, Copenhagen.
- EEA, 2015. State of nature in the EU. Results from reporting under the nature directives 2007–2012. EEA, Copenhagen, 173 pp.
- EEA-FOEN report N° 2/2011. <http://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe>.
- EME 2011. Ecosistemas y biodiversidad para el bienestar humano. Evaluación de los Ecosistemas del milenio de España. Síntesis de Resultados. Fundación Biodiversidad. MAGRAMA, Madrid.
- EME. 2014. Valoración económica de los Servicios de los Ecosistemas Suministrados por los Ecosistemas de España". INFORME TÉCNICO FINAL EMEC.
- Escalera-Reyes J. & Ruiz-Ballesteros E. 2011. Resiliencia Socioecológica: Aportaciones y retos desde la Antropología. *Rev Antropol Soc* 20: 109–35.
- Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020.
- EUROPARC, 2016. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de las áreas protegidas en España. Madrid.
- EUROPARC-España, 2016b. Programa Sociedad y Áreas Protegidas 2020. Áreas Protegidas para el bienestar humano. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 48 páginas.
- EUROPARC-España. 2014. Anuario 2016 del estado de las áreas protegidas en España. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 108 páginas.
- EUROPARC- España, 2009. Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 86 páginas.

EUROPARC-España. 2005. Integración de los espacios naturales protegidos en la ordenación del territorio. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 120 páginas.

European Environment Agency, 2016. Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges. EEA contribution to the implementation of the EU Biodiversity Strategy to 2020. European Environment Agency Report No 3/2016. <http://www.eea.europa.eu/publications/mapping-europes-ecosystems>.

European Environmental Agency 2015. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards.

European Environmental Agency, 2014. Spatial analysis of green infrastructure in Europe. EEA Technical report No 2/2014. (<http://www.eea.europa.eu/publications/spatial-analysis-of-green-infrastructure>).

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34: 487-515.

Felipe-Lucia M.R., Comín F.A. & Bennett E.M. 2014. Interactions Among Ecosystem Services Across Land Uses in a Floodplain Agroecosystem. *Ecol Soc* 19.

Ferreiro da Costa J., Ramil-Rego P., Gómez-Orellana L., Rodríguez Guitián M.A. 2011. Valoración de servicios ecosistémicos en Galicia: Aplicación en las Reservas de la Biosfera. Monografías do IBADER - Serie Biodiversidade. Universidade de Santiago de Compostela. Lugo.

Fisher B. & R.K. Turner 2007. Ecosystem services: Classification for evaluation. 2008. *Biological Conservation* 141: 1167-1169

Forman, R.T.T y Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.

Gedan, K., Bernhardt, J., Bertness, M.D. and Heather, H.M. 2011. Substrate size mediates thermal stress in the rocky intertidal. *Ecology*, 92(3), 2011, pp. 576–582.

Goldstein J.H., Caldarone G., Duarte T.K. et al. 2012. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. *Proc Natl Acad Sci* 109: 7565–70.

Gonzalez del Tanago del Rio, Marta y García de Jalón Lastra, Diego (2008). Current Practices on the Water Frame Directive implementation in Spain: Problems and Perspectives. "GI-hidrobiología", v. 1 (n. 1); pp. 1-15.

Gracia Prieto, F. J., Sanjaume, E., Hernández, L., Hernández, A. I., Flor, G. & Gómez-Serrano, M. Á., 2009. 2 Dunas marítimas y continentales. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 106 p.

Gracia Prieto, F., Hernández L., Hernández A.I., Sanjaume E., Flor G. 2009. 2110 Dunas móviles embrionarias. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 54 p.

Greenpeace. 2005. Urbanización a toda costa. Informe sobre el estado del litoral español.

Gurrutxaga M. 2011. La gestión de la conectividad ecológica del territorio de España: iniciativas y retos. *Boletín de la A.G.E.*, 56: 225-244.

Haines-Young, R., Potschin, M. 2013. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.

Haines-Young, R. and M.B. Potschin. 2018. Common International Classification of Ecosystem Services CICES. AEMA

Hart, A., Hilton, M., Wakes, S., & Dickinson, K. 2012. The impact of *Ammophila arenaria* foredune development on downwind aerodynamics and parabolic dune development. *Journal of Coastal Research*, 28: 112-122.

Herrero, A. & Zavala, M.A. (editores). 2015. Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 611 pp.

Hesp, P. 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.

