

INFORME FINAL A3.1 CADENAS LÓGICAS Y PARÁMETROS DE VALOR DE LOS ECOSISTEMAS AGROFORESTALES.



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Índice

1. Introducción	2
2. Objetivos	2
3. Definición de cadenas lógicas	3
4. Desglose de la cadena lógica	3
4.1. Servicio ecosistémico	3
4.2. Factores que determinan la oferta del servicio	3
4.2.1. Factores ecológicos	3
4.2.2. Factores sociales:	4
4.3. Factores que determinan el uso del servicio	6
4.4. Indicadores	6
4.5. Métricas físicas	6
4.6. Métodos de valoración económica	6
4.7. Beneficios	7
4.8. Principales usuarios y beneficiarios	7
5. Cadenas lógicas de los servicios ecosistémicos	7
5.1. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento	7
5.1.1. Servicio ecosistémico de aprovisionamiento de biomasa de pasturas	7
5.1.2. Servicio de aprovisionamiento de madera	8
5.1.3. Servicio de aprovisionamiento de animales salvajes, plantas y otra biomasa	8
5.2. Servicios ecosistémicos de regulación y mantenimiento	9
5.2.1. Servicio ecosistémico de regulación del clima mundial	9
5.2.2. Servicio de regulación de la calidad del suelo	9
5.2.3. Servicios ecosistémicos de retención de suelos y sedimentos	10
5.2.3.1. Servicio ecosistémico de control de la erosión del suelo	10
5.2.3.2. Servicio ecosistémico de mitigación de deslizamientos	11
5.2.4. Servicio ecosistémico de regulación de la calidad del agua	11
5.2.5. Servicios ecosistémicos de regulación del caudal del agua	12
5.2.5.1. Servicios ecosistémicos de mantenimiento del caudal de base	12
5.2.5.2. Servicios ecosistémicos de mitigación del caudal máximo	13
5.2.6. Servicios de mitigación de las inundaciones ribereñas	13
5.2.7. Servicio ecosistémico de polinización	14
5.2.8. Servicios ecosistémicos de control biológico	15
5.2.8.1. Servicio ecosistémico de control de plagas	15
5.2.8.2. Servicio ecosistémico de control de enfermedades	15
5.2.9. Servicios de mantenimiento de la población y hábitats	16
5.3. Servicios culturales	17
5.3.1. Servicios ecosistémicos de recreación	17
5.3.2. Servicios ecosistémicos de amenidad visual	18

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

1. Introducción

El presente informe documenta el desarrollo de las cadenas lógicas para la evaluación de los servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas agroforestales españoles.

Su finalidad es hacer un seguimiento del trabajo llevado a cabo en la acción A3.1, que consistió en la identificación, análisis y desarrollo de cadenas lógicas para los servicios ecosistémicos más relevantes en los ecosistemas forestales españoles, asegurando su coherencia con los marcos de referencia internacionales y su aplicabilidad en la gestión sostenible de estos sistemas.

Los ecosistemas agroforestales desempeñan un papel clave en la provisión de beneficios ambientales, sociales y económicos. La evaluación de estos servicios es esencial para diseñar estrategias de gestión adecuadas. Para ello, se han desarrollado cadenas lógicas que permiten analizar la provisión y demanda de los servicios ecosistémicos, identificando los factores ecológicos y de gestión que los determinan, los beneficiarios involucrados y las metodologías adecuadas para su cuantificación biofísica y económica. El desarrollo de las cadenas lógicas se ha basado en una revisión bibliográfica exhaustiva y en consultas con expertos, buscando el consenso dentro del consorcio.

En este informe se presentan las cadenas lógicas de 16 servicios ecosistémicos, organizados en tres grandes categorías: aprovisionamiento, regulación y culturales. Para cada uno de ellos, se detallan los principales factores que influyen en su provisión y demanda, así como las metodologías más apropiadas para su valoración económica.

2. Objetivos

El objetivo de este informe es hacer un seguimiento del trabajo realizado en la acción A3.1, documentando el desarrollo de las cadenas lógicas para los servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas agroforestales españoles.