EEP, 2014. Los beneficios económicos de la red Natura 2000. Informe de síntesis. Comisión Europea. Oficina de Publicaciones de la UE. 76pp.

Iglesias, C., Soliveres, S., Alfaya, V., Álvarez, J., Mola, I., Martínez de Castilla, J., Artigas, X. 2011. Capítulo 9. Seguimiento y vigilancia ambiental. En Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., y Alfaya, V. (eds.). 2011. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. http://fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/libro_restauracion_ecologica.pdf

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

Jaeger JAG, Bertiller R, Schwick C, Muller K, Steinmeier C, Ewald KC, Ghazoul J (2008). Implementing landscape fragmentation as an Indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (MONET). *Journal of Environmental Management* 88: 737-751.

Estreguil, C., Caudullo, G. y San Miguel, J. 2013. Connectivity of Natura 2000 forest sites. Joint Research Center.

Hilty, J., Worboys, G.L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., and Tabor, G.M.* (2020). Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 30. Gland, Switzerland: IUCN

Jongman, R. H. G., Lipsky, Z., van den Aarsen, L. F. M., Agger, P. 1995. Policies. In *Scenario Studies for the Rural Environment* (pp. 511-537). Springer, Netherlands.

Jorba, M. 2016. Obtenir sòl per a poder restaurar els espais miners..., tot un repte. *Atzavara*, 26: 49-54.

Keenleyside, K.A., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C.M., Stolton, S. 2014. Restauración Ecológica para Áreas Protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas. UICN, Gland, Suiza

Kersting DK. 2016. Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 166 pág.

Keys, E., and W.J. McConnell. 2005. Global change and the intensification of agriculture in the tropics. *Global Environmental Change* 15: 320–337.

King, Elizabeth; Cavender-Bares, Jeannine; Balvanera, Patricia; Mwampamba, Tuyeni H.; Polasky, Stephen. 2015. Trade-offs in ecosystem services and varying stakeholder preferences: evaluating conflicts, obstacles, and opportunities. *Ecology & Society*, Vol. 20 Issue 3, p631.

Konarska KM, Sutton PC, & Castellon M. 2002. Evaluating scale dependence of ecosystem service valuation: a comparison of NOAA-AVHRR and Landsat TM datasets. *Ecol Econ* 41: 491-507.

Kremen, C. y Ostfeld, R.S. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3:540-548.

Kreuter U.P., Harris H.G., Matlock M.D. & Lacey R.E. 2001. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecol Econ* 39: 333-46.

Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE núm. 296, de 11/12/2013) Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas (BOE núm. 176, de 24/07/1973), modificada por última vez en 2014

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOE del 29), modificada en particular por la Ley 2/2013, de 29 de Mayo, de Protección y Uso Sostenible del Litoral (BOE núm. 181, del 30)

Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. BOE 255: 43229-43250, de 24 de octubre de 2007, 22 pp. Modificada por Ley 11/2014, de 3 de julio (BOE 162: 52139-52148, del 4 de julio).

Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE). Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino (BOE núm. 317, de 30/12/2010)

Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras (BOE núm. 234, de 30/09/2015)

Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario (BOE núm. 234, de 30/09/2015)

Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (BOE núm. 280, de 22/11/2003)

Liquete C, Kleeschulte S, Dige G, Maes J, Grizzetti B, Olah B, Zulian G (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks. A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy* 54:268–280.

Lovell ST, Taylor JR. 2013. Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology* 28:1447-1463.

Luna MY, López JA, Guijarro JA. 2012. Tendencias Observadas en España en Precipitación y Temperatura. *Revista Española de Física* 26: 12-17.

Maes J, Teller A., Erhard M., Murphy, P., Paracchini M.L., Barredo, J.I., Grizzetti, B., Cardoso, A., Somma, F., Petersen, J-E., Meiner, A., Gelabert, E.R., Zal, N., Kristensen, P. et al. 2014. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg. http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf

Maestre et al. 2015. Increasing aridity reduces soil microbial diversity and abundance in global drylands. *PNAS* December 22, 2015 112 (51) 15684-15689.

Magdaleno, F. 2009. Manual técnico de cálculo de caudales ambientales. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Monografías de Medio Ambiente, 238 pp.

MAGRAMA, 2013a. Informe 2013 sobre el estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en España. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/informe_iepnb_2013_tcm30-196688.pdf

MAGRAMA, 2013b. Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las infraestructuras de transporte en funcionamiento. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 5. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA, 2013c. Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 6. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA, 2015. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139 pp. Madrid.

MARM, 2008. Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 138 páginas. Madrid.

MARM, 2010a. Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 149 páginas

MARM, 2010b. Indicador de fragmentación de hábitats por infraestructuras lineales de transporte. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/fragmentacion_habitat_tcm30-284582.pdf

Martín-Duque, J.F., Sanz, M.A., Bodoque, J.M., Lucía A., Martín-Moreno, C. 2010. Restoring earth surface processes through landform design. A 13-year monitoring of a geomorphic reclamation model for quarries on slopes. *Earth Surf. Process. Landforms* 35: 531-548.

Martínez-Ruiz, C., Fernández-Santos, B., Gómez-Gutiérrez, J.M. 1996. Evaluación de impacto ambiental aplicada a las obras de infraestructura vial y minería a cielo abierto, en la Unión Europea, España y La Rioja. *Zubia*, 8: 205-226.

Martínez-Ruiz, C., Fernández-Santos, B. 2001. Papel de la hidrosiembra en la revegetación de escombreras mineras. *Informes de la Construcción*, 53 (476): 27-37.

Martín-López B, Iniesta-Arandia I, García-Llorente M, et al. 2012. Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *PLoS ONE* 7: e38970.

Martín-Martín, C., Bunce, R., Saura, S. and Elena-Rosselló, R. 2013. Changes and interactions between forest landscape connectivity and burnt area in Spain. *Ecological Indicators* 33: 129–138.

Mediterranean Wetlands Observatory, 2012. "Mediterranean Wetlands: Outlook. First Mediterranean Wetlands Observatory report - Technical report" (Tour du Valat, France, 2012).

- Millenium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. Island Press.
- Ministerio de Fomento 2015. Plan de Infraestructuras, Transportes y Vivienda (PITVI) 2012-2024, 348 p.
- Ministerio de Fomento, 2019. Agenda Urbana Española 2019. Ministerio de Fomento. Madrid. 279 páginas.
- Ministerio de Fomento 2005. Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, (PEIT) 2005-2020. 182 p.
- Mitchell MGE, Bennett EM, González A. 2013. Linking Landscape Connectivity and Ecosystem Service Provision: Current Knowledge and Research Gaps. *Ecosystems* 16: 894–908.
- Mitsch W. J. et al. 2012. Wetlands, carbon, and climate change. *Landsc. Ecol.* 28, 583–597.
- Mitchell MGE, Bennett EM, González A. 2013. Linking Landscape Connectivity and Ecosystem Service Provision: Current Knowledge and Research Gaps. *Ecosystems* 16: 894–908.
- Mitsch W. J. et al. 2012. Wetlands, carbon, and climate change. *Landsc. Ecol.* 28, 583–597.
- MMA, 2007. Ley Vega de Seoane, C., Gallego Fernández, J. and Vidal Pascual, C. Manual de Restauración de Dunas Costeras. Ministerio de Medio Ambiente.
- 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>).
- Moreno-Mateos D., M. E. Power, F. A. Comín, R. Yockteng. 2012. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLoS Biol.* 10, e1001247.
- Naumann S. McKenna D, Kaphengst T, Pieterse M, Rayment M (2011a). Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report. Brussels: European Commission
- Nelson E, Mendoza G, Regetz J, et al. 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Front Ecol Environ* 7: 4–11.
- Nicolau, J.M., Moreno de las Heras, M. 2009. Minería y Desarrollo Sostenible: Una perspectiva desde la Ecología. En: Barrera-Castaño, J.I., Contreras-Rodríguez, S., Ochoa-Carreño, A., Perilla-Castro, Garzón-Yepes, N., Rondón-Camacho, D.C. (eds.): Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Minería a Cielo Abierto en Colombia: 83-91. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., Colombia.
- Nicolau, J.M. 2003. Trends in relief design and construction in opencast mining reclamation. *Land Degradation and Development*, 14: 215-226.
- Obst C, Hein L, Bram Edens B. 2016. National Accounting and the Valuation of Ecosystem, Assets and Their Services. *Environ. Resour. Econ.* 64, 1-23.
- Ohliger T. 2015. La política de medio ambiente: principios generales y marco básico. Fichas técnicas sobre la Unión Europea. Parlamento Europeo, Bruselas. http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_5.4.1.pdf
- Ollero, A. 2015. Guía metodológica sobre buenas prácticas en restauración fluvial (manual para gestores). Contrato de río del Matarraña, III p., Zaragoza.
- OSE. 2006. Informe de la sostenibilidad en España. Observatorio de la Sostenibilidad en España.
- Oteros-Rozas E, Gonzalez JA, Martin-Lopez B, et al. 2012. Evaluating Ecosystem Services in Transhumance Cultural Landscapes An Interdisciplinary and Participatory Framework. *Gaia-Ecol Perspect Sci Soc* 21: 185–93.