En cada cadena lógica se han identificado los principales factores que influyen en la provisión de los servicios ecosistémicos, incluyendo aspectos ecológicos, así como aspectos de gestión relacionados con el aprovechamiento y las prácticas silvícolas. Asimismo, se han determinado los actores beneficiarios de estos servicios y las metodologías más adecuadas para su cuantificación en términos biofísicos y económicos. Con esta información, el informe establece una base conceptual para el diseño de modelos de gestión agroforestal integral, proporcionando herramientas que faciliten la toma de decisiones en la planificación y gestión sostenible de estos ecosistemas.

Este informe expone de manera estructurada el trabajo realizado en la acción A3.1, detallando el proceso seguido y los resultados obtenidos en el desarrollo de las cadenas lógicas. Su contenido no sólo documenta el avance logrado, sino que también proporciona un

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

marco de referencia esencial para continuar con el desarrollo del resto de subacciones dentro de la acción 3.

3. Definición de cadenas lógicas

Las cadenas lógicas son una herramienta conceptual utilizada para describir y medir la provisión de servicios ecosistémicos dentro de un sistema contable estandarizado. Según el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de los Ecosistemas (SEEA EA), una cadena lógica sigue la secuencia en la que un activo ecosistémico suministra un servicio ecosistémico a una unidad económica, que luego lo utiliza como insumo en una actividad productiva o de consumo, generando un beneficio final.

4. Desglose de la cadena lógica

Cada cadena lógica incluye una serie de componentes clave para asegurar una evaluación adecuada de los servicios ecosistémicos:

4.1. Servicio ecosistémico

Se trata del flujo de beneficios generados por un ecosistema y utilizados por la sociedad, resultado de la interacción entre los procesos ecológicos y la actividad humana. Ejemplos incluyen la provisión de agua, la captura y almacenamiento de carbono, la regulación del clima, la protección contra la erosión o la polinización. En este caso, se estudian los 16 servicios ecosistémicos más relevantes para ecosistemas agroforestales españoles.

4.2. Factores que determinan la oferta del servicio

Conjunto de condiciones ecológicas y de gestión que influyen en la capacidad del ecosistema para generar servicios. Estos factores incluyen tanto las características intrínsecas del ecosistema como las actividades humanas que afectan su funcionamiento.

4.2.1. Factores ecológicos

Elementos naturales del ecosistema que influyen en el ecosistema de manera no antropogénica.

En este análisis, hemos considerado los factores que SIMANFOR (A1), identifica como relevantes en su modelo, asegurando así la coherencia metodológica en el desarrollo de nuestras cadenas lógicas. Dichos factores son: especie, densidad, área basimétrica, volumen acumulado, características del suelo, topografía y edad. Estos factores se presentan en la Tabla 1, la cual es fundamental para comprender la dinámica de los ecosistemas y su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Factores	Explicación	Referencia
Especie	Particularidades biológicas y ecológicas de cada especie vegetal presente en el ecosistema.	Ameray et al., 2021
Densidad de la masa forestal	Cantidad de individuos presentes en un área (plantas/ha)	Ameray et al., 2021
Área basimétrica	Medida que refleja la sección transversal del tronco de un árbol a la altura del pecho (1,3 metros del suelo) expresada en centímetros cuadrados (cm ²)	Ruotsalainen et al., 2021.
Volumen acumulado	Volumen en pie al final del turno más el volumen de madera extraído durante la selvicultura. Medido en m ³ /ha	Liu et al., 2018.
Características del suelo	Las propiedades del suelo, como la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica, son fundamentales para los ecosistemas forestales. La textura, es decir, la proporción de arena, limo y arcilla, influye en la retención de agua y nutrientes, mientras que la estructura afecta la porosidad y la permeabilidad, facilitando el crecimiento de las raíces. El pH del suelo determina la disponibilidad de nutrientes, y la densidad aparente indica la compactación, que puede limitar el desarrollo radicular.	Liu et al., 2018.
Edad	Tiempo transcurrido desde que los árboles comenzaron su desarrollo en el ecosistema, lo que influye en su tamaño, madurez y capacidad para prestar servicios ecosistémicos.	Ameray et al., 2021

Tabla 1. Factores ecológicos considerados en el análisis.

4.2.2. Factores sociales

Se refieren a las intervenciones humanas que pueden modificar la provisión del servicio ecosistémico, es decir, las prácticas de gestión, cuya intensidad y tipo pueden potenciar o degradar la capacidad del ecosistema para generar servicios. En este análisis, se han considerado diversos factores de gestión clave, tal como se presenta en la Tabla 2, entre los que se incluyen la selección de especies, sistema de poda, clareo, tipos de corta: alto, bajo, sistemática, entresaca, porcentaje de árboles en corta, manejo de plagas y enfermedades sin químicos, índice de conectividad, mulching, mantenimiento de árboles muertos y madera muerta, establecimiento de reservas forestales, plantación en franjas y creación de mosaicos de paisaje.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Factores	Explicación	Referencia
Selección de especies	Elección estratégica de especies arbóreas y genotipos para optimizar los objetivos productivos y ecológicos de la zona.	Duncker, et al, 2012
Sistema de poda	Eliminación selectiva de ramas, lo que reduce la formación de nudos y promueve un crecimiento más uniforme y vertical del árbol.	Ameray et al 2021.
Clareo	Eliminación selectiva de árboles cuyo objetivo es disminuir la densidad del arbolado con el objetivo de mejorar el crecimiento y desarrollo de los árboles restantes.	Bennett et al., 2009
Tipos de corta: alto, bajo, sistémica	Intervención silvícola que consiste en la tala de árboles. Existen diversas técnicas, como la corta por lo alto, que elimina los árboles más grandes para abrir el dosel y favorecer a los árboles jóvenes; la corta por lo bajo, que retira los árboles más pequeños y débiles para reducir la competencia y potenciar el crecimiento de los más vigorosos; y la corta sistemática, que elimina árboles de todos los tamaños para equilibrar la estructura del rodal.	Moreau et al., 2022
Porcentaje de árboles en corta	Porcentaje de árboles que se eliminan durante el sistema corta	Ameray et al., 2021
Manejo de Plagas y Enfermedades sin Químicos	Conjunto de estrategias integradas para el control de organismos nocivos en ecosistemas. Este método incluye la rotación de cultivos y la selección de variedades resistentes, así como el monitoreo sistemático de poblaciones de plagas para permitir la detección temprana.	Lee et al., 2023.
Índice de conectividad	Medida que evalúa el grado en que los fragmentos de hábitat están interconectados en un paisaje, lo cual es crucial para la provisión de hábitats en entornos forestales.	Brockerhoff et al., 2017
Mulching	Consiste en aplicar una cobertura de material sobre la superficie del suelo para conservar la humedad y favorecer el crecimiento de las plantas.	Prosdocimiet et al., 2016
Mantenimiento de Árboles Viejos y Madera Muerta	Los árboles viejos y la madera muerta son esenciales en la gestión forestal porque promueven SE como la biodiversidad, el ciclo de nutrientes, el secuestro de carbono, la regeneración natural etc.	Vergarechera et al., 2022
Establecimiento de Reservas Forestales// Islas de biodiversidad	Áreas protegidas dentro de ecosistemas más amplios que concentran una alta diversidad de especies y hábitats.	Thompson et al., 2024

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Plantación en Franjas o Callejones (Alley Cropping)	Práctica que implica la integración intencionada de árboles y cultivos en franjas alternas, optimizando el uso del espacio y los recursos del suelo.	Wolz et al., 2017.
Creación de mosaicos de paisaje	Distribución espacial de diferentes tipos de ecosistemas o usos del suelo dentro de un territorio.	Peters et al., 2023; Rantala et al., 2008
Entresaca	Se centra en la mejora del crecimiento y desarrollo de los árboles restantes al eliminar selectivamente algunos árboles.	Duncker et al., 2012

Tabla 2. Factores de gestión considerados en el análisis

4.3. Factores que determinan el uso del servicio

El uso de un servicio ecosistémico está condicionado por una serie de factores que influyen en la demanda y en la capacidad de los beneficiarios para acceder y aprovechar dicho servicio. En este análisis, se han considerado los factores de uso correspondiente a cada servicio ecosistémico en los ecosistemas agroforestales españoles.

4.4. Indicadores

Los indicadores reflejan el nivel de provisión del servicio ecosistémico en términos medibles, permitiendo evaluar su disponibilidad y variación en el tiempo. Los indicadores son fundamentales para la contabilidad ambiental, ya que proporcionan una medida objetiva del flujo de los servicios ecosistémicos.

4.5. Métricas físicas

Las métricas físicas se utilizan para cuantificar el servicio ecosistémico en unidades físicas apropiadas. Por ejemplo, para el secuestro de carbono, se emplean toneladas de CO₂ capturado por hectárea; para el suministro de agua, metros cúbicos por año. Estas métricas permiten integrar la provisión del servicio en modelos de gestión y planificación.

4.6. Métodos de valoración económica

Los métodos de valoración económica permiten asignar un valor monetario a los servicios ecosistémicos, facilitando su integración en la contabilidad nacional y en la toma de decisiones económicas. A cada servicio ecosistémico se le asigna un método de valoración económica. Según el SEEA EA, los métodos de valoración se clasifican en cinco niveles de preferencia:

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

- Métodos basados en precios observables (por ejemplo, el mercado de madera o de créditos de carbono).
- Precios obtenidos de mercados similares (como los precios de recreación en reservas naturales comparables).
- Valor derivado de transacciones de mercado (costos de restauración, costos evitados por desastres naturales).
- Gastos revelados (costos de acceso o mantenimiento del servicio, como el precio de filtración de agua).
- Gastos esperados o mercados hipotéticos (modelos de disposición a pagar en encuestas de preferencias)

4.7. Beneficios

Los beneficios se refieren a los impactos positivos que cada uno de los servicios ecosistémicos genera en la sociedad y en la economía.

4.8. Principales usuarios y beneficiarios

Los usuarios y beneficiarios de los servicios ecosistémicos incluyen tanto los actores que utilizan directamente el servicio como aquellos que se benefician de sus efectos indirectos.

5. Cadenas lógicas de los servicios ecosistémicos

5.1. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento son aquellos que representan contribuciones de los ecosistemas a los bienes extraídos o cosechados para su uso por parte de las unidades económicas. En este caso, se estudian los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de biomasa, concretamente, el servicio de aprovisionamiento de biomasa de pasturas, de aprovisionamiento de madera y de animales salvajes, plantas y otra biomasa.

5.1.1. Servicio ecosistémico de aprovisionamiento de biomasa de pasturas

Los servicios de aprovisionamiento de biomasa de pasturas son las contribuciones de los ecosistemas al crecimiento de la biomasa de pasturas que es un insumo al crecimiento del ganado. Este servicio excluye la contribución al crecimiento de los cultivos para producir forraje para ganado. Esta contribución está incluida dentro de los servicios de aprovisionamiento. Es un servicio final del ecosistema pero puede ser un servicio intermedio para el aprovisionamiento al ganado. A continuación se observa la cadena lógica desarrollada para este servicio ecosistémico.

Servicio	Factores que determinan la oferta	Factores que	Cuantificación del servicio	Beneficios Principales
----------	-----------------------------------	--------------	-----------------------------	------------------------

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

ecosistémico			determinan el uso	ecosistémico				usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicio de aprovisionamiento de biomasa de pasturas	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas; mulching; creación de mosaicos de paisaje; entresaca	Demanda de biomasa (por ejemplo, para alimentación y forraje); prácticas de pastoreo	Toneladas brutas de biomasa de pastoreo	t/ha	Precios de mercado	Ganado y productos agropecuarios (p. ej., carne, leche, huevos, lana)	Productores agrícolas, incluida la producción doméstica y de subsistencia; hogares

5.1.2. Servicio de aprovisionamiento de madera

Los servicios de aprovisionamiento de madera son las contribuciones de los ecosistemas al crecimiento de árboles y biomasa leñosa en áreas cultivadas (plantaciones) o en producción no cultivada que son cultivadas por unidades económicas para varios usos incluyendo producciones madereras y energía. Este servicio excluye contribuciones de productos madereros no forestales. Es un servicio final del ecosistema.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicio de aprovisionamiento de madera	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; edad	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas; mulching; entresaca	Demanda de madera	Toneladas brutas de productos maderable, biomasa cosechada	t/ha	Precios de mercado	Madera cosechada	Productores forestales; incluidos los hogares

5.1.3. Servicio de aprovisionamiento de animales salvajes, plantas y otra biomasa

Los servicios de aprovisionamiento de animales salvajes, plantas y otra biomasa son las contribuciones de los ecosistemas al crecimiento de animales y plantas silvestres y otra biomasa que son capturados y recolectados en contextos de producción no cultivados por unidades económicas para diversos usos. El ámbito de aplicación incluye los productos forestales no madereros (PFNM) y los servicios relacionados con las actividades de caza, captura y bioprospección, pero excluye los peces silvestres y otra biomasa acuática natural.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicio de aprovisionamiento de animales salvajes, plantas y otra biomasa	Especie; densidad de masa forestal, volumen acumulado, características del suelo, edad	Selección de especies; clareo; tipo de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; índice de conectividad; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; reservas forestales; creación de mosaicos de paisaje; entresaca	Demanda de productos 'naturales'	Toneladas de biomasa cosechada	t/ha	Precios de mercado	Productos cosechados	Hogares y empresas

5.2. Servicios ecosistémicos de regulación y mantenimiento

Los servicios ecosistémicos de regulación y mantenimiento se definen como aquellos servicios ecosistémicos que resultan de la capacidad de los ecosistemas para regular procesos biológicos e influir en los ciclos climáticos, hidrológicos y biogeoquímicos, manteniendo así condiciones ambientales beneficiosas para los individuos y la sociedad.

5.2.1. Servicio ecosistémico de regulación del clima mundial

Los servicios de regulación del clima mundial son las contribuciones de los ecosistemas a la regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos que afectan al clima mundial a través de la acumulación y retención de carbono y otros GEI (por ejemplo, el metano) en los ecosistemas y la capacidad de los ecosistemas para eliminar el carbono de la atmósfera. Es un servicio ecosistémico final.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de regulación del clima mundial	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; edad	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipo de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades; mulching; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; creación de mosaicos de paisaje; entresaca	Vulnerabilidad al cambio climático (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación)	Toneladas de carbono retenidos	t/ha	Precios de mercado	Concentraciones reducidas de GEI en la atmósfera que conducen a un menor cambio climático y menos efectos adversos	Consumo colectivo del gobierno por cuenta de la sociedad (individuos, hogares y empresas a nivel mundial)

5.2.2. Servicio de regulación de la calidad del suelo

Los servicios de regulación de la calidad del suelo son las contribuciones de los ecosistemas a la descomposición de materiales orgánicos e inorgánicos y a la fertilidad y las características de los suelos, por ejemplo, para el aporte a la producción de biomasa. Esto se suele registrar como un servicio intermedio.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de regulación de la calidad del suelo	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; mulching; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; entresaca	Demanda de suelo fértil	Toneladas de suelo	t/ha	Precios de mercado	Mantenimiento de la fertilidad del suelo	Propietarios y residentes; hogares, empresas y gobierno

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

5.2.3. Servicios ecosistémicos de retención de suelos y sedimentos

Los servicios ecosistémicos de retención de suelos y sedimentos se definen como las contribuciones de los ecosistemas que controlan la erosión del suelo, particularmente a través de los efectos estabilizadores de la vegetación. Estos servicios reducen la pérdida de suelo y sedimentos y apoyan el uso del medio ambiente, como en actividades agrícolas o el suministro de agua. Entre ellos se consideran los servicios ecosistémicos de control contra la erosión del suelo y servicios de mitigación de deslizamientos.

5.2.3.1. Servicio ecosistémico de control de la erosión del suelo

Los servicios de control de la erosión del suelo son las contribuciones de los ecosistemas, en particular los efectos estabilizadores de la vegetación, que reducen la pérdida de suelo (y sedimentos) y apoyan el uso del medio ambiente (por ejemplo, la actividad agrícola, el suministro de agua). Esto puede registrarse como un servicio final o intermedio.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de control de la erosión del suelo	Especie; densidad; área; basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; topografía	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; índice de conectividad; mulching; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; plantación en franjas o callejones; mosaicos; entresaca	Vulnerabilidad a la erosión (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación)	Toneladas de suelo retenido	t/ha	Precios de mercado	Estabilidad del suelo; reducción de la sedimentación aguas abajo	Hogares y empresas

5.2.3.2. Servicio ecosistémico de mitigación de deslizamientos

Los servicios de mitigación de los deslizamientos de tierra son las contribuciones de los ecosistemas, en especial los efectos estabilizadores de la vegetación, que mitigan o eviten los posibles daños a la salud y la seguridad de las personas y los efectos perjudiciales para los edificios y las infraestructuras que surgen del movimiento masivo (desgaste) del suelo y las rocas. Es un servicio final del ecosistema.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de mitigación de deslizamientos	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; topografía	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; índice de conectividad; mulching; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; plantación en franjas o callejones; mosaicos; entresaca	Vulnerabilidad al cambio climático (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación)	Número de propiedades con riesgo reducido de desprendimiento	prop/ha	Evitados/reemplazo	Estabilidad del suelo; reducción de la sedimentación aguas abajo	Hogares y empresas

5.2.4. Servicio ecosistémico de regulación de la calidad del agua

Los servicios de purificación del agua son las contribuciones de los ecosistemas a la restauración y el mantenimiento del estado químico de las masas de agua superficiales y subterráneas a través de la descomposición o la eliminación de nutrientes y otros contaminantes por parte de los componentes del ecosistema que mitigan los efectos nocivos de los contaminantes en el uso o la salud humanos. Esto puede registrarse como un servicio final o intermedio.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de regulación de la calidad del agua	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas; establecimiento de reservas forestales; creación de mosaicos de paisaje; entresaca	Demanda de agua más limpia para usos diversos	Toneladas de contaminantes remediadas por tipo de contaminante	m3 agua limpia/ha	Reemplazo	Reducción de las concentraciones de contaminantes del agua que proporcionan mejores resultados sanitarios y/o reducen los costes de tratamiento del agua	Hogares y empresas

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

5.2.5. Servicios ecosistémicos de regulación del caudal del agua

Los servicios ecosistémicos de regulación del agua se definen como las contribuciones de los ecosistemas a la regulación de los caudales de los ríos, las aguas subterráneas y los niveles de los lagos. Estos servicios derivan de la capacidad de los ecosistemas para absorber y almacenar agua y liberarla gradualmente durante las estaciones secas o períodos de sequía a través de la evapotranspiración, asegurando así un flujo regular de agua. Pueden registrarse como servicios ecosistémicos finales o intermedios.

5.2.5.1. Servicios ecosistémicos de mantenimiento del caudal de base

Los servicios de regulación del agua son las contribuciones de los ecosistemas a la regulación de los caudales de los ríos y de los niveles freáticos y lacustres. Se derivan de la capacidad de los ecosistemas para absorber y almacenar agua, y liberar gradualmente el agua durante las estaciones o periodos secos a través de la evapotranspiración y, por tanto, asegurar un flujo regular de agua. Esto puede registrarse como un servicio final o intermedio del ecosistema.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de mantenimiento del caudal de base	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo; topografía	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; mosaicos; entresaca	Demanda de suministro de agua en diferentes momentos del año	Capacidad de los embalses o formas alternativas de almacenamiento de agua (metros cúbicos) que de otro modo serían necesarios para prestar el mismo servicio	m3 agua retenida/ha	Reemplazo	Menor necesidad de otras formas de almacenamiento de agua para uso humano o para la defensa contra las inundaciones	Hogares y empresas

5.2.5.2. Servicios ecosistémicos de mitigación del caudal máximo

Los servicios de regulación del agua son las contribuciones de los ecosistemas a la regulación de los caudales de los ríos y de los niveles freáticos y lacustres. Se derivan de la capacidad de los ecosistemas para absorber y almacenar agua y, por tanto, mitigar los efectos de las inundaciones y otros fenómenos extremos relacionados con el agua. Los

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

servicios de mitigación de los caudales máximos se suministrarán junto con los servicios de mitigación de las inundaciones fluviales al proporcionar el beneficio de la protección contra las inundaciones. Es un servicio final del ecosistema.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de mitigación del caudal máximo	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo; topografía	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; mosaicos; entresaca	Extensión de los activos producidos y existentes y ubicación de las propiedades	Capacidad de los embalses o formas alternativas de almacenamiento de agua que de otro modo serían necesarios para prestar el mismo servicio	m3 agua retenida/ha	Reemplazo	Menor necesidad de otras formas de almacenamiento de agua para uso humano o para la defensa contra las inundaciones	Hogares y empresas

5.2.6. Servicios de mitigación de las inundaciones ribereñas

Los servicios de mitigación de las inundaciones ribereñas son las contribuciones del ecosistema de la vegetación ribereña que proporciona una estructura y una barrera física a las crecidas de los ríos y, por lo tanto, mitiga los impactos de las inundaciones en las comunidades locales. Los servicios de mitigación de las inundaciones ribereñas se suministrarán junto con los servicios de mitigación de los caudales máximos para proporcionar el beneficio de la protección contra las inundaciones. Es un servicio final del ecosistema

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de mitigación de las inundaciones ribereñas	Especie; densidad; volumen acumulado; características del suelo; topografía	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; mosaicos; entresaca	Extensión de los bienes producidos (por ejemplo, barreras contra inundaciones, diques); ubicación de las propiedades	Número de personas y edificios en una categoría de menor riesgo	Superficie afectada	Costes evitados/reemplazo	Reducción del impacto de las inundaciones	Propietarios y residentes; hogares, empresas y gobierno

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

5.2.7. Servicio ecosistémico de polinización

Los servicios de polinización son las contribuciones de los ecosistemas por parte de los polinizadores silvestres a la fertilización de los cultivos que mantiene o aumenta la abundancia y/o diversidad de otras especies que las unidades económicas utilizan o disfrutan. Esto puede registrarse como un servicio final o intermedio.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de polinización	Especie; densidad; volumen acumulado	Selección de especies; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; índice de conectividad; establecimiento de reservas forestales; plantación en franjas o callejones; mosaicos; entresaca	Ubicación de los cultivos beneficiados por los polinizadores silvestres	Área de cultivos polinizados, por tipo de cultivo		Reemplazo	Reducción de la necesidad de métodos alternativos de polinización, incluyendo los servicios de polinización pagados	Ecosistemas agrícolas, y en última instancia la producción agrícola, incluidas la doméstica y de subsistencia; hogares

5.2.8. Servicios ecosistémicos de control biológico

Los servicios ecosistémicos de control biológico se definen como las contribuciones de los ecosistemas a la reducción de la incidencia de especies que pueden afectar negativamente la producción de biomasa u otras actividades económicas y humanas. Estos servicios pueden registrarse como servicios ecosistémicos finales o intermedios

5.2.8.1. Servicio ecosistémico de control de plagas

Los servicios de control biológico son las contribuciones de los ecosistemas a la reducción de la incidencia de las especies que pueden prevenir o reducir los efectos de las plagas en los procesos de producción de biomasa u otras actividades económicas y humanas. Esto puede registrarse como un servicio final o intermedio.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de control de plagas	Especie; volumen acumulado; densidad de la masa forestal; edad	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; manejo de plagas; índice de conectividad; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; mosaicos; entresaca	Vulnerabilidad a plagas	número de individuos que presentan un riesgo reducido de afección por plagas		Gastos evitados	Reducción de plagas	

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

5.2.8.2. Servicio ecosistémico de control de enfermedades

Los servicios de control de enfermedades son las contribuciones del ecosistema a la reducción de la incidencia de las especies que pueden prevenir o reducir los efectos de las especies en la salud humana. Se trata, por lo general, de un servicio ecosistémico final.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de control de enfermedades	Especie; volumen acumulado; densidad de la masa forestal; edad	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; manejo de plagas; índice de conectividad; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; mosaicos; entresaca	Vulnerabilidad a enfermedades	Número de personas en una categoría menor de riesgo		Gastos evitados	Reducción de enfermedades	Todos los ecosistemas, y en última instancia todos los sectores de la sociedad

5.2.9. Servicios de mantenimiento de la población y hábitats

Los servicios de mantenimiento de poblaciones y hábitats son las contribuciones de los ecosistemas necesarias para mantener las poblaciones de especies que las unidades económicas utilizan o disfrutan en última instancia, ya sea mediante el mantenimiento de los hábitats (por ejemplo, para los criaderos y viveros o la migración) o la protección de las reservas genéticas naturales. Este servicio es un servicio intermedio y puede contribuir a una serie de servicios ecosistémicos finales diferentes, como el suministro de biomasa y los servicios relacionados con el ocio.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de mantenimiento de la población y hábitats	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; edad	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas y enfermedades sin químicos; índice de conectividad; mulching; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; mosaicos; entresaca	Demanda de biomasa dependiente de los servicios de criadero y mantenimiento de hábitat	Tamaño de los stocks de biomasa dependiente de los servicios de criadero y hábitat	Presencia de especies		Oferta continua de servicios ecosistémicos	Todos los ecosistemas, y en última instancia todos los sectores de la sociedad

5.3. Servicios culturales

Los servicios ecosistémicos culturales se definen como servicios experienciales e intangibles relacionados con las cualidades percibidas o reales de los ecosistemas, cuya existencia y funcionamiento contribuyen a una variedad de beneficios culturales. Estos servicios incluyen contribuciones de los ecosistemas que permiten la recreación, el disfrute estético, etc. Entre ellos destacan los servicios ecosistémicos de recreación y los servicios ecosistémicos de amenidad visual.

5.3.1. Servicios ecosistémicos de recreación

Los servicios relacionados con la recreación son las contribuciones de los ecosistemas, en particular a través de las características y cualidades biofísicas de los ecosistemas, que permiten a las personas utilizar y disfrutar del medio ambiente a través de interacciones directas, in situ, físicas y vivenciales con el medio ambiente. Esto incluye los servicios prestados tanto a la población local como a la no local (es decir, a los visitantes, incluidos los turistas). Los servicios relacionados con la recreación también pueden suministrarse a quienes practican la pesca y la caza recreativas. Es un servicio ecosistémico final.

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de recreación	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; edad, topografía	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas; índice de conectividad; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; mosaicos; entresaca	Acceso a los sitios recreativos; ubicación de los usuarios; demanda de recreación al aire libre	Número y duración de las visitas	Horas/ha	Coste de viaje	Salud física y mental; disfrute (beneficio ajeno al SCN)	Hogares; turismo y sectores de servicios de esparcimiento al aire libre

5.3.2. Servicios ecosistémicos de amenidad visual

Los servicios de amenidad visual son las contribuciones de los ecosistemas a las condiciones de vida locales, en particular a través de las características y cualidades biofísicas de los ecosistemas que proporcionan beneficios sensoriales, especialmente visuales. Este servicio se combina con otros servicios de los ecosistemas, incluidos los servicios relacionados con la recreación y los servicios de atenuación del ruido, para sustentar los valores de amenidad. Es un servicio ecosistémico final.

Servicio ecosistémico	Factores que determinan la oferta		Factores que determinan el uso	Cuantificación del servicio ecosistémico			Beneficios	Principales usuarios y beneficiarios
	Ecológicos	Sociales		Indicador	Métrica(s) física(s)	Métodos de valoración económica		
Servicios de amenidad visual	Especie; densidad; área basimétrica; volumen acumulado; características del suelo; edad, topografía	Selección de especies; sistema de poda; clareo; tipos de corta; porcentaje de árboles en corta; manejo de plagas; índice de conectividad; mantenimiento de árboles viejos y madera muerta; establecimiento de reservas forestales; mosaicos; entresaca	Acceso a los sitios recreativos; ubicación de los usuarios; demanda de recreación al aire libre	Cantidad de propiedades con vista a paisajes naturales, ubicadas cerca de áreas 'verdes' o 'azules' Número y duración de visitas	Propiedades/ha Horas/ha n de visitas/año	Precios hedónicos, costes de viaje, valoración contingente	Mayor valor de las viviendas; salud mental, disfrute	Hogares



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

NATUR SMART cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