Oteros-Rozas E., Martín-López B., Daw T.M., Bohensky E.L., Butler J.R.A., Hill R., Martin J., Quinlan A., Raveira F., Ruiz-Mallén I., Thyresson M., Mistry J., Palomo I., Peterson G.D., Plieninger T., Waylen K.A., Beach D.M., Bohnet I.C., Hamann M., Hanspach J., Hubacek K., Lavorel S., Vilardy S.P. 2015. Participatory scenario planning in place-based social-ecological research: insights and experiences from 23 case studies. *Ecology and Society* 20(4): 32

Papanastasis, V.P.; Bautista, S.; Chouvardas, D.; Mantzanas, K.; Papadimitriou, M.; Mayor, A.G.; Koukioumi, P., Papaioannou, A.; Vallejo, V.R., 2015. Comparative assessment of goods and services provided by grazing regulation and reforestation in degraded Mediterranean rangelands. *Land Degradation & Development*. DOI: 10.1002/ldr.2368.

Pedroli, B., Pinto-Correia, T., & Cornish, P. 2006. Landscape – what's in it? Trends in European landscape science and priority themes for concerted research. *Landscape Ecology*, 21(3), 421–430.

Pineda, F. D., Schmitz, M. F., DE Aranzabal, I., Hernández, S., Bautista, C. & Aguilera, Y. P. 2010. Conectividad ecológica horizontal y vertical. *Proyectos de investigación en Parques Nacionales: 2006-2009*.

Pungetti, G. 2001. The link between local communities and scientific experts in the framework of regional planning questions in Italy. En: *The partnership of local and regional authorities in the conservation of biological and landscape diversity*. Council of Europe, Strasbourg, pp. 119-125.

Pungetti, G. 2003. "Diseño ecológico del paisaje. Planificación y conectividad en el mediterráneo y en Italia". En García Mora, M. R. (Coord.) *Conectividad ambiental: las áreas protegidas en la cuenca mediterránea*. Sevilla. Junta de Andalucía: 111-124.

Quintas-Soriano, C., Martín-López, B., Santos-Martin, F., Loureiro, M., Montes, C., Benayas, J. and Garcia Llorente, M. 2016. Ecosystem services values in Spain: A meta-analysis. *Environmental Science & Policy* 55:186–195.

Raudsepp-Hearne, C., G. D. Peterson, E. M. Bennett. 2010. Ecosystem service bundles for analyzing trade-offs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 5242-7.

Rey Benayas, J.M. y de Torre Ceijas, R. 2016. Medidas para fomentar la conectividad entre espacios naturales protegidos y otros espacios de elevado valor natural. Madrid: MAPAMA, informe inédito.

Rey Benayas, J.M. y Mesa Fraile, A.V., 2017. Diagnóstico y directrices para la restauración de agrosistemas. Madrid: FIRE, MNCN-CSIC y MAPAMA.

Rey Benayas JM, Newton AC, Diaz A, Bullock JM. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science* 325(5944): 1121-1124

Reyers, B.; O'Farrell, P.J.; Cowling, R.M.; Egoh, B.N.; Le Maitre, D.C.; Vlok, J.H.J. (2009) Ecosystem services, land-cover change, and stakeholders: finding a sustainable foothold for a semiarid biodiversity hotspot. *Ecology and Society* 14(1): 23.

Rodríguez, J., Ruíz, J. (2010). Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas* 19(2):5-23.

Rojo, L., Bautista, S., Orr, B.J., Vallejo, V.R., Cortina, J., Derak, M., 2012. Prevention and restoration actions to combat desertification. An integrated assessment: The PRACTICE project. *Sécheresse*, 23: 219-226.

Santos y Ganges L, Herrera Calvo PM (coords.). 2013. Planificación espacial y conectividad ecológica. Los corredores ecológicos. Universidad de Valladolid. Dossier Ciudades, I.

Santos-Martín F., García Llorente M.; Quintas-Soriano C., Zorrilla-Miras P., Martín-López B., Loureiro M., Benayas J.; Montes M. (2016). Spanish National Ecosystem Assessment: Socio-economic valuation of ecosystem services in Spain. Synthesis of the key findings. Biodiversity Foundation of the Spanish Ministry of Agriculture, Food and Environment. Madrid, Spain 68 pp. ISBN: 978-84-608-8776-8.

Saura Martínez de Toda S, González Ávila S, Elena Rosselló R. 2011. Evaluación de los cambios en la conectividad de los bosques: el índice del área conexas equivalente y su aplicación a los bosques de Castilla y León. *Revista Montes*, 106: 15-21.

Saura Martínez de Toda S, González Ávila S, Elena Rosselló R. 2011. Evaluación de los cambios en la conectividad de los bosques: el índice del área conexas equivalente y su aplicación a los bosques de Castilla y León. *Revista Montes*, 106: 15-21.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). 2004. The SER International Primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International. Disponible en <http://www.ser.org>

Seto, K.C., M. Fragkias, B. Güneralp, and M.K. Reilly. 2011. A metaanalysis of global urban land expansion. *PLoS One* 6: e23777.

Simón, J.C., García, R., Del Barrio, G., Ruiz, A., Márquez, S., Sanjuán, M.E. 2013. Diseño de una metodología para la aplicación de indicadores del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 318 páginas.

Stott, A., & Haines-Young, R. 1998. Linking land cover, intensity of use and botanical diversity in an accounting framework in the UK. In K. Uno & P. Bartelmus (Eds.), *Environmental accounting in theory and practice* (pp. 245–260). Dordrecht: Kluwer.

Ministry of Agriculture, Food and the Environment. 2016. Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design (second edition, revised and expanded). Documents for the mitigation of habitat fragmentation caused by transport infrastructure, number 1. Ministry of Agriculture, Food and the Environment. 124 pp. Madrid.

TEEB 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington. Tianhong L, Wenkai L, Zhenghan Q. 2010. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen. *Ecol Econ* 69: 1427–35.

Tianhong L, Wenkai L, and Zhenghan Q. 2010. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen. *Ecol Econ* 69: 1427–35.

Torres, A., Jaeger, J.A.G. & Alonso, Juan C. 2016. "Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. DOI 10.1073/pnas.1512248113.

Vadell, E.; de Miguel, S.; Pemán, J. 2016 Large-scale reforestation and afforestation policy in Spain: A historical review of its underlying ecological, socioeconomic and political dynamics *Land Use Policy* 55: 37-48

Valladares Ros, Fernando, Gil Hernández, Paula M. y Forner Sales, Alicia (Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC): equipo coordinador. 2016. Bases científico-técnicas de la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Madrid: MAPAMA.

Valladares F., Gil P.M. y Forner A. (2016). Conectividad ecológica y Fragmentación de hábitats. Madrid: MAPAMA, informe inédito.

Vallejo VR, Alloza JA. 2012. Post-fire management in the Mediterranean Basin. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 58: 251-264.

Van Asselen, S. and Verburg, P. H. 2013. Land cover change or land-use intensification: simulating land system change with a global-scale land change model. *Glob Change Biol*, 19: 3648–3667.

Viglizzo EF, Frank FC. 2006. Land-use options for Del Plata Basin in South America: Tradeoffs analysis based on ecosystem service provision. *Ecol Econ* 57: 140–51.

VII Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente.

V.V.A.A. 2007. El cambio climático en España. Estado de situación. Documento resumen noviembre de 2007.

Wilson MA and Carpenter SR. 1999. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. *Ecol Appl* 9: 772–83.

WWF. 2012. “Bosques españoles. Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración”, MARM-IREC, 2011 y UICN 2017

WWF España, 2016. Recuperando paisajes: un nuevo camino para la restauración ecológica. Informe WWF2016, 15 pags+1Anexo.

WWF España. 2018. Autopistas Salvajes: Propuesta de WWF España para una Red Estratégica de Corredores Ecológicos entre espacios Red Natura 2000. Informe 2018

Zedler & Kercher, 2005. Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. *Annual Review of Environment and Resources*. Vol. 30:39-74.

Zedler, JB. 2000. *Trends Ecol Evol*. 2000 Oct 1;15(10):402-407. Progress in wetland restoration ecology.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO