Laboratorio GAD-EX: Acciones de mejora de la biodiversidad a través de la ganadería extensiva en el Geoparque Unesco "Las Loras" en Castilla y León

Documento metodológico de la Contabilidad de servicios ecosistémicos vinculados con la ganadería extensiva en el Geoparque de Las Loras



Este documento ha sido elaborado para Itagra por:

Ecoacsa Reserva de Biodiversidad, S. L.
c/ Porto Cristo, 1. Esc. izq. 9.º B
28924 Alcorcón (Madrid)
www.ecoacsa.com

Evolución del documento

Primera Versión	28/11/2025

Este informe está basado en la versión 1 elaborada por Ecoacsa a partir de la plantilla de 11/2025.

Índice

ANTECEDENTES. 8

OBJETIVOS DEL PROYECTO GAD-EX 11

FASES Y TAREAS DEL PROYECTO 13

ETAPA 1. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA 16

FASE I. LANZAMIENTO DEL PROYECTO Y PLAN DE TRABAJO. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS, CRONOGRAMA DETALLADO, ASIGNACIÓN DE ROLES Y RECURSOS. REUNIÓN INICIAL CON LOS ACTORES CLAVE. 16

FASE II. DESARROLLO METODOLÓGICO Y RECOPILACIÓN DE DATOS. SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS E IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES CLAVE CON ENFOQUE EN CAPITAL NATURAL 16

FASE III. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CAPITAL NATURAL. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS RELEVANTES PARA LA GANADERÍA EXTENSIVA, Y LA VALORACIÓN PRELIMINAR DEL CAPITAL NATURAL EXISTENTE. 22

FASE IV. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y DEPENDENCIAS. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LAS ACTIVIDADES GANADERAS EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CAPITAL NATURAL, Y DEPENDENCIA DE ESTAS ACTIVIDADES RESPECTO LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CAPITAL NATURAL. 32

FASE V. CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE. 56

A). Extensión y Condición (Estado): Evaluación del estado actual de los recursos naturales y del capital natural disponible. Análisis de tendencias históricas. 56

B). Cuantificación de Servicios Ecosistémicos: Cuantificación biofísica y económica de los SSEE vinculados a la ganadería, estableciendo la línea base para su evaluación comparaciones futuras. 68

FASE VI. VALORACIÓN Y CONTABILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ECOSISTÉMICOS 109

Valoración económica detallada de los recursos naturales y SE identificados. 109

Análisis de Incertidumbre y Grado de Confianza de la Valoración. 123

Elaboración de un análisis contable del capital natural vinculado con la ganadería extensiva en todo el territorio del Geoparque. 126

FASE VII. ELABORACIÓN DE ENTREGABLES. 128

Resultados obtenidos y aportados. 128

Hojas de contabilidad: detallan el análisis contable del capital natural y los servicios ecosistémicos vinculados a la ganadería extensiva, estructuradas según los principios de la contabilidad ambiental. 129

Material cartográfico y visual: mapas de servicios ecosistémicos, gráficas e infografías. 138

Informe técnico final: incluye toda la metodología, resultados, cartografías, valoración económica, conclusiones y el resumen ejecutivo. 146

BIBLIOGRAFIA 158

Tablas

Tabla 1. Clasificación CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) (EEA, 2018) 23

Tabla 2. Los 21 servicios ecosistémicos incorporados en el Sistema de Contabilidad de Capital Natural para Bosques Complejos (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021) 28

Tabla 3. N.º de SE preidentificados, identificados y jerarquizados (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021) 29

Tabla 4. Ajuste Metodológico de los Niveles de Dependencia (ENCORE vs. Modelo Extensivo) (Rubio & Roig, 2017; Amigó Francés, 2019) 36

Tabla 5. Resumen de Ajuste de Impactos Ambientales (ENCORE vs. Modelo Extensivo) (Rubio & Roig, 2017; Amigó Francés, 2019) 43

Tabla 6. Criterios y Enfoques de Análisis para la Ganadería Extensiva (Elaboración Propia, 2025) 57

Tabla 7. Agrupación y Simplificación de Tipologías de Ecosistemas del MFE (Elaboración Propia, 2025). 58

Tabla 8. Matriz de Transformación de Ecosistemas por Acciones de Gestión (Elaboración Propia, 2025) 63

Tabla 9. Variables de Condición, Pesos Asignados y Fuentes (Elaboración Propia, 2025) 67

Tabla 10. Rendimiento de Biomasa para Nutrición por Tipo de Cabeza de Ganado (kg/cabeza) (MAPA, 2023) 70

Tabla 11. Rendimiento de Biomasa por Tipo de Producto Animal para Materiales (kg/cabeza) (Elaboración Propia, 2025). 72

Tabla 12. Parámetros Biofísicos de los ecosistemas del Activo Natural para el Modelado de Retención de Sedimento (InVEST: "*Sediment Retention*"- Natural Capital Project, 2025) 73

Tabla 13. Datos de entrada para el Modelado de Retención de Sedimentos (InVEST: "*Sediment Retention*"- Natural Capital Project, 2025) 74

Tabla 14. Parámetros Físicos para el Modelado de Retención de Sedimentos (InVEST: "*Sediment Retention*"- Natural Capital Project, 2025) 75

Tabla 15. Tabla absorciones MITERD por especie (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024) 77

Tabla 16. Tabla captura potencial por especie arbustiva y herbácea (CAM, 2022) 81

Tabla 17. Relación Raíz-Vástago (R) (MITECO, 2025) 83

Tabla 18. Valores referencia carbono en la madera muerta (MITERD, 2024) 85

Tabla 19. Valores referencia carbono orgánico en el suelo (MITERD,2024) 86

Tabla 20. Tabla de sensibilidad de los ecosistemas a las amenazas para el Modelado de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (Fernández R.,2022) 89

Tabla 21. Tabla de amenazas para el Modelado de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (Fernández R.,2022). 89

Tabla 22. Datos entrada para el modelado de la calidad de hábitat (InVEST: "*Hábitat Quality*", 2025). 90

Tabla 23. Datos de Entrada para el Modelado Hidrológico (*InVEST: "Seasonal Water Yield"*, 2025).92

Tabla 24. Tabla biofísica de los parámetros Kc y CN para el Modelado Hidrológico (*InVEST: "Seasonal Water Yield"*, 2025) 94

Tabla 25. Parámetros físicos para el Modelado Hidrológico (*InVEST: "Seasonal Water Yield"*, 2025).96

Tabla 26. Índice de naturalidad para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 98

Tabla 27. Presencia áreas protegidas para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 99

Tabla 28. Presencia masas de aguas para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 99

Tabla 29. Interés geológico para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 99

Tabla 30. Índice de accesibilidad para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 99

Tabla 31. Índice de presencia de infraestructura para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 100

Tabla 32. Datos de Entrada para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 100

Tabla 33. Índice de naturalidad para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 106

Tabla 34. Relación morfométrica de la Topografía para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 106

Tabla 35. Diversidad de ecosistemas para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 106

Tabla 36. Influencia de agua para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 107

Tabla 37. Paisajes Relevantes para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 107

Tabla 38. Elementos negativos para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 107

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 39. Datos de entrada para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022). 108

Tabla 40. Precios Unitarios de Referencia de la producción cárnica animal reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023). 110

Tabla 41. Precios Unitarios de Referencia de la producción de materiales de origen animal reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023). 111

Tabla 42. Costos Unitarios de Restauración Evitado para la Base para la Valoración Económica del Control de la Erosión (Elaboración Propia, 2025). 112

Tabla 43. Valores Unitarios de Referencia como Base para la Valoración Económica de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (VANE, 2009) 116

Tabla 44. Asignación de valores económicos por Ecosistema (Elaboración Propia, 2025) 117

Tabla 45. Datos valoración económica para Servicio recreativo (Elaboración Propia, 2025) 119

Tabla 47. Matriz de Valoración de Servicios Ecosistémicos por Método e Incertidumbre (Elaboración Propia, 2025) 125

Tabla 46. Tasa Social de Preferencia Intertemporal (TSPI) Utilizada para el Cálculo del Valor Presente del Capital Natural (Proyección a 60 años) (Elaboración Propia, 2025) 127

Tabla 47. Resultados obtenidos y aportados de os entregables (Elaboración Propia, 2025) 128

Tabla 48. Índice Excel (Elaboración Propia, 2025). 130

Tabla 49. SSEE- Excel (Elaboración Propia, 2025) 134

Tabla 50. Ficha descriptiva modelo de los Servicios Ecosistémicos (Elaboración Propia, 2025) 135

Tabla 51. Resumen cartográfico (Elaboración Propia, 2025) 138

Tabla 52. Detalle de cada columna de la tabla de atributos del .shp (Elaboración propia,2025) 139

Tabla 53. Modelo de resumen de los SSEE (Valor presente) (Elaboración Propia, 2025) 148

Tabla 54. Modelo resumen contabilidad capital natural (Elaboración Propia, 2025) 156

Figuras

Figura 1. Provincias y municipios del geoparque Las Loras (Fuente: Pagina web Geoparque Las Loras) 8

Figura 2. Geoparque de las Loras. (Geoparque Las Loras, 2025). 9

Figura 3. Beneficios de la Ganadería Extensiva (Geoparque Las Loras, 2025). 10

Figura 4. Resumen de acciones a desarrollar (Elaboración Propia, 2025) 13

Figura 5. Fases y tareas de la ETAPA I (Elaboración Propia, 2025). 15

Laboratorio Gad-Ex 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

Figura 6. Capital natural (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021) 17
Figura 7. Esquema general de la contabilización de servicios ecosistémico (SEEA-EA). 18
Figura 8. Proceso metodológico (Elaboración Propia, 2025) 20
Figura 9. Esquema general del CICES V5.1 para los servicios de aprovisionamiento (*Common International Classification of Ecosystem Services*) (EEA, 2018*)* 25
Figura 10. Servicios ecosistémicos activo (EEA, 2018) 26
Figura 11. Territorio Geoparque Las Loras (Salman Monte *et al.*, 2015) 31
Figura 12. Selección de categorías CIIU en el marco (ENCORE). 34
Figura 13. Resumen del proceso de los activos 65
Figura 14. Portada (Elaboración Propia, 2025) 130
Figura 15. Mapas (Elaboración Propia, 2025) 132
Figura 16. Extensión resumen por uso suelo (Elaboración Propia, 2025) 133
Figura 17. Extensión vs municipio y gráficas (Elaboración Propia, 2025) 133
Figura 18. Condición Resumen (Elaboración Propia, 2025) 134
Figura 19. Condición municipios y gráficas (Elaboración Propia, 2025) 134
Figura 20. Modelo hoja Excel por SE (Elaboración Propia, 2025) 137
Figura 21.Tabla original- FID SSEE (Elaboración Propia, 2025) 137
Figura 22. Tabla original- FID condición (Elaboración Propia, 2025) 138
Figura 23. Presentación mapa que complementa el ítem 152
Figura 24. Ejemplo de desglose de extensión (Elaboración Propia, 2025) 153
Figura 25. Desglose de condición (Elaboración Propia, 2025) 153
Figura 26. Ejemplo de presentación SE (Elaboración Propia, 2025) 155

Laboratorio Gad-Ex 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

Antecedentes.

El Geoparque Mundial de la UNESCO “Las Loras” es un territorio singular reconocido internacionalmente por su extraordinario patrimonio geológico, su rica biodiversidad y la preservación de sistemas agroganaderos tradicionales. Este geoparque, situado en el norte de España en las provincias de Burgos y Palencia, ocupa terrenos de los municipios de Aguilar de Campoo, Alar del Rey, Barruelo de Santullán, Basconcillos del Tozo, Berzosilla, Huérmeces, Humada, Montorio, Olmos de Ojeda, Pomar de Valdivia, Rebolledo de la Torre, Salinas de Pisuerga, Santibáñez de Ecla, Sargentes de la Lora, Sotresgudo, Tubilla del Agua, Úrbel del Castillo, Valle de Sedano, Valle de Valdelucio y Villadiego (Figura 1).



Figura 1. Provincias y municipios del geoparque Las Loras (Fuente: Pagina web Geoparque Las Loras)

Destaca como un modelo de gestión territorial sostenible, en el que confluyen la conservación de los recursos naturales y la promoción de actividades económicas locales. Entre estas, la ganadería extensiva ocupa un lugar central, no solo como actividad económica, sino también como herramienta clave para el mantenimiento del equilibrio ecológico y la promoción de la biodiversidad.

La ganadería extensiva en “Las Loras” se fundamenta en prácticas tradicionales que aprovechan los

Laboratorio Gad-Ex 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

recursos naturales de manera sostenible. Este enfoque contribuye a preservar la biodiversidad mediante la regeneración de los ecosistemas y el mantenimiento de hábitats naturales, además de garantizar un uso responsable de los suelos y de los recursos hídricos. Estas prácticas permiten mantener un equilibrio dinámico entre las necesidades humanas y la capacidad de los ecosistemas para regenerarse, promoviendo la resiliencia ambiental.



Figura 2. Geoparque de las Loras. (Geoparque Las Loras, 2025[1]).

En las últimas décadas, numerosos estudios han documentado los beneficios de la ganadería extensiva para la conservación del paisaje, la biodiversidad y los ecosistemas. Investigaciones[2] [3] [4] realizadas en entornos similares destacan que esta actividad fomenta la heterogeneidad del paisaje, elemento clave para la diversidad biológica, y contribuye al control de especies invasoras y al reciclaje de nutrientes. Además, la ganadería extensiva puede integrarse como un modelo de gestión sostenible que combina la producción agroganadera con la conservación de los recursos naturales, aportando beneficios tanto ecológicos como socioeconómicos.

El concepto de **capital natural** juega un papel fundamental en este contexto. Este término se refiere al conjunto de recursos y servicios ecosistémicos que la naturaleza proporciona, esenciales para el bienestar humano y el funcionamiento adecuado de los ecosistemas. Entre estos servicios se incluyen la regulación del clima, la polinización, la conservación de suelos y la provisión de agua limpia. La

[1] Geoparque Las Loras. *Parque geológico Las Loras*. Recuperado de https://geoparquelasloras.es/

[2] dos Santos, M. P., Morais, T. G., Domingos, T., & Teixeira, R. F. M. (2022). *Valuing Ecosystem Services Provided by Pasture-Based Beef Farms in Alentejo, Portugal*. Land, 11(12), 2238. https://doi.org/10.3390/land11122238

[3] Leroy, G., Hoffmann, I., From, T., Hiemstra, S. J., & Gandini, G. (2018). *Perception of livestock ecosystem services in grazing areas*. Animal, 12(12), 2627-2638. https://doi.org/10.1017/S1751731118001027

[4] Flórez, J. F. (2024). *Ecosystem services in livestock farming: valuation & applications*. CGIAR. Recuperado de https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/4922d68f-0c70-4ff1-b1de-ae8fe1c816af/download

Laboratorio Gad-Ex 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

preservación del capital natural no solo es crucial para la sostenibilidad ambiental, sino también para garantizar medios de vida estables y sostenibles para las comunidades locales.

A través de la ganadería extensiva, el Geoparque “Las Loras” se posiciona como un ejemplo de mantenimiento y protección de estos recursos naturales mientras se generan oportunidades económicas (Figura 3). Esta actividad contribuye a la valorización del territorio, el fortalecimiento de las economías rurales y el reconocimiento de las prácticas tradicionales como un patrimonio cultural y ambiental. Además, refuerza la conexión entre la población local y su entorno, promoviendo un desarrollo más equilibrado y respetuoso con los límites naturales.

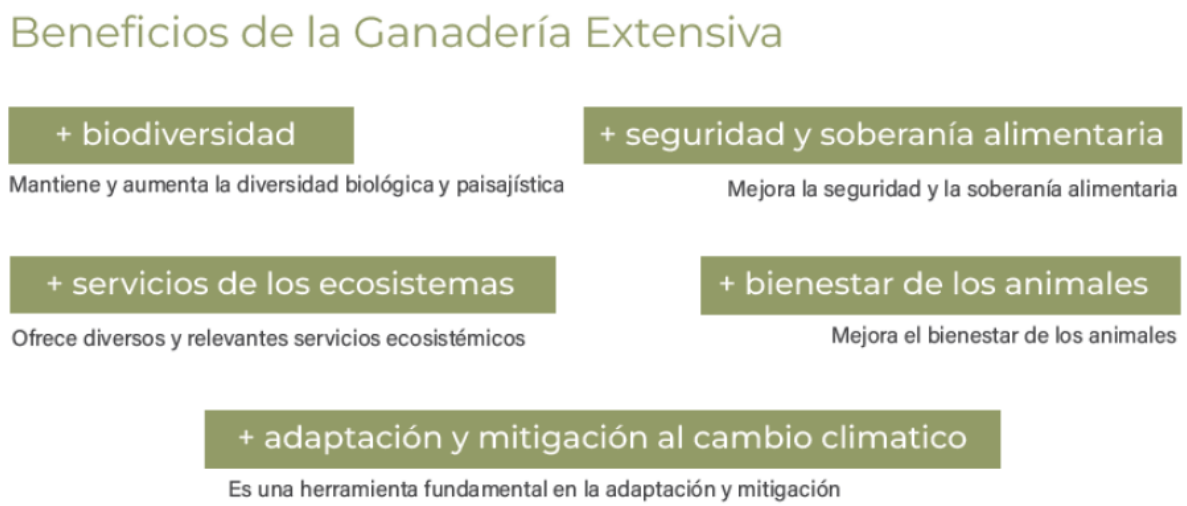


Figura 3. Beneficios de la Ganadería Extensiva (Geoparque Las Loras, 2025).

En este contexto, el Geoparque de “Las Loras” no solo resalta por su riqueza geológica y ecológica, sino también como un laboratorio vivo en el que se puede analizar, valorar y replicar modelos sostenibles de gestión territorial. Estos modelos tienen el potencial de ser escalables y aplicables a otros territorios que enfrenten retos similares en la búsqueda de un equilibrio entre desarrollo humano y conservación ambiental.

Laboratorio Gad-Ex 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

Objetivos del Proyecto GAD-EX

El objetivo principal del proyecto GAD-EX es promover la **ganadería extensiva** como una herramienta clave para fomentar la biodiversidad, impulsar la bioeconomía y contribuir a la lucha contra la despoblación rural en el territorio del Geoparque de “Las Loras”, situado en las provincias de Burgos y Palencia. Este proyecto busca demostrar cómo una actividad tradicional puede integrarse en un modelo de desarrollo sostenible que beneficie tanto a las comunidades locales como al entorno natural. Los o**bjetivos específicos** del proyecto son**:**

1. **Diseño de una metodología integrada:**
   - Desarrollar una metodología clara y replicable que permita comprender y valorar los beneficios de la ganadería extensiva en relación con los recursos naturales.
   - Proporcionar un análisis contable de los servicios ecosistémicos y del capital natural, que sirva como herramienta para la toma de decisiones en la gestión sostenible del territorio.

2. **Evaluación de impactos y dependencias ambientales:**
   - Identificar y evaluar los impactos ambientales asociados a la ganadería extensiva, como las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua y la posible degradación del suelo.
   - Analizar las dependencias de la actividad ganadera respecto a los servicios ecosistémicos clave, como la disponibilidad de pastizales saludables, la regulación hídrica y la conservación de hábitats esenciales para la biodiversidad.

3. **Valoración de los recursos naturales:**
   - Establecer indicadores biofísicos de condición para evaluar la integridad y funcionalidad de los ecosistemas.
   - Reconocer y analizar los recursos naturales utilizados en la actividad ganadera, como la calidad del suelo, el agua, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos relacionados.
   - Asignar un valor económico a estos recursos mediante la metodología del **enfoque de capital natural**, destacando su importancia para la sostenibilidad de las actividades agroganaderas y el bienestar humano.

4. **Contribución al desarrollo territorial:**
   - Fomentar la integración de la ganadería extensiva en estrategias de desarrollo rural sostenible, promoviendo su papel en la conservación del entorno natural y en la generación de oportunidades económicas para las comunidades locales.
   - Sensibilizar a la población y a los gestores del territorio sobre la importancia de preservar el capital natural como base para un desarrollo equilibrado y resiliente.

Para lograr este propósito, se plantea realizar un **estudio** exhaustivo del **capital natural** en base a

Laboratorio Gad-Ex 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

los **servicios ecosistémicos** vinculados a la ganadería extensiva en el Geoparque. Este análisis permitirá comprender y valorar de manera cuantitativa y cualitativa las interacciones entre la actividad ganadera y los recursos naturales del territorio, sentando las bases para la implementación de prácticas más sostenibles y efectivas.

El enfoque del **estudio** se basa en establecer una metodología clara y sistemática para evaluar los impactos y las dependencias de los servicios ecosistémicos, así como para cuantificar el capital natural y condición del territorio. Los resultados serán fundamentales para diseñar estrategias sostenibles que contribuyan al equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la conservación ambiental en el geoparque. El estudio constará de:

1. **Inventario del capital natural:**
   - Identificar, caracterizar y evaluar la condición de los principales **ecosistemas** presentes en el territorio del Geoparque, considerados como los activos fundamentales del capital natural.
   - Reconocer y clasificar los **servicios ecosistémicos** que estos ecosistemas proporcionan de manera natural, estableciendo una jerarquización que permita priorizar los servicios más relevantes para la actividad ganadera y para el mantenimiento del equilibrio ambiental.

2. **Análisis de factores asociados a los servicios ecosistémicos:**
   - Evaluar los **factores que influyen en las condiciones** de los principales servicios ecosistémicos, incluyendo los impactos directos e indirectos derivados de la actividad ganadera.
   - Analizar las **dependencias de la ganadería extensiva** respecto a los servicios ecosistémicos, como la disponibilidad de agua, la calidad del suelo, la biodiversidad y la capacidad de regeneración de los pastizales.

3. **Evaluación del estado de los servicios ecosistémicos:**
   - Realizar una valoración tanto **biofísica** como **económica** de los servicios ecosistémicos identificados. Esto permitirá cuantificar su estado actual y destacar su importancia tanto para el ecosistema como para las actividades humanas.
   - Establecer indicadores claros y medibles que permitan monitorizar el estado de los servicios ecosistémicos a lo largo del tiempo.

4. **Valoración y contabilización de los recursos ecosistémicos:**
   - Elaborar un **balance del capital natural**, integrando la valoración de los recursos ecosistémicos presentes en el territorio y su contribución al desarrollo sostenible.
   - Crear una metodología contable que permita calcular los flujos de beneficios derivados de los servicios ecosistémicos, facilitando su integración en estrategias de gestión y toma de decisiones.

5. **Asistencia técnica:**

Laboratorio Gad-Ex 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

- Proveer **asesoramiento técnico especializado** en materia de capital natural y contabilidad de servicios ecosistémicos, **limitado y ajustado a los requerimientos y entregables definidos en el contrato vigente.**

6. **Metodología transversal:**
   - A través de este estudio, se busca desarrollar un enfoque que no solo permita entender el estado actual del capital natural, sino también establecer un modelo replicable para otras áreas con características similares. Este enfoque integrador proporcionará herramientas prácticas para promover una gestión sostenible del territorio y generar conocimiento que sirva de referencia para futuras investigaciones.

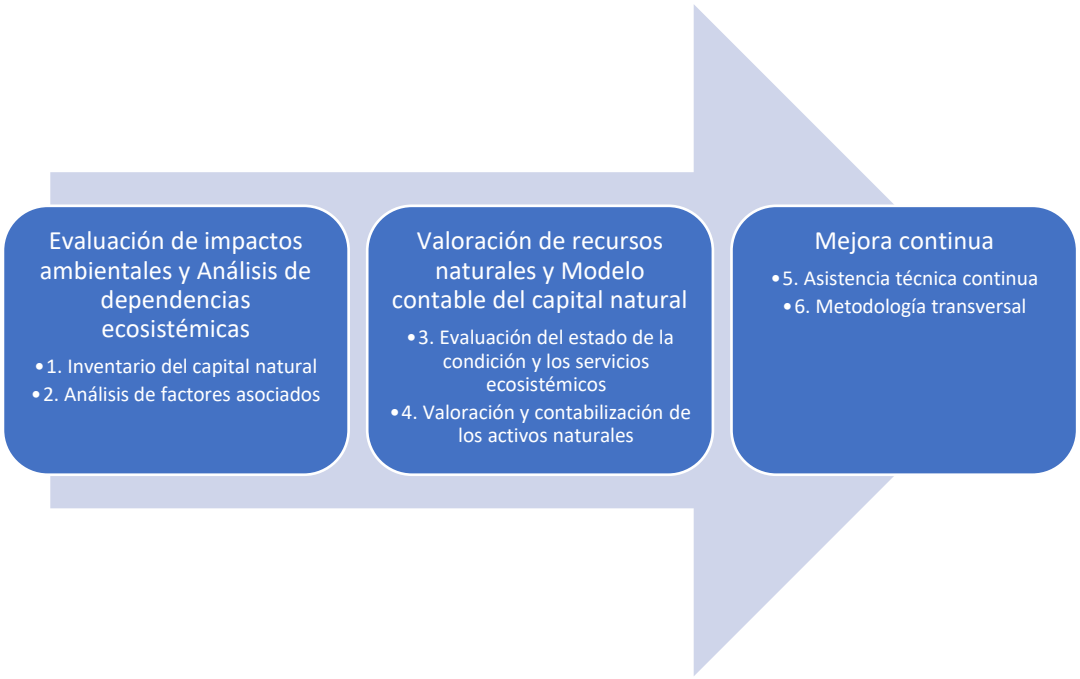


Figura 4. Resumen de acciones a desarrollar (Elaboración Propia, 2025)

Fases y Tareas del Proyecto

El desarrollo del proyecto GAD-EX se estructura en varias fases diseñadas para cumplir con los objetivos propuestos de manera organizada y eficiente. Cada fase incluye un conjunto de tareas específicas que aseguran el progreso y la coherencia del trabajo, desde la recopilación de información inicial hasta la implementación de estrategias concretas para la promoción de la ganadería extensiva sostenible en el Geoparque de “Las Loras”.

El proyecto en esta etapa se organiza en cinco fases (Figura 5) que permiten avanzar desde la planificación inicial hasta la obtención de una línea base del capital natural y los servicios

Laboratorio Gad-Ex 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

ecosistémicos vinculados a la ganadería extensiva en el Geoparque Las Loras. En primer lugar, se lleva a cabo la planificación del proyecto, definiendo los objetivos, el cronograma y los recursos necesarios, además de establecer la coordinación con los actores clave del territorio.

Posteriormente, se desarrolla la fase metodológica y de recopilación de información, en la que se seleccionan los indicadores y se integran datos procedentes de distintas fuentes. La tercera etapa se centra en la caracterización y clasificación de los servicios ecosistémicos, identificando aquellos más relevantes para la ganadería y realizando una primera valoración del capital natural. En la cuarta fase se aborda la evaluación de impactos y dependencias, analizando cómo la actividad ganadera influye y depende de los servicios ecosistémicos y los recursos naturales. Finalmente, la quinta etapa establece la línea base del territorio, evaluando el estado actual de los ecosistemas y de los servicios que proporcionan, lo que permitirá realizar comparaciones y seguimientos futuros.

Laboratorio Gad-Ex 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

ETAPA	FASES Y TAREAS
1. Análisis y Diagnóstico de la Situación de Partida	**I. Lanzamiento del Proyecto y Plan de Trabajo**
	Definición de objetivos, cronograma detallado, asignación de roles y recursos. Reunión inicial con actores clave.
	II. Desarrollo Metodológico y Recopilación de Datos
	Selección de metodologías e identificación de indicadores clave con enfoque en capital natural
	Recopilación de datos primarios y secundarios (e.g., trabajos de campo, entrevistas, encuestas, revisión documental, etc...).
	III. Caracterización y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos y Capital Natural
	Identificación y clasificación de los servicios ecosistémicos relevantes para la ganadería extensiva, y la valoración preliminar del capital natural existente.
	IV. Evaluación de Impactos y Dependencias
	Identificación y análisis de los impactos directos e indirectos de las actividades ganaderas en los servicios ecosistémicos y capital natural.
	Dependencia de estas actividades respecto los servicios ecosistémicos y capital natural,
	V. Cálculo de la Línea Base
	A. Extensión y Condición (Estado): Evaluación del estado actual de los recursos naturales y del capital natural disponible. Análisis de tendencias históricas.
	B. Cuantificación de Servicios Ecosistémicos: Cuantificación biofísica y económica de los SSEE vinculados a la ganadería, estableciendo la línea base para su evaluación comparaciones futuras.
2. Planificación de la Gestión y Propuestas de Actuación	**VII. Valoración y Contabilización de los Recursos Ecosistémicos**
	Valoración económica detallada de los recursos naturales y SE identificados.
	Elaboración de un análisis contable del capital natural vinculado con la ganadería extensiva en todo el territorio del Geoparque.
	VII. Elaboración de entregables
	Hojas de contabilidad: detallan el análisis contable del capital natural y los servicios ecosistémicos vinculados a la ganadería extensiva, estructuradas según los principios de la contabilidad ambiental.
	Material cartográfico y visual: mapas de servicios ecosistémicos, gráficas e infografías.
	Informe técnico final: incluye toda la metodología, resultados, cartografías, valoración económica, conclusiones y el resumen ejecutivo.

Figura 5. Fases y tareas de la ETAPA I (Elaboración Propia, 2025).

Laboratorio Gad-Ex 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

ETAPA 1. Análisis y Diagnóstico de la Situación de Partida

Fase I. Lanzamiento del proyecto y plan de trabajo. Definición de objetivos, cronograma detallado, asignación de roles y recursos. Reunión inicial con los actores clave.

La Fase I se centra en el **lanzamiento del proyecto** y en la definición del plan de trabajo necesario para garantizar el éxito de las siguientes etapas. Durante esta etapa, se definen los objetivos específicos, se elabora un cronograma detallado, y se asignan roles y recursos entre los equipos participantes. **Además, se realiza una reunión inicial con actores clave del territorio, como representantes de comunidades locales, gestores del Geoparque y expertos en ganadería extensiva y biodiversidad,** para asegurar una visión compartida y la alineación de intereses. Esta fase sirve como base para estructurar el resto del proyecto, sentando las directrices metodológicas y organizativas necesarias para el desarrollo de las etapas posteriores.

Fase II. Desarrollo Metodológico y Recopilación de Datos. Selección de Metodologías e Identificación de Indicadores Clave con Enfoque en Capital Natural

El enfoque de **capital natural** proporciona una herramienta esencial para la gestión sostenible de los territorios, al integrar la relación entre los **servicios ecosistémicos** y los **recursos naturales** (activos). Este enfoque permite valorar económicamente los ecosistemas, comprender su evolución en el tiempo y analizar su estado actual, considerando factores clave como la **dependencia ambiental** de las actividades humanas y los impactos generados en el medio natural.

La **contabilidad del capital natural** es el marco metodológico principal que se utilizará en este estudio. Este enfoque permite evaluar los cambios en los recursos y su estado a lo largo del tiempo, integrando los valores de los ecosistemas y sus beneficios en sistemas de contabilidad económica. Esta metodología no solo cuantifica los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones en la gestión territorial (Figura 6).

Laboratorio Gad-Ex 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



Figura 6. Capital natural (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021)

Para este estudio, se empleará el **marco de Contabilidad Experimental de Ecosistemas** propuesto por el Sistema de Cuentas Económico-Ambientales de Naciones Unidas (**SEEA-EEA**)[5]. Este marco es ampliamente reconocido por su capacidad para integrar información ambiental y económica, ofreciendo un análisis tanto físico como monetario de los recursos y servicios ecosistémicos. Es aplicable a cualquier tipo de sistema ecológico, incluyendo los sistemas socio-ecológicos agroforestales como los que caracterizan al Geoparque de “Las Loras”. Es especialmente útil en territorios donde los recursos naturales están directamente vinculados con actividades económicas como la ganadería extensiva, facilitando la integración entre objetivos ambientales y socioeconómicos. Las principales características del marco SEEA-EEA se recogen en la Figura 7:

[5] United Nations, European Union, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank. (2021). *System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting (SEEA-EA). United Nations.* Recuperado de https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_f124_web_12dec24.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

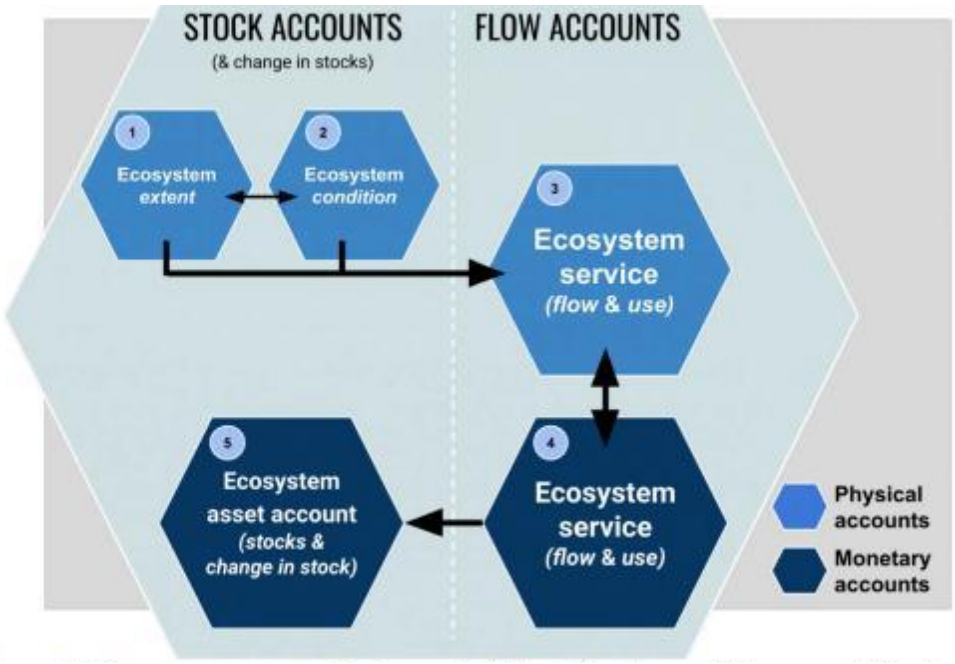


Figura 7. Esquema general de la contabilización de servicios ecosistémico (SEEA-EA).

I. **Medición de existencias (stocks):**
- Permite evaluar la **extensión** de los activos naturales, como los ecosistemas presentes en el territorio, y su estado actual o **condición**.
- Proporciona una visión clara sobre los recursos disponibles y su capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos de manera sostenible.

II. **Medición de flujos (flows):**
- Analiza los **servicios ecosistémicos** generados por los ecosistemas (como la regulación hídrica, la polinización o el almacenamiento de carbono).
- Evalúa los beneficios derivados de estos servicios, tanto en términos físicos (biomasa, agua disponible, entre otros) como monetarios (valor económico de los beneficios aportados).

III. **Hoja de Balance de Capital Natural:**
- El resultado final de la aplicación de este marco en el área de estudio será la elaboración de una **Hoja de Balance de Capital Natural**, que mostrará la evolución del valor de los activos naturales y sus servicios ecosistémicos a lo largo del tiempo.
- Esta herramienta permitirá visualizar de forma clara y ordenada los cambios en el capital natural y los servicios que ofrece, sirviendo como base para orientar políticas y estrategias de gestión sostenible.

Laboratorio Gad-Ex 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

El enfoque de capital natural y el uso del marco SEEA-EEA permitirán realizar un análisis exhaustivo y comprensible de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos en el territorio. Esto proporcionará una herramienta práctica y replicable para la gestión sostenible, facilitando la integración entre el bienestar ambiental, social y económico en el contexto de la ganadería extensiva.

La Figura 8 sintetiza el **proceso metodológico** que se seguirá para alcanzar los objetivos del estudio y del proyecto. Este esquema ilustra de manera clara las fases clave y la selección de metodologías que se aplicarán, destacando cómo se integran las diversas herramientas y enfoques para evaluar el **capital natural** y los **servicios ecosistémicos** asociados a la ganadería extensiva en el territorio del Geoparque de "Las Loras"

Laboratorio Gad-Ex 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

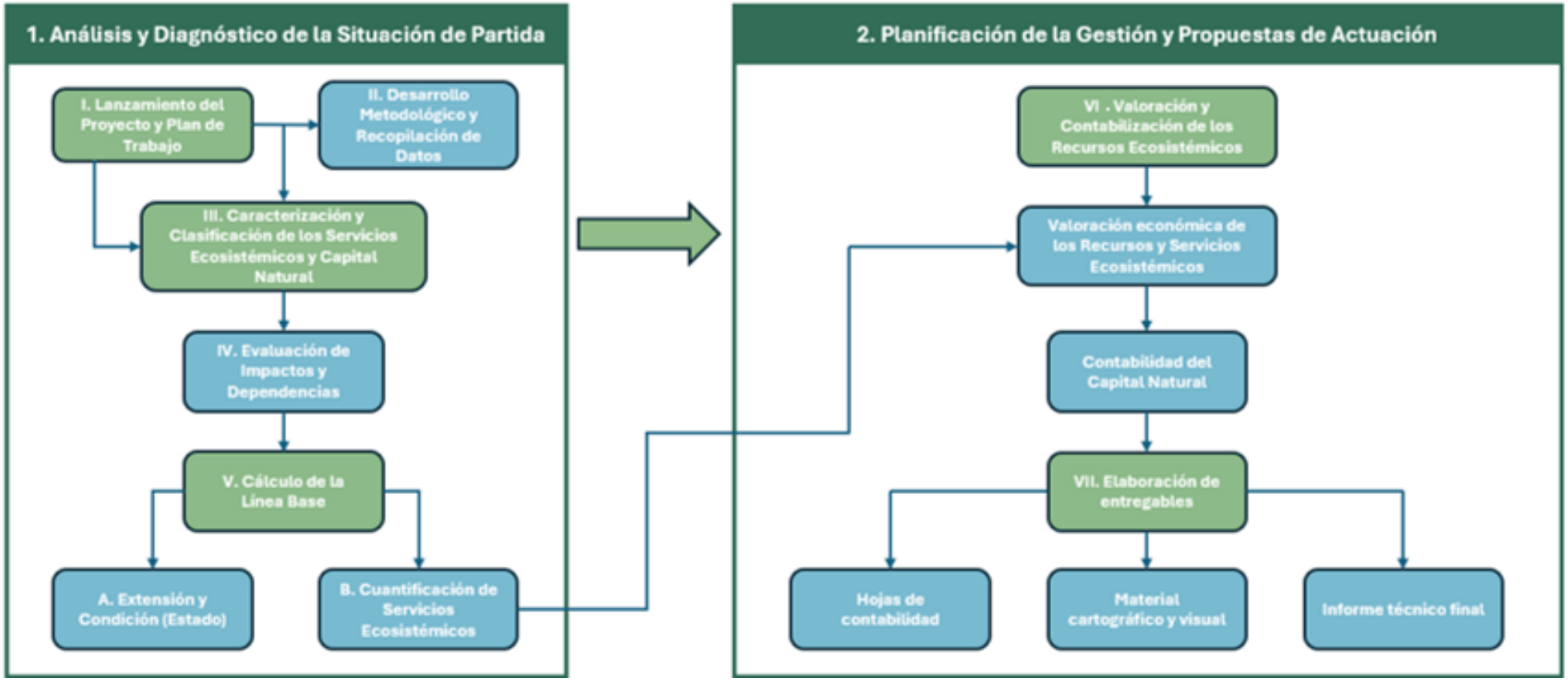


Figura 8. Proceso metodológico (Elaboración Propia, 2025)

Laboratorio Gad-Ex 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

El esquema metodológico está organizado de manera lógica y progresiva, dividiendo el análisis en fases numeradas (I a VII), cada una representa un bloque temático que se abordará en detalle en el estudio. En el núcleo se encuentran los **activos naturales** y los **servicios ecosistémicos**, que representan los recursos y beneficios proporcionados por los ecosistemas. Estos elementos serán inventariados, evaluados y jerarquizados para establecer su importancia relativa y su papel en la sostenibilidad del territorio. Los **principales componentes del proceso** son:

1. **Identificación de activos naturales y servicios ecosistémicos (III):** Se delimitarán y clasificarán los principales ecosistemas y servicios que sustentan las actividades humanas, utilizando marcos de referencia como el CICES (Clasificación Internacional de los Servicios Ecosistémicos).

2. **Evaluación de impactos y dependencias (IV):** Se analizarán las interacciones de la ganadería extensiva con el entorno natural, identificando tanto los **impactos** como las **dependencias** de esta actividad respecto a los servicios ecosistémicos.

3. **Inventario y línea base del capital natural (V):** Se establecerá un inventario inicial que incluirá una **línea base del capital natural**, donde se reflejará la extensión, el estado y el valor económico y biofísico de los recursos.

4. **Cálculo de la Línea Base (Fase V):** Esta fase establece la situación de referencia del Capital Natural y se divide en dos componentes clave:

    - **V.A. Extensión y Condición (Estado):** Se evalúa la **extensión territorial** de los ecosistemas y se analiza su **estado o condición actual** mediante indicadores biofísicos de integridad. Esto se complementa con un estudio de las tendencias históricas.

    - **V.B. Cuantificación de Servicios Ecosistémicos:** Se realiza la **cuantificación biofísica** de todos los Servicios Ecosistémicos identificados, calculando sus flujos físicos anuales (ej., Kg de biomasa, Tn de CO_2, m^3 de agua).

5. **Valoración y Contabilización de los Recursos Ecosistémicos (Fase VI):**

    - Esta fase monetiza los resultados, donde la **Valoración Económica** toma los **flujos físicos calculados en la Fase V** y les asigna un valor monetario, estableciendo así la Línea Base Monetaria.

    - Posteriormente, se aplica el marco SEEA-EA para la **Contabilidad del Capital Natural**, calculando el **Valor Presente** del activo a largo plazo (60 años) y el Balance Contable que proyecta el impacto económico de las Acciones de Gestión.

Laboratorio Gad-Ex 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

6. **Elaboración de Entregables (Fase VII):** Consiste en la consolidación final de los resultados, incluyendo la generación de las **Hojas de Contabilidad** formalizadas, la producción de **Material Cartográfico y Visual** (mapas de valor económico por hectárea) y la redacción del **Informe Técnico Final** que recoge toda la metodología y las conclusiones estratégicas :

Este esquema (Figura 8) proporciona una guía visual del proceso, facilitando la comprensión de las fases y destacando la importancia de cada componente en el logro de los objetivos del proyecto. Con esta metodología, se garantizará una evaluación integral del capital natural y los servicios ecosistémicos en el territorio.

Fase III. Caracterización y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos y Capital Natural. Identificación y clasificación de los servicios ecosistémicos relevantes para la ganadería extensiva, y la valoración preliminar del capital natural existente.

En el contexto de proyectos relacionados con **ganadería extensiva**, es esencial comprender cómo las actividades humanas se interrelacionan con el medio ambiente, y especialmente cómo dependen de los recursos naturales para su funcionamiento y sostenibilidad. Para lograr este entendimiento, es necesario identificar, clasificar y valorar los **servicios ecosistémicos** y el **capital natural** de la región, lo cual proporcionará una base sólida para aplicar un enfoque de **capital natural** en el proyecto. Este enfoque garantiza que se considere la importancia de los activos naturales no solo para la actividad ganadera, sino también para la preservación de los ecosistemas en el largo plazo.

Los **activos naturales** son la base del **capital natural** de un territorio, ya que constituyen los elementos fundamentales que sostienen la vida en el planeta, como el agua, el suelo, la biodiversidad, los bosques, los cuerpos de agua, entre otros. El **capital natural** es un concepto que agrupa todos los recursos naturales y los servicios que estos brindan a las personas. Estos activos son esenciales para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas, ya que son los que permiten mantener procesos naturales que ofrecen una serie de beneficios para el bienestar humano. Ejemplos de estos beneficios son la provisión de agua limpia, la regulación del clima, la polinización de cultivos, el control de inundaciones, o el valor cultural de los paisajes naturales.

Los **servicios ecosistémicos** se determinan en función de las funciones ecológicas y socioeconómicas que los activos naturales pueden sostener. Estos servicios se agrupan generalmente en varias categorías: provisión (como el agua o los alimentos), regulación (como la regulación del clima o el control de plagas), culturales (como el uso recreativo o el valor estético del paisaje) y de soporte (como la formación de suelos o los ciclos biogeoquímicos).

La **metodología del Sistema de Cuentas Económicas Ambientales** (**SEEA-EEA**) es una herramienta clave en este proceso, ya que permite una integración sistemática de la información

Laboratorio Gad-Ex 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

ecológica, económica y social, facilitando la toma de decisiones informadas y la gestión sostenible del capital natural. A continuación, se detallan los pasos fundamentales de la metodología que se utilizará para llevar a cabo la caracterización y clasificación de los servicios ecosistémicos y del capital natural:

El primer paso consiste en **identificar** y **clasificar los servicios ecosistémicos** relevantes para la ganadería extensiva. Esto involucra comprender cómo los ecosistemas de la región proporcionan beneficios esenciales para la actividad ganadera, tales como la provisión de **agua**, la **regulación del clima**, la **calidad del suelo**, y la **biodiversidad**. Para ello, se utilizará la lista **CICES** (*Common International Classification of Ecosystem Services*)[6] que ayuda a categorizar estos servicios de manera estándar. Los servicios ecosistémicos se clasifican en tres grandes grupos:

- **Servicios de provisión**: como el agua, los alimentos y los recursos genéticos.
- **Servicios de regulación**: como la regulación del clima, la purificación del aire, el control de la erosión y la gestión de los ciclos del agua.
- **Servicios culturales**: como la recreación, el turismo, y los valores espirituales y estéticos de los paisajes naturales.

Además, se reconocerán los **activos naturales** como los recursos que sustentan estos servicios, tales como los **hábitats naturales** (bosques, praderas, humedales), **suelo fértil**, **cuerpos de agua** y la **biodiversidad**.

La lista CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) es una herramienta internacionalmente reconocida y ampliamente utilizada para clasificar los servicios ecosistémicos que proporcionan los ecosistemas a los seres humanos (Tabla 1). Esta clasificación permite identificar y categorizar los diferentes beneficios que los ecosistemas ofrecen, tales como los recursos naturales, la provisión de alimentos, la regulación del clima, y la recreación, entre otros. Cada uno de estos beneficios está vinculado a los activos naturales que componen el entorno en el que se desarrollan, como los hábitats, los recursos hídricos, la biodiversidad y otros elementos naturales que forman la base de los ecosistemas.

Tabla 1. Clasificación CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) (EEA, 2018)

Sección	División	Grupo
PROVISIÓN	Nutrición	Biomasa
		Agua
	Materiales	Biomasa, Fibra
		Agua
	Energía	Fuentes de energía basada en biomasa

[6] European Environment Agency (EEA). (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure*. European Environment Agency. Recuperado de: https://cices.eu/

Laboratorio Gad-Ex 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

Sección	División	Grupo
		Energía mecánica
REGULACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mediación de residuos, tóxicos y otras molestias	Mediación por biota
		Mediación por ecosistemas
	Mediación de flujos	Flujos de masa
		Flujos líquidos
		Flujos gaseosos / de aire
	Mantenimiento de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento del ciclo de vida, protección de hábitat y acervo genético
		Control de plagas y enfermedades
		Formación de suelo y composición
		Condiciones del agua
		Composición atmosférica y regulación del clima
CULTURAL	Interacciones físicas e intelectuales con ecosistemas y paisajes [entornos ambientales]	Interacciones físicas y experienciales
		Interacciones intelectuales y representacionales
	Interacciones espirituales, simbólicas y otras con ecosistemas y paisajes [entornos ambientales]	Espiritual y/o emblemático
		Otros resultados culturales

El uso de la lista CICES proporciona una estructura clara y coherente para identificar estos servicios ecosistémicos y cómo se interrelacionan con los activos naturales (Figura 9). Este proceso es fundamental para entender el valor que los ecosistemas aportan a las comunidades humanas y al medio ambiente. Además, la herramienta facilita una valoración más precisa de los beneficios que los ecosistemas brindan, lo que es crucial para la toma de decisiones en proyectos de desarrollo sostenible.

Laboratorio Gad-Ex 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

Appendix 1: Overview of CICES V5.1 (see accompanying spreadsheet for full details)

Provisioning

Filter	Section	Division	Group	Class	Code	Class type	V4.3 Equivalent	Code(4.3)
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes	1.1.1.1	Crops by amount, type (e.g. cereals, root crops, soft fruit, etc.)	Cultivated crops	1.1.1.1
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Fibres and other materials from cultivated plants, fungi, algae and bacteria for direct use or processing	1.1.1.2	Material by amount, type, use, media (land, soil, freshwater, marine)	Fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use or processing	1.2.1.1
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Cultivated plants (including fungi, algae) grown as a source of energy	1.1.1.3	By amount, type, source	Plant-based resources	1.3.1.1
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Cultivated plants grown for nutritional purposes by in- situ aquaculture	1.1.2.1	Plants, algae by amount, type	Plants and algae from in-situ aquaculture	1.1.1.5
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Cultivated plants grown for material purposes by in- situ aquaculture (excluding genetic materials)	1.1.2.2	Plants, algae by amount, type	Plants and algae from in-situ aquaculture	1.1.1.5
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Cultivated plants grown as a source of energy by in-situ aquaculture	1.1.2.3	Plants, algae by amount, type	Plants and algae from in-situ aquaculture	1.1.1.5
CICES	Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or	Animals reared to provide nutrition	1.1.3.1	Animals, products by amount, type (e.g. beef,	Reared animals and their outputs	1.1.1.2

Figura 9. Esquema general del CICES V5.1 para los servicios de aprovisionamiento [7] (*Common International Classification of Ecosystem Services*) (EEA, 2018*)*

En el contexto de este proyecto, **la identificación de los activos naturales y los servicios ecosistémicos se realizará utilizando la lista CICES** como base. Esta herramienta se puede adaptar según las características y necesidades del área de estudio, tomando en cuenta los activos naturales presentes en dicha zona. Es importante señalar que, en este caso específico, la lista CICES se ajustará para abordar la relación entre los servicios ecosistémicos y los activos naturales que son clave para el desarrollo de la ganadería extensiva (Figura 10).

[7] La imagen muestra una tabla titulada Appendix 1: Overview of CICES V5.1, que presenta la clasificación de los servicios ecosistémicos de provisión según el sistema CICES.

Laboratorio Gad-Ex 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



Figura 10. Servicios ecosistémicos activo [8] (EEA, 2018)

La **teledetección** es una herramienta tecnológica clave que se utiliza para **identificar y mapear los activos naturales** a nivel cartográfico. La teledetección permite integrar datos satelitales y geoespaciales, lo cual facilita el análisis de las características biofísicas de un territorio. Su principal ventaja es que puede cubrir grandes áreas de manera rápida y precisa, lo que garantiza la recopilación de datos homogéneos y actualizados. Además, permite realizar un seguimiento a largo plazo de los cambios en los activos naturales, asegurando la trazabilidad y la fidelidad de los datos.

[8] En la figura se muestra cómo los ecosistemas proporcionan servicios ecosistémicos por diferente tipología.

Laboratorio Gad-Ex 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

El proceso para identificar y mapear los activos naturales mediante **teledetección** se realiza a través de varios pasos clave:

1. **Uso de plataformas de teledetección para recolectar información abiótica y biótica de los ecosistemas**: Las plataformas de teledetección, como los satélites y los drones, capturan imágenes y datos que proporcionan información sobre las características abióticas (como la temperatura, la humedad, el ecosistema) y bióticas (como la vegetación, la biodiversidad y los hábitats) de los ecosistemas.

2. **Identificación de las variables clave de los ecosistemas basadas en sus características bióticas y abióticas**: Utilizando los datos obtenidos, se identifican las variables más relevantes de los ecosistemas, tales como la cobertura vegetal, el tipo de suelos, la presencia de cuerpos de agua, la biodiversidad, entre otras. Los datos tienen una resolución espacial que permite un análisis detallado y preciso del territorio (como Landsat[9] 8, que cuenta con una resolución de 15m x 15m en bandas pancromáticas, y de 30m x 30m en multiespectrales), a la escala de gestión del territorio.

3. **Indicadores del territorio que aportan información adicional local para determinar los activos naturales**: Se utiliza información geoespacial local y nacional para complementar la información obtenida por teledetección de los indicadores del territorio. Estos pueden incluir datos sobre el ecosistema, actividades humanas, infraestructura, y otros factores relevantes que afectan la configuración de los ecosistemas y su capacidad para generar servicios ecosistémicos.

4. **Creación de mapas que clasifican los activos naturales y urbanos según su estado y relevancia ecosistémica**: A partir de las variables clave y los indicadores, se desarrollan mapas que permiten clasificar los activos naturales según su estado y relevancia ecosistémica. Estos mapas no solo permiten identificar qué activos están presentes, sino también cómo están distribuidos en el territorio y cuál es su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas.

En total, se han identificado **21 Servicios Ecosistémicos relevantes** para la ganadería extensiva. Esta identificación se realizó empleando la herramienta **Nature ValueTool (NVT)** [10] . Esta herramienta se basa en el trabajo desarrollado en el marco del proyecto europeo **Interreg COMFOR-SUDOE (SOE4/PA/E1012)**, diseñada específicamente para ayudar a profesionales del sector empresarial, responsables de administraciones públicas con competencias en gestión territorial y científicos forestales a **cuantificar, valorar y gestionar** los activos naturales y los servicios ecosistémicos presentes en sus territorios. Los servicios identificados se derivan de los

[9] https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/

[10] COMFOR-SUDOE. (2021). Nature Value Tool (NVT): Herramienta para la cuantificación, valoración y gestión de activos naturales y servicios ecosistémicos. Proyecto Interreg SOE4/PA/E1012.

Laboratorio Gad-Ex 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

activos naturales del Geoparque, que incluyen los hábitats, los usos sociales (como la cultura y la recreación vinculadas al paisaje) y el legado (el conocimiento y las prácticas ancestrales relacionadas con los ecosistemas). Estos servicios ecosistémicos son fundamentales tanto para el bienestar de las comunidades que dependen de la ganadería como para la sostenibilidad del entorno en el que se desarrollan estas actividades. Los servicios ecosistémicos identificados constituyen la base para el análisis detallado de las etapas posteriores del proyecto (Tabla 2).

Tabla 2. Los 21 servicios ecosistémicos incorporados en el Sistema de Contabilidad de Capital Natural para Bosques Complejos (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021)

Código CICES[14]	Tipo de SE	Nombre del SE
1.1.5.2 y 1.1.1.2	Aprovisionamiento	Producción de fibras para material
1.1.5.3 y 1.1.1.3	Aprovisionamiento	Plantas para energía
1.1.5.1	Aprovisionamiento	Plantas silvestres para nutrición
1.1.1.1	Aprovisionamiento	Plantas cultivadas para nutrición
1.1.6.1	Aprovisionamiento	Animales silvestres para nutrición
1.1.3.1	Aprovisionamiento	Animales criados para nutrición
4.2.1.1 y 4.2.2.1	Aprovisionamiento	Agua para beber
4.2.1.2 y 4.2.2.2	Aprovisionamiento	Agua como no consumo y material
4.2.1.3	Aprovisionamiento	Agua para energía
3.1.11, 3.1.1.2 y 6.1.1.1	Culturales	Recreación
3.1.2.2, 3.1.1.2 y 6.1.2.1	Culturales	Educación e investigación
3.2.2.2, 3.2.2.1 y 6.2.2.1	Culturales	Legado y existencia
3.1.2.4	Culturales	Experiencias estéticas
3.1.2.3	Culturales	Actividades culturales
2.2.3.1 y 2.2.3.2	Regulación	Control de plagas y enfermedades
2.2.6.1	Regulación	Captura de CO_2
2.2.1.3	Regulación	Regulación del ciclo hidrológico
2.2.1.1	Regulación	Control de la erosión
2.2.2.3	Regulación	Mantenimiento de la biodiversidad
2.2.5.1	Regulación	Regulación de las condiciones químicas del agua
2.2.2.1	Regulación	Polinización

Una vez identificados los servicios ecosistémicos relevantes, el siguiente paso consiste en **jerarquizarlos** de acuerdo con su **relevancia** (Tabla 3), empleando también para ello la herramienta de **Nature ValueTool**. Este proceso de jerarquización es esencial, ya que permite seleccionar aquellos servicios que tienen mayor impacto y que son clave para el proyecto. Se realizará una evaluación detallada para determinar cuáles son los servicios ecosistémicos más significativos, tanto en términos de su **importancia ecológica** como de su **valor social y económico**. Este proceso de jerarquización permite determinar cuáles servicios ecosistémicos son **más relevantes** para la actividad ganadera y cuáles deberían recibir atención prioritaria en el marco del proyecto. La jerarquización se basa en:

- **El valor ecológico**: Cuánto depende la ganadería de un servicio ecosistémico para su funcionamiento.

Laboratorio Gad-Ex 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

- **El valor económico**: Cómo de valioso es este servicio en términos económicos, tanto para los productores ganaderos como para la sociedad en general.

- **La capacidad de sostenibilidad**: Cómo de crucial es la conservación de este servicio para garantizar la viabilidad a largo plazo de la actividad ganadera.

Esta fase también involucrará la **recolección de información** local a través de **entrevistas con ganaderos**, **encuestas** y la colaboración con **expertos locales**, lo que permitirá conocer de manera precisa cómo estos servicios son utilizados y valorados en la práctica.

Tabla 3. N.º de SE preidentificados, identificados y jerarquizados (COMFOR-SUDOE: Nature Value Tool, 2021)

Orden de los pasos	Proceso realizado	N.º de SE seleccionados
1º	LISTADO ORIGINAL: N.º de SE totales incluidos en CICES	90
2º	PREIDENTIFICACIÓN: N.º de SE preidentificados como comunes en bosques complejos (revisión bibliográfica)	68
3º	AGRUPACIÓN: N.º de agrupaciones de SE en base a su similitud, a partir del paso 2.	31
4º	IDENTIFICACIÓN: N.º de SE incluidos en la herramienta de contabilidad de capital natural para bosques complejos	21
5º	JERARQUIZACIÓN: N.º de SE finalmente analizados en las dos zonas piloto	

La **identificación y jerarquización de los servicios ecosistémicos** se lleva a cabo mediante una combinación de métodos y herramientas. Este proceso es crucial para entender cuáles son los servicios más relevantes para el proyecto y cuáles deben ser priorizados. El proceso incluirá las siguientes actividades:

- **Revisiones bibliográficas**: Se realiza una búsqueda exhaustiva de información científica, técnica y de estudios previos relacionados con los servicios ecosistémicos en la región de estudio, apoyándose en el análisis de dependencias de la ganadería extensiva. Esto sirve para conocer el estado actual del conocimiento sobre los SSEE y su relevancia en el contexto local.

- **Cartografía SIG**: Se utilizan Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar y analizar los datos espaciales. Esta herramienta permite crear mapas detallados que muestran la distribución de los servicios ecosistémicos en el territorio, así como su relación con los activos naturales identificados previamente.

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Teledetección**: Además de identificar los activos naturales, la teledetección también se usa para mapear y monitorear los servicios ecosistémicos en el tiempo, lo que permite analizar los cambios y tendencias en los ecosistemas.

- **Información local**: La información proporcionada por las comunidades locales es fundamental, ya que estas personas tienen un conocimiento directo sobre el territorio y sus características. Este conocimiento puede ser útil para identificar servicios ecosistémicos que no son fácilmente detectables por métodos técnicos.

- **Criterio experto**: Un equipo de expertos en ecología, medio ambiente y desarrollo sostenible ha aportado su visión para identificar y clasificar los servicios ecosistémicos más relevantes para el proyecto.

- **Stakeholders relevantes**: La participación de actores clave, como autoridades locales, organizaciones ambientales y grupos comunitarios, es esencial para asegurar que la identificación de los servicios ecosistémicos sea completa y representativa.

- **Encuestas y entrevistas**: Se realizan encuestas y entrevistas a las comunidades y otros actores relevantes para recoger datos cualitativos y cuantitativos que ayuden a comprender mejor los servicios ecosistémicos en el área de estudio.

En paralelo a la identificación y jerarquización de los servicios ecosistémicos, se realiza una **valoración preliminar del capital natural** existente. Esta valoración tiene como objetivo estimar el valor de los recursos naturales y servicios ecosistémicos en términos económicos y ecológicos, de modo que se pueda cuantificar el aporte que estos activos hacen a la ganadería extensiva y a la comunidad en general.

La valoración se basa en la recopilación de datos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales disponibles, como el volumen de agua disponible, la salud de los suelos, la biodiversidad de la región y otros factores relacionados con el capital natural. Estos datos permitirán evaluar qué tan dependiente es la ganadería de estos recursos, y qué impactos podría tener su degradación.

La selección de los servicios ecosistémicos más relevantes, aquellos considerados como **definitivos**, es crucial, ya que estos serán los que se miden a lo largo del ciclo del proyecto, especialmente en la **línea base**. Esta línea base proporcionará un punto de partida para evaluar los cambios en los servicios ecosistémicos a medida que el proyecto avance. Además, permitirá comparar los beneficios generados por el proyecto con la situación inicial, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de gestión adaptativas (Figura 11).

Laboratorio Gad-Ex 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

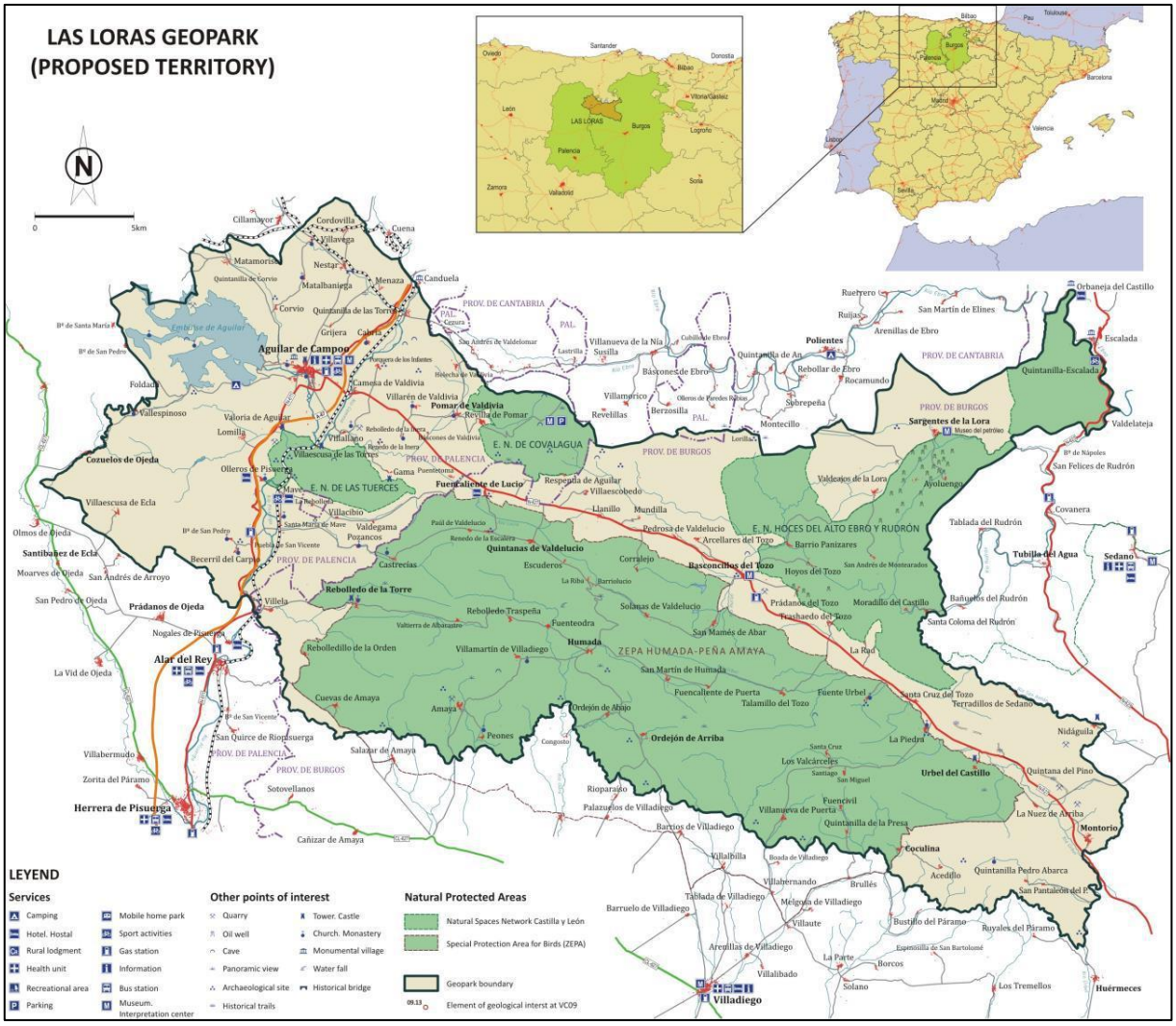


Figura 11. Territorio Geoparque Las Loras (Salman Monte *et al.*, 2015)[11]

La lista CICES es una herramienta clave para identificar y entender los servicios ecosistémicos y su relación con los activos naturales, ofreciendo un marco robusto para la evaluación de los beneficios proporcionados por los ecosistemas. En el contexto de la ganadería extensiva, su aplicación permitirá identificar, clasificar y valorar los servicios ecosistémicos que son esenciales para la sostenibilidad de esta actividad y para el bienestar de las comunidades asociadas. La jerarquización de los servicios ecosistémicos en función de su relevancia permitirá enfocar los esfuerzos en los

[11] Salman Monte, K., Sánchez Fabián, J. Á., García García, F., Basconcillos Arce, J., Rodríguez García, A., & Gallego Rojas, N. (2015). *Application dossier. Las Loras Geopark Project: ARGEOL.* Recuperado de https://geoparquelasloras.es/wp-content/uploads/2021/06/Application-Dossier-Las-Loras-Geopark-Project-Main-document-b.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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 más significativos, lo que a su vez facilitará la medición de los impactos y la gestión adecuada de los recursos naturales.

Fase IV. Evaluación de Impactos y Dependencias. Identificación y análisis de los impactos directos e indirectos de las actividades ganaderas en los servicios ecosistémicos y capital natural, y dependencia de estas actividades respecto los servicios ecosistémicos y capital natural.

La **evaluación de impactos** es un componente esencial de la metodología, ya que permite identificar los **efectos** que las actividades ganaderas tienen sobre los **servicios ecosistémicos** y el **capital natural**. Estos impactos pueden ser **directos** (como la **deforestación** para el pastoreo o la **erosión del suelo** causada por el pisoteo del ganado) o **indirectos** (como la contaminación del agua debido a las emisiones de gases o el uso de agroquímicos). En este sentido, es fundamental **analizar los efectos negativos** de la actividad ganadera sobre el capital natural, tales como la **degradación del suelo**, la **pérdida de biodiversidad**, y la **contaminación de fuentes hídricas**, ya que estos impactos afectan directamente a la capacidad de los ecosistemas para continuar brindando los servicios necesarios para el sustento de la actividad ganadera.

La ganadería extensiva puede generar impactos en la calidad del agua a través de la movilización de nutrientes (nitrógeno y fósforo totales) y contaminantes microbiológicos desde las deyecciones animales. Estos contaminantes se transportan hacia masas de agua superficiales y subterráneas mediante escurrimiento superficial e infiltración, principalmente durante eventos de precipitación y fusión de nieve. En contextos donde se produce escurrimiento excesivo de fósforo, se han cuantificado impactos económicos totales de 74.5 USD por kilogramo de fósforo excedente, derivados de pérdidas en valores de propiedad, reducción de actividades recreativas y costos de remediación de calidad de agua. Adicionalmente, se han documentado concentraciones de coliformes fecales en arroyos con presencia ganadera que alcanzan 1,307-30,000 MPN/100 mL, comparadas con 19-220 MPN/100 mL en períodos sin impacto ganadero (EPA, s.f.; University of Nebraska-Lincoln Extension, s.f.; Sampat et al., 2021)

Por otro lado, el **análisis de dependencias** se centra en entender cómo las actividades ganaderas dependen de los servicios ecosistémicos y del capital natural. La ganadería extensiva depende, entre otros, del **agua** para la bebida del ganado, de **suelo fértil** para el crecimiento de los pastos y de la **regulación climática** para garantizar un clima favorable para la cría del ganado. Evaluar estas dependencias es esencial para determinar la **vulnerabilidad** de la actividad ganadera ante la **degradación de los ecosistemas** y la **pérdida de servicios ecosistémicos**. El análisis de dependencias también implica identificar qué **estrategias de gestión** son necesarias para mitigar los riesgos asociados a la pérdida o disminución de los servicios ecosistémicos clave para la ganadería. Esto puede incluir acciones para **mejorar la gestión del agua**, **conservar el suelo** y promover la **biodiversidad** dentro de las áreas de pastoreo.

Laboratorio Gad-Ex 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

Para realizar una evaluación más completa, se utiliza la herramienta **ENCORE (*Exploring Natural Capital Opportunities, Risks, and Exposure*)** [12] . ENCORE es una metodología diseñada específicamente para ayudar a las empresas y proyectos a identificar **dependencias** e **impactos** sobre el capital natural. En el caso de la ganadería extensiva, ENCORE permitirá:

1. **Identificar cómo la ganadería depende de los ecosistemas** para sostenerse (entre otros agua, suelo fértil y regulación del clima).

2. **Analizar cómo la ganadería genera presiones en el territorio**, tales como la degradación del suelo o las emisiones contaminantes.

3. **Proporcionar una visión integral** del capital natural de la región y la capacidad de los ecosistemas para sostener la actividad ganadera de manera sostenible, promoviendo **estrategias de gestión** que minimicen los riesgos y favorezcan la conservación de los ecosistemas.

El objetivo de esta etapa fue la **identificación, validación y delimitación** de los servicios ecosistémicos mensurables y relevantes para la actividad ganadera extensiva en el Geoparque, a través de un análisis cualitativo de sus interrelaciones con el Capital Natural. El análisis de impactos y dependencias se realizó utilizando la herramienta **ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure)**. Esta herramienta fue fundamental para validar la selección inicial de los servicios ecosistémicos y establecer un marco de impactos y dependencias.

El análisis se centró en las siguientes categorías de la **Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)**, que corresponden a las especies de cría de ganado vacuno, búfalos, ovejas y cabras presentes en el área de estudio:

- **Sección CIIU:** Agricultura, Silvicultura y Pesca.
- **División CIIU:** Producción agrícola y ganadera.
- **Grupos/Clases CIIU:** Cría de ganado vacuno y búfalos (VyB), Cría de ovejas y cabras (OyC) y Cria de Caballos (C).

[12] ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure). *ENCORE – Dependencies and impacts on nature*. Recuperado de https://www.encorenature.org/en

Laboratorio Gad-Ex 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

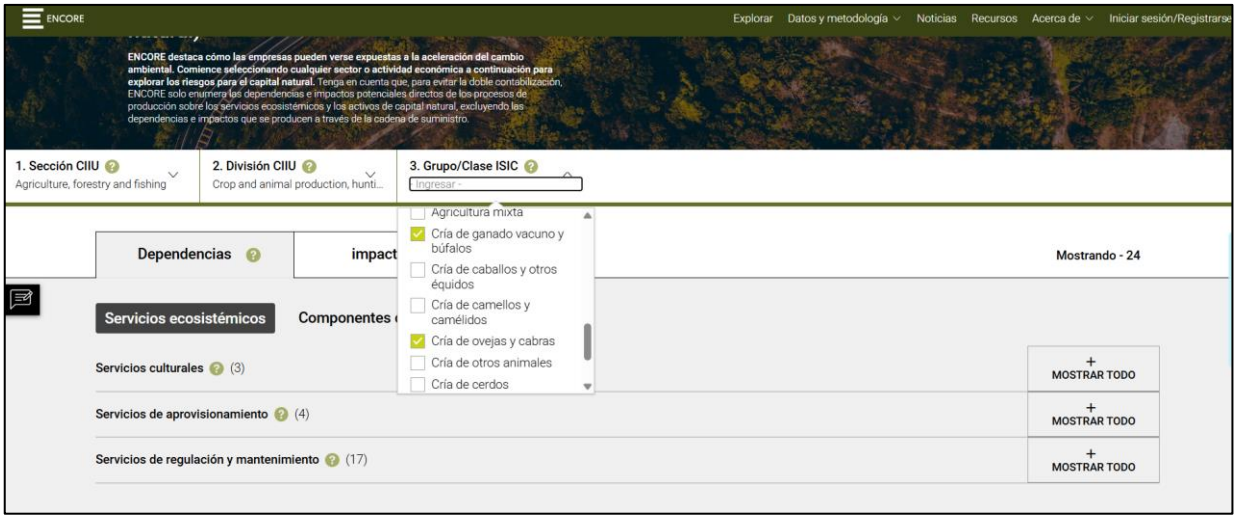


Figura 12. Selección de categorías CIIU en el marco (ENCORE).

El proceso de Contabilidad del Capital Natural requiere que el análisis de dependencias e impactos refleje el modelo productivo específico del Geoparque. Dado que la herramienta **ENCORE** opera a un nivel sectorial de la CIIU sin distinguir entre modelos de **ganadería intensiva y extensiva**, se implementó un **proceso de calibración metodológica** de las materialidades. Este ajuste fue esencial para transformar la matriz genérica de ENCORE en un análisis relevante para la sostenibilidad de la ganadería extensiva.

El propósito primordial fue corregir los niveles de dependencia e impacto iniciales de ENCORE (basados en categorías generales con escala: **Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto**) para reflejar la realidad del ecosistema ganadero extensivo (vacuno, ovino y caprino) del Geoparque. El procedimiento se estructuró de la siguiente manera:

1. **Referencia Bibliográfica:** Se cotejaron los niveles de materialidad asignados por ENCORE para los grupos CIIU seleccionados contra la **evidencia científica especializada en sistemas pastorales y de ganadería extensiva** de bajo impacto en Europa. Este paso permitió validar las diferencias fundamentales en el uso de recursos y la capacidad de regeneración del ecosistema entre ambos modelos.

2. **Criterio de Ajuste:** Se aplicó una modificación directa de los niveles de dependencia e impacto cuando la bibliografía revisada demostraba una **menor intensidad de impacto o una mayor resiliencia** intrínseca del sistema extensivo.

3. **Resultados de Calibración:** Las materialidades ajustadas se recogen en detalle en la Tabla 4 y Tabla 5 (presentadas a continuación), sirviendo como la matriz oficial para el resto del proyecto.

Laboratorio Gad-Ex 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

Esta metodología de calibración garantiza que la posterior cuantificación y valoración económica se basen en una evaluación de impactos y dependencias que es **ecológicamente precisa** para el modelo productivo del Geoparque.

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 4. Ajuste Metodológico de los Niveles de Dependencia (ENCORE vs. Modelo Extensivo) (Rubio & Roig, 2017; Amigó Francés, 2019) [13] [14]

Servicios Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
Servicios educativos, científicos y de investigación	VyB	MA		MA	El conocimiento científico del geoparque incluido el local ayuda a la gestión del ganado y actividades educativas (se mantiene el nivel)	ENCORE, s.f.	3.1.2.2, 3.1.1.2 y 6.1.2.1 - Educación e investigación 3.2.2.2, 3.2.2.1 y 6.2.2.1 - Legado y existencia
Servicios espirituales, artísticos y simbólicos	VyB, OyC y C	MA		MA	La actividad extensiva contribuye a la preservación del paisaje cultural, lo que mantiene la dependencia en el conocimiento cultural y el valor estético (se mantiene el nivel)	ENCORE, s.f.	3.1.1.1, 3.1.1.2, 6.1.1.1 y 6.1.1.2 – Recreación 3.1.2.4 – Experiencias estéticas

[13] Rubio, A., & Roig, S. (2017). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informe_ganaderia_extensiva_tcm30-435573.pdf

[14] Amigó Francés, M. (2019). *Estudio sobre el impacto ambiental del sector ganadero en España. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*. Trabajo Fin de Grado, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de: https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/295509/retrieve

15 Significado de las siglas: MA: Muy Alto; A: Alto; M:Medio; B: Bajo; MB: Muy bajo

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
Servicios de aprovisionamiento de biomasa	VyB, OyC y C	MA/MA		MA/M	Al ser ganadería extensiva, el alimento proviene del forraje y pastos del Geoparque, lo que reduce la competencia con los recursos alimenticios humanos (se reduce el nivel)	Amigó Francés, 2019	Parcialmente: 1.1.3.1 - Animales criados para nutrición 1.1.3.2 - Animales criados para material
Servicios de material genético	VyB, OyC y C	M		M	El uso de especies locales y la alimentación natural reducen la probabilidad de aparición de especies invasoras y la dispersión de semillas externas. El riesgo es inherente pero manejable. (se mantiene el nivel)	Rubio, A., Roig, S., 2017	Intermedio: 1.1.3.1 - Animales criados para nutrición 1.1.3.2 - Animales criados para material
Abastecimiento de agua	VyB, OyC y C	MA		NA	Este servicio se excluye de la valoración al estar el proyecto enfocado únicamente en las zonas de pastoreo donde no se consideran grandes masas de agua destinadas a este fin	Amigó Francés, 2019	No aplica, puesto que se analiza vinculado a las zonas de pastoreo donde no hay presencia de masas de agua
Servicios de regulación climática global	VyB, OyC y C	M		M	La ganadería extensiva implica una menor producción de Gases de Efecto Invernadero	Amigó Francés, 2019	2.2.1.1 - Control de la erosión

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
					(GEI) por unidad de área en comparación con la intensiva (se mantiene el nivel).		2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios de regulación de los patrones de lluvia	VyB, OyC y C	MA		MA	La actividad depende totalmente de los patrones de lluvia que regulan el crecimiento de forraje disponible (se mantiene el nivel)	Amigó Francés, 2019	2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico 2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios locales de regulación climática	VyB, OyC y C	M		M	Menor producción de GEI u otros contaminantes locales, por la baja densidad animal, en comparación ganadería intensiva (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.1.1 - Control de la erosión 2.2.6.1 - Captura de CO2 2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico
Servicios de filtración del aire	VyB, OyC y C	M		M	Menor generación de contaminantes atmosféricos (GEI, polvo, etc.), por la baja densidad animal en comparación ganadería intensiva (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.1.1 - Control de la erosión 2.2.6.1 - Captura de CO2

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
Servicios de regulación de la calidad del suelo	VyB, OyC y C	MA		MA	La necesidad de grandes áreas de pastoreo es la condición que propicia el alimento y la capacidad de carga (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019	Se menciona, aunque no se pudo calcular: 2.1.4.1, 2.1.4.2 y 2.1.4.3 Regulación de Calidad de Suelo
Servicios de control de la erosión	VyB, OyC y C	MA		M/MA	Al mantener la capacidad de carga adecuada, y mantener y mejorar los usos del suelo (sistemas agroforestales) se reduce la dependencia crítica a valores manejables. (se reduce el nivel)	Fonseca, N. E., 2022	2.2.1.1 - Control de la erosión
Servicios de remediación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	M/B		M/B	La cantidad de estiércol por unidad de área no es intensa, haciendo que la gestión de residuos sea menos compleja. (se mantiene el nivel)	Amigó Francés, 2019	2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios de purificación de agua	VyB, OyC y C	MA		M	La dependencia de grandes cantidades de agua para procesos se reduce, y la conservación de las coberturas vegetales ayuda a mantener la calidad (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico 2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.6.1 - Captura de CO2

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
Servicios de regulación de caudales agua	VyB OyC y C	MA		M	El manejo de la capacidad de carga y el mantenimiento de los usos de suelo con coberturas vegetales aumenta la velocidad de la infiltración, reduciendo la dependencia crítica de la regulación natural (se reduce el nivel).	Fonseca, N. E. (2022)	2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico
Servicios de mitigación de inundaciones	VyB, CyE, OyC, y C	M		M	La ganadería extensiva promueve la conservación de coberturas que protegen a los ecosistemas de las inundaciones (se mantiene el nivel)	Amigó Francés, 2019	2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico 2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios de mitigación de tormentas	VyB, CyE, OyC, y C	MA		M/MA	La conservación del ecosistema y de las coberturas vegetales ofrece un beneficio de protección que mitiga la dependencia total (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios de atenuación del ruido	VyB, CyE, OyC, y C	MB		MB	El bajo número de animales por unidad de área y la infraestructura mínima	Amigó Francés, 2019	2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
					mantienen la dependencia en un nivel muy bajo (se mantiene el nivel)		2.2.6.1 - Captura de CO2
Servicios de control de plagas	VyB, CyE, OyC, y C	M		B	La ganadería extensiva, al ser menos dependiente de insumos externos (bibliografía), tiene un costo inferior en el control de plagas, reduciendo la dependencia a nivel bajo (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.3.1 y 2.2.3.2 - Control de plagas y enfermedades
Servicios de mantenimiento de poblaciones de viveros y hábitats	VyB, OyC y C	MB		MB	La cría de animales extensiva busca no modificar el paisaje ni el acervo genético, manteniendo la dependencia muy baja (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.2.1 - Polinización (no se puede contabilizar)
Otros servicios de regulación y mantenimiento - Dilución por la atmósfera y los ecosistemas	VyB, OyC y C	B		NA	Aunque se conocen las áreas con masas de agua, el servicio no se evalúa al estar vinculado estrictamente a las zonas de pastoreo.	Amigó Francés, 2019	2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico 2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad 2.2.6.1 - Captura de CO2

Laboratorio Gad-Ex 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 Ecosistémicos	Ganado	Nivel Dependencia ENCORE	Dependencia**	Nivel Corregido (si procede)[15]	Criterio de Ajuste de Ganadería extensiva (s/p)	Bibliografía	Servicios Ecosistémicos CICES
Otros servicios de regulación y mantenimiento - Mediación de impactos sensoriales (distintos del ruido)	VyB, OyC y C	MB		MB/B	Se mantiene por el bajo número de animales por unidad de área y la infraestructura mínima (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019	2.2.6.1 - Captura de CO2

**



Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 5. Resumen de Ajuste de Impactos Ambientales (ENCORE vs. Modelo Extensivo) (Rubio & Roig, 2017; Amigó Francés, 2019)

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
Atmósfera	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	Menor producción de GEI u otros, por el bajo número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, debido a la menor densidad animal y la mínima infraestructura (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	Reducción del riesgo de especies invasoras en el esparcimiento de semillas al usar especies y alimentos locales; sin embargo, el riesgo persiste en áreas abiertas.	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Área de uso del suelo	VyB OyC y C	MA/A	MA/A	La principal desventaja y característica de la ganadería extensiva es el extenso espacio necesario para la actividad, que genera una alta huella de uso de suelo. (se mantiene el nivel	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	La ganadería extensiva implica un uso significativamente menor de agua (principalmente consumo animal), reduciendo la intensidad del impacto (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	VMAA	M/B	La baja cantidad de animales por unidad de área diluye y dispersa la carga de residuos, haciendo el impacto menos masivo que en la intensiva (se mantiene el nivel).	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes nutritivos al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	La baja densidad animal reduce la concentración de contaminantes (nutrientes), disminuyendo el impacto (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	El uso de insumos químicos es menor, lo que reduce la generación y liberación de contaminantes tóxicos (se reduce el nivel).	Amigó Francés, 2019
Geomorfología del terreno	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica por la incompatibilidad de uso de suelo.	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	El requerimiento de grandes extensiones es inherente al modelo extensivo. (se mantiene el nivel)	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	Menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	Menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
Minerales	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el	Rubio, A., Roig, S., 2017

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
					esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
Geomorfología oceánica	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
Suelos y sedimentos	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes nutritivos al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Perturbaciones (por ejemplo, ruido, luz)	VyB, OyC y C	M	M/B	M/L: Si bien afecta el sonido especialmente en su traslado, generalmente las instalaciones son muy poco impactantes (ejemplo, abrevaderos). Y el número	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
					de animales versus el área es superior disipando el sonido	
Especies	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes nutritivos al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Perturbaciones (por ejemplo, ruido, luz)	VyB, OyC y C	M	M/B	M/L: Si bien afecta el sonido especialmente en su traslado, generalmente las instalaciones son muy poco impactantes (ejemplo, abrevaderos). Y el número de animales versus el área es superior disipando el sonido	Amigó Francés, 2019
Integridad estructural y biótica	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes tóxico al agua y al suelo	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	nutritivos al agua y al suelo					
	Perturbaciones (por ejemplo, ruido, luz)	VyB, OyC y C	M	M/B	M/L: Si bien afecta el sonido especialmente en su traslado, generalmente las instalaciones son muy poco impactantes (ejemplo, abrevaderos). Y el número de animales versus el área es superior disipando el sonido	Amigó Francés, 2019
Agua	Superficie de agua dulce	VyB, OyC y C	A	NA	No aplica puesto que se están usando en el uso suelo, solo las áreas ganaderas que son incompatibles con ese uso de suelo	Amigó Francés, 2019
	Área de uso del suelo	VyB, OyC y C	MA/A	MA/A	Se mantiene igual, puesto que una de la desventaja es el espacio necesario para este tipo de ganadería	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de GEI	VyB, OyC y C	A/M	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones no GEI	VyB, OyC y C	A	M	M: menor producción de GEI u otros, por el número de animales por unidad de área en comparación ganadería intensiva	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Componente	Impacto	Ganado	Nivel ENCORE	Nivel corregido	Criterio de Ajuste de Ganadería Extensiva	Bibliografía
	tóxico al agua y al suelo					
	Generación y liberación de residuos sólidos	VyB, OyC y C	MA/A	M/A	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Introducción de especies invasoras	VyB, OyC y C	A/M	M	M: si en el medio hay especies locales, se reducen las especies invasoras en la ganadería extensiva y en el esparcimiento de semillas, sin embargo, si hay presencia de estas pueden aumentar su área	Rubio, A., Roig, S., 2017
	Volumen de uso de agua	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Por ser ganadería extensiva implica menos uso de agua	Amigó Francés, 2019
	Emisiones de contaminantes nutritivos al agua y al suelo	VyB OyC y C	A	M/B	M/L: Por la cantidad de animales por unidad de área no es tan masivo como la intensiva	Amigó Francés, 2019
	Perturbaciones (por ejemplo, ruido, luz)	VyB, OyC y C	A	M/B	M/L: Si bien afecta el sonido especialmente en su traslado, generalmente las instalaciones son muy poco impactantes (ejemplo, abrevaderos). Y el número de animales versus el área es superior disipando el sonido	Amigó Francés, 2019

Laboratorio Gad-Ex 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

Los principales ajustes realizados sobre las dependencias fueron:

- **Servicios de Aprovisionamiento (Biomasa/Forraje):** Reducción de la dependencia (de Muy Alto/Alto a **Alto/Medio**), justificada en que, al ser extensiva, el alimento proviene del forraje local, reduciendo la competencia por recursos alimenticios humanos.

- **Servicios de Regulación (Hídrico):** Reducción de la dependencia de Purificación de Agua y Regulación de Caudales (de Alto a **Medio**). *Justificación:* El mantenimiento de las coberturas vegetales inherentes al sistema extensivo aumenta la velocidad de infiltración y contribuye directamente a la regulación hídrica.

- **Servicios Culturales:** El nivel de dependencia se mantuvo en **Muy Alto (MA)**, al estar ligados al paisaje y la identidad cultural, independientemente del tipo de ganadería.

Los principales ajustes realizados sobre los impactos fueron:

- **Atmósfera:** Las emisiones de gases de efecto invernadero representan un impacto **Alto**, si bien la intensidad es menor que en sistemas intensivos.

- **Agua:** El impacto sobre la calidad del agua se mantiene, pero la intensidad es **menor** en la ganadería extensiva.

- **Suelo y Vegetación:** El impacto se relaciona directamente con la **gestión de la carga animal**. El riesgo de compactación o sobrepastoreo, más frecuente en sistemas intensivos, varía y se gestiona en el modelo extensivo según la capacidad de carga efectiva del Geoparque.

Este análisis de dependencias demuestra que las actividades ganaderas influyen en distintos componentes del capital natural, mientras que el análisis de impactos es crucial para comprender que la gestión debe ser continua y ecosistémica para mitigar los impactos identificados. El análisis cualitativo exhaustivo (dependencias e impactos), validado por la estructura de ENCORE y ajustado al contexto del Geoparque, permitió establecer la lista de servicios ecosistémicos clave para la contabilidad, clasificados bajo la **CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*)**:

1.1.3.1 - Animales criados para nutrición
1.1.3.2 - Animales criados para material
2.2.1.1 - Control de la erosión
2.2.1.3 - Regulación del ciclo hidrológico
2.2.3.4 - Protección frente a incendios

Laboratorio Gad-Ex 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

2.2.2.3 - Mantenimiento de la biodiversidad
2.2.3.1 y 2.2.3.2 - Control de plagas y enfermedades
2.2.6.1 - Captura de CO2
3.1.1.1, 3.1.1.2, 6.1.1.1 y 6.1.1.2 - Recreación
3.1.2.2, 3.1.1.2 y 6.1.2.1 - Educación e investigación
3.2.2.2, 3.2.2.1 y 6.2.2.1 - Legado y existencia
3.1.2.4 - Experiencias estéticas
2.1.4.1, 2.1.4.2 y 2.1.4.3 Regulación de Calidad de Suelo
2.2.2.1 - Polinización

Fase V. Cálculo de la Línea Base.

La Fase V constituye el punto de partida fundamental para el análisis de Contabilidad de Capital Natural. Su objetivo es **establecer la situación de referencia (Línea Base)** en un momento temporal definido, cuantificando los activos y flujos del ecosistema antes de cualquier intervención o cambio de gestión. Esto se logra mediante la **cuantificación biofísica** del capital natural, que abarca la medición de la extensión y condición de los ecosistemas, así como la valoración física de todos los servicios ecosistémicos proporcionados, sentando las bases necesarias para las posteriores valoraciones económicas y la creación del balance contable.

A). Extensión y Condición (Estado): Evaluación del estado actual de los recursos naturales y del capital natural disponible. Análisis de tendencias históricas.

El primer paso para establecer la Línea Base se centra en la **evaluación biofísica de los activos naturales**. Esto implica dos tareas principales: primero, determinar la **extensión territorial** de los principales ecosistemas y recursos naturales (delineando el capital natural disponible) y, segundo, analizar su **estado o condición actual** mediante indicadores biofísicos de integridad y funcionalidad. Además, este análisis se complementa con el estudio de las **tendencias históricas** en la extensión y condición de estos activos, permitiendo identificar patrones de degradación o mejora a lo largo del tiempo.

Extensión de la línea base y zonas de ganadería extensiva.

Esta sección metodológica detalla el proceso de delimitación del Activo Natural asociado a la ganadería extensiva en el Geoparque de Las Loras. La obtención precisa de esta extensión y la tipología del Activo Natural es fundamental para el proyecto, ya que proporciona la base territorial para la cuantificación biofísica y económica de los servicios ecosistémicos,

Laboratorio Gad-Ex 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

permitiendo vincular directamente la Contabilidad del Capital Natural con la actividad productiva y de manejo de la ganadería extensiva.

Para aislar el efecto de las acciones realizadas por Itagra y proyectar la Contabilidad del Capital Natural a futuro, se define un **Marco de Cuantificación** basado en tres áreas de análisis principales. Este enfoque desagregado es crucial para medir de forma independiente el estado inicial de las zonas ganaderas (**Línea Base Territorial**), el aporte específico de las intervenciones de manejo (**Zonas de Acciones de Gestión**) y el valor total del **Capital Natural** del **Activo Natural** Consolidado, que integra ambos elementos para la contabilidad final (Tabla 6).

Tabla 6. Criterios y Enfoques de Análisis para la Ganadería Extensiva (Elaboración Propia, 2025)

Áreas de Análisis de la Ganadería Extensiva	Delimitación Cartográfica	Objetivo Analítico
Zonas Ganaderas (Línea Base Territorial)	Activo natural del Mapa Forestal Español (MFE) filtrado por zonas SIOSE de aprovechamiento ganadero.	Cuantificar el **estado inicial** de los servicios ecosistémicos en todas las zonas bajo influencia ganadera.
Zonas de Acciones de Gestión	Extensión específica de las Acciones 2, 3 y 6 (cartografía ITAGRA).	Aislar y evidenciar el **aporte biofísico y económico neto** de las intervenciones del proyecto.
Activo Natural Consolidado	**Unión** de la superficie de las Áreas Ganaderas con el Área de Acciones de Gestión.	Valorar el **Capital Natural Total** del conjunto de zonas ganaderas, proyectando el efecto agregado de la Línea Base y las Acciones.

El proyecto de Contabilidad del Capital Natural en el contexto de la ganadería extensiva circunscribe su ámbito geográfico de análisis al **Geoparque de Las Loras**. La identificación y delimitación precisa del **Activo Natural de las Zonas Ganaderas (Línea Base Territorial)** se basó en el uso de **fuentes cartográficas oficiales y de máxima actualidad**, asegurando la pertinencia de los análisis iniciales.

- **Base Cartográfica Oficial:** La base fundamental para la delimitación y **caracterización del ecosistema** fue el **Mapa Forestal de España (MFE)**[16], principal cartografía básica estatal para la distribución de los ecosistemas.

[16] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *MFE de máxima actualidad. Castilla y León.*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe_castilla_y_leon.html

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Ajuste Metodológico:** Para su aplicación al proyecto, la capa original del MFE, que contenía 35 ecosistemas en la columna “DesTipEstr” de su tabla de atributos, fue **simplificada y agrupada en 12 tipologías de ecosistemas principales** (Activo simplificado) (Tabla 7).

Tabla 7. Agrupación y Simplificación de Tipologías de Ecosistemas del MFE (Elaboración Propia, 2025).

DesTipEstr (MFE)	Activo Simplificado
Afloramientos rocosos	Afloramientos rocosos
Arbustedos	Arbustos y Matorrales
Bosque	Bosques
Bosque de Galería	Bosques
Bosque de Plantación	Bosques
Bosquetes	Bosques
Cortafuegos	Cortafuegos
Cultivos	Cultivos Agrícolas
Artificial	Zonas Artificiales
Agua	Masas de Agua
Galería de herbáceas	Herbazales y Pastizales
Herbazal-Pastizal	Herbazales y Pastizales
Herbazal-Pastizal con arbolado disperso	Herbazales y Pastizales
Matorral con arbolado disperso	Arbustos y Matorrales
Msc arb/cultivo y/o prado	Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal
Msc de pastizal sobre Cultivo y/o prado	Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal
Msc desarb/suelo desnudo	Mosaico de Suelo desnudo
Msc matorral/cultivo y/o prado	Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal
Otras zonas erosionadas	Zonas Erosionadas
Pastizal-Matorral	Herbazales y Pastizales
Roturado no agrícola	Herbazales y Pastizales
Sup. forestal residual	Bosques
Superficie de herbazal residual	Herbazales y Pastizales
Talas	Bosques

- **Delimitación del Activo Natural Ganadero (Filtro SIOSE):** La **extensión geográfica** final del estudio se definió por la superposición de las áreas del Geoparque con la cartografía

Laboratorio Gad-Ex 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

SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España)[17]. Las **zonas ganaderas activas** quedaron estrictamente definidas por aquellas categorías SIOSE que representan **aprovechamiento ganadero**: **Praderas, Pastos y Pastizales/Herbazales**.

- **Fuentes Complementarias para el Activo Natural Consolidado:** Además del MFE y SIOSE, la construcción del **Activo Natural Consolidado** (Línea Base) integró información territorial y de protección crucial:
  - **Ámbito Geográfico-Administrativo:** Se incorporó la **Capa oficial de municipios** (Burgos y Palencia) y el **Área oficial del Geoparque ITAGRA** (2019) para delimitar el área de análisis.
  - **Conservación y Patrimonio:** Se utilizaron datos del **Catastro oficial y Censo ITAGRA colmenas** (presencia o no de colmenas) y del **MITECO** sobre **Espacios Naturales Protegidos (ENP) y Red Natura 2000** para la valoración de los servicios de Legado y Educación/Investigación.

Tras la aplicación del filtro SIOSE, la extensión y alcance del área efectiva de estudio se define como los ecosistemas del MFE (simplificada y agrupada) solapados con las zonas de aprovechamiento ganadero del SIOSE. Esta superficie representa la **Línea Base territorial** de las **Zonas de Ganadería Extensiva** para la Contabilidad del Capital Natural, ya que engloba los ecosistemas directamente relevantes o influenciados por la actividad ganadera extensiva:

- Afloramientos rocosos
- Arbustos y Matorrales
- Bosques
- Cortafuegos
- Cultivos Agrícolas
- Zonas Artificiales
- Masas de Agua
- Herbazales y Pastizales
- Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal
- Mosaico de Suelo desnudo
- Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal
- Zonas Erosionadas

[17] Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica. *SIOSE AR (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España de alta resolución, años 2016-2018*). Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/siose-ar

Laboratorio Gad-Ex 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

La delimitación preliminar permite establecer la **base territorial (Extensión y Condición)** de las zonas de ganadería extensiva para la Contabilidad del Capital Natural en el Geoparque Las Loras. Esta capa de ecosistemas fue la base para la posterior **caracterización de las tipologías del Activo Natural Consolidado de la ganadería extensiva, su Condición,** su **Cuantificación biofísica y Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos**. Cada tipología de ecosistema del Activo Natural (Bosques, Pastizales, Matorrales) está asociada a diferentes **capacidades de provisión de servicios ecosistémicos** vinculados a la ganadería extensiva (como almacenamiento de carbono, regulación hídrica).

La base técnica para el modelado de las Acciones de Gestión de zonas de ganadería extensiva son las **Acciones 2, 3 y 6** del proyecto "Laboratorio GAD-EX", cuyo diseño y cartografía fueron facilitados por **ITAGRA.** La caracterización de la tipología de ecosistema del Activo natural y el análisis de cuantificación biofísica y económica se ajusta a partir de la **descripción técnica,** y la **extensión delimitada por los polígonos y *buffers*,** proporcionados por ITAGRA para las Zonas de las Acciones de Gestión de Ganadería Extensiva.

Estas acciones suponen la actualización de la **tipología de ecosistema** definida por el MFE, y se encuentran solapadas espacialmente de forma parcial con el Activo Natural de las Zonas de Ganadería Extensiva (Linea Base Territorial)**.** El **análisis de la cuantificación biofísica y valoración económica de las zonas solapadas** se realiza **priorizando la información de las Acciones ITAGRA** sobre la cartografía base (MFE/SIOSE), dada su mayor robustez y veracidad técnica.

La cuantificación biofísica y valoración económica independiente de las acciones realizadas por ITAGRA, logra evidenciar el aporte específico y neto de las intervenciones a la sostenibilidad de la ganadería extensiva y al Capital Natural del Geoparque. Además, permite incorporar la extensión de zonas de gestión que no fueron inicialmente identificadas en la Línea Base Territorial (SIOSE), pero que forman parte de la ganadería extensiva gestionada. **Las Zonas de las Acciones de Gestión de Ganadería Extensiva amplían de manera efectiva el alcance y la extensión** de las zonas de influencia ganadera consideradas en el análisis inicial.

A continuación, se presenta la especificación técnica y el propósito biofísico de las intervenciones del proyecto ("Acciones 2, 3 y 6”**)**. Estas actuaciones son el motor del cambio en la Condición del Capital Natural, cuyo impacto neto se cuantifica para evidenciar el aporte específico de las prácticas a la sostenibilidad de la ganadería extensiva. La información detallada (objetivos, delimitación cartográfica y tipologías de ecosistema resultantes) fue proporcionada por **ITAGRA**, garantizando la **robustez** del modelado geoespacial:

Laboratorio Gad-Ex 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. **Acción 2: Actuaciones de Mejora en Monte y Zonas Forestales**
   - **Objetivo:** Revertir la compactación y uniformidad territorial causada por el abandono, mejorando la biodiversidad y facilitando el manejo tradicional del ganado (reducción de complementación).

   - **Actuaciones Cartografiadas (Polígonos y *Buffers*):**
     - **A2.1 (Dehesas):** Recuperación estructural y funcional de montes adehesados abandonados mediante desbroce y clareo selectivo (tomado el polígono entregado).
     - **A2.2 (Latizal):** Recuperación de montes bajos con clareo y desbroce selectivo para aprovechamiento de pasto (tomado el polígono entregado).
     - **A2.3 (Fajas de Penetración):** Apertura de fajas de 20 metros de ancho para tránsito seguro del ganado (*buffer* de 20 m sobre 7,88 km lineales).
     - **A2.4 (Descansaderos):** Desbroce, clareo y poda en zonas de futura instalación de infraestructuras ganaderas (tomado el polígono entregado).

2. **Acción 3: Instalación de Setos Vivos**
   - **Objetivo:** Incorporar **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)** como reservorios de biodiversidad. Implica un **cambio de ecosistema** según las especies sembradas.

   - **Actuaciones Cartografiadas (*Buffers* con Cambio de Uso):**
     - **A3.1 (Orlas Espinosas):** Diseño de módulos lineales con 11 km totales y *buffer* de **4,5 m** (cambio a tipología **Arbustos y Matorrales**).
     - **A3.2 (Plantación de Fresnos):** Provisión de sombra y mejora de pasto. Alineación de 3 km con *buffer* de **4 m** (cambio a tipología **Bosques**).

3. **Acción 6: Desbroce con Ganadería Caprina y Equina**
   - **Objetivo:** Promover la adaptación silvopastoral en montes arbolados densificados para reducir el riesgo de incendios y favorecer la biodiversidad.

   - **Modelado:** Se toma el polígono entregado. El impacto se basa en la **cuantificación del cambio estructural** (Inventario Fase 0/1) que transforma la Condición del activo a un estado silvopastoral.

El **Activo Natural Consolidado** representa el **valor total del Capital Natural,** al integrar la Línea Base Territorial de las Zonas Ganaderas con las Zonas de las Acción de Gestión (Figura 13). El Activo Natural Consolidado es la matriz final utilizada para la **Cuantificación Biofísica, Valoración Económica** de los **servicios ecosistémicos** y posterior **Contabilidad del Capital Natural** de las áreas asociadas a la ganadería extensiva**.** La unión de ambos activos se realiza priorizando al Activo Natural asociado a las acciones frente al de las zonas de ganadería

Laboratorio Gad-Ex 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

extensiva de la línea base territorial, permitiendo proyectar el **efecto positivo y acumulado de las prácticas de ganadería extensiva** a lo largo de 60 años en el Geoparque.

Las intervenciones del proyecto buscan transformar el estado del Capital Natural, impulsando la evolución de los ecosistemas hacia estados que mejoran la biodiversidad y facilitan la ganadería extensiva. La siguiente lista detalla las transformaciones de **Activo Simplificado,** a **Activo Simplificado Consolidado, modificado por las acciones específicas r**esponsables, basadas en la especificación técnica de las "Acciones 2, 3 y 6" (Tabla 8):

- **Cultivos Agrícolas** a **Arbustos y Matorrales**:
  - **Acción A3.1 (Orlas Espinosas):**
  - La instalación de módulos lineales con especies arbustivas implementa una **Solución Basada en la Naturaleza (SbN)**, generando una conversión específica del uso del suelo: de **cultivo agrícola a arbustos y matorrales**. Es fundamental destacar que esta transformación es **localizada y lineal**, afectando únicamente a la **alineación de la nueva vegetación y su zona de amortiguamiento (buffer)**, mientras que el resto del terreno agrícola colindante mantiene su uso origina ,.

- **Cultivos Agrícolas** a **Bosques**:
  - **Acción A3.2 (Plantación de Fresnos):** La creación de alineaciones de fresnos con el objetivo de proveer sombra y mejorar el pasto se cataloga como una transformación a la tipología de Bosques.

- **Herbazales y Pastizales** a **Arbustos y Matorrales**:
  - **Acción A2.2 (Latizal) y A3.1 (Orlas Espinosas):** La recuperación de montes bajos mediante clareo y desbroce selectivo (A2.2) junto con la instalación de setos de orlas espinosas (A3.1) promueve la densificación con arbustos y matorrales.
  - **Acción A2.4 (Descansaderos) y A3.1 (Orlas Espinosas):** El desbroce, clareo y poda en zonas de infraestructuras ganaderas (A2.4), combinada con la plantación de arbustos (A3.1), resulta en un ecosistema de matorral.
  - **Acción A3.1 (Orlas Espinosas):** La instalación de setos espinosos sobre pastizales transforma el ecosistema hacia la tipología de Arbustos y Matorrales.

- **Herbazales y Pastizales** a **Bosques**:
  - **Acción A3.2 (Plantación de Fresnos):** La alineación de fresnos para sombra y mejora del pasto transforma el herbazal en la tipología de Bosques.

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Acción A2.4 (Descansaderos) y A3.2 (Plantación de Fresnos):** La preparación del terreno para infraestructuras (A2.4) junto con la plantación de fresnos (A3.2) impulsa la evolución hacia Bosques.
- **Acción A2.3 (Fajas de Penetración) y A3.2 (Plantación de Fresnos):** La apertura de fajas para el tránsito del ganado (A2.3) combinada con la plantación de fresnos (A3.2) también resulta en la tipología de Bosques.

- **Zonas Artificiales** a **Arbustos y Matorrales**:
  - **Acción A3.1 (Orlas Espinosas):** La instalación de setos vivos sobre estas zonas representa un cambio de uso de suelo que las convierte en la tipología de Arbustos y Matorrales.

La **Acción A6 (Desbroce con Ganadería Caprina y Equina)** está diseñada para generar un cambio cualitativo en la **Condición** del activo dentro de los montes arbolados densificados, sin alterar su clasificación principal en el mapa.

La acción transforma el monte denso y con sotobosque cerrado a un estado **silvopastoral**. Este cambio estructural se traduce en una mejora significativa en la calidad del pasto y en la reducción del riesgo de incendios.

A pesar de este cambio estructural y la mejora de la condición, la superficie intervenida **no** se reclasifica en una nueva tipología de uso del suelo dentro de las categorías simplificadas del proyecto (p. ej., sigue siendo "Bosques"). Esto se debe a que la acción mantiene el componente arbóreo principal, centrándose la transformación en el sotobosque y la matriz herbácea.

De esta manera, la Acción A6 se contabiliza como una **mejora de la Condición** (calidad y funcionalidad del ecosistema), que aumenta el flujo de los Servicios Ecosistémicos de Regulación (como el Control de Erosión y la Captura de CO_2), pero **no** como un cambio de **Extensión** de la tipología de ecosistema simplificada. .

Tabla 8. Matriz de Transformación de Ecosistemas por Acciones de Gestión (Elaboración Propia, 2025)[18]

Activo Natural Simplificado	Activo Natural Consolidado	A2.1	A2.2	A2.3	A2.4	A3.1	A3.2	A6
Cultivos Agrícolas	Arbustos y Matorrales					x		
Cultivos Agrícolas	Bosques						x	
Herbazales y Pastizales	Arbustos y Matorrales					x		

[18] Puesto que las A2 y A4 no cambian en el uso del suelo sino las coberturas vegetales no establecen en esta tabla

Laboratorio Gad-Ex 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

Activo Natural Simplificado	Activo Natural Consolidado	A2.1	A2.2	A2.3	A2.4	A3.1	A3.2	A6
Herbazales y Pastizales	Arbustos y Matorrales		x			x		
Herbazales y Pastizales	Arbustos y Matorrales				x	x		
Herbazales y Pastizales	Bosques						x	
Herbazales y Pastizales	Bosques				x		x	
Herbazales y Pastizales	Bosques					x	x	
Zonas Artificiales	Arbustos y Matorrales					x		

Para garantizar la precisión y la trazabilidad de los datos, el proyecto se basó en un proceso riguroso para definir la **Línea Base del Activo Natural** y el **Activo Natural Consolidado**. La Figura 13 resume este proceso . Esta metodología comenzó con la integración de múltiples **fuentes cartográficas oficiales** de máxima actualidad, incluyendo el y para la delimitación de las zonas ganaderas, junto a capas del MITECO (Red Natura 2000) y el para complementar la información biofísica y de protección. La superposición de estas fuentes definió la Línea Base. Posteriormente, se incorporó la **información cartográfica de las Acciones de Gestión** (A2, A3 y A6) para crear el **Activo Natural Consolidado**, que sirvió como base final para la cuantificación y valoración económica de los Servicios Ecosistémicos.

Laboratorio Gad-Ex 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

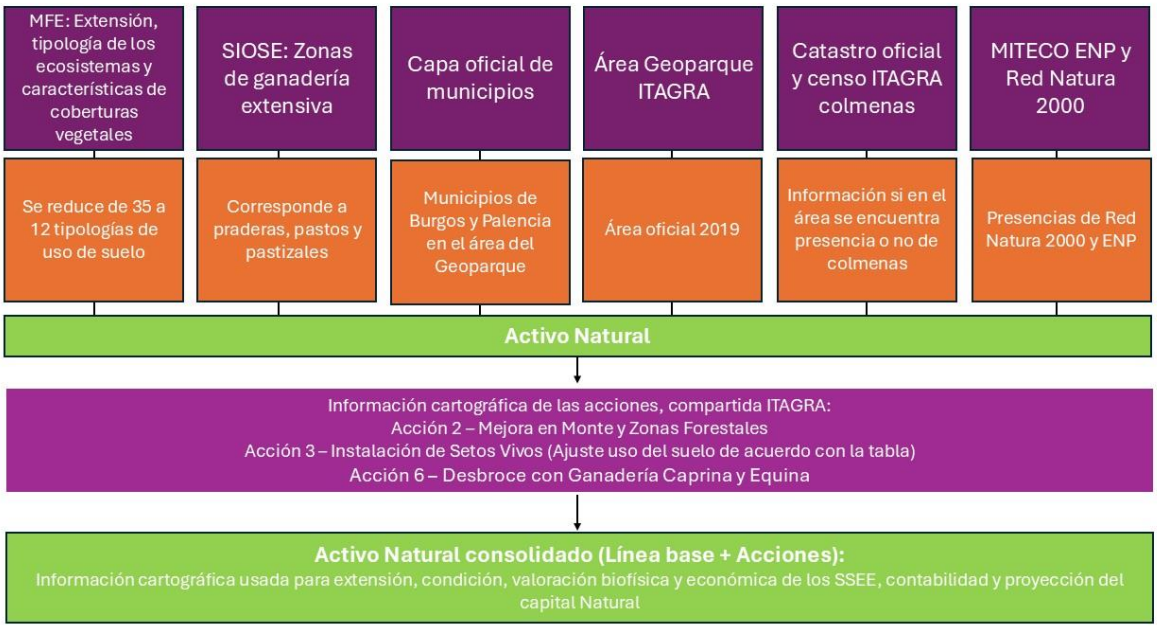


Figura 13. Resumen del proceso de los activos

1.1.1.1. Condición de la línea base y zonas de ganadería extensiva.

El cálculo de la Condición, esencial dentro del marco del **Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica – Cuentas de Ecosistemas (SEEA-EA)** de Naciones Unidas, mide la calidad del activo en términos de sus características bióticas y abióticas, relacionada directamente con la integridad ecosistémica y la capacidad de provisión de Servicios Ecosistémico.

La evaluación de los ecosistemas en las Áreas Ganaderas del Geoparque se basa en el enfoque metodológico de cinco fases, alineado con el trabajo *Modelling and testing forest ecosystems condition account* (Bruzón *et al.*, 2023)[19]:

1. **Delimitación del Ecosistema:** Definición de la Condición sobre la capa base de **Extensión del Activo Natural Consolidado de la ganadería extensiva.**

2. **Selección de Variables:** Elección de indicadores clave (abióticos, bióticos, paisajísticos).

3. **Definición de Valores de Referencia:** Establecimiento de la condición base para la normalización.

[19] Bruzón, A. G., Arrogante-Funes, P. y Santos-Martín, F. (2023*). Modelling and testing forest ecosystems condition account. Journal of Environmental Management,* 345, 118676. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118676

Laboratorio Gad-Ex 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

4. **Cálculo de Indicadores:** Generación de métricas de condición con ponderaciones.

5. **Agregación:** Obtención de un índice único de condición (valor entre 0 y 1).

La **condición del ecosistema** se relaciona con su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos a lo largo del tiempo, lo que se entiende como una forma de evaluar de forma integral el estado ecológico. La metodología empleada utiliza variables ambientales extraídas principalmente de datos geoespaciales (Landsat, MODIS, Copernicus, EEA), a partir de Google Earth Engine, para caracterizar la Condición de los ecosistemas.

Los indicadores se agrupan en tres categorías principales, que permiten identificar áreas con diferentes grados de condición (entre 0 y 1) para priorizar actuaciones de restauración y gestión adaptativa:

1. **Características Abióticas del Ecosistema:**
   1.1. **Estado Físico:** Incluye el **Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI)** y **Carbono Orgánico del Suelo (SOC).**
   1.2. **Estado Químico:** Comprende el **Ozono (AOT40f)** y los **Depósitos de nitrógeno (cargas críticas).**

2. **Características Bióticas del Ecosistema:**
   2.1. **Estado Composicional:** Riqueza de especies de aves forestales y riqueza de especies de flora vascular forestal. Estado.
   2.2. **Estructural:** Cobertura arbórea (Tree cover) o Fracción de Cabida Cubierta (FCC).
   2.3. **Estado Funcional:** Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la Productividad Primaria Bruta (GPP).

3. **Características del Paisaje:**
   3.1. **Densidad de Áreas Forestales (Forest Area Density, FAD) o Índice de Fragmentación:** Métrica multiescala que cuantifica la integridad estructural y la conectividad de la cobertura forestal al medir la división o reducción de las áreas naturales, e indirectamente el efecto borde.
   3.2. **Índice de Naturalidad (Naturalness Index):** grado de influencia antrópica sobre el ecosistema.

Este análisis permite priorizar actuaciones de restauración, naturalización y gestión adaptativa, integrando en la planificación y orientando las políticas hacia la mejora de la resiliencia ecológica y la calidad de vida en el área. La Condición se evalúa sobre la capa resultante del **Activo Natural Consolidado** (unión de las Áreas Ganaderas y el Área de Acciones de Gestión).

Laboratorio Gad-Ex 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

El proceso de cálculo del índice de condición implicó varias etapas de procesamiento de datos geoespaciales:

1. **Análisis Exploratorio:** Tras la descarga de las variables mediante Google Engine Earth, su proyección cartográfica y el recorte al área de estudio, se realizó un análisis exploratorio para comprobar la información, identificar y corregir posibles errores, valores atípicos o valores faltantes.

2. **Ajuste de Resolución:** Se homogeneizó la resolución espacial de todas las variables a 5 metros, resolución definida por el mapa de activos generado.

3. **Normalización:** Se normalizaron las variables a un rango de valores entre 0 y 1 para evitar que variables con mayor magnitud influyeran desproporcionadamente en el cálculo final.

4. **Ajuste de Direccionalidad:** Se aplicó un tratamiento específico a las variables que no cumplían con los criterios de direccionalidad. La meta es que un aumento en el valor de cualquier variable signifique un aumento en la condición. Por lo tanto, este ajuste se aplicó a todas las variables excepto al ozono (AOT40f) y los depósitos de nitrógeno, donde una mayor concentración implica una peor condición.

5. **Unión al Activo:** El valor de condición calculado se unió a la capa de activos ecosistémicos previamente generada.

6. **Cálculo de la condición:** Para reflejar la importancia ecológica de cada factor en el funcionamiento del ecosistema y su riesgo de cambio, se aplicaron pesos a cada variable, priorizando aquellas con mayor intervención en los procesos ecológicos. Estos pesos se basaron en los utilizados en el artículo de referencia el cual desarrolla su propio analice, para el caso de la FAD tiene un peso mayor porque es un análisis multiescala que relaciona con una variedad de funciones ecológicas, y FCC dado que esta variable es importante porque está relacionada con la biomasa del ecosistema, el ciclo del carbono y vincula las superficies primarias de intercambio entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres. El **Índice de Condición** se obtiene mediante la suma ponderada de las variables normalizadas:

A continuación, se presenta la tabla de indicadores de condición con las fuentes de información actualizadas, reemplazando las fuentes iniciales por las más recientes y específicas de su listado de bibliografía (Tabla 9).

Tabla 9. Variables de Condición, Pesos Asignados y Fuentes (Elaboración Propia, 2025)

Variable	Peso	Bibliografía
NDW **(Índice Diferencial de**	0.07	Google Earth Engine. (2025). Copernicus/S2_SR_HARMONIZED (Sentinel-2 Surface Reflectance). Recuperado de https://developers.google.com/earth-

Laboratorio Gad-Ex 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

Variable	Peso	Bibliografía
Agua)		engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S2_SR_HARMONIZED
Carbono Orgánico del Suelo **(COS)**	0.07	ISRIC – World Soil Information. (2025). SoilGrids – Soil Organic Carbon Content (mean). Recuperado de https://www.isric.org/explore/soilgrids
Ozono **(AOT40f)**	0.07	Google Earth Engine. (2025). Copernicus/S5P/OFFL/L3_O3 (Sentinel-5P O₃). Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_OFFL_L3_O3
Deposiciones de Nitrógeno	0.07	European Environment Agency (EEA). (s.f.). Índice Eutrofización por Depósitos de Nitrógeno. Recuperado de https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/deposition-of-air-pollutants-2/assessment
Riqueza de Aves Forestales	0.10	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2013–2018). Distribución de Aves Artículo 12. Recuperado de https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/srv/api/records/f267919d-e0a8-4e6e-9451-e06eeb809800?language=all
Riqueza de Flora Vascular Forestal	0.10	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (s.f.). Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (IEPNB). Malla 10x10 km. Recuoerado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/ieet.html
Fracción de Cabida Cubierta	0.12	Google Earth Engine. (2025). MODIS/061/MOD44B (Vegetation Continuous Fields). Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD44B
NDVI **(Índice de Vegetación)**	0.10	Google Earth Engine. (2025). MODIS/061/MOD13Q1 (Vegetation Indices 16-Day). Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD13Q1
GPP **(Productividad Primaria Bruta)**	0.08	Google Earth Engine. (2025). MODIS/061/MOD17A2HGF (Gross Primary Productivity). Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD17A2HGF
FAD **(Índice de Fragmentación)**	0.12	European Commission, Joint Research Centre (JRC). (2025). Guidos Toolbox Manual: Quantifying Forest Connectivity/Fragmentation (GTB Fragmentation–FADFOS). Recuperdo de https://ies-ows.jrc.ec.europa.eu/gtb/GTB/psheets/GTB-Fragmentation-FADFOS.pdf
(IN) **Índice de Naturalidad**	0.10	European Environment Agency (EEA). (2006). CORINE Land Cover (CLC). Recuperado de https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover
Suma total	**1.00**	

La condición del ecosistema se evaluó bajo la definición del SEEA-EA (2021): “Ecosystem condition is the quality of an ecosystem measured in terms of its abiotic and biotic characteristics.”5.1 Condición Global del Geoparque.

B). Cuantificación de Servicios Ecosistémicos: Cuantificación biofísica y económica de los SSEE vinculados a la ganadería, estableciendo la línea base para su evaluación comparaciones futuras.

La cuantificación de los Servicios Ecosistémicos se ha realizado al vincular la clasificación y

Laboratorio Gad-Ex 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

caracterización del Activo Natural de las zonas ganaderas y las Acciones de Gestión específicas dentro del Geoparque Las Loras. Los Servicios Ecosistémicos se definen como los beneficios que resultan de la gestión extensiva del territorio, ofreciendo a la ciudadanía servicios esenciales que mejoran directamente su bienestar y calidad de vida. Estos beneficios han sido clasificados, siguiendo los estándares internacionales, en las categorías de Aprovisionamiento (productos directos), Regulación y Mantenimiento (soporte ecológico y mitigación) y Culturales (ocio y legado).

La clasificación de los servicios ecosistémicos empleada es la última versión propuesta por el **Sistema Común de Clasificación de Servicios Ecosistémicos** —Common International Classification of Ecosystem Services, CICES (v.5.1)—, una clasificación internacionalmente reconocida que permite definir los SSEE a un gran nivel de detalle. Además, el uso de CICES permitirá al Geoparque Las Loras alinearse con la gran mayoría de entidades y organizaciones que utilizan dicho sistema en todo el mundo.

Cada uno de los SS.EE. cuantificados se ha medido a través de un indicador diferente, al igual que ocurre con los indicadores de condición. Éstos también se han trabajado principalmente a través de SIG, y en algún caso se ha utilizado el programa InVEST[20]. InVEST —Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs— constituye una herramienta de uso libre y gratuita para cartografiar y valorar los servicios provistos por la naturaleza. Fue creada como parte del Natural Capital Project, iniciado en 2006 y formado por un partenariado de alrededor de 250 grupos a nivel internacional que están liderados por la Universidad de Stanford en colaboración con otras entidades de renombre como The Nature Conservancy, WWF, Stockohlm Resilience Centre, entre otras.

La cuantificación se realiza sobre el Activo Natural Consolidado resultante de la unión de las Zonas de Ganaderias Extensiva (Linea Base Territorial) con las Zonas de Acciones de Gestión de la ganadería extensiva**.** Para ello, se emplean las características ecológicas, cualitativas y cuantitativas de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado de la ganadería extensiva del Geoparque.

Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Nutrición (Carne, Leche y Miel)

Este servicio se refiere a la producción de animales domésticos o de cría (bovino, ovino, caprino

[20] Natural Capital Project. (2020). *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) Software*. Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.1 Recuperado en: https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/

Laboratorio Gad-Ex 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

y colmenas) como fuente directa de alimento o subproductos (carne, leche bovina y miel).

La **cuantificación biofísica** se centra en la estimación de la producción, expresada en **toneladas (Tn)** por tipología ganadera, utilizando el **Activo Natural Consolidado** como base territorial del Servicio Ecosistémico. El cálculo de la producción se realiza mediante un proceso analítico que combina la cartografía del **Activo Natural Consolidado** con datos de rendimiento sectorial:

1. **Estimación de Superficie por Tipología:** Se calcula la superficie por tipología de ecosistema del **Activo Natural Consolidado** (que integra la Línea Base Territorial de las zonas ganaderas y las Acciones de Gestión) asociado a este Servicio Ecosistémico.

2. **Definición del Rendimiento:** Se consultaron reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)[21], para vincular los **parámetros de rendimiento específicos** de producción por tipo de ecosistema del Activo Consolidado, Además, los parámetros de rendimiento iniciales fueron contrastados y ajustados con la información primaria disponible, incluyendo censos ganaderos locales o datos específicos del propio Geoparque, garantizando la pertinencia de los valores (Tabla 10):
   - Rendimiento de **Cabezas por Hectárea** (cabezas ganado o colmenas/ha), proporcionados por Itagra.
   - Rendimiento en **Kilogramos de Producto por Cabeza** (kg producto/cabeza), recuperada de las estadísticas agrarias del MAPA.

Tabla 10. Rendimiento de Biomasa para Nutrición por Tipo de Cabeza de Ganado (kg/cabeza) (MAPA, 2023)

Tipo de producto animal	Toneladas producto	Cabezas animales	Rendimiento producción animal para nutrición (kg producto / cabeza)
Ovino	En CyL se produce 28.103	En CyL 2.153.110	13,05
Caprino	En CyL se produce 728	En CyL 132.103	5,51
Bovino	En CyL se produce 122.100	En CyL 1.427.000	85,56

[21] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Mercados agrícolas y ganaderos*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/estadisticas/mercados_agricolas_ganaderos#ancla1

Laboratorio Gad-Ex 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

3. **Cálculo de la Producción Biofísica (kg\año):** La producción total anual de animales para nutrición se calculó para las principales tipologías (carne bovina, ovina, caprina y leche de origen bovino), aplicando los rendimientos por hectárea ajustados a la superficie estimada para cada tipología de uso en el Activo Consolidado.

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el **análisis de resultados** de la producción biofísica y la posterior **valoración económica**, **contabilidad del capital natural** y **entregables de resultados** del proyecto.

Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Materiales (Lana y Cera)

Este servicio se refiere a la producción de materiales no alimentarios derivados de la cría de animales domésticos (bovino y colmenas), siendo los principales productos la **lana y cera**.

La **cuantificación biofísica** se centra en la estimación de la producción, expresada en **toneladas (Tn)** por tipología ganadera, utilizando el **Activo Natural Consolidado** como base territorial del Servicio Ecosistémico. El cálculo se realiza mediante un proceso analítico que combina la información geoespacial con datos de rendimiento sectorial:

1. **Estimación de Superficie por Tipología:** Se calcula la superficie por tipología de ecosistema del **Activo Natural Consolidado** (que integra las zonas ganaderas y las Acciones de Gestión) asociado a este Servicio Ecosistémico.

2. **Definición de Rendimientos:** Utilizando herramientas de cálculo en Excel, y con base en reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), para vincular los **parámetros de rendimiento específicos** por tipo de ecosistema del Activo Consolidado (Tabla 11):

    - El rendimiento de **Cabezas o Colmenas por Hectárea** por tipología de especie (cabezas ganado o colmenas/ha)

    - Los **Kilogramos de Producto por Hectárea** para lana de oveja y cera de abeja (kg producto/ha).

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 11. Rendimiento de Biomasa por Tipo de Producto Animal para Materiales (kg/cabeza) (Elaboración Propia, 2025).

Tipo de producto animal	Toneladas producto	Cabezas o colmenas	Rendimiento producción animal para materiales (kg producto / cabeza)
Leche	En CyL se produce 3.675,48	En CyL 90.333	40,69
Miel	En CyL se produce 4.397,30	En CyL 425.158	10,34

3. **Contraste con Información Primaria:** Los parámetros de rendimiento iniciales fueron contrastados y ajustados con la **información primaria disponible**, incluyendo censos ganaderos locales o datos específicos del propio Geoparque, garantizando la pertinencia de los valores.

4. **Cálculo de la Producción Biofísica:** Con base en estos rendimientos específicos y las superficies estimadas del Activo Consolidado, se calcularon las **toneladas de producción** para las tipologías de **lana de oveja y cera de abeja**.

5. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el **análisis de resultados** de la producción biofísica y la posterior **valoración económica**, **contabilidad del capital natural** y **entregables de resultados** del proyecto.

Servicio de Regulación: Control de la Erosión y Retención de Sedimentos

Este servicio cuantifica la función de la vegetación, que mantiene la ganadería extensiva, para **reducir la generación de sedimentos en origen (erosión evitada)**. Es un factor crítico para mantener la calidad del agua, preservar embalses y sostener la productividad del suelo dentro del Geoparque. La ganadería extensiva contribuye al control de la erosión y a la retención de sedimentos través del **mantenimiento selectivo de cobertura herbácea**. A diferencia de los sistemas de abandono de gestión, **el pastoreo extensivo (moderado en intensidad por definición) mantiene mediante consumo selectivo una matriz herbácea densa y funcional**, preservando sistemas dominados por pastos que actúan como **barrera física directa contra la erosión** (Rubio & Roig, 2017).

Laboratorio Gad-Ex 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

La cuantificación biofísica se calcula utilizando el modelo **InVEST "Sediment Retention"**[22] (Retención de Sedimentos), el cual cuantifica y mapea la generación de sedimentos por tierra y el suministro de estos a la corriente, resultando en la contribución de la vegetación a la reducción de la erosión para cada píxel. El modelo de **Retención de Sedimentos (SDR) de InVEST** se aplica a todo el Geoparque para **identificar la emisión de sedimentos aguas arriba** de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado, permitiendo medir la **capacidad de la vegetación** dentro de este activo para retenerlos. Esto permite cuantificar el servicio que proveen los ecosistemas del activo, protegiendo las zonas de ganadería extensiva de la carga de sedimentos.

El modelo InVEST requiere la siguiente información clave (Tabla 13), basada en cartografía de fuentes secundarias (con la limitación de que su precisión podría mejorarse con fuentes primarias):

El modelo utiliza una **Tabla Biofísica (CSV)** que asocia cada ecosistema del Activo Natural Consolidado (código lucode) a factores de gestión específicos[23], incluyendo:

- **Factor C (usle c):** Factor de Cobertura y Manejo para la ecuación USLE.
- **Factor P (usle p):** Factor de Prácticas de Soporte para la ecuación USLE, basado en bibliografía de la UE y el artículo de referencia. A continuación, se relaciona la Tabla 12 biofísica utilizada:

Tabla 12. Parámetros Biofísicos de los ecosistemas del Activo Natural para el Modelado de Retención de Sedimento (InVEST: “*Sediment Retention*”- Natural Capital Project, 2025)[24]

descripción	lucode	usle_c	usle_p
Afloramientos rocosos	0	1	1
Arbustos y Matorrales	1	0,08	0,15
Arbustos y Matorrales A2.3	2	0,05	1
Bosques	3	0,001	3
Bosques A2.1*	4	0,001	1
Bosques A2.2*	5	0,003	1
Bosques A2.2 Y A6*	6	0,002	1
Bosques A2.3*	7	0,005	1

22 Natural Capital Project. (2025). *InVEST Sediment Retention model.* Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/sediment-retention

23 Marques, S. M., Campos, F. S., David, J. & Cabral, P. (2021). *Modelling sediment retention services and soil erosion changes in Portugal: A spatio-temporal approach*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(4), 262. https://doi.org/10.3390/ijgi10040262

24 Se anexa la tabla incluyendo los valores asociados a las acciones y línea base

Laboratorio Gad-Ex 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

descripción	lucode	usle_c	usle_p
Bosques A2.4*	8	0,01	1
Bosques A3.1*	9	0,008	1
Bosques A3.2*	10	0,015	1
Cortafuegos	11	0,5	1
Cultivos Agrícolas	12	0,45	0,35
Cultivos Agrícolas A2.1*	13	0,6	0,8
Cultivos Agrícolas A2.3v	14	0,4	1
Cultivos Agrícolas A2.4*	15	0,3	0,5
Herbazales y Pastizales	16	0,03	0,15
Herbazales y Pastizales A2.2*	17	0,05	1
Herbazales y Pastizales A2.3*	18	0,1	1
Herbazales y Pastizales A2.4*	19	0,02	1
Herbazales y Pastizales A3.1**	20	0,2	1
Masas de Agua	21	0	0
Mosaico de Arbolado/Cultivo/Pastizal	22	0,15	0,2
Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	23	0,25	0,2
Mosaico de Suelo desnudo	24	1	1
Zonas Artificiales	25	1	1
Zonas Artificiales A2.3	26	1	1
Zonas Erosionadas	27	0,7	0,45

- Los factores C y P se ajustaron en función del ecosistema y la descripción técnica detallada de cada actuación.
- **LULC veg:** Indicador binario (0 o 1) que define si la clase tiene vegetación.

Tabla 13. Datos de entrada para el Modelado de Retención de Sedimentos (InVEST: "*Sediment Retention*"- Natural Capital Project, 2025)

Dato de Entrada Requerido	Formato (Unidad)	Bibliografía
Modelo Digital de Elevación (MDT)	Ráster (m)	Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). (2010 - 2012). Modelo Digital de Terreno MDT 5 m – Primera cobertura. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/modelos-digitales-elevaciones
Erosividad (Factor R)	Ráster (h·ha·an˜oMJ·mm)	European Commission, Joint Research Centre (ESDAC). (2015). Rainfall Erosivity in the EU and Switzerland (R-factor). Recuperado de https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/jrc-esdac-93
Erosionabilidad	Ráster (ha·MJ·mmt·h·ha)	European Commission, Joint Research Centre. (2014). Soil

Laboratorio Gad-Ex 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

Dato de Entrada Requerido	Formato (Unidad)	Bibliografía
del Suelo (Factor K)		erodibility in Europe (K-factor) high-resolution. European Commission. Recuperado de https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-erodibility-k-factor-high-resolution-dataset-europe?utm_source
Uso/Cobertura del Suelo (MFE Simplificado)	Ráster (Tipoliogías Ecosistemas clasificadas 1-12 a 5 m)	Activo Natural Consolidado (Elaboración Propia, 2025)
Cuencas Hidrográficas	Vectorial (polígono/multipolígono)	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2018). Cuencas y subcuencas hidrográficas. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/cuencas-subcuencas.html
Tabla biofisica	Valor de los factores C y P asociado a los ecosistemas del Activo Natural	Marques, S. M., Campos, F. S., David, J. & Cabral, P. (2021). Modelling sediment retention services and soil erosion changes in Portugal: A spatio-temporal approach. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(4), 262. https://doi.org/10.3390/ijgi10040262

Adicionalmente, se deben establecer los valores para los parámetros físicos restantes, el mismo modelo propone valores por defecto para los mismos (Tabla 14).

Tabla 14. Parámetros Físicos para el Modelado de Retención de Sedimentos (InVEST: "*Sediment Retention*"- Natural Capital Project, 2025)

Parámetros Físicos	Valor Utilizado	Justificación
Acumulación de Flujo Umbral	1000 píxeles	Valor predeterminado del modelo.
Parámetro K de Borselli	2	Valor predeterminado del modelo.
Parámetro IC0 de Borselli	0.5	Valor predeterminado del modelo.
Valor SDR máximo	0.8	Valor predeterminado del modelo.
Valor L máximo (Longitud de pendiente)	122	Valor predeterminado del modelo.

El proceso de cuantificación biofísica del Control de la Erosión se resume en los siguientes pasos:

1. **Definición de Capas de Entrada y Asignación de Factores Biofísicos:** Se recopilan y homogeneizan todas las capas de entrada requeridas por el modelo InVEST a una **resolución de 5 metros**. Se utiliza una **Tabla Biofísica (CSV)** que asocia cada ecosistema del Activo Natural Consolidado y del Geoparque Las Loras (lucode) a factores de la ecuación USLE.

2. **Ejecución del Modelo y Cálculo de la Retención de Sedimentos:** El modelo InVEST se ejecuta utilizando los datos de entrada y los **Parámetros Físicos Fijos** (Acumulación de Flujo Umbral, K de Borselli, IC_0 de Borselli, SDR máximo, L máximo). El modelo calcula la

Laboratorio Gad-Ex 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

reducción de la erosión por píxel, aplicando la lógica USLE y el SDR, para toda la extensión del Geoparque de Loras.

3. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** La información biofísica de retención de sedimentos se cruza espacialmente con el **Activo Natural Consolidado** para obtener el valor total por polígono.

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el **análisis de resultados** de la producción biofísica y la posterior **valoración económica**, **contabilidad del capital natural** y **entregables de resultados** del proyecto.

Servicio de Regulación: Captura y Almacenamiento de Carbono

Este servicio cuantifica la función de los ecosistemas forestales y seminaturales mantenidos por la ganadería extensiva del Geoparque Las Loras como **sumideros de carbono**, mitigando el cambio climático mediante la absorción de CO_2 atmosférico y su almacenamiento en diversos reservorios.

La cuantificación biofísica se realiza sobre el **Activo Natural Consolidado** y considera el carbono almacenado en **cuatro reservorios principales** por hectárea (CO_2 eq/ha). El cálculo del carbono total almacenado se realiza sumando la contribución de los cuatro reservorios en cada polígono del Activo Natural Consolidado, mediante el siguiente proceso:

1. **Cuantificación del Carbono en los Reservorios de Carbono.**

   1.1. **Biomasa Aérea:** Se utiliza la calculadora del **MITERD** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)[25] para proyectos de absorción de CO_2 (Tabla 15). El cálculo se basa en la media de pies/ha obtenida del **Inventario Forestal Español (IFN), vinculados con la información del MFE,** y la descripción técnica de las **acciones** de Itagra**,** para las especies forestales indicadas en la calculadora, de acuerdo con su estado que se tomó como el valor asumido. También se emplea la herramienta de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM, 2022)[26] para estimar la captura de CO_2 para

[25] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf miteco.gob.esc

[26] Comunidad de *Madrid*. (2022). *Herramienta de huella de carbono para planeamiento municipal*. Recuperado de: https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/herramienta-huella-carbono-planeamiento-municipal

Laboratorio Gad-Ex 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

las especies forestales no contempladas en el MITERD, según la información del MF (

1.2. Tabla **16**).

Tabla 15. Tabla absorciones MITERD por especie (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024)

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO_2/pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
Abies alba	0,06	0,08	0,1	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Abies pinsapo	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Acer spp.	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Alnus spp.	0,06	0,08	0,1	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Amelanchier ovalis	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Arbutus unedo	0,06	0,07	0,09	0,1	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Betula spp.	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Carpinus betulus	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Asimilación
Castanea sativa	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Ceratonia siliqua	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Cedrus atlantica	0,35	0,63	1,3	2,88	3,4	Asimilación
Celtis australis	0,29	0,72	1,01	1,44	1,9	Asimilación
Chamaecyparis lawsoniana	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Cornus sanguinea	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Corylus avellana	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Crataegus spp.	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Cupressus arizonica	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
Cupressus macrocarpa	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
Cupressus sempervirens	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación

Laboratorio Gad-Ex 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

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO_2/pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
Erica arborea (Canarias)	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Eucalyptus camaldulensis	0,4	1	1,57	2,23	3,53	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Eucalyptus globulus	0,57	1,39	2,04	3	4,87	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Fagus sylvatica	0	0,02	0,03	0,07	0,23	Tablas producción Madrigal (3)
Fraxinus spp.	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Ilex aquifolium	0,03	0,04	0,05	0,08	0,1	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Ilex canariensis	0,04	0,04	0,05	0,12	0,14	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Juglans regia	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Asimilación
Juniperus communis	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Juniperus oxycedrus	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Juniperus phoenicea	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Juniperus thurifera	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Larix spp.	0,34	0,43	0,52	0,6	0,69	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
Laurus azorica	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Laurus nobilis	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Malus sylvestris	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Asimilación
Myrica faya	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Myrtus communis	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Olea europaea	0,04	0,05	0,08	0,1	0,11	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Phillyrea latifolia	0,03	0,03	0,09	0,17	0,2	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Phoenix spp.	0,31	0,57	0,9	1,24	1,37	Asimilación
Picea abies	0,35	0,63	1,3	2,88	3,4	Asimilación
Pinus canariensis	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pinus halepensis	0,03	0,04	0,08	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)

Laboratorio Gad-Ex 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

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO_2/pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
***Pinus nigra* Sistema Ibérico**	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus nigra* (Resto)**	0,03	0,03	0,08	0,09	0,11	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
***Pinus pinaster ssp. atlantica* Zona Norte interior**	0,23	0,41	0,58	0,74	0,91	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus pinaster ssp. atlantica* Zona Norte costera**	0,33	0,54	0,69	0,81	0,92	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus pinaster ssp. mesogeensis* Sistema Central**	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus pinaster* (Resto)**	0,02	0,03	0,03	0,08	0,09	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pinus pinea	0,06	0,1	0,17	0,2	0,29	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pinus radiata	0,46	0,79	1,17	1,56	1,78	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus sylvestris* Sistema Central**	0,02	0,05	0,06	0,15	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus sylvestris* Sistema Ibérico**	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus sylvestris* Pirineos**	0,04	0,05	0,07	0,11	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
***Pinus sylvestris* (Resto)**	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pinus uncinata	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pistacia terebinthus	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Platanus hispanica	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Asimilación
Populus alba	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Populus nigra	0,29	0,72	1,01	1,44	1,9	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Populus x canadensis	0,34	0,81	1,18	1,55	2,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Prunus spp.	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Asimilación
Pseudotsuga menziesii	0,35	0,63	1,3	2,88	3,4	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
Pyrus spp.	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Asimilación
Quercus canariensis	0,05	0,06	0,13	0,15	0,17	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus faginea	0,04	0,05	0,1	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

Laboratorio Gad-Ex 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

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO_2/pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
Quercus ilex	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
Quercus petraea	0,06	0,07	0,18	0,21	0,24	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus pubescens	0,07	0,12	0,15	0,23	0,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus pyrenaica	0,05	0,07	0,15	0,17	0,2	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus robur	0,07	0,16	0,19	0,22	0,34	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus rubra	0,07	0,18	0,22	0,35	0,4	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Quercus suber	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
Rhamnus alaternus	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Asimilación
Robinia pseudacacia	0,06	0,16	0,19	0,34	0,39	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Salix spp.	0,31	0,57	0,9	1,24	1,37	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Sorbus spp.	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Tamarix spp.	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Taxus baccata	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
Tetraclinis articulata	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Asimilación
Thuja spp.	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Asimilación
Tilia spp.	0,05	0,06	0,09	0,12	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Ulmus spp.	0,18	0,23	0,27	0,5	0,58	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Acer campestre	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Acer opalus	0,15	0,19	0,22	0,26	0,3	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Alnus glutinosa	0,06	0,08	0,1	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Crataegus monogyna	0,04	0,11	0,21	0,35	0,4	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Fraxinus angustifolia	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

Laboratorio Gad-Ex 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

Especie	Absorciones acumuladas estimadas (t CO_2/pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
Fraxinus excelsior	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Pinus nigra	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	Tablas producción Madrigal (3)
Pinus pinaster	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	Tablas producción Madrigal (3)
Pinus sylvestris	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	Tablas producción Madrigal (3)
Salix atrocinerea	0,31	0,57	0,9	1,24	1,37	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Sorbus aria	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Sorbus torminalis	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
Ulmus minor	0,18	0,23	0,27	0,5	0,58	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

Tabla 16. Tabla captura potencial por especie arbustiva y herbácea (CAM, 2022)

Tipo de suelo	Captura potencial de CO2 (tCO2 eq/ha)
Álamo	18,66
Árboles frutales de regadío	18,66
Árboles frutales secos	18,66
Arbusto con coníferas	1,55
Arbusto con coníferas y no coníferas	1,55
Arbusto con otra no conífera	2,38
Arbusto de cultivos secos con coníferas y no coníferas	2,38
Arbusto de hierba	2,38
Arbustos	2,38
Conífera	2,38
Conífera con eucaliptus árboles	2,38
Coníferas y otras especies distintas de las coníferas	2,38
Cultivos herbáceos de regadío	2,38
Cultivos hortícolas	2,38
Cultivos secos	2,38
Cultivos secos con otros no coníferas	19,7
Eucalipto	21,25
Hierba	21,25
Hierba sin coníferas	21,25
Hierba-arbusto sin coníferas	21,25
Olivos con coníferas	21,25

Laboratorio Gad-Ex 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

Tipo de suelo	Captura potencial de CO2 (tCO2 eq/ha)
Olivos de regadío	21,25
Otras no coníferas	21,25
Pasto natural	6,33
Seto de olivo llorón	43,18
Viñedo con árboles frutales	43,18
Viñedo con olivos	43,18
Viñedo de regadío	43,18
Viñedo seco	43,18
Cantuesares (Lavandula stoechas, L. pedunculata, L. viridis)	2,38
Carquesales (carqueixales) (Pterospartum tridentatum)	2,38
Erizonales, erizales y abrojales	2,38
Escobillares y matorrales mixtos con predominio de Dorycnium pentaphyllum	2,38
Escobonales/xesteiras	2,38
Esplegares, salviares y salvio-esplegares	2,38
Galerías arbustivas mixtas	2,38
Gayubares (Arctostaphylos uva-ursi)	2,38
Helechal	21,25
Herbazal/Pastizal	13,79
Jarales mixtos o mezclados (Cistus spp. pl.)	2,38
Juncal y carrizal	13,79
Manchas	2,38
Mezcla de matorrales de labiadas y tomillares (incluye pastizales leñosos)	21,25
Mezcla de matorrales de leguminosas retamoides	21,25
Orlas, espinares mesófilos mixtos y afines (dom. Rosaceae)	2,38
Otras manchas	2,38
Pastizal de montaña	6,33
Quercus pyrenaica	2,38
Retamares	2,38
Sabino enebrales rastreros	2,38
Salcedas y bardagueras (Salix spp. pl.)	2,38
Sin datos	—
Tojares mixtos (incluyendo tojo-brezales, tojo-helechares, tojo-escobonales y tojo-carpazales)	2,38
Tomillares y agrupaciones fisonómicamente afines	2,38

1.3. **Biomasa Radical (Raíces):** La estimación se basa en la **Relación Raíz-Vástago (R)**, un valor constante aplicado a la biomasa aérea[27]. El valor R, definido a nivel nacional según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se multiplica por las

[27] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2025). *Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales (Categoría 4A1 LB). Sistema Español de Inventario de Emisiones (SEI)*. Madrid, España: MITECO. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/metodologias-estimacion-emisiones/4A1_CSC_Biomasa_viva_LB.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

toneladas de CO_2 por hectárea obtenidas en el paso 1 (Tabla 17).

Tabla 17. Relación Raíz-Vástago (R) (MITECO, 2025)

Especies	R	CF
Abies alba	0,188	0,506
Abies pinsapo	0,387	0,5
Acacia spp.	0,536	0,5
Acer spp.	0,536	0,5
Ailanthus altissima	0,536	0,5
Alnus spp.	0,675	0,5
Amelanchier ovalis	0,536	0,5
Arbutus unedo	0,536	0,5
Betula spp.	0,202	0,485
Carpinus betulus	0,536	0,5
Castanea sativa	0,869	0,484
Cedrus atlantica	0,387	0,5
Celtis australis	0,536	0,5
Ceratonia siliqua	0,953	0,5
Chamaecyparis lawsoniana	0,387	0,5
Coníferas/frondosas	0,462	0,5
Cornus sanguinea	0,536	0,5
Corylus avellana	0,536	0,5
Crataegus spp.	0,536	0,5
Cupressus arizonica	0,387	0,5
Cupressus macrocarpa	0,387	0,5
Cupressus sempervirens	0,387	0,5
Erica arborea (Canarias)	0,443	0,5
Eucalyptus camaldulensis	0,495	0,475
Eucalyptus globulus	0,495	0,475
Euonymus europaeus	0,536	0,5
Fagus sylvatica	0,859	0,486
Frangula alnus	0,536	0,5
Fraxinus spp.	0,73	0,478
Ilex aquifolium	0,536	0,5
Ilex canariensis	0,653	0,5
Juglans regia	0,536	0,5
Juniperus communis	3,587	0,5
Juniperus oxycedrus	3,587	0,5
Juniperus phoenicea	0,587	0,5
Juniperus sabina	0,587	0,5
Juniperus thurifera	0,314	0,475
Larix spp.	0,387	0,5
Laurus azorica	0,397	0,5
Laurus nobilis	0,397	0,5
Malus sylvestris	0,536	0,5
Myrica faya	0,639	0,5
Myrtus communis	0,536	0,5
Ocotea phoetens	0,479	0,5
Olea europaea	0,458	0,473
Otras coníferas	0,387	0,5
Otras frondosas	0,536	0,5
Otras laurisilvas	0,479	0,5
Otros árboles ripícolas	0,536	0,5
Otros quercus	0,536	0,5
Persea indica	0,479	0,5
Phillyrea latifolia	0,536	0,5
Phoenix spp.	0,536	0,5
Picea abies	0,387	0,5
Pinus canariensis	0,264	0,5
Pinus halepensis	0,309	0,499
Pinus nigra Sistema Ibérico	0,244	0,509
Pinus nigra (Resto)	0,244	0,509
Pinus pinaster ssp. atlantica Zona Norte interior	0,284	0,511
Pinus pinaster ssp. atlantica Zona Norte costera	0,284	0,511
Pinus pinaster ssp. mesogeensis Sistema Central	0,284	0,511
Pinus pinaster (Resto)	0,284	0,511
Pinus pinea	0,183	0,508
Pinus radiata	0,274	0,497
Pinus sylvestris Sistema Central	0,272	0,509
Pinus sylvestris Sistema Ibérico	0,272	0,509
Pinus sylvestris Pirineos	0,272	0,509
Pinus sylvestris (Resto)	0,272	0,509
Pinus uncinata	0,33	0,509
Pistacia terebinthus	0,536	0,5
Platanus hispanica	0,536	0,5
Populus alba	0,536	0,5
Populus nigra	0,536	0,5
Populus tremula	0,536	0,5
Populus x canadensis	0,536	0,5
Prunus spp.	0,536	0,5

Laboratorio Gad-Ex 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

Especies	R	CF
Pseudotsuga menziesii	0,387	0,5
Pyrus spp.	0,536	0,5
Quercus canariensis	0,323	0,486
Quercus faginea	0,462	0,48
Quercus ilex ssp. ballota	0,529	0,475
Quercus ilex ssp. Ilex	0,529	0,475
Quercus ilex	0,529	0,475
Quercus petraea	0,284	0,5
Quercus pubescens	0,536	0,5
Quercus pyrenaica	0,3	0,475
Quercus robur	0,536	0,484
Quercus rubra	0,536	0,5
Quercus suber	0,29	0,472
Rhamnus alaternus	0,536	0,5
Robinia pseudacacia	0,536	0,5
Salix spp.	0,536	0,5
Sambucus nigra	0,536	0,5
Sambucus racemosa	0,536	0,5
Sorbus spp.	0,536	0,5
Tamarix spp.	0,536	0,5
Taxus baccata	0,387	0,5
Tetraclinis articulata	0,536	0,5
Thuja spp.	0,536	0,5
Tilia spp.	0,536	0,5
Ulmus spp.	0,536	0,5
Álamo	0,536	0,5
Árboles frutales de regadío	0,536	0,5
Árboles frutales secos	0,536	0,5
Arbusto con coníferas	0,536	0,5
Arbusto con coníferas y no coníferas	0,536	0,5
Arbusto con otra no conífera	0,536	0,5
Arbusto de cultivos secos con coníferas y no coníferas	0,536	0,5
Arbusto de hierba	0,536	0,5
Arbustos	0,536	0,5
Conífera	0,536	0,5
Conífera con eucaliptus árboles	0,536	0,5
Coníferas y otras especies distintas de las coníferas	0,536	0,5
Eucalipto	0,536	0,5
Otras no coníferas	0,536	0,5

Especies	R	CF
Sin determinar	0	0
Aliagares, aulagares y afines	0,536	0,5
Argomales (tojares) atlánticos o subatlánticos (Ulex xpp.)	0,536	0,5
Bolinares (Santolina spp. y Helichrysum sp.)	0,536	0,5
Brezales de mesófilos a xerófilos y biercolares, puros o mixtos (incluyendo matorrales mixtos de Ericáceas)	0,536	0,5
Cantuesares (Lavandula stoechas, L. pedunculata, L. viridis)	0,536	0,5
Carquesales (carqueixales) (Pterospartum tridentatum)	0,536	0,5
Erizonales, erizales y abrojales	0,536	0,5
Escobillares y matorrales mixtos con predominio de Dorycnium pentaphyllum	0,536	0,5
Escobonales/xesteiras	0,536	0,5
Esplegares, salviares y salvio-esplegares	0,536	0,5
Galerías arbustivas mixtas	0,536	0,5
Gayubares (Arctostaphylos uva-ursi)	0,536	0,5
Helechal	0	0
Herbazal/Pastizal	0	0
Jarales mixtos o mezclados (Cistus spp. pl.)	0,536	0,5
Juncal y carrizal	0	0
Manchas	0,536	0,5
Mezcla de matorrales de labiadas y tomillares (incluye pastizales leñosos)	0	0

Laboratorio Gad-Ex 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

Especies	R	CF
Mezcla de matorrales de leguminosas retamoides	0	0
Orlas, espinares mesófilos mixtos y afines (dom. Rosaceae)	0,536	0,5
Otras manchas	0,536	0,5
Pastizal de montaña	0	0
Quercus pyrenaica	0,536	0,5
Retamares	0,536	0,5
Sabino enebrales rastreros	0,536	0,5
Salcedas y bardagueras (Salix spp. pl.)	0,536	0,5
Sin datos	0	0
Tojares mixtos (incluyendo tojo-brezales, tojo-helechares, tojo-escobonales y tojo-carpazales)	0,536	0,5
Tomillares y agrupaciones fisonómicamente afines	0,536	0,5
Acer campestre	0,536	0,5
Acer opalus	0,536	0,5
Alnus glutinosa	0,675	0,5
Crataegus monogyna	0,536	0,5
Fraxinus angustifolia	0,73	0,478
Fraxinus excelsior	0,73	0,478
Pinus nigra	0,244	0,509
Pinus pinaster	0,284	0,511
Pinus sylvestris	0,272	0,509
Salix atrocinerea	0,536	0,5
Sorbus aria	0,536	0,5
Sorbus torminalis	0,536	0,5
Ulmus minor	0,536	0,5

1.4. **Madera Muerta:** El cálculo se considera únicamente en **áreas forestales (bosques)**. Se toma como referencia la guía del MITERD[28] y se ajusta el resultado en función del contenido de carbono de la biomasa aérea, empleando un **porcentaje basado en ratios de referencia por especies** (Tabla 18).

Tabla 18. Valores referencia carbono en la madera muerta (MITERD, 2024)

Valores referencia carbono en la madera muerta (tC/ha)	Provincia
	MADRID
FL - Tierras forestales	0,89
CL - Tierras de cultivo	0
GL - Pastizales	0
WL - Humedales	0
SL - Asentamientos	0
OL - Otras Tierras	0

[28] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024) *Contenido de carbono en la madera muerta*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/4a2a4e2-csc-dw-lulucf_tcm30-456072.pdfu

Laboratorio Gad-Ex 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

1.5. **Carbono Orgánico del Suelo (COS):** La estimación se realiza a partir de las **categorías de ecosistema** definidas por el Activo Consolidado, tomando como referencia la guía del MITERD (Tabla 19).

Tabla 19. Valores referencia carbono orgánico en el suelo (MITERD,2024)

Valores referencia carbono orgánico en el suelo (tC/ha)	Provincia
Bosques	50,24
Arbustos y Matorrales	45,83
Herbazales y Pastizales	45,83
Afloramientos rocosos	**0**
Mosaico de Suelo desnudo	0
Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	37,54
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	41,78
Zonas Artificiales	0
Masas de Agua	0
Cultivos Agrícolas	29,26
Zonas Erosionadas	0
Cortafuegos	0

Para la estimación del *stock* de **Carbono Orgánico del Suelo** a largo plazo (60 años), se aplica la metodología de **Nivel 1 (Tier 1)** para la categoría **"Tierra Forestal que Permanece como Tierra Forestal"** (Forest Land Remaining Forest Land), tal como se define en las **Guías del IPCC para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de 2006 (Volumen 4, Capítulo 4, Sección 4.2.3)**. El método Tier 1 para el Carbono en Suelo asume que el cambio de *stock* es **cero** a largo plazo en escenarios de manejo continuo, a menos que existan datos suficientes para aplicar factores de cambio (CF) específicos.

Se justifica que la operación de desbroce de la Accion 2, sea **carbono-neutra** para el *pool* de Carbono Orgánico en Suelo bajo el principio de **compensación de flujos**: el **aporte único** de carbono proveniente de la biomasa residual dejada en el suelo (restos de desbroce) se asume que **compensa** la **reducción gradual de los flujos anuales** de entrada de carbono al suelo, causados por la menor Producción Primaria Neta (PPN) de la masa vegetal viva remanente. Por lo tanto, el **stock de Carbono Orgánico al Suelo se mantiene en su valor de referencia inicial** durante todo el periodo de proyección de la Contabilidad del Capital Natural.

2. **Cálculo del Carbono Total Almacenado:** Se suman las toneladas por hectárea correspondientes a los cuatro componentes para obtener el **Carbono Total por Hectárea**

Laboratorio Gad-Ex 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

(CO_2 eq/ha) en cada polígono. Este valor final se multiplica por la superficie del polígono en el **Activo Natural Consolidado** para calcular el carbono total almacenado.

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el **análisis de resultados** de la producción biofísica y la posterior **valoración económica**, **contabilidad del capital natural** y **entregables de resultados** del proyecto.

Servicio de Regulación: Protección frente a Incendios

Este servicio de regulación cuantifica la capacidad de la ganadería extensiva para mantener ecosistemas, con un enfoque en el **mantenimiento de la infraestructura de prevención**, que reducen la probabilidad, intensidad y/o propagación de incendios, protegiendo así el Capital Natural.

La cuantificación biofísica se centra en la **extensión superficial (ha)** de la infraestructura de prevención (cortafuegos) cuya gestión refuerza la capacidad reguladora del territorio frente al riesgo, recogida dentro del **Activo Natural Consolidado**. El proceso de cuantificación biofísica de la Protección Frente a Incendios se realiza sobre el Activo Natural Consolidado, siguiendo estos pasos:

1. **Delimitación del Activo:** Se toman las áreas designadas como "**cortafuegos**", y las **Actuaciones A2.3 y A2.4**, en el Activo Natural Consolidado de la Ganadería Extensiva, por su capacidad de **interrumpir la continuidad del combustible vegetal** y actuar como barreras, facilitando el acceso a los equipos de extinción.

2. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el **análisis de resultados** de la producción biofísica y la posterior **valoración económica**, **contabilidad del capital natural** y **entregables de resultados** del proyecto.

Servicio de Regulación: Calidad del Hábitat y Biodiversidad

Este servicio de regulación mide el **estado de la biodiversidad** en los ecosistemas mantenidos por la ganadería extensiva, cuantificando la calidad del hábitat como una medida aproximada de la biodiversidad. El modelo integra la extensión del hábitat existente con el nivel de **presión humana (amenazas)**, reflejando el deterioro en la provisión de bienes y servicios.

Se utiliza el modelo **InVEST "Hábitat Quality"** [29] para combinar la información de los

[29] Natural Capital Project. (2025). *InVEST Habitat Quality (HQ) model*. Stanford University. Recuperado de http://releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/habitat_quality.html

Laboratorio Gad-Ex 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

ecosistemas del Activo Natural Consolidado y amenazas a los mismos, generando un mapa de calidad del hábitat que permite evaluar la extensión y degradación relativas de los diferentes tipos de hábitat. La calidad del hábitat (y por ende la biodiversidad) se ve afectada de manera diferencial por las amenazas, dependiendo de la sensibilidad de cada tipo de ecosistema. El modelo permite estimar el impacto relativo de una amenaza sobre otra, y como afecta a la calidad de hábitat, en base la sensibilidad de cada uno de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado de la Ganadería Extensiva. El modelo InVEST requiere la siguiente información clave (Tabla 22):

1. **Cobertura Actual del Ecosistema:** Define la existencia y extensión de los hábitats en el Activo Natural Consolidado de la Ganadería Extensiva, y de todo el Geoparque las Loras. Esta capa es la base para determinar la calidad y la sensibilidad y se rasteriza a 5m de píxel.

2. **Amenazas a la Biodiversidad:** Se utiliza una cartografía de amenazas de todo el Geoparque, provenientes de fuentes secundarias. Estas representan diferentes tipos de presión humana (Tabla 22):
   - Núcleos de población (pob)
   - Autopistas (car1)
   - Carreteras (car2)
   - Senderos o caminos (car3)
   - Puntos de recreación o información (punt)
   - Minas (Extracción de recursos) (Ind1)
   - Líneas eléctricas (le)
   - Líneas de ferrocarril (lfc)
   - Agricultura extensiva (agre)
   - Residuos (Ind2)

3. **Tabla de Sensibilidad y amenazas:** Esta tabla define cómo cada tipo de hábitat es afectado cualitativamente (0 mínimo a 1 máximo) por cada amenaza, permitiendo la variabilidad en los impactos. También se determina la idoneidad de los ecosistemas para albergar biodiversidad (0 mínimo a 1 máximo). Por otro lado, la tabla de amenazas determina el peso (0 mínimo a 1 máximo), el área de alcance (*buffer*) de cada amenaza, y como decae su efecto conforme aumenta la distancia desde su fuente (linear o exponencial). Se usaron los valores de las tablas de sensibilidad (Tabla 20) y amenazas (

4. Tabla **21**) del estudio **"Capacidad del territorio andaluz para mantener y generar biodiversidad. Análisis de amenazas de los hábitats andaluces mediante InVEST"**

Laboratorio Gad-Ex 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

(Fernández, R.,2022[30]).

Tabla 20. Tabla de sensibilidad de los ecosistemas a las amenazas para el Modelado de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (Fernández R.,2022) [31]

LULC	NAME	HABITAT	pob	car1	car2	car3	punt	Ind1	Ind2	le	lfc	agre
0	Afloramientos rocosos	1	0.5	0.3	0.35	0.35	0.3	0.5	0.5	0.2	0.4	0.51
1	Arbustos y Matorrales	1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.78	0.4	0.47
2	Arbustos y Matorrales A2.3	1	0.65	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.4	0.4
3	Bosques	1	0.77	0.85	0.77	0.77	0.85	0.9	0.9	0.8	0.65	0.40
4	Bosques A2.2	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
5	Bosques A2.2 Y A6	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
6	Bosques A2.3	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
7	Bosques A2.4	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
8	Bosques A3.1	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
9	Bosques A3.2	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
10	BosquesA2.1	1	0.7	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	0.40
11	Cortafuegos	1	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5	0.5	0.2	0.3	0.35
12	Cultivos Agrícolas	0.8	0.52	0.71	0.54	0.54	0.71	0.57	0.57	0.47	0.51	0
13	Cultivos Agrícolas A2.3	0.8	0.48	0.65	0.48	0.48	0.65	0.5	0.5	0.4	0.51	0
14	Cultivos Agrícolas A2.4	0.8	0.48	0.65	0.48	0.48	0.65	0.5	0.5	0.4	0.51	0
15	Cultivos AgrícolasA2.1	0.8	0.48	0.65	0.48	0.48	0.65	0.5	0.5	0.4	0.51	0
16	Herbazales y Pastizales	1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.6	0.6	0.52
17	Herbazales y Pastizales A2.2	1	0.65	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.55	0.6	0.52
18	Herbazales y Pastizales A2.3	1	0.65	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.55	0.6	0.52
19	Herbazales y Pastizales A2.4	1	0.65	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.55	0.6	0.52
20	Herbazales y Pastizales A3.1	1	0.65	0.75	0.65	0.65	0.75	0.9	0.9	0.55	0.6	0.52
21	Masas de Agua	1	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5	0.5	0.5	0.3	0.59
22	Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	0.8	0.52	0.71	0.54	0.54	0.71	0.57	0.57	0.47	0.51	0
23	Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	0.8	0.52	0.71	0.54	0.54	0.71	0.57	0.57	0.47	0.51	0
24	Mosaico de Suelo desnudo	1	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5	0.5	0.2	0.3	0.51
25	Zonas Artificiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Zonas Artificiales A2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Zonas Erosionadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 21. Tabla de amenazas para el Modelado de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (Fernández R.,2022).

MAX_DIST	WEIGHT	THREAT	DECAY	DESCRIP	BASE_PATH	CUR_PATH
4	0.9	pob	linear	Núcleos de población		pob_c.tif
1	0.7	car1	exponential	Autopistas		car1_c.tif
2	0.8	car2	linear	Carreteras		car2_c.tif
0.8	0.6	car3	linear	Senderos o caminos		car3_c.tif
0.5	0.5	punt	linear	Puntos recreación o información		punt_c.tif

[30] Fernández, R. (2022). Capacidad del territorio andaluz para mantener y generar biodiversidad: Análisis de amenazas de los hábitats andaluces mediante InVEST. Universidad Politécnica de Madrid. Trabajo de Fin de Máster.

[31] Se anexa la tabla incluyendo los valores asociados a las acciones y línea base

Laboratorio Gad-Ex 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

MAX_DIST	WEIGHT	THREAT	DECAY	DESCRIP	BASE_PATH	CUR_PATH
4	0.9	Ind1	linear	Minas		Ind1_c.tif
2	0.4	le	linear	Línea eléctricas		le_c.tif
0.5	0.5	lfc	exponential	Férreas		lfc_c.tif
0.6	0.42	agre	linear	Agricultura extensiva		agre_c.tif
4	0.9	Ind2	linear	residuos		Ind2_c.tif

5. **Parámetros de Ajuste de la Constante de Semisaturación (K):** Este parámetro regula la respuesta del hábitat a la degradación. Inicialmente se empleó el valor estándar de 0.05, que posteriormente fue ajustado a **0.3023565** para la simulación final.

Tabla 22. Datos entrada para el modelado de la calidad de hábitat (InVEST: "*Hábitat Quality*", 2025).

Dato de Entrada Requerido	Contenido	Formato	BIBLIOGRAFIA
Capa base	Ecosistemas	.tiff	Activo Consolidado (Elaboración propia, 2025)
Elementos negativos	Vertederos y depósitos de residuos	.tiff	Instituto para la Competitividad de la Región de Castilla y León. (2021). Vertederos y depósitos de residuos. Recuperado de https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/SPAGOBCYLCITDTSUSRIT
Elementos negativos	Torres de alta tensión y líneas eléctricas	.tiff	Instituto Geográfico Nacional / Centro Nacional de Información Geográfica. (2015). Torres de alta tensión y líneas eléctricas – Energía y conducciones. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/detalleArchivo?sec=113910
Elementos negativos	Vías férreas	.tiff	Centro Nacional de Información Geográfica. (2025). Redes de Transporte de España – red viaria, raíl, vías navegables, aéreo y cable. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/redes-transporte
Elementos negativos	Carreteras CyL: red viaria	.tiff	Junta de Castilla y León. (2025). Carreteras CyL: Red Viaria. Recuperado de: https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/api/records/SPAGOBCYLCITDTSTNRCV
Elementos negativos	Explotaciones mineras	.tiff	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Explotaciones mineras – Catastro Minero de España. Recuperado de https://geoportal.minetur.gob.es/CatastroMinero0
Tablas de sensibilidad y amenazas	Sensibilidad de los ecosistemas del Activo Natural y Presión de las amenazas	.csv	Fernández, R. (2022). Capacidad del territorio andaluz para mantener y generar biodiversidad: Análisis de amenazas de los hábitats andaluces mediante InVEST. Universidad Politécnica de Madrid. Trabajo de Fin de Máster.

El cálculo de la calidad del hábitat se realiza sobre el **Activo Natural Consolidado de la Ganadería Extensiva** del Geoparque Las Loras, siguiendo los siguientes pasos:

1. **Definición de Capas de Entrada y Sensibilidad:** Se recopila la **Cobertura Actual de los ecosistemas** del **Activo Natural Consolidado** (base para hábitats), y una lista de **Amenazas**

Laboratorio Gad-Ex 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

a la Biodiversidad (capas de presión humana), para todo el Geoparque las Loras. Se aplica la **Tabla de Sensibilidad** (basada en el estudio Ricardo Fernández Redondo) que define cómo cada hábitat es afectado por cada amenaza.

2. **Ejecución del Modelo y Ajuste de Parámetros:** El modelo InVEST se ejecuta utilizando los datos de entrada y el **Parámetro de Ajuste de la Constante de Semisaturación (K)**, regulado a un valor final de 0.3023565. El modelo genera el **mapa de calidad del hábitat**, cuantificando el impacto relativo de las amenazas sobre la biodiversidad, bajo el principio de que la calidad del hábitat se ve afectada diferencialmente por la sensibilidad.

3. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** La información de calidad del hábitat se cruza espacialmente con el **Activo Natural Consolidado** para obtener el valor promedio y total por polígono.

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica, la contabilidad del capital natural y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Servicio de Regulación: Control Natural de Plagas y Enfermedades

Este servicio hace referencia al **control biológico natural de plagas e invasores** y a la **regulación de enfermedades** que ejerce la ganadería extensiva y que afectan a plantas, animales y ecosistemas. Es un reflejo de ecosistemas bien gestionados o con un alto nivel de conservación.

A nivel biofísico, **no se encontró información** que se pueda relacionar de manera directa y cuantitativa con la función de control de plagas o enfermedades en el Geoparque. La ausencia de un indicador cuantitativo biofísico constituye una **limitante** en la valoración de este servicio.

Servicio de Regulación: Regulación del Ciclo Hidrológico

Este servicio cuantifica la **influencia de la cobertura de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado,** que mantiene la ganadería extensiva, en **la generación hídrica** del Geoparque. El análisis se centra en la **infiltración**, entendida como la fracción de precipitación que se infiltra en el subsuelo y contribuye a la recarga de agua subterránea, un factor crítico para el suministro hídrico. Este cuantifica la influencia de la cobertura de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado, mantenida bajo esquemas de ganadería extensiva, sobre la generación hídrica del Geoparque. En sistemas de pastoreo bien gestionados, la presencia continua de pastos y herbáceas perennes aumenta la rugosidad superficial, la biomasa radicular y el

Laboratorio Gad-Ex 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

contenido de materia orgánica, lo que mejora la estabilidad de agregados, la porosidad y la capacidad de infiltración del suelo. De este modo, una mayor proporción de la precipitación se infiltra en el perfil edáfico en lugar de escurrir superficialmente, favoreciendo la recarga de acuíferos locales y la regulación de los caudales de base, al tiempo que se reducen picos de escorrentía y el transporte de sedimentos y nutrientes hacia cauces y embalses (Dobert *et al.*, 2021[32]).

La cuantificación biofísica se calcula utilizando el modelo **InVEST "*Seasonal Water Yield*"**[33] (Rendimiento Hídrico Estacional), diseñado para analizar la influencia de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado de la Ganadería Extensiva en la infiltración de agua en el suelo de regiones con estacionalidad hídrica. El modelo de **Rendimiento Hídrico Estacional (SWY) de InVEST** se aplica a **toda la extensión del Geoparque** porque se necesita simular la dinámica completa de los flujos de agua en el territorio para **cuantificar la fracción de la precipitación que se infiltra (L)** en el suelo. Esto permite **identificar y valorar la capacidad de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado para recargar las reservas de agua subterránea**, un servicio clave para el beneficio de las áreas de ganadería extensiva (Tabla 23). El modelo InVEST requiere la siguiente información clave, basada en cartografía de fuentes secundarias (con la limitación de que su precisión podría mejorarse con fuentes primarias):

Tabla 23. Datos de Entrada para el Modelado Hidrológico (*InVEST: “Seasonal Water Yield”*, 2025).

Dato de Entrada Requerido	Unidad	Fuente de Información Detallada
Precipitación	Ráster (mm/mes)	Google Earth Engine. (2025). IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE: Monthly climate and climatic water balance for global terrestrial surfaces. University of Idaho. Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/IDAHO_EPSCOR_TERRACLIMATE
Evapotranspiración de Referencia	Ráster (mm/mes)	Google Earth Engine. (2025). IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE: Monthly climate and climatic water balance for global terrestrial surfaces. University of Idaho. Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/IDAHO_EPSCOR_TERRACLIMATE
Modelo Digital de Elevación (MDT)	Ráster (m)	Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). (2010 - 2012). Modelo Digital de Terreno MDT 5 m – Primera cobertura. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/modelos-digitales-elevaciones

[32] Dobert, T., Boyce, M. S., & Docherty, K. (2021). *Adaptive multi-paddock grazing improves water infiltration in Canadian grassland soils*. Journal of Soil and Water Conservation, 76(4), 313-324. https://doi.org/10.2489/jswc.2021.00067

[33] Natural Capital Project. (2025). InVEST Seasonal Water Yield (SWY) model. Stanford University. Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest

Laboratorio Gad-Ex 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

Dato de Entrada Requerido	Unidad	Fuente de Información Detallada
Uso/Cobertura del Suelo	Ráster (clasificada de 1 a 12 a 5 m)	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MFE de máxima actualidad. Castilla y León. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe_castilla_y_leon.html
Grupo Hidrológico del Suelo (GHSG)	Ráster (ajustado a 4 grupos para el estudio)	Ross, C. W., Prihodko, L., Anchang, J., Kumar, S. S., Ji, W., & Hanan, N. P. (2018). Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-based runoff modeling. Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (ORNL DAAC). Recuperado: https://www.earthdata.nasa.gov/data/catalog/ornl-cloud-global-hydrologic-soil-group-1566-1
Tabla de Eventos de Lluvia	CSV	Climate Data (2024). Datos climáticos globales: días de lluvia y precipitación media mensual. Recuperado de: https://en.climate-data.org/
Tabla Biofisica del suelo	Numero de Curva y Grupo Hidrológico del suelo asociado a cada ecosistema del Activo Natural	Natural Resources Conservation Service. (1999). Urban hydrology for small watersheds (Technical Release 55). U.S. Department of Agriculture. Recuperado: https://www.nrcs.usda.gov/

El modelo utiliza una **Tabla Biofísica del suelo (CSV)** que asocia cada ecosistema del Activo Natural Consolidado (lucode) con los parámetros hidrológicos (Tabla 24):

- **Número de Curva (cn [SOIL GROUP]):** Determinado para cada tipología de ecosistema del Actino Natural Consolidado y cada Grupo Hidrológico de Suelo (GHSG). El CN se ajustó de acuerdo con la metodología del InVEST basado en Natural Resources Conservation Service.
- **Coeficiente de Cultivo (kc [MES]):** Ajustado mensualmente y de acuerdo con InVEST para reflejar la evapotranspiración real de cada tipo de cobertura.

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 24. Tabla biofísica de los parámetros Kc y CN para el Modelado Hidrológico (*InVEST: “Seasonal Water Yield”*, 2025)[34]

descripción	lucode	Kc_1	Kc_2	Kc_3	Kc_4	Kc_5	Kc_6	Kc_7	Kc_8	Kc_9	Kc_10	Kc_11	Kc_12	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D
Afloramientos rocosos	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	77	86	91	94
Arbustos y Matorrales	1	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.2	40	60	70	80
Arbustos y Matorrales A2.3	2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.2	0.2	40	60	70	80
Bosques	3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.3	30	50	60	70
Bosques A2.2	4	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	30	50	60	70
Bosques A2.2 Y A6	5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	30	50	60	70
Bosques A2.3	6	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	30	50	60	70
Bosques A2.4	7	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	30	50	60	70
Bosques A3.1	8	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.3	30	50	60	70
Bosques A3.2	9	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.3	30	50	60	70
BosquesA2.1	10	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	30	50	60	70
Cortafuegos	11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	77	86	91	94
Cultivos Agrícolas	12	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.3	60	80	85	90
Cultivos Agrícolas A2.3	13	0.3	0.3	0.6	0.6	1	1	1	1	0.6	0.6	0.3	0.3	60	80	85	90
Cultivos Agrícolas A2.4	14	0.3	0.3	0.6	0.6	1	1	1	1	0.6	0.6	0.3	0.3	60	80	85	90

[34] Se anexa la tabla incluyendo los valores asociados a las acciones y línea base

Laboratorio Gad-Ex 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

descripción	lucode	Kc_1	Kc_2	Kc_3	Kc_4	Kc_5	Kc_6	Kc_7	Kc_8	Kc_9	Kc_10	Kc_11	Kc_12	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D
Cultivos AgrícolasA2.1	15	0.3	0.3	0.6	0.6	1	1	1	1	0.6	0.6	0.3	0.3	60	80	85	90
Herbazales y Pastizales	16	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	50	70	80	90
Herbazales y Pastizales A2.2	17	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	50	70	80	90
Herbazales y Pastizales A2.3	18	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	50	70	80	90
Herbazales y Pastizales A2.4	19	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	50	70	80	90
Herbazales y Pastizales A3.1	20	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	50	70	80	90
Masas de Agua	21	1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1	100	100	100	100
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	22	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.2	45	65	75	85
Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	23	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.2	50	70	80	85
Mosaico de Suelo desnudo	24	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	77	86	91	94
Zonas Artificiales	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
Zonas Artificiales A2.3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	86	91	94
Zonas Erosionadas	27	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	77	86	91	94

Laboratorio Gad-Ex 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

- Adicionalmente, se deben establecer los valores para los parámetros físicos restantes, el mismo modelo propone valores por defecto para los mismos (Tabla 25).

Tabla 25. Parámetros físicos para el Modelado Hidrológico (*InVEST: “Seasonal Water Yield”*, 2025).

Parámetros Físicos	Valor Utilizado	Justificación
Alpha m	1/12	Valor predeterminado del modelo.
Beta i	1	Valor predeterminado del modelo.
Gamma	1	Valor predeterminado del modelo.

El proceso de cuantificación biofísica del Servicio de Infiltración se resume en los siguientes pasos:

1. **Definición de Capas de Entrada y Factores Biofísicos:** Se recopilan y homogeneizan todas las capas de entrada requeridas por el modelo InVEST a una **resolución de 5 metros,** para el Activo Natural Consolidado y todo el Geoparque. Se utiliza una **Tabla Biofísica (CSV)** que asocia cada ecosistema del activo natural consolidado (lucode), y del Geoparque Las Loras, con los parámetros hidrológicos:

2. **Ejecución del Modelo y Cálculo del Rendimiento Hídrico:** El modelo InVEST se ejecuta utilizando los datos de entrada y los **Parámetros Físicos Fijos** (alpha_m=1/12, beta_i=1, gamma=1). El modelo calcula el índice L (mm/píxel), que mide la capacidad relativa de aporte al flujo base.

3. **Cruce con el Activo Natural Consolidado y Cálculo del Volumen:** Los resultados biofísicos se transforman en **volúmenes de agua infiltrada (m^3)** por polígono, y se cruzan con el **Activo Natural Consolidado** para obtener el valor total por polígono de agua infiltrados.

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica, la contabilidad del capital natural y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Servicio Cultural: Recreación y Ecoturismo

Este servicio cuantifica el potencial de los ecosistemas del Activo Natural Consolidado y de las infraestructuras asociadas para soportar actividades recreativas y de ocio en la naturaleza, generando beneficios físicos, psicológicos y relacionales para residentes y visitantes. En el contexto del Geoparque, la ganadería extensiva desempeña un papel central en la configuración y el mantenimiento de paisajes pastorales abiertos y en mosaico, considerados en la literatura como uno de los principales soportes de servicios ecosistémicos culturales vinculados a la recreación, el disfrute escénico del paisaje, la identidad territorial y el turismo

Laboratorio Gad-Ex 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

rural y de naturaleza. La permanencia de sistemas ganaderos tradicionales, como el pastoreo extensivo y la trashumancia, contribuye a conservar tanto los valores estéticos del paisaje (prados abiertos, mosaicos agroganaderos, presencia de ganado en pastoreo) como un patrimonio cultural inmaterial asociado (saberes locales, gastronomía, prácticas de manejo, festividades), que incrementa la demanda y la diferenciación del destino para actividades de ecoturismo y turismo experiencial (Leroy et al., 2018[35]).

Para este caso, se emplea la metodología desarrollada por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha para la “Evaluación de los servicios ecosistémicos del recreo y ecoturismo” [36], que integra dos componentes: el potencial para el recreo (PR), ligado a las características intrínsecas del ecosistema —incluyendo la estructura del paisaje configurada por la ganadería extensiva—, y la capacidad para el recreo (CR), asociada a la accesibilidad, la presencia de infraestructuras, equipamientos y elementos interpretativos. A partir de estos componentes se calcula un índice adimensional que sintetiza la aptitud de cada área para proporcionar oportunidades de recreación y ecoturismo; los valores más elevados del índice reflejan una mayor contribución conjunta del capital natural, el paisaje agroganadero y la infraestructura disponible al suministro de este servicio cultural. El **Índice de Recreo (R)** se define mediante la siguiente fórmula:

$$R = PR + CR$$

Donde:
- **R** = Índice de recreo
- **PR** = Potencial para el recreo
- **CR** = Capacidad para el recreo

Y sus componentes se desglosan en:

$$PR = N + P + A + G$$

$$CR = AC + I$$

Donde:
- **N** = Índice de naturalidad
- **P** = Presencia de áreas protegidas
- **A** = Presencia de masas de agua superficial

[35] Leroy, G., Hoffmann, I., From, T., Hiemstra, S. J., & Gandini, G. (2018). Perception of livestock ecosystem services in grazing areas. *Animal*, *12*(12), 2627-2638. https://doi.org/10.1017/S1751731118001027

[36] Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (2022). *Evaluación de servicios ecosistémicos del recreo en Castilla-La Mancha*. Recuperado de https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20240116/se_recreo_informe_pp.pdfo

Laboratorio Gad-Ex 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

- **G** = Patrimonio geológico de interés turístico
- **AC** = Accesibilidad
- **I** = Presencia de infraestructuras artificiales y naturales

El modelo requiere la siguiente información clave, basada en cartografía de fuentes secundarias (con la limitación de que su precisión podría mejorarse con fuentes primarias):

El modelo utiliza la reclasificación de diversas **capas ráster y vectoriales** que asocian cada elemento físico, de protección o de infraestructura a un **factor de valor de recreo**, incluyendo:

- **Naturalidad (N):** Valoración discreta (**0 mínimo a 5 máximo**) de ecosistemas del **MFE**. Se utiliza el mismo cálculo de Naturalidad que en el servicio de Experiencias Estéticas (Tabla 26).

Tabla 26. Índice de naturalidad para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento	Ecosistemas	Hábitat consolidado	Índice de Naturalidad
Usos del Suelo (MFE)	Áreas de alto valor ambiental (Bosques, Pastizales, etc.)	Bosques Afloramientos rocosos Masas de Agua	**5**
	Alto valor pero menor a los bosques	Arbustos y Matorrales Herbazales y Pastizales	**4**
	Mosaico agrícola, agroforestal, etc.	Mosaico de Suelo desnudo Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	**3**
	Áreas cultivadas	Cultivos Agrícolas	**2**
	Ajuste para las áreas que no son artificiales	Zonas Erosionadas Cortafuegos	**1,5**
	Urbano, industrial, extractivas	Zonas Artificiales	**0**
Figuras de Protección	Espacios Naturales Protegidos (ENP)	**NA**	**+2** (Adicional)
	Red Natura 2000, R. Biosfera, RAMSAR, etc.	**NA**	**+1** (Adicional)

- **Presencia de Áreas Protegidas (P):** Capa vectorial que asigna valor por la presencia de figuras de protección (ZEPIM, Red Natura, ENP, RAMSAR, OSPAR, Reserva de la Biosfera) (Tabla 27).

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 27. Presencia áreas protegidas para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento	Condición (Input)	Valor Asignado
Áreas Protegidas	Figuras solapadas	**3** (Máximo)
	Parques Nacionales, ENP	**2**
	Red Natura 2000, ZEPIM, RAMSAR, R. Biosfera, etc.	**1** (por figura)
	Geoparques	**1**
Ajuste Geoparque	Puntuación Final (solapes ajustados)	**0 a 4** (Máximo)

- **Presencia de Masas de Agua Superficial (A):** Capa ráster que asigna valor por la presencia directa de cuerpos de agua permanentes (ríos, lagos, embalses) (Tabla 28).

Tabla 28. Presencia masas de aguas para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Asignado
Masas de Agua (A)	Presencia de agua superficial	**Punto** (MFE y Red Hidrográfica)	**1**
	Resto del territorio	Ausencia de agua	**0**

- **Patrimonio Geológico de Interés Turístico (G):** Capa vectorial que valora los puntos de interés geológico y la pertenencia al Geoparque (Tabla 29).

Tabla 29. Interés geológico para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Asignado
Patrimonio Geológico (G)	Lugares de Interés Geológico (IELIG)	Presencia del elemento	**1**
	Ser parte del Geoparque	Condición Base	**+1** (Adicional)
Rango Total (G)	Máximo ajustado	Suma de IELIG y Geoparque	**0 a 2** (Máximo)

- **Accesibilidad (AC):** Capa ráster que valora la proximidad a carreteras principales y a caminos o sendas (Tabla 30).

Tabla 30. Índice de accesibilidad para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento	Condición (Input)	Valor Asignado
Carreteras Principales	Buffer de **500 m**	**3**
	Buffer de **1000 m**	**2**
Caminos y Sendas	Buffer de **500 m**	**1**
Ajuste Final	Distancia Euclidiana Normalizada	**0 a 4** (Máximo)

- **Presencia de Infraestructuras (I):** Capa ráster que valora la proximidad a infraestructuras de recreo y puntos de interés cultural (Tabla 31).

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 31. Índice de presencia de infraestructura para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Asignado
Infraestructuras (I)	Áreas recreativas, centros de visitantes, puntos ornitológicos, cuevas, etc.	Buffer de **500 m**	**2**
	Resto del territorio	Fuera del buffer	**0**

La información de entrada del modelo para obtener el IR es la siguiente (Tabla 32):

Tabla 32. Datos de Entrada para el modelado del Índice de Recreo (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Dato de Entrada Requerido	Unidad	Input	Fuente de Información Detallada
Naturalidad (N) **(Uso/Cobertura del Suelo)**	Ráster (Valor 0-5)	.tiff	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MFE de máxima actualidad. Castilla y León.. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe_castilla_y_leon.html
Áreas Protegidas (P) **(Figuras de protección)**	Vectorial (Valor 1, 2 o 3)	.shp	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mar Mediterráneo (ZEPIM). Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/zepim.htmlm
Masas de Agua (A) **(Ríos y Masas)**	Vectorial/ Ráster	.shp	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). Red hidrográfica de España – cartografía nacional. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/red-hidrografica.html
Patrimonio Geológico (G) **(IELIG)**	Vectorial (Valor 1)	.shp	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). (2013). Base de datos IELIG. Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de https://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#Series%20de%20cartograf%C3%ADa-geol%C3%B3gicaB
Accesibilidad (AC) **(Carreteras y Caminos)**	Vectorial/ Ráster	.shp	Junta de Castilla y León. (2014). Senderos CyL – Red de Sendas de Castilla y León. Recuperado de https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/medio-ambiente/sendas/1284378322994 .
Infraestructuras (I) **(Puntos de Interés)**	Vectorial/ Ráster	.shp	Junta de Castilla y León. (2014). Zonas recreativas en espacios naturales – Red de Zonas Recreativas de Castilla y León. Recuperado de https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/medio-ambiente/zonas_recreativas/1284378127843

Adicionalmente, se deben establecer los valores para los factores de cálculo del R (N, P, A, G, AC, I) mediante la reclasificación de las capas de entrada, tal como se especifica en la

Laboratorio Gad-Ex 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

metodología.

El proceso de cuantificación del **Índice de Recreo (R)** se resume en los siguientes pasos:

1. **Definición de Capas de Entrada y Asignación de Factores:** Se recopilan y homogeneizan todas las capas de entrada requeridas a una **resolución de 5 metros**. Se asignan los valores discretos a cada factor según las tablas de reclasificación.

2. **Ajuste AC:** Para el resto del territorio con valor 0 en Accesibilidad, se calcula y aplica una **distancia euclidiana normalizada de 0 a 1**, elevando el valor máximo del índice a 4.

3. **Cálculo del Potencial para el Recreo (PR) y Capacidad para el Recreo (CR):** Se ejecutan las operaciones metodológicas intermedias:
   - **PR:** Suma de capas parciales generadas (**N + P + A + G**), obteniendo valores comprendidos entre **0 y 13**.
   - **CR:** Suma de las capas de Accesibilidad e Infraestructuras (**AC + I**), obteniendo valores comprendidos entre **0 y 6**.

4. **Cálculo del Índice de Recreo (R):** Finalmente, se aplica la fórmula de suma de componentes (**R = PR + CR**). Se obtiene una capa del servicio con valores de píxel comprendidos entre **0 y 19**.

5. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** Los indicadores de extensión se cuantifican dentro del límite del **Activo Natural Consolidado** para contextualizar el servicio dentro del área de influencia de la ganadería extensiva.

6. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica (si aplica) y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Servicio Cultural: Educación e Investigación

Este servicio cultural se refiere a la capacidad de los ecosistemas del Geoparque para promover la formación, la sensibilización ambiental y el desarrollo de proyectos de investigación aplicada en torno a sistemas de ganadería extensiva, generando conocimiento clave para la gestión adaptativa y la toma de decisiones fundamentadas. En los geoparques de la UNESCO, el territorio se concibe explícitamente como un “aula al aire libre” donde la geodiversidad, la biodiversidad y los usos tradicionales del suelo —entre ellos el pastoreo extensivo— se integran en programas de educación formal y no formal, salidas de campo, prácticas universitarias y proyectos de ciencia ciudadana. En este contexto, la ganadería extensiva no

Laboratorio Gad-Ex 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

solo configura el paisaje agroganadero que sirve de base para actividades didácticas, sino que aporta también conocimiento ecológico tradicional sobre manejo de pastos, adaptación al clima y gestión de recursos, cada vez más reconocido como un insumo relevante para la investigación interdisciplinar en sistemas socio-ecológicas pastorales (Leroy *et al.*, 2018).

La cuantificación biofísica de este servicio se realiza sobre el Activo Natural Consolidado, empleando indicadores que actúan como medidas indirectas de la infraestructura y del potencial educativo y científico, tales como la presencia de equipamientos interpretativos, rutas señalizadas, áreas de demostración, proyectos de investigación activos o programas educativos vinculados al territorio. El cálculo se basa en la medición de estos indicadores sobre la superficie del Activo Natural Consolidado, permitiendo identificar aquellas zonas donde la combinación de alto valor ecológico, presencia de sistemas ganaderos extensivos y dotación de infraestructuras ofrece una mayor capacidad para sustentar actividades de educación ambiental e investigación aplicada en el Geoparque.

Este servicio cultural se refiere a la capacidad de los ecosistemas del Geoparque para promover la **formación, sensibilización** e impulsar **proyectos aplicados** en zonas de ganadería extensiva que generan conocimiento clave para la gestión y la toma de decisiones fundamentadas.

La cuantificación biofísica se realiza sobre el **Activo Natural Consolidado**, utilizando dos indicadores principales que actúan como medidas indirectas de la infraestructura y el potencial para la educación y la investigación. El cálculo biofísico se centra en la medición de los indicadores sobre la superficie del Activo Natural Consolidado, siguiendo los siguientes pasos:

1. **Cuantificación de Infraestructura de Sensibilización:** Se emplea el **número de Centros de Visitantes** en Espacios Naturales que representa la infraestructura física activa para la divulgación y sensibilización.

2. **Cuantificación del Potencial Territorial para la Investigación:** Se emplea la **Extensión de las Áreas Protegidas de la Red Natura 2000**[37] sobre el Activo Natural Consolidado. Esto permite reflejar el potencial territorial para la investigación y la educación ambiental, dado que estas áreas suelen ser el foco de estudios y proyectos de conservación

3. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** Ambos indicadores se cuantifican dentro del límite del **Activo Natural Consolidado** para contextualizar el servicio dentro del área de influencia de la ganadería extensiva.

[37] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Red Natura 2000 – Cartografía nacional*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/rednatura_2000_desc.html0

Laboratorio Gad-Ex 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

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica (si aplica) y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Servicio Cultural: Legado y Existencia

Este servicio cultural se centra en los beneficios intangibles derivados de la conservación de los paisajes agroganaderos y la biodiversidad asociada a sistemas de ganadería extensiva. El Valor de Legado asegura que el patrimonio natural, cultural e inmaterial —incluyendo conocimientos sobre manejo de pastos, razas ganaderas adaptadas localmente, y prácticas de gestión territorial de valor histórico— permanezca disponible para las generaciones futuras como parte del acervo del Geoparque.

El Valor de Existencia recoge la satisfacción social derivada de que especies, hábitats y paisajes característicos de los sistemas pastorales extensivos continúen existiendo, con independencia de su utilización directa, reconociendo tanto la dimensión ecológica (mantenimiento de hábitats de valor para la biodiversidad asociada al pastoreo) como la identidad territorial, la memoria colectiva y el compromiso social con la conservación de un modelo de uso sostenible del territorio

En contextos de Geoparques de la UNESCO y territorios protegidos, la presencia de sistemas ganaderos extensivos activos desempeña un papel crucial en la conservación de estas dimensiones culturales y ecológicas, ya que el abandono de la actividad ganadera típicamente conduce a cambios en la composición vegetal, pérdida de hábitats abiertos y erosión del conocimiento tradicional asociado. De este modo, la continuidad de la ganadería extensiva bien gestionada actúa simultáneamente como mecanismo de conservación del legado y como expresión del valor de existencia atribuido por la sociedad a estos territorios.

La cuantificación biofísica de este servicio se realiza sobre el Activo Natural Consolidado, integrando indicadores de la extensión superficial y el estatus de protección del territorio, dado que estos valores están intrínsecamente ligados tanto a la existencia como a la voluntad social de conservación. El cálculo biofísico se centra en la métrica de **extensión superficial (hectáreas) de las áreas protegidas que se solapan con las zonas de ganadería extensiva**, considerando tanto espacios bajo designación oficial de protección (Natura 2000, Áreas Protegidas Nacionales, etc.) como territorios que, sin designación formal, presentan un valor de conservación reconocido en instrumentos de ordenación territorial o en el propio reconocimiento como Geoparque de la UNESCO, permitiendo capturar la dimensión de compromiso institucional y social con la perpetuación de estos territorios.

Este servicio se centra en los **beneficios intangibles de la conservación** de las zonas de

Laboratorio Gad-Ex 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

ganadería extensiva. El **Valor de Legado** asegura que el patrimonio natural y cultural esté disponible para futuras generaciones, mientras que el **Valor de Existencia** es la satisfacción social por el simple hecho de que especies y paisajes sigan existiendo, independientemente de su uso (Hein et al., 2006[38]; Leroy et al., 2018).

La cuantificación biofísica se realiza sobre el **Activo Natural Consolidado**, utilizando indicadores de la extensión y el estatus de protección del territorio del **Activo Natural Consolidado**, dado que estos valores están intrínsecamente ligados a la existencia y la voluntad de conservación. El cálculo biofísico se centra en la métrica de **extensión superficial (hectáreas)** de las áreas protegidas que se solapan con las zonas de ganadería extensiva, siguiendo los siguientes pasos:

1. **Cuantificación de Indicadores Clave:** La métrica biofísica es la **extensión superficial (hectáreas)** de las áreas protegidas que se solapan con las zonas del Activo Natural Consolidado de la ganadería extensiva, cuantificando los siguientes indicadores:
    - **Extensión de Red Natura 2000.**
    - **Extensión de Espacios Naturales Protegidos (ENP)[39].**
2. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** Los indicadores de extensión se cuantifican dentro del límite del **Activo Natural Consolidado** para contextualizar el servicio dentro del área de influencia de la ganadería extensiva.
3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica (si aplica) y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Servicio Cultural: Experiencias Estéticas

Este servicio cuantifica el **valor estético y la capacidad recreativa** del paisaje, factores críticos para la **valoración del Capital Relacional** y el fomento de actividades como la **ganadería extensiva** vinculada al **turismo de naturaleza** dentro del Geoparque. Es decir, Este servicio cuantifica el valor escénico del paisaje agroganadero y su capacidad para generar experiencias estéticas y de disfrute contemplativo, elementos clave del Capital Relacional del territorio. En el Geoparque, la ganadería extensiva contribuye a conformar **paisajes culturales en mosaico**

[38] Hein, L., van Koppen, K., de Groot, R. S., & van Ierland, E. C. (2006). Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, *57*(2), 209-228. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.007

[39] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). Espacios Naturales Protegidos (ENP) – cartografía nacional. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/enp.htmlc

Laboratorio Gad-Ex 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

(pastos abiertos, linderos, matorral aclarado, presencia visible de rebaños y elementos asociados como cercados, abrevaderos o cañadas), que la literatura identifica como soportes privilegiados de servicios ecosistémicos culturales de tipo estético y de identidad paisajística. La percepción positiva de estos paisajes pastorales —frente a escenarios de abandono, desarrollo de matorrales de forma homogénea o intensificación agraria— incrementa la atracción para actividades de turismo de naturaleza, observación del paisaje, fotografía, rutas interpretativas y productos turísticos vinculados a la vida ganadera tradicional (Leroy et al., 2018).

La cuantificación biofísica se calcula utilizando el **Índice Estética del Paisaje (IEP)**, una metodología adaptada de la *" Evaluación de servicios ecosistémicos del disfrute estético del paisaje en Castilla-La Mancha "*[40]. Este índice valora las **características intrínsecas** del paisaje que incrementan su atractivo (presencia de masas de agua, relieves abruptos y diversidad), y por el contrario, **penaliza** la presencia de elementos artificiales negativos (vertederos, carreteras, torres de alta tensión) que interrumpen la continuidad del paisaje.

El IEP se aplica a todo el Geoparque para evaluar las características que incrementan o disminuyen el valor estético del paisaje, permitiendo medir la capacidad del territorio para proveer este servicio cultural a los visitantes y residentes.

El IEP se define mediante la siguiente fórmula:

$$IEP = N + T + D + IA + PR - EN$$

Donde:
- **IEP** = Índice estética del paisaje
- **N** = Índice de naturalidad
- **T** = Topografía
- **D** = Diversidad de ecosistemas
- **IA** = Influencia de masas de agua superficiales y costeras
- **PR** = Presencia de paisajes relevantes
- **EN** = Influencia de elementos negativos

El modelo requiere la siguiente información clave, basada en cartografía de fuentes secundarias (con la limitación de que su precisión podría mejorarse con fuentes primarias):

El modelo utiliza la reclasificación de diversas **capas ráster y vectoriales** que asocian cada

[40] Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (2022). *Evaluación de servicios ecosistémicos del disfrute estético del paisaje en Castilla-La Mancha.* Recuperado de https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20240112/se_paisaje_informe_pp.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

elemento físico o de gestión a un **factor de valor estético**, incluyendo:

- **Naturalidad (N):** Valoración discreta (0 mínimo a 5 máximo) de ecosistemas del MFE (Tabla 33).

Tabla 33. Índice de naturalidad para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento	Condición (Input)	Valor de Naturalidad
Usos del Suelo (MFE)	Áreas de alto valor ambiental (Bosques, Pastizales, etc.)	5
	Mosaico agrícola, agroforestal, etc.	3
	Áreas cultivadas	2
	Urbano, industrial, extractivas	0
Figuras de Protección	Espacios Naturales Protegidos (ENP)	+2 (Adicional)
	Red Natura 2000, R. Biosfera, RAMSAR, etc.	+1 (Adicional)

- **Topografía (T):** Factores morfométricos (Rugosidad y TPI) obtenidos del MDT (Tabla 34).

Tabla 34. Relación morfométrica de la Topografía para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento	Condición (Input)	Valor Topográfico
Formas del Terreno (TPI)	Cimas, Cañones	4 a 5
	Mesetas, Elevaciones media ladera	3
	Valles, Laderas abiertas	2
	Llanuras	1
Índice de Rugosidad (IR)	(Cálculo IR=Máximo–Mínimo/Media MDT–Mínimo)	0 a 1 (Normalizado)
Rango Total (T)	Suma de IR y TPI	0 a 8 (Potencial)

- **Diversidad de Ecosistemas (D):** Capa binaria (0 o 1) basada en la riqueza de especies (Tabla 35).

Tabla 35. Diversidad de ecosistemas para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Diversidad de Ecosistemas
Diversidad (D)	Riqueza de Especies (IEET)	Alta Diversidad (Normalizado)	1
		Baja Diversidad (Normalizado)	0

- **Influencia de Aguas (IA):** Capa binaria (0 o 1) que valora la proximidad a masas de agua (buffer de 100m) (Tabla 36).

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 36. Influencia de agua para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Influencia de Aguas
Influencia Aguas (IA)	Proximidad a agua permanente	Dentro de 100 metros (Buffer)	1
	Lejanía a agua permanente	Fuera de 100 metros	0

- **Paisajes Relevantes (PR):** Capas vectoriales que suman valor por la presencia de figuras de protección (ENP, Red Natura) y elementos geomorfológicos (Tabla 37).

Tabla 37. Paisajes Relevantes para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Factor	Elemento	Condición (Input)	Valor Paisajes Relevantes
Paisajes Relevantes (PR)	Ser parte del Geoparque	Condición Base	+1 (Adicional)
	Lugares de Interés Geomorfológico (IELIG)	Presencia del elemento	+1 (Adicional)
	Figuras de Protección (adicional a N)	Presencia de la figura	+1 a +2 (Adicional)

- **Elementos Negativos (EN):** Capas binarias (0 o 1) que penalizan las zonas de influencia antrópica (Tabla 38).

Tabla 38. Elementos negativos para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Elemento Negativo	Distancia/Buffer de Penalización	Valor de Penalización (EN)
Torres de Alta Tensión	2.000 m	1
Aerogeneradores	15 km	1
Vertederos	1 km	1
Líneas Eléctricas	100 m	1
Explotaciones Mineras	300 m	1
Carreteras (Vías Urbanas, Autopistas, Carreteras)	750 m, 500 m, 250 m	1
Ferrocarril	300 m	1

La información de entrada del modelo para obtener el IEP es la siguiente (Tabla 39):

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 39. Datos de entrada para el modelado del Índice Estético de Paisaje (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2022).

Dato de Entrada Requerido	Unidad	Input	Fuente de Información Detallada
Naturalidad (N) **(Uso/Cobertura del Suelo)**	Ráster (Valor 0-5)	.tiff	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MFE de máxima actualidad. Castilla y León.. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe_castilla_y_leon.html
Topografía (T) **(MDT)**	Ráster (m)	.tiff	76. Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica. (2010 - 2012). Modelo Digital de Terreno MDT 5 m – Primera cobertura. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/modelo-digital-terreno-mdt05-primera-cobertura
Diversidad (D) **(Riqueza de Especies)**	Ráster (Valor 0-1)	.shp	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (s.f.). Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (IEPNB). Malla 10x10 km. Recuoerado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/ieet.html .
Influencia Aguas (IA) **(Ríos y Masas)**	Vectorial/Ráster (Buffer 100m, Valor 1)	.shp	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). Red hidrográfica de España – cartografía nacional. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/red-hidrografica.html
Paisajes Relevantes (PR) **(Áreas Protegidas)**	Vectorial (Valor 1 o 2)	.shp	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). Espacios Naturales Protegidos (ENP) – cartografía nacional. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/enp.htmlc
Paisajes Relevantes (PR) **(Interés Geológico)**	Vectorial (Valor 1)	.shp	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). (2013). Base de datos IELIG. Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de https://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#Series%20de%20cartografi%C3%ADa-geol%C3%B3gicaB
Elementos Negativos (EN) **(Infraestructuras)**	Vectorial/Ráster (Buffer variable, Valor 1)	.shp	Instituto para la Competitividad de la Región de Castilla y León. (2021). Vertederos y depósitos de residuos. Recuperado de https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/SPAGOBCYLCITDTSUSRIT

Adicionalmente, se deben establecer los valores para los factores de cálculo del IEP (N, T, D, IA, PR, EN) mediante la reclasificación de las capas de entrada, tal como se especifica en la metodología.

El proceso de cuantificación del **IEP** se resume en los siguientes pasos:

1. **Definición de Capas de Entrada y Asignación de Factores:** Se recopilan y homogeneizan todas las capas de entrada requeridas a una **resolución de 5 metros**.

Laboratorio Gad-Ex 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

2. **Cálculo del Índice Estética del Paisaje (IEP):** Se ejecuta la operación metodológica definida, sumando todos los factores positivos (N + T + D + IA + PR) y restando las penalizaciones por la influencia de Elementos Negativos (EN). El resultado es un ráster que refleja el valor estético por píxel.

3. **Cruce con el Activo Natural Consolidado:** Los indicadores de extensión se cuantifican dentro del límite del **Activo Natural Consolidado** para contextualizar el servicio dentro del área de influencia de la ganadería extensiva.

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de resultados, la posterior valoración económica (si aplica) y la elaboración de los entregables de resultados del proyecto.

Fase VI. Valoración y Contabilización de los Recursos Ecosistémicos

El proceso inicia con la **cuantificación monetaria** de los flujos anuales generados por todos los Servicios Ecosistémicos y recursos naturales identificados, empleando los métodos de valoración económica más adecuados. Los resultados económicos de todos los Servicios Ecosistémicos son **agregados** para calcular el valor total del flujo anual. Este valor total no solo se presenta como una cifra única, sino que también es **representado cartográficamente** para visualizar su distribución espacial en el territorio, lo que permite un **análisis geográfico** detallado de las zonas de mayor valor económico.

Valoración económica detallada de los recursos naturales y SE identificados.

Una vez obtenidos los flujos monetarios anuales, se elabora la **Contabilidad de Capital Natural** utilizando el marco SEEA-EA de las Naciones Unidas. Este análisis se centra en la ganadería extensiva y proyecta los beneficios futuros a largo plazo (60 años) mediante la aplicación de una tasa social de descuento. El resultado clave es el **Valor Presente (Valor Capital)** del activo natural, lo que ofrece una métrica sólida y comparable sobre el stock de riqueza que el Geoparque proporciona a través de su capital natural.

La fase concluye con el diseño conceptual de una **herramienta de gestión integral** de capital natural. Esta herramienta tiene como objetivo consolidar y organizar toda la información generada en las etapas anteriores, incluyendo datos biofísicos, indicadores de condición y resultados económicos. Su propósito es funcionar como un **soporte decisorio interactivo** que facilita a los gestores del Geoparque la evaluación de escenarios, la monitorización de la evolución de los activos y la orientación de políticas hacia una gestión ambiental y económica más sostenible.

Laboratorio Gad-Ex 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 de Aprovisionamiento: Animales Criados para Nutrición (Carne, Leche y Miel)

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Precio de Mercado**. La valoración se basa en la monetización de la producción biofísica total de animales y subproductos (kg o Tn) a partir de sus **precios unitarios de venta** promedio en el mercado.

Para el **Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Nutrición**, se utiliza la producción total en **kilogramos (kg)** por tipología de producto (carne, leche, miel), calculada a partir de las superficies estimadas del Activo Natural Consolidado y los rendimientos ajustados. La valoración económica se aplica a la producción de **carne bovina, ovina, caprina, porcina, leche de origen bovino y miel**. EL proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Precio Unitario:** Se consultan los **precios de venta promedio** por kilogramo (€/kg) para cada producto ganadero, utilizando como fuente principal los **reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)**[41]. Los precios utilizados en el proyecto se definen a continuación (Tabla 40):

Tabla 40. Precios Unitarios de Referencia de la producción cárnica animal reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023).

Tipo de producto animal para nutrición	Precio unitario (Euros/kg producto)
Ovina	11,27
Caprina	0,82
Bovina	5,5

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la producción total de cada producto por su precio unitario, y agregando los resultados espacialmente sobre las áreas ganaderas del Activo Natural Consolidado.

Valor Económico Total (€) = Producción Total de Producto (kg) * Precio Unitario del Producto (€/kg)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (tipología de ecosistema y municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural.

[41] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Mercados agrícolas y ganaderos.* Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/estadisticas/mercados_agricolas_ganaderos#ancla1

Laboratorio Gad-Ex 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 de Aprovisionamiento: Animales Criados para Materiales (Piel y Cera)

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Precio de Mercado**. La valoración se basa en la monetización de la producción biofísica total de materias primas animales (lana y cera) a partir de sus **precios unitarios de venta** promedio en el mercado. Este método refleja el valor directo que la actividad ganadera no alimentaria aporta a la economía, utilizando el precio de venta como un *proxy* del valor económico generado por el Activo Natural Consolidado. La valoración económica se aplica a la producción de **lana de oveja y cera de abeja**.

Para el **Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Materiales**, se utiliza la producción total en **kilogramos (kg)** de lana y cera, calculada a partir de las superficies estimadas del Activo Natural Consolidado y los rendimientos ajustados. EL proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Precio Unitario:** Se consultan los **precios de venta promedio** por kilogramo (€/kg) para la lana y la cera, utilizando como fuente principal los **reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)**. Los precios utilizados en el proyecto se definen a continuación (Tabla 41):

Tabla 41. Precios Unitarios de Referencia de la producción de materiales de origen animal reportes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2023).

Tipo de producto animal para materiales	Precio unitario (Euros/kg producto)
Ovina- Lana	0,25
Colmenas- Cera	5,5

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la producción total de cada material por su precio unitario, y agregando los resultados espacialmente sobre las áreas ganaderas del Activo Natural Consolidado.

Valor Económico Total (€) = Producción Total de Lana (kg) * Precio unitario lana (€/kg) + Producción Total de Cera (kg) * Precio unitario lana (€/kg)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (tipología de ecosistema y municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural.

Laboratorio Gad-Ex 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 de Regulación: Control de la Erosión y Retención de Sedimentos

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Transferencia de Beneficios** (Costo de Restauración Evitado). La valoración se basa en el principio de que el valor económico del servicio equivale a los costes que se evitarían si fuera necesario reemplazar la función de contención de suelo que la vegetación del ecosistema está proporcionando.

Para el Servicio de Regulación: Control de la Erosión, se utiliza la **superficie en hectáreas (ha) de cada tipología de uso de suelo** dentro del Activo Natural Consolidado, multiplicada por un coste unitario de restauración ajustado. La valoración económica refleja el valor de la **erosión evitada**. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Valor Unitario de Restauración Ajustado:** Se toma como referencia el **costo unitario de la Hidrosiembra** (€/ha) de un estudio externo[42], ajustándolo con el Índice de Precios de Consumo (IPC)[43] y un **Factor de Ajuste** específico para cada tipología de ecosistema (Tabla 42).

Tabla 42. Costos Unitarios de Restauración Evitado para la Base para la Valoración Económica del Control de la Erosión (Elaboración Propia, 2025).

Activo Natural Consolidado	Método	Ajuste	Valor Económico (Euros/ha)	Valor Ajustado	Justificación
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	**Hidrosiembra**	0,9	902,51	Media	Mosaico coberturas intermedia
Bosques	**Hidrosiembra mayor**	1	1002,79	Máximo	bosques y pastizales (Mayor protección)
Afloramientos rocosos	**NA**	0	0,00	Superficies impermeables	
Herbazales y Pastizales	**Hidrosiembra**	0,9	902,51	0,1- Que el mayor	bosques y pastizales (Mayor protección)
Mosaico de	**Hidrosiembra**	0,94	942,62	Media	Mosaico

[42] López Fernández, J. (2019). *Análisis y valoración económica de los servicios ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)*. Recuperado de https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38204/TFM-L478.pdf

[43] Instituto Nacional de Estadística. (2024). Índice de Precios de Consumo (IPC) – Datos hasta diciembre de 2024. Recuperado de: https://www.ine.es/prensa/ipc_tabla.htm

Laboratorio Gad-Ex 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

Activo Natural Consolidado	Método	Ajuste	Valor Económico (Euros/ha)	Valor Ajustado	Justificación
Matorral/Cultivo y Pastizal					coberturas intermedia
Mosaico de Suelo desnudo	**Hidrosiembra en menor proporción**	0,7	701,95	Media	Mosaico coberturas intermedia
Arbustos y Matorrales	**Hidrosiembra**	0,95	952,65	0,05- Que el mayor	bosques y pastizales (Mayor protección)
Cortafuegos	**Hidrosiembra en menor proporción**	0,7	701,95	Menor	zonas parcialmente desnudas (cortafuegos, mosaico con suelo desnudo).
Zonas Erosionadas	**NA**	0	0,00	Superficies impermeables	
Cultivos Agrícolas	**Hidrosiembra**	0,8	802,23	0,1 mayor que el menor	Mosaico coberturas intermedia
Masas de Agua	**NA**	0	0,00	superficies impermeables	
Zonas Artificiales	**NA**	0	0,00	superficies impermeables	

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie de cada tipología de ecosistema por su valor unitario de restauración evitado ajustado.

Valor Económico Total (€) = Superficie Tipología Ecosistema (ha) * Valor Económico Ajustado (€/ha)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural.

Laboratorio Gad-Ex 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 de Regulación: Captura y Almacenamiento de Carbono

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Precio de Mercado**. La valoración se basa en la monetización de la cuantificación biofísica total de dióxido de carbono (Tn CO2 eq) almacenado anualmente en los principales reservorios del ecosistema.

Para el Servicio de Regulación: Captura y Almacenamiento de Carbono, se utiliza la **producción total en toneladas de CO2 equivalente** (tN CO2 eq), calculada a partir de los reservorios de biomasa aérea, biomasa radical, madera muerta y carbono orgánico del suelo. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Precio Unitario:** Se toma como referencia el **precio medio de mercado por tonelada de CO2 equivalente** (70,46 €/Tn CO2 eq). Este valor se obtiene a partir de la cotización de los derechos de emisión, utilizando plataformas vinculadas al Sistema Europeo de Negociación de Derechos de Emisión (ETS), como Sendeco2.[44]

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la cuantificación biofísica total de carbono (tn CO2 eq) almacenado por su precio unitario de mercado, enfocando el cálculo en la contribución del Activo Natural Consolidado.

Valor Económico Total (€) = Carbono Total Almacenado (Tn CO2 eq) * Precio Unitario (€/Tn CO2 eq)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

Servicio de Regulación: Protección frente a Incendios

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Costo Evitado** (una variante de la Transferencia de Beneficios). La valoración se basa en la monetización de los costes de mantenimiento que se deberían incurrir para limpiar los cortafuegos si esta labor no fuera asumida indirectamente por la actividad ganadera (pastoreo de desbroce).

Para el Servicio de Regulación: Protección frente a Incendios, se utiliza la **superficie en hectáreas (ha) de los cortafuegos** que coinciden espacialmente con las áreas ganaderas. La

[44] SENDECO2. (2025). *SENDECO2 – Plataforma de negociación de derechos de emisión de CO_2.* Recuperado de https://www.sendeco2.com/es/

Laboratorio Gad-Ex 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

valoración económica refleja el **coste de mantenimiento evitado** gracias al pastoreo. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Costo Unitario de Mantenimiento Evitado:** Se toma como referencia el **costo unitario de la limpieza de cortafuegos** (246,96 €/ha) proporcionado por las tarifas de empresas públicas de gestión forestal (TRAGSA 2021)[45], específicamente el concepto de **"Limpieza de cortafuegos en matorral con altura de 1 m"**.

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie total de los cortafuegos que coinciden con el pastoreo por el costo unitario de limpieza de cortafuegos.

Valor Económico Total (€) = Superficie Cortafuegos Pastoreo (ha) * Costo Unitario (€/ha)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas designadas como cortafuegos.

Servicio de Regulación: Calidad del Hábitat y Biodiversidad

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Transferencia de Beneficios**. La valoración se basa en la monetización de la superficie en hectáreas (ha) de los hábitats presentes en el Activo Natural Consolidado, utilizando valores unitarios de referencia provenientes de estudios de valoración del capital natural. Este método refleja el valor económico de la **existencia y conservación de la biodiversidad y el hábitat**.

Para el Servicio de Regulación: Mantenimiento de la Biodiversidad, se utiliza la **superficie en hectáreas (ha) de cada tipología de hábitat**, la cual previamente ha sido evaluada biofísicamente a través del modelo **InVEST *Hábitat Quality***. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Valor Unitario por Hábitat:** Se toman como referencia los **valores en euros por hectárea y año** (€/ha/año) del servicio de mantenimiento de la biodiversidad, provenientes del estudio nacional Valoración de los Activos Naturales de España,

[45] Empresa de Transformación Agraria (Grupo TRAGSA). (2021). *Tarifas TRAGSA 2021 – Actuaciones no sujetas a impuestos*. Recuperado de https://tarifas.tragsa.es/prestowebisapi.dll?FunctionGo&id=154&cod=TRAGSA2021-1.0177/F/F09/F09112&path=Tragsa2021W-Act-no-sujetas-Trgsatec-Resto.cfg

Laboratorio Gad-Ex 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

(VANE)[46]. Estos valores se diferencian por tipo de hábitat (ecosistema) para reflejar su valor intrínseco de conservación (Tabla 43):

Tabla 43. Valores Unitarios de Referencia como Base para la Valoración Económica de la Calidad de Hábitat y Biodiversidad (VANE, 2009)

Activo Natural Ganadería	Ecosistemas (VANE)	Valor medio (euro/ha año)
Bosques	Bosque	22,56
	Matorral	20,77
	Bosque de plantación	24,3
Arbustos y Matorrales	Pastizal-matorral	21,49
Cultivos Agrícolas	Tierras de labor en secano	3,44
Herbazales y Pastizales	Herbazal	17,41
Masas de Agua	Árboles Fuera de Monte (Riberas)	108,55
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	Mosaico de cultivos en secano con vegetación natural	17,9
Zonas Artificiales	Otros	8,71
Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	Mosaico de cultivos en secano con vegetación natural	17,9
Mosaico de Suelo desnudo	Otros	8,71
Afloramientos rocosos	Otros	8,71
Zonas Erosionadas	Otros	8,71
Cortafuegos	Otros	8,71

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie de cada tipología de hábitat dentro del Activo Natural Consolidado por su valor unitario de referencia, y agregando los resultados.

Valor Económico Total (€)/año = Superficie Tipología Ecosistema (ha) * Valor Unitario(€/ha/año))

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

[46] Valoración de los Activos Naturales de España (VANE). (2009). *Valoración de los activos naturales de España – Resumen ejecutivo.* Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/vane_resumenejecutivo_tcm30-540884.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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 de Regulación: Control Natural de Plagas y Enfermedades

Debido a la limitación biofísica, la valoración económica se realiza a partir de **información secundaria** mediante el método de **Costes Evitados o Transferencia de Valores**, asignando un valor monetario unitario al coste que se evita gracias a la función reguladora del ecosistema.

1. **Precio de Referencia Unitario:** Se utilizaron diferentes fuentes para establecer un coste evitado por hectárea (€/ha), diferenciado por el tipo de activo:
   - **Ámbito Forestal:** Se consultó el **"XIII Estudio Inversión Forestal 2021-2022"** [47], obteniendo el valor de las inversiones realizadas en Castilla y León para **"Plagas y enfermedades forestales"**. Se estimó un valor medio de **0,356 €/ha forestal**.
   - **Áreas Agrícolas:** Se empleó el **"Anuario de Estadísticas de 2023"**[48] para obtener el valor del coste de **productos fitosanitarios**. Se estimó un valor de **2,99 €/ha agrícola**.

2. **Asignación de Valores por Ecosistema del Activo Natural Consolidado:** Para asignar los valores unitarios, se utilizó el atributo de activo consolidado, clasificando las superficies en **forestales** o **agrícolas** (Tabla 44).

Tabla 44. Asignación de valores económicos por Ecosistema (Elaboración Propia, 2025)

Activo	Tipo	Euro/ha
Afloramientos rocosos	Forestal	0,356
Arbustos y Matorrales	Forestal	0,356
Bosques	Forestal	0,356
Cortafuegos	Forestal	0,356
Cultivos Agrícolas	Agrícola	32,99
Herbazales y Pastizales	Forestal	0,356
Masas de Agua	Ninguno	0
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal	Agrícola	32,99
Mosaico de Matorral/Cultivo y Pastizal	Agrícola	32,99
Mosaico de Suelo desnudo	Forestal	0,356
Zonas Artificiales	Ninguno	0
Zonas Erosionadas	Forestal	0,356

3. **Cruce Cartográfico con Ganadería:** Para diferenciar la actividad asociada al Geoparque y vincularla a la ganadería, se realizó un cruce espacial. Se seleccionaron únicamente los polígonos que **se interceptaban con las áreas ganaderas** previamente identificadas.

[47] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Economía forestal y comercio exterior: Castilla y León*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_econ_comercio_exterior.html

[48] Junta de Castilla y León. (2023). *Anuario de estadística agraria de Castilla y León 2023*. Recuperado de https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/es/estadistica-informacion-agraria/anuario-2023.html

Laboratorio Gad-Ex 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

4. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie de los activos vinculados a la ganadería (forestales o agrícolas) por su coste evitado unitario:

Valor Económico Total (€) = Superficie Tipología Activo (ha) * Evitado Unitario (€/ha)

5. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

Servicio de Regulación: Regulación del Ciclo Hidrológico

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Precio de Mercado**. La valoración se basa en la monetización de la cuantificación biofísica total del **volumen de agua infiltrada** (m^3) anualmente, a partir de su precio unitario de referencia en el mercado. Este valor refleja la contribución del Activo Natural Consolidado al **flujo base** y a la disponibilidad hídrica.

Para el Servicio de Regulación: Regulación del Ciclo Hidrológico, se utiliza el **volumen total de agua infiltrada (m^3)** por tipología de ecosistema, calculado mediante el modelo InVEST Seasonal Water Yield. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Precio Unitario:** Se toma como referencia el **costo unitario del agua por metro cúbico** (1,24 €/m^3) publicado por fuentes oficiales del Instituto Nacional de Estadística, (INE)[49] para la comunidad autónoma correspondiente. Este valor representa el precio medio que se paga por el suministro de agua.

2. **Cálculo Biofísico Previo:** El volumen de agua infiltrada (m^3) se calcula para cada polígono mediante el modelo InVEST, basándose en la precipitación, la evapotranspiración de referencia y las características del suelo y la vegetación (Número de Curva, Kc).

3. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando el volumen total de agua infiltrada de cada tipología por su precio unitario, y agregando los resultados espacialmente sobre las áreas ganaderas del Activo Natural Consolidado.

Valor Económico Total (€)/año = Tipologías Ecosistemas (Volumen Infiltrado (m^3/año) * Precio Unitario (€/m^3)

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología

[49] Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua*. Recuperado de: https://www.ine.es/dyngs/Prensa/ESSA2022.htm

Laboratorio Gad-Ex 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

ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural.

Servicio Cultural: Recreación y Ecoturismo

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Costos de Viaje** (Transferencia de Valores), utilizando el gasto total de los visitantes como indicador del beneficio económico. La valoración se basa en la monetización de la **demanda recreativa** (número de visitantes) generada por el territorio, considerando que el gasto del visitante (alojamiento, transporte, etc.) es un *proxy* del valor económico que otorgan al servicio.

Para el Servicio de Recreación, la cuantificación biofísica se realiza mediante el **Índice de Recreo (IR)**, que combina el Potencial (PR) y la Capacidad (CR) del territorio. La valoración económica se aplica a los costos totales de viaje de los visitantes anuales estimados para el área. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Cuantificación Biofísica (Índice de Recreo, IR):** Se calcula el Índice de Recreo por polígono (IR = PR + CR), que califica la aptitud del territorio para el uso recreativo.

2. **Definición de la Demanda y el Gasto Unitario (Transferencia de Valores):** Se utilizan datos de estudios previos sobre geoparques o áreas protegidas similares para determinar (Tabla 45):
   - El número de **visitantes anuales estimados** (V Total).
   - La **proporción del gasto total** que corresponde a una categoría medible (ej. alojamiento), y el factor de extrapolación para estimar el **Gasto Total de Viaje** (G Total) anual.

Tabla 45. Datos valoración económica para Servicio recreativo (Elaboración Propia, 2025)

Dato	Valor	Fuente
Plazas	Número de visitantes de media en geoparque España**: 1.500.000 visitante/año**	Orús, Asier Hilario & Carcavilla Urquí, Luis. (2020). *Twenty Years of Spanish Geoparks: Analysis and Future Prospects. Geoheritage, 12, 87.* https://doi.org/10.1007/s12371-020-00510-2
Precio medio	Precio medio de la plaza: 32,56 €/noche (precio medio consultado el 11/06/2019) ajustado IPC es igual a **39,49 €/noche.** Numero de periodos turísticos anuales: **Entre 10 y 14** dependiendo del año (puentes y fines de semana de alta ocupación)	López Fernández, J. (2019). *Análisis y valoración económica de los servicios ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)*. Recuperado de https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38204/TFM-L478.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

Dato	Valor	Fuente
Ocupación media	Número de habitaciones: **2.350 plazas** de alojamiento turístico	Geoparque Las Loras. (2021). *Dónde descansar y comer*. Recuperado de https://geoparquelasloras.es/index.php/donde-descansar-y-comer/
Periodos	Datos sobre estancia media y ocupación 2024-2025: **25,40%** ocupación media y **1,64** días de estancia	Junta de Castilla y León. *Turismo en Castilla y León – Análisis de datos abiertos*. Recuperado de https://analisis.datosabiertos.jcyl.es/pages/turismo/?flg=es-es&ssp=1&setlang=es-es&cc=ES&safesearch=moderate
Estancia media	Estimación porcentual equivale a alojamiento: Alojamiento corresponde únicamente al **35%** de los costos de viaje	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019). *Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/beneficios_economicos_n2000_web_2019_tcm30-498070.pdf

El cálculo del valor económico del **Alojamiento** (base de la extrapolación) se realiza mediante la siguiente fórmula:

Alojamiento (€)/año = Plazas * Precio Medio *Ocupación Media * Periodos * Estancia Media

3. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene a partir del Gasto Total de Viaje, el cual se transfiere y se ajusta al área de estudio. Este Gasto Total de Viaje representa el valor económico del servicio de recreación:

6. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas. Correspondiente a 1,03 €/visita y 16,12 €/ha.

Servicio Cultural: Educación e Investigación

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Transferencia de Beneficios** (Costos Evitados/Transferencia de Valores). La valoración se basa en la monetización de la **superficie en hectáreas (ha)** de las figuras de protección, utilizando un valor unitario de referencia que refleja las inversiones destinadas a actividades de investigación, divulgación, promoción y formación.

Para el Servicio de Educación e Investigación, se utiliza la **superficie en hectáreas (ha) de las áreas protegidas de la Red Natura 2000** que se solapan con el Activo Natural Consolidado. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición del Valor Unitario de Inversión Evitada/Transferida:** Se toma como referencia el **costo unitario por hectárea y año** de 2,35 €/ha/año de las inversiones sectoriales en

Laboratorio Gad-Ex 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

educación e investigación, ajustado al área de referencia a partir del estudio nacional "Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España"[50].

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie total de la Red Natura 2000 que coincide con el uso ganadero por el valor unitario de referencia.

Valor Económico Total (€)/año = Superficie Red Natura 2000 (ha) * Valor Unitario IE (€/ha/año)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

Servicio Cultural: Legado y Existencia

Este servicio se valora económicamente mediante el método de **Transferencia de Beneficios** (Costos Evitados/Transferencia de Valores). La valoración se basa en la monetización de la **superficie en hectáreas (ha)** de las figuras de protección, utilizando valores unitarios de referencia que reflejan las inversiones de conservación y gestión (costos evitados), reconociendo el valor intrínseco de la conservación para la sociedad actual y futura.

Para el Servicio de Legado y Existencia, se utiliza la **superficie en hectáreas (ha) de la Red Natura 2000 y los Espacios Naturales Protegidos (ENP)** que se solapan con el Activo Natural Consolidado. El proceso de valoración económica es el siguiente:

1. **Definición de los Valores Unitarios de Inversión (Costos Evitados):** Se toman como referencia los costes unitarios de inversión por hectárea y año (€/ha/año) para la conservación de cada figura de protección, de los presupuestos generales del estado[51], ajustados para **evitar la doble contabilidad** con el servicio de Educación e Investigación:

    - **Red Natura 2000:** Valor unitario que incluye todos los euros de inversión, **excluyendo** los de educación e investigación (82,94 €/ha/año).

[50] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019). *Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/publicaciones/valoracion_costes_rn_tcm30-197173.pdf

[51] Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos. (2024). Presupuestos Generales del Estado 2024 (PGE 2024) – Documento de inversión Nº 24P_E_V_1_2_2_T_ITECPC04_1_iteInvI02_1_1. Recuperado de https://www.sepg.pap.hacienda.gob.es/Presup/PGE2024Prorroga/MaestroDocumentos/PGE-ROM/doc/2/1/4/4/1/3/2/N_24P_E_V_1_2_2_T_ITECPC04_1_iteInvI02_1_1.PDF

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Espacios Naturales Protegidos (ENP):** Valor unitario basado en los presupuestos de gastos de conservación (59,39 €/ha/año).

2. **Cálculo Económico Final:** El valor económico total se obtiene multiplicando la superficie de cada figura de protección por su valor unitario de referencia y sumando ambos resultados.

Valor Económico Total (€)/año = Superficie RN2000 (ha) * Valor unitario RN2000 (€/ha) + Superficie ENP (ha) * Valor unitario (€/ha)

3. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

Servicio Cultural: Experiencias Estéticas

Este servicio se valora a nivel **biofísico** mediante el **Índice Estético del Paisaje (IEP)**, que mide los beneficios intangibles derivados de la conexión emocional, la contemplación y la apreciación visual del entorno natural. Su valoración económica se realiza mediante el método de **Transferencia de Beneficios**, asumiendo que el valor estético está **implícito o integrado** en otros servicios culturales ya monetizados (Recreación y Legado/Existencia), por lo que se centra en el indicador biofísico.

Para el Servicio de Paisaje, el indicador clave es el **Índice Estético del Paisaje (IEP)**. El proceso de valoración es el siguiente:

1. **Cuantificación Biofísica (Índice Estético del Paisaje):** El IEP se calcula combinando variables positivas intrínsecas del territorio con elementos visuales negativos o antrópicos.

2. **Definición del Valor Unitario de Referencia:** El valor económico del paisaje se **transfiere** y se considera **implícito** en los valores ya calculados para los servicios de Recreación y Legado y Existencia. Por lo tanto, no se utiliza un valor unitario de €/ha/año directo para evitar la doble contabilidad.

3. **Cálculo Económico Final (Transferido):** El IEP se integra espacialmente sobre las tipologías de ecosistema, pero el **valor económico total es transferido**, asumiendo que el beneficio de la apreciación visual ya fue capturado en el gasto de viaje y las inversiones de conservación.

Valor Económico Total (€)/año = Valor Transferido desde Recreación y Legado

Laboratorio Gad-Ex 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

4. **Generación de Estadísticos:** Se generan los estadísticos económicos (€/ha tipología ecosistema y €/municipio) para integrar los resultados en la contabilidad del capital natural, a partir de la integración espacial de los resultados sobre las áreas ganaderas identificadas.

Análisis de Incertidumbre y Grado de Confianza de la Valoración.

La contabilidad del capital natural y la valoración de servicios ecosistémicos son ejercicios que, por definición, operan sobre sistemas biológicos complejos y mercados que, en ocasiones, no existen de manera explícita. Conscientes de este reto, y con el objetivo de dotar de máxima transparencia y rigor científico al proyecto "Ganadería Extensiva en el Geoparque de las Loras", se ha implementado un **Protocolo de Análisis de Incertidumbre**.

Este protocolo tiene como finalidad asignar un "Grado de Confianza" a cada valor económico obtenido, permitiendo a los gestores del territorio distinguir entre aquellos resultados basados en datos de mercado consolidados y aquellos derivados de modelizaciones teóricas o estimaciones indirectas.

Siguiendo las metodologías de referencia utilizadas en la valoración de Áreas Marinas Protegidas y en la aplicación práctica del sistema SEEA-EA (*System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting*), el nivel de certidumbre se ha determinado mediante una evaluación cualitativa y cuantitativa de tres variables fundamentales para cada servicio ecosistémico:

1. **Origen del Dato:** Se penaliza la información transferida de otros contextos internacionales y se premia el dato local (tomado in situ en el Geoparque) o regional.

2. **Tipo de Dato:** Se distingue entre datos primarios/estadísticas oficiales (máxima puntuación), modelos biofísicos calibrados (puntuación media) y estimaciones indirectas o *proxies* (puntuación baja).

3. **Método de Valoración Económica:** Se priorizan los "Precios de Mercado" directos sobre metodologías de "Costes Evitados/Reemplazo" y, en último lugar, la "Transferencia de Beneficios" (adaptación de valores de bibliografía científica).

Basándonos en la agregación de las variables anteriores, se ha definido una escala de 5 niveles que clasifica la robustez del resultado final. Esta escala utiliza un código visual (semáforo ampliado) para facilitar la interpretación de los resultados:

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Incertidumbre Muy Baja (Grado de Confianza: 80-100%):** Resultados de máxima robustez. Se basan en datos locales específicos del Geoparque, censos reales (ej. cabaña ganadera) y precios de mercado observables directamente.

- **Incertidumbre Baja (Grado de Confianza: 60-80%):** Resultados sólidos derivados de datos regionales de alta resolución espacial, modelos muy bien calibrados o estadísticas oficiales consolidadas a nivel estatal/autonómico.

- **Incertidumbre Moderada (Grado de Confianza: 40-60%):** Valoraciones basadas en modelos biofísicos espacialmente explícitos (tipo InVEST) que utilizan datos de entrada mixtos (locales y regionales). La valoración económica suele recurrir a costes de reemplazo o costes evitados.

- **Incertidumbre Alta (Grado de Confianza: 20-40%):** Resultados indicativos. Se utilizan *proxies* indirectos para inferir la presencia del servicio o modelos teóricos sin una calibración local fuerte.

- **Incertidumbre Muy Alta (Grado de Confianza: 0-20%):** Estimaciones preliminares. Ausencia de cuantificación biofísica directa en la zona de estudio, dependiendo enteramente de la transferencia de valores básicos de bibliografía o donde no existe valoración monetaria aplicable.

En el cálculo del servicio de regulación climática, es necesario justificar una decisión metodológica clave adoptada en este estudio. Se ha optado por valorar el **STOCK TOTAL (Almacén)** de Carbono retenido en el territorio, en lugar de limitarse únicamente al flujo anual de secuestro.

Esta decisión se justifica por la naturaleza de la ganadería extensiva como garante de la conservación de los reservorios de carbono ya existentes (tanto en biomasa aérea como, fundamentalmente, en el suelo). Desde la perspectiva de los nuevos Mercados Voluntarios de Carbono y los mecanismos de compensación, el valor reside no solo en la captura incremental, sino en la**permanencia y no liberación** del carbono almacenado. Cuantificar el stock total permite visibilizar el activo real (el "banco" de carbono) que la gestión ganadera protege frente a usos del suelo más intensivos o degradantes.

A continuación, se detalla la clasificación del grado de confianza para cada uno de los servicios ecosistémicos evaluados en el Geoparque de las Loras:

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 46. Matriz de Valoración de Servicios Ecosistémicos por Método e Incertidumbre (Elaboración Propia, 2025)

Servicio Ecosistémico	Método Biofísico (Cuantificación)	Método Económico (Valoración)	Nivel de Incertidumbre	Escala Visual
Animales Criados para Nutrición	Datos censales reales (Itagra) y productividad local	Precios de Mercado	Muy Baja	80-100%
Animales Criados para Materiales	Datos de extracción real	Precios de Mercado	Muy Baja	80-100%
Protección frente a Incendios	Superficie gestionada real (ha	Coste de Reemplazo (Tarifas oficiales TRAGSA)	Baja	60-80%
Educación e Investigación	Superficie oficial Red Natura 2000	Presupuestos Estatales (PGE) asignados	Baja	60-80%
Legado y Existencia	Superficie protegida oficial	Presupuestos Estatales (PGE) de conservación	Baja	60-80%
Captura y Almacenamiento de Carbono	Factores conversión MITECO / Inventario Forestal (Regional)	Precio de Mercado (ETS / Voluntario) aplicado al Stock	Moderada	40-60%
Control de Erosión y Retención de Sedimentos	Modelo InVEST SDR (Datos Regionales)	Coste de Restauración / Reemplazo	Moderada	40-60%
Regulación del Ciclo Hidrológico	Modelo InVEST SWY (Datos climáticos globales/regionales)	Precio de mercado del agua (m^3)	Moderada	40-60%
Recreo y Ecourismo	Índice de Recreo (Modelado)	Coste de Viaje (Estimación estadística)	Moderada	40-60%
Calidad del Habitat y Biodiversidad	Modelo InVEST HQ (Calidad de Hábitat)	Transferencia de Valor (Meta-análisis VANE)	Moderada	40-60%
Control Natural de Plagas y Enfermedades	Sin dato biofísico directo (NA)	Transferencia de coste evitado genérico	Muy Alta	0-20%
Experiencias Estéticas	Índice de paisaje (Biofísico)	Sin valoración monetaria directa (NA)	Muy Alta	0-20%

Laboratorio Gad-Ex 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

Para asegurar la consistencia técnica de los resultados, especialmente en aquellos servicios clasificados con incertidumbre **Moderada** o **Alta**, se ha procedido a realizar un análisis comparativo (*Benchmarking*).

Los valores normalizados obtenidos (€/hectárea/año) han sido contrastados con rangos bibliográficos de referencia, incluyendo los datos del proyecto Valoración de Activos Naturales de España (**VANE**, 2006), informes **TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) y resultados de proyectos en entornos mediterráneos similares, artículos científico (López Fernández, J., 2019; Marques, S. M., et al., 2021)[52] y documentos de acceso publico (MITECO, 2019; MITECO, 2024; United Nations, 2021)[53]. Este proceso de validación cruzada garantiza que, aun existiendo incertidumbre inherente al modelo, las estimaciones se mantienen dentro de órdenes de magnitud lógicos y defendibles para el contexto ecológico de Las Loras.

Elaboración de un análisis contable del capital natural vinculado con la ganadería extensiva en todo el territorio del Geoparque.

La cuantificación del valor económico del capital natural, que soporta la actividad ganadera extensiva a lo largo de todo el territorio del Geoparque, se realiza a partir del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica - Cuentas de Ecosistemas (SEEA-EA) de las Naciones Unidas. Este es un marco metodológico y conceptual estándar.

El análisis se bifurca en dos componentes clave dentro de la contabilidad ambiental: primero, la determinación del flujo de valor anual generado por los Servicios Ecosistémicos seleccionados, lo que permite establecer la Línea Base económica de la provisión de beneficios; y segundo, la estimación del valor capital proyectado de dichos activos naturales, transformando los flujos de beneficios futuros en un valor actual neto a largo plazo.

El objetivo es convertir las cantidades físicas anuales de SSEE (Flujo Físico Anual) en un valor económico (Flujo Monetario Anual) para establecer la **Línea Base 2023**. Este proceso de monetización se estructuró en los siguientes pasos clave:

[52] López Fernández, J. (2019). Análisis y valoración económica de los servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales de Castilla y León. (Tesis de Máster). Universidad de Valladolid (UVA). Recuperado de: https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38204/TFM-L478.pdf

[53] MITECO (2019). Los beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España. Ministerio para la Transición Ecológica. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/beneficios_economicos_n2000_web_2019_tcm30-498070.pdf
MITECO (2024). Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. Oficina Española de Cambio Climático. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

- **Identificación de SSEE:** Se utilizaron los SSEE previamente seleccionados y clasificados bajo CICES (Aprovisionamiento, Regulación y Culturales), cuantificados en unidades físicas específicas (ej., Kg, tn, m³, ha, valores adimensionales).

- **Métodos de Valoración Económica:** Se aplicaron métodos de valoración según la naturaleza de cada servicio:
  - **Aprovisionamiento (Animales para nutrición y material):** Se utilizó el **precio de mercado** de los productos finales.
  - **Regulación (Erosión, CO2, Hidrológico, Incendios):** Se emplearon métodos basados en el **costo de evitación** (ej., valor de evitar la erosión, costo de evitar incendios), **costo social del carbono** (para CO2), o **precios sombra** (para el agua).
  - **Culturales y Mantenimiento (Biodiversidad, Recreación, Legado):** Se aplicaron métodos de **Preferencia Declarada** o **Preferencia Revelada** (ej., valor basado en la gestión y costos de administración de zonas protegidas como Red Natura 2000).

El resultado de este proceso es el **Valor Total del Flujo Anual Bruto** de los activos.

Para obtener el **Valor Total Bruto de Activos de Capital Natural** (el valor capital del ecosistema), se proyectaron los flujos de beneficios anuales futuros y se descontaron al valor actual:

A. **Horizonte Temporal y Supuestos:**
   - **Periodo de Proyección:** Se eligió un horizonte temporal de **60 años**, considerando la vida útil máxima de las intervenciones o del activo natural.
   - **Supuesto de Flujo Constante:** Los beneficios económicos anuales se proyectaron de manera **constante** a lo largo de los 60 años, asumiendo flujos **reales** (sin considerar inflación).

B. **Tasa de Descuento (TSPI):**
   - Se utilizó una **Tasa de Descuento Social de Preferencia Intertemporal (TSPI)**, siguiendo las directrices del *Green Book Notes* (2020)[54], la cual es **decreciente** para reflejar la incertidumbre a largo plazo (confirmado por la literatura).

Tabla 47. Tasa Social de Preferencia Intertemporal (TSPI) Utilizada para el Cálculo del Valor Presente del Capital Natural (Proyección a 60 años) (Elaboración Propia, 2025)

Periodo	Tasa de Descuento Real	Justificación

[54] HM Treasury. (2020). *Final Report of the 2020 Green Book Review: Findings and response (CP 331)*. Recuperado de https://www.gov.uk/government/publications/final-report-of-the-2020-green-book-review

Laboratorio Gad-Ex 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

Años 1 a 30	3.5%	Compuesta por Preferencia del Tiempo (1.5%) y Efecto Riqueza (2%).
Años 31 a 60	3.0%	Reducción de la tasa para reflejar la **incertidumbre futura** y un enfoque precautorio.

El **Valor Presente (VP) de los flujos futuros** se calculó utilizando la fórmula estándar de Valor Presente Neto (VPN), aplicando la TSPI decreciente.

Finalmente, se proyectó el Balance de Capital Natural para el año **2063** con el fin de incorporar el impacto económico de las **acciones de gestión** que se realizarán en el Geoparque.

- **Cuentas del Balance:** El balance se estructuró en **Valor de los Activos (Línea Base)**, **Ganancias/Pérdidas**, **Adiciones** y **Revaluaciones**.
- **Adiciones:** Se cuantificó el valor económico de las acciones realizadas, y este valor (tanto el flujo anual como su Valor Presente proyectado a 60 años) se sumó al Valor Total de los Activos, actualizando el valor del capital natural para el año 2063.

Fase VII. Elaboración de entregables.

Resultados obtenidos y aportados.

La siguiente tabla describe los distintos resultados, tanto cartográficos como no cartográficos y orientados a la tipologías, municipios y acciones, producidos en el marco de este proyecto (Tabla 48).

Tabla 48. Resultados obtenidos y aportados de os entregables (Elaboración Propia, 2025)

Resultados obtenidos y aportados	
Extensión	Cartografía unificada en el Activo Natural Consolidado Cálculo de la extensión de todas las tipologías, así como municipios y acciones.
Condición	Cartografía unificada en el Activo Natural Consolidado Cálculo de la extensión de todas las tipologías, así como municipios y acciones.
Cartografía	Un mapa biofísico para cada indicador de condición, donde se muestre la distribución de este.
Resultados Biofísicos	Resultados biofísicos para cada una de las variables de condición. Se incluyen los siguientes resultados (de los más generales a los más particulares): • Resultado biofísico de cada variable de condición por polígono. Este resultado se aporta en forma de cartografía (ver 6. FID). • Resultado biofísico medio por municipio, donde para cada municipio se obtiene el valor medio de cada indicador (cada indicador en su unidad correspondiente).

Laboratorio Gad-Ex 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

Resultados obtenidos y aportados	
	• Resultado biofísico medio por tipología, donde para cada una obtiene el valor medio de cada indicador para todo en el geoparque (cada indicador en su unidad correspondiente).
Servicios Ecosistémicos de la zonas ganaderas y acciones, y solo de las acciones	
Cartografía	Un mapa biofísico para cada indicador de SE, donde se muestre la distribución del SE.
Resultados Biofísicos/Económicos	Resultados cuantitativos y/o cualitativos (biofísicos) para cada uno de los SSEE. Se incluyen los siguientes resultados (de los más generales a los más particulares): • Resultado biofísico/económico de cada SE por polígono. Este resultado se aporta en forma de cartografía (ver 6. FID). • Resultado biofísico/económico medio por municipio, donde para cada municipio se obtiene el valor medio de cada SE (cada SE en su unidad correspondiente no comparable entre sí en las biofísicas, si en el económico). • Resultado biofísico/económico medio por tipología, donde para cada se obtiene el valor medio de cada SE para todo el geoparque (cada SE en su unidad correspondiente). Nota: Cada resultado biofísico no es comparable con el resto ya que cada indicador tiene su propia unidad; por tanto, las unidades biofísicas sirven para dar seguimiento a la variación del mismo indicador a lo largo del tiempo, pero no para comparar un indicador con otro. Se puede comparar el económico con respecto al valor
Cartografía Multifuncional	Mapa que muestra la acumulación o sumatorios euros de todos los SSEE.

Hojas de contabilidad: detallan el análisis contable del capital natural y los servicios ecosistémicos vinculados a la ganadería extensiva, estructuradas según los principios de la contabilidad ambiental.

Introducción.

En el Excel “Resultados Capital Natural Gadex” se reúne y sintetiza de forma estructurada toda la información derivada del análisis territorial, integrando en un mismo documento los resultados de extensión, condición y servicios ecosistémicos, junto con su valoración económica asociada. A través de múltiples hojas, el archivo cuantifica la superficie que ocupa cada tipología de ecosistema, evalúa su estado o grado de conservación y determina la capacidad del territorio para proveer servicios como captura de carbono, regulación hídrica, control de la erosión y otras. Esta información biofísica se complementa con la estimación monetaria de dichos servicios, permitiendo traducir su aporte ecológico a términos económicos comparables. El Excel funciona, como un repositorio integral que consolida indicadores, tablas, gráficos y cálculos del proyecto.

Laboratorio Gad-Ex 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

Hojas de Excel.

Portada.

El documento comienza con la hoja “Portada”, que presenta la información introductoria del estudio, incluyendo generalidades, el ámbito territorial analizado y los servicios analizados (Figura 14).



Figura 14. Portada (Elaboración Propia, 2025)

Índice.

En la hoja “Índice” organiza el contenido del documento, mostrando la estructura completa del y señalando los capítulos que desarrollan el análisis del capital natural y los servicios ecosistémicos, estos se resumen en seis puntos con su respectivo hipervínculo (Tabla 49):

Tabla 49. Índice Excel (Elaboración Propia, 2025).

Índice (esta pestaña)	Visión general de la estructura del sistema y acceso rápido a cada una de las secciones.
1. Cuentas Físicas	Resumen de los resultados de extensión, condición, SE y valoración económica.
2. Resultados cartográficos	Imágenes de las capas cartográficas.
3. Extensión	Monitoreo de los cambios en la superficie, municipio y acciones
4. Condición	Monitoreo, a través de indicadores, de los cambios en la condición por superficie, municipio y acciones

Laboratorio Gad-Ex 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. Servicios Ecosistémicos (SE) y valoración económica	Monitoreo, a través de indicadores, de los cambios en la provisión de los SE en general, tipología, municipio y acciones
6. FID	Datos tabla consolidada

Nota: Algunos datos han sido automatizados y otros son actualizables manualmente ,en cada hoja se menciona a que corresponden.

Resumen.

La hoja “0.0 MENSAJES PRINCIPALES” está destinada a contener el resumen ejecutivo del estudio, donde aparecen los principales hallazgos y conclusiones.

Cuentas Físicas.

Posteriormente, la hoja “01. Cuentas Físicas” ofrece una síntesis de la extensión, la condición y los servicios ecosistémicos organizados por tipología y por municipio, integrando tanto los valores en unidades biofísicas como en económicas. Esta hoja funciona como un tablero central donde se consolidan los indicadores clave del territorio y se presentan mediante tablas y gráficas que facilitan la interpretación. Además, para la valoración económica, la hoja incorpora una estimación específica asociada a acciones, permitiendo identificar el valor monetario generado. De este modo, la hoja “01. Cuentas Físicas” actúa como un resumen integral que conecta superficie, condición, provisión de servicios y su correspondiente valoración económica.

Mapas.

Finalmente, la cartografía del estudio se agrupa en la hoja “2. Resultados cartográficos”, que contiene los mapas generales, biofísico y económico por servicio ecosistémico de las zonas ganaderas con las acciones, y de las acciones de forma independiente (Figura 15):

Laboratorio Gad-Ex 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

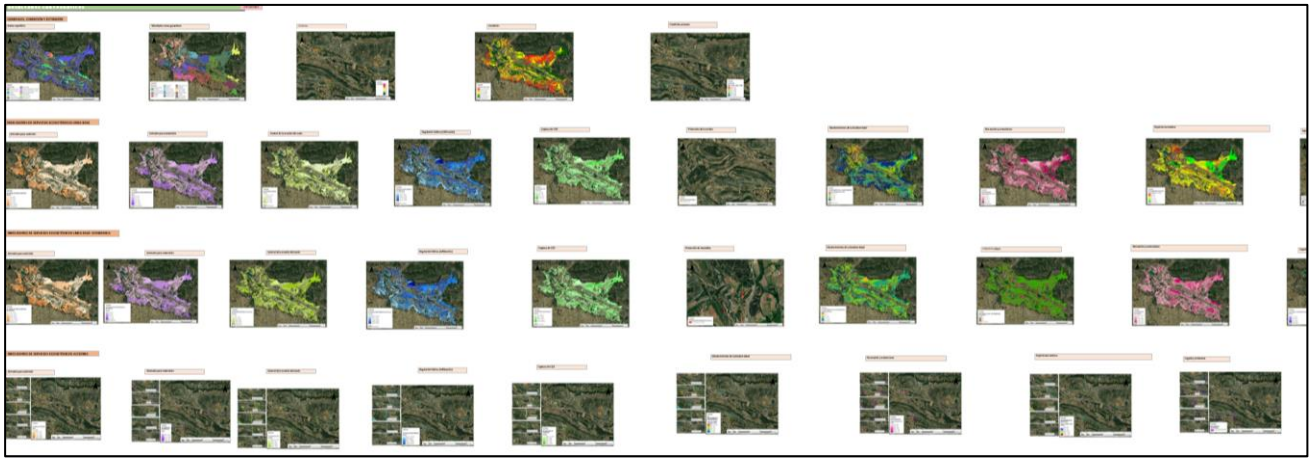
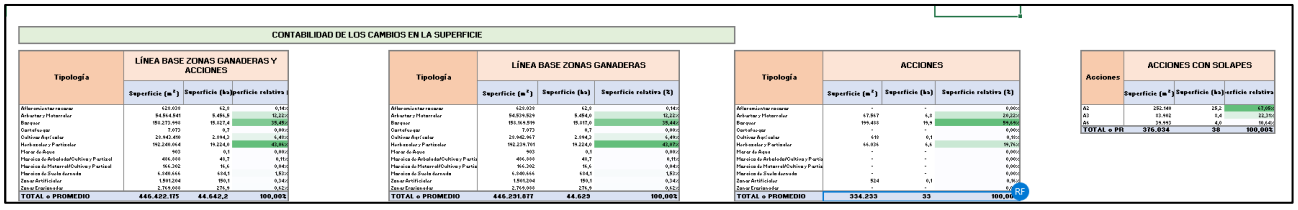


Figura 15. Mapas (Elaboración Propia, 2025)

Extensión.

La hoja “3. EXTENSIÓN” está automatizada y presenta un análisis completo de la superficie ocupada por las distintas tipologías de ecosistemas, integrando las áreas ganaderas y las superficies vinculadas a acciones específicas. Para cada tipología se muestran los valores en metros cuadrados y hectáreas, junto con su porcentaje relativo dentro del total, lo que permite identificar el peso que cada ecosistema tiene en el territorio. Esta información se complementa con un desglose detallado por municipio, que facilita la comparación y evidencia cuáles concentran mayor cobertura. La hoja incluye además un conjunto de gráficas que visualizan estas distribuciones y apoyan la interpretación rápida de los resultados.

A continuación, se detalla por cada segmento de la hoja, en la parte superior del se encuentran tres tablas (Figura 16). La primera muestra la línea base de las zonas ganaderas junto con las acciones, indicando la superficie total y el porcentaje relativo por tipología, la información se extrae de la hoja de FID con operaciones de sumar si en Excel. La segunda tabla presenta únicamente la línea base de las zonas ganaderas con sus valores totales y porcentajes. La tercera tabla corresponde a las acciones reSIGtradas por tipología, también con superficies y porcentajes. Estas tablas utilizan sombreado en verde para resaltar los valores más altos a nivel porcentual


CONTABILIDAD DE LOS CAMBIOS EN LA SUPERFICIE

Tipología	LÍNEA BASE ZONAS GANADERAS Y ACCIONES		
	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie relativa (%)
Alisedas riparias	620.009	62,0	0,14
Arbustos y Matorrales	94.844.841	9.484,8	21,22
Bosques	191.169.599	19.117,0	42,76
Cantiles rocosos	7.073	0,7	0,00
Cultivos Agrícolas	20.940.490	2.094,0	4,69
Humedales y Turberas	192.249.064	19.224,9	43,00
Masas de Agua	900	0,1	0,00
Mezcla de Arboleda/Cultivos y Pastizal	406.000	40,7	0,10
Mezcla de Matorral/Cultivos y Pastizal	964.202	96,5	0,22
Mezcla de Suelo desnudo	6.080.666	608,1	1,36
Zonas Artificiales	1.593.204	159,3	0,36
Zonas Erosionadas	2.755.000	275,5	0,62
TOTAL o PROMEDIO	446.422.175	44.642,2	100,00%

Tipología	LÍNEA BASE ZONAS GANADERAS		
	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie relativa (%)
Alisedas riparias	620.009	62,0	0,14
Arbustos y Matorrales	94.929.926	9.484,8	21,22
Bosques	191.169.599	19.117,0	42,76
Cantiles rocosos	7.073	0,7	0,00
Cultivos Agrícolas	20.940.967	2.094,0	4,69
Humedales y Turberas	192.234.791	19.224,0	43,00
Masas de Agua	900	0,1	0,00
Mezcla de Arboleda/Cultivos y Pastizal	406.000	40,7	0,10
Mezcla de Matorral/Cultivos y Pastizal	964.202	96,5	0,22
Mezcla de Suelo desnudo	6.080.666	608,1	1,36
Zonas Artificiales	1.593.204	159,3	0,36
Zonas Erosionadas	2.755.000	275,5	0,62
TOTAL o PROMEDIO	446.291.877	44.629	100,00%

Tipología	ACCIONES		
	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie relativa (%)
Alisedas riparias	-	-	0,00
Arbustos y Matorrales	47.867	4,8	14,33
Bosques	199.400	19,9	59,68
Cantiles rocosos	-	-	0,00
Cultivos Agrícolas	610	0,1	0,18
Humedales y Turberas	66.806	6,6	19,99
Masas de Agua	-	-	0,00
Mezcla de Arboleda/Cultivos y Pastizal	-	-	0,00
Mezcla de Matorral/Cultivos y Pastizal	-	-	0,00
Mezcla de Suelo desnudo	-	-	0,00
Zonas Artificiales	524	0,1	0,16
Zonas Erosionadas	-	-	0,00
TOTAL o PROMEDIO	334.233	33	100,00%

Acciones	ACCIONES CON SOLAPES		
	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Superficie relativa
A2	202.148	20,2	47,66%
A3	93.460	9,4	22,03%
A5	34.992	3,5	8,25%
TOTAL o PR	376.034	38	100,00%

Laboratorio Gad-Ex 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

Figura 16. Extensión resumen por uso suelo (Elaboración Propia, 2025)

Debajo de lo anterior (Figura 17), se presentan las diferentes tipologías junto con los valores registrados para cada municipio. En la última columna se muestra el total por tipología y, en la última fila, el total general de todos los municipios. Al igual que el caso anterior el color verde simboliza la mayor representación.

Además de la tabla, incluye varios gráficos de barras que representan visualmente los datos contenidos en la tabla. Uno de los gráficos muestra la comparación entre las tipologías, otro presenta los valores correspondientes a los municipios, y un gráfico adicional resume únicamente tres acciones.

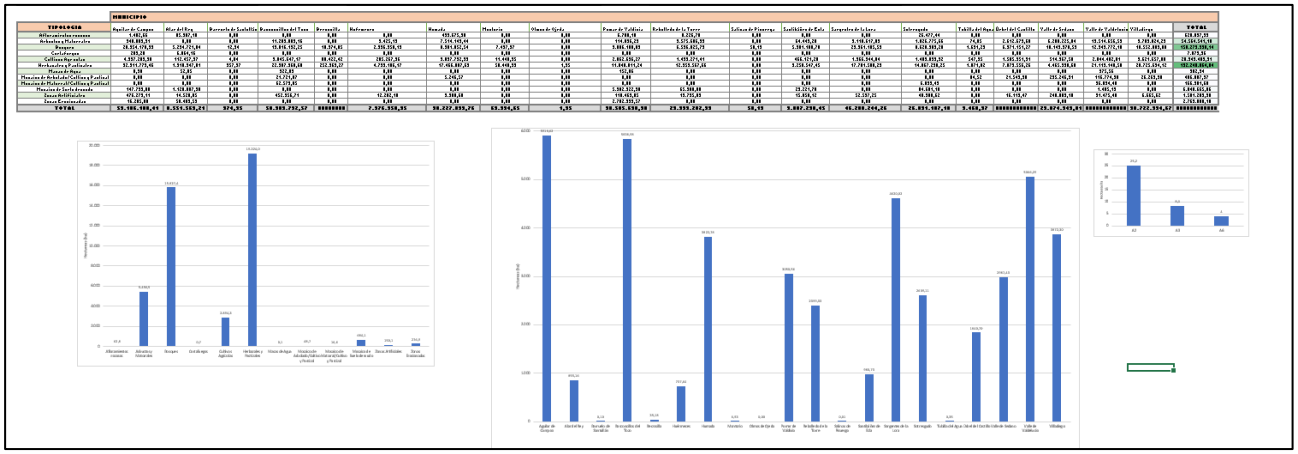


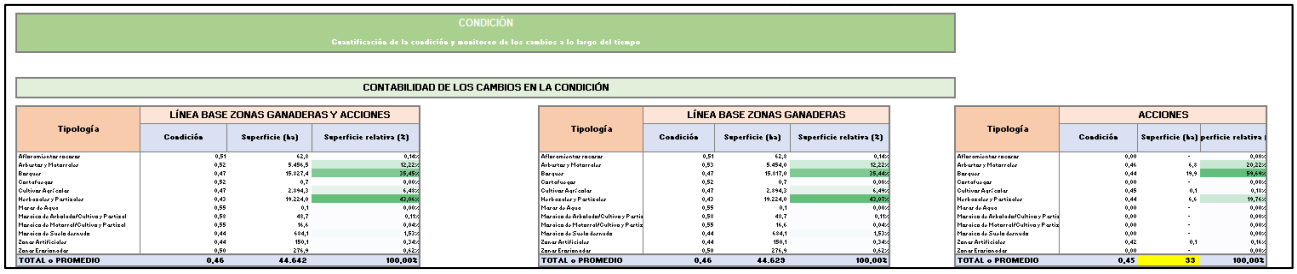
Figura 17. Extensión vs municipio y gráficas (Elaboración Propia, 2025)

Condición.

La hoja “4. CONDICIÓN” está automatizada y presenta un análisis del estado ecológico del territorio, utilizando valores de condición asociados a cada tipología de ecosistema y municipio tanto para las zonas ganaderas como las acciones.

Si se divide el área en dos partes, la parte superior (Figura 18) se incluyen tres tablas principales: la primera tabla corresponde a la línea base de zonas ganaderas y acciones, donde se muestran para cada tipología los valores de condición media, superficie y superficie relativa, con las celdas resaltadas en verde para los principales valores en área. La segunda tabla contiene únicamente la línea base de zonas ganaderas, organizada con el mismo formato y también con resaltados en verde. La tercera tabla corresponde a las acciones, donde se muestran los valores registrados para cada tipología. Todo se estimó con base a la tabla madre a través de promedios.

Laboratorio Gad-Ex 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



CONDICIÓN

Cuantificación de la condición y monitoreo de los cambios a lo largo del tiempo

CONTABILIDAD DE LOS CAMBIOS EN LA CONDICIÓN

Tipología	LÍNEA BASE ZONAS GANADERAS Y ACCIONES		
	Coadición	Superficie (ha)	Superficie relativa (%)
Alternancia con recurso	0,51	62,8	0,14%
Arbustivo y Matorral	0,52	5.494,9	12,22%
Barroso	0,47	15.917,4	35,40%
Cantizal-yesar	0,52	8,7	0,019%
Cultivo Agrícolar	0,47	2.894,3	6,43%
Herbáceo y Particular	0,43	19.224,9	42,75%
Manar de Agua	0,55	8,1	0,018%
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Particular	0,51	49,7	0,11%
Mosaico de Matorral/Cultivo y Particular	0,55	96,4	0,21%
Mosaico de Suelo desnudo	0,44	434,1	1,97%
Zonas Artificiales	0,44	109,1	0,24%
Zonas Encharcadas	0,59	275,4	0,61%
TOTAL o PROMEDIO	0,46	44.642	100,00%

Tipología	LÍNEA BASE ZONAS GANADERAS		
	Coadición	Superficie (ha)	Superficie relativa (%)
Alternancia con recurso	0,51	62,8	0,14%
Arbustivo y Matorral	0,53	5.494,9	12,22%
Barroso	0,47	15.917,4	35,40%
Cantizal-yesar	0,52	8,7	0,019%
Cultivo Agrícolar	0,47	2.894,3	6,43%
Herbáceo y Particular	0,43	19.224,9	42,75%
Manar de Agua	0,55	8,1	0,018%
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Particular	0,51	49,7	0,11%
Mosaico de Matorral/Cultivo y Particular	0,55	96,4	0,21%
Mosaico de Suelo desnudo	0,44	434,1	1,97%
Zonas Artificiales	0,44	109,1	0,24%
Zonas Encharcadas	0,59	275,4	0,61%
TOTAL o PROMEDIO	0,46	44.629	100,00%

Tipología	ACCIONES		
	Coadición	Superficie (ha)	perficie relativa (
Alternancia con recurso	0,00	-	0,00%
Arbustivo y Matorral	0,46	6,8	29,22%
Barroso	0,44	14,9	59,61%
Cantizal-yesar	0,00	-	0,00%
Cultivo Agrícolar	0,45	0,1	0,11%
Herbáceo y Particular	0,44	1,4	10,71%
Manar de Agua	0,00	-	0,00%
Mosaico de Arbolado/Cultivo y Particular	0,00	-	0,00%
Mosaico de Matorral/Cultivo y Particular	0,00	-	0,00%
Mosaico de Suelo desnudo	0,00	-	0,00%
Zonas Artificiales	0,42	0,1	0,16%
Zonas Encharcadas	0,00	-	0,00%
TOTAL o PROMEDIO	0,45	33	100,00%

Figura 18. Condición Resumen (Elaboración Propia, 2025)

Debajo de estas tablas aparece otra tabla más amplia que muestra la condición por tipología en cada municipio (Figura 19). Las columnas están organizadas por municipio y la última columna recoge el promedio por tipología, con los valores más altos resaltados en verde. Debajo de esta tabla se incluyen varios gráficos de barras que representan visualmente la información mostrada, uno de los gráficos presenta la condición comparada entre diferentes tipologías, otro muestra los valores por municipios y un tercer gráfico resume únicamente tres acciones.

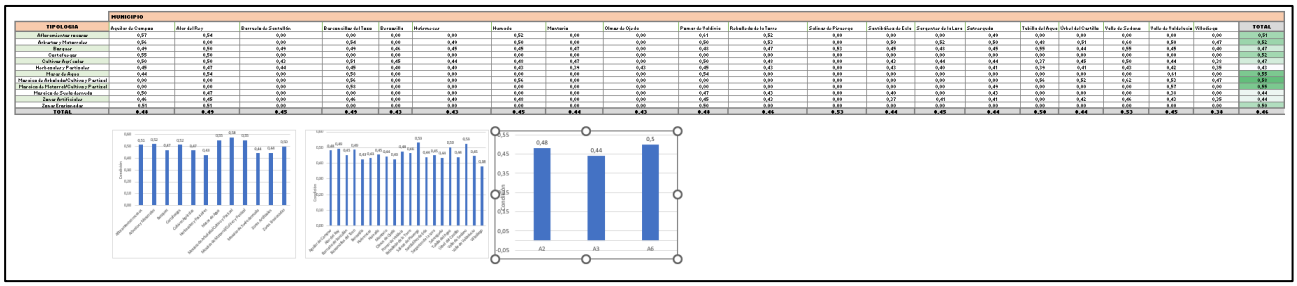


Figura 19. Condición municipios y gráficas (Elaboración Propia, 2025)

Servicios ecosistémicos.

Las hojas con identificación cinco (5) hacen referencia a los servicios ecosistémicos. Por cada servicio hay una hoja, organizados y resumidos de la siguiente manera (Tabla 50).

Tabla 50. SSEE- Excel (Elaboración Propia, 2025)

N.°	Nombre del SSEE	Unidad biofísica	Económico	Nombre de la hoja de Excel
1	Animales para nutrición	Kilogramos (kg)	Euros	5.1 Alimentos
2	Animales para materiales	Kilogramos (kg)	Euros	5.2 Materiales
3	Control de la erosión	Toneladas (t)	Euros	5.3 Control erosión
4	Regulación hídrica- infiltración	m3	Euros	5.4 Infiltración

Laboratorio Gad-Ex 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

N.º	Nombre del SSEE	Unidad biofísica	Económico	Nombre de la hoja de Excel
5	Control de incendios	hectáreas (ha)	Euros	5.5 Pre Incendio
6	Mantenimiento biodiversidad	Adimensional (Índice de calidad hábitat)	Euros	5.6 Biodiversidad
7	Control de plagas y enfermedades	NA	Euros	5.7 Pre Plaga
8	Captura de carbono	Toneladas CO2 (t)	Euros	5.8 Captura CO2
9	Recreación y ecoturismo	índice de recreación (adimensional)	Euros	5.9 Recreación
10	Educación e investigación	hectáreas (ha)	Euros	5.10 Investigación
11	Legado y existencia	hectáreas (ha)	Euros	5.11 Legado
12	Experiencias estéticas (paisaje)	índice de paisaje (adimensional)	NA	5.12 Paisaje

A modo de ejemplo, se usa el modelo de “Animales para nutrición” para representar la información encontrada por cada servicio. Del lado izquierdo de la hoja se encuentra una ficha técnica que resume el proceso de cálculo del servicio, incluyendo diferentes datos (ver Tabla 51). Este está compuesto por dos columnas: en la primera se listan los campos, y en la segunda se muestra la información correspondiente. Entre los elementos incluidos más importante, esta: el código del indicador, nombre, descripción, unidad de medida, forma de medición, zonas de aplicación y metodología aplicada de manera resumida. Para este caso con los datos de las tasas de cabezas por hectáreas, kilogramo por cabeza y euros por kilogramo de animal para cada polígono se calcula los valores biofísico y económico.

Tabla 51. Ficha descriptiva modelo de los Servicios Ecosistémicos (Elaboración Propia, 2025)

Ficha descriptiva del indicador	
CODIGO	SE-NUTRICION
INDICADOR	**Animales con fines nutricionales, tanto como uso directo como de materia prima para la producción de otros alimentos.**
Descripción	Servicio ecosistémico basado en la capacidad de animales para nutrición donde se realice un uso directo de esta o se utilice como materia prima para la producción de otros alimentos. Especialmente bovino, ovino, caprino, porcino y abeja
Unidad de medida	Unidad de masa producidas por superficie Leyenda cartografía: Distribución de la producción de alimentos (t) por los distintos usos de suelo (principalmente praderas)
Escala	Polígono
Formulación	Toneladas (Tn) o Kilogramo (kg) / superficie (m^2/ha) que provee el servicio
Zona de aplicación	Zonas de pastoreo o dedicadas a ganadería
Metodología de cálculo	Utilización de **SIG y Excel** a través de los siguientes pasos: 1. Obtención de los valores (tasa) de producción por superficie (kg/m2 o ha) para

Laboratorio Gad-Ex 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

Ficha descriptiva del indicador	
	los distintos tipos de cultivos presentes en el área de estudio. 2. Aplicación de dichos valores a la superficie identificada, dentro de la capa 3. Estimación a nivel económico
Objetivo	N/A. No se especifica un objetivo cuantitativo concreto debido a la ausencia de un umbral de referencia en particular.
Categorización para establecer el estado	No se incluye una categorización o agrupación específica, ya que no se existe un umbral de referencia específico Los valores se muestran de forma cuantitativa (biofísica) e individual
Frecuencia de monitoreo propuesta	Anual / bianual
Fuente de datos y fecha línea base	Ver hoja de fuentes de datos
Grado de incertidumbre de la metodología empleada [semáforo que muestra la robustez y fiabilidad de la metodología, no de los resultados]	**Moderado.** Justificación: Se considera que la veracidad y robustez tanto de la capa cartográfica de origen como de los cálculos realizados son altos. La fuente de datos utilizada es información local. Potencial de mejora: Al no disponer de cartografía exacta de las zonas de ganadería hay cierta inexactitud. Por tanto, el potencial de mejora radica en lograr una cartografía y datos
Relación con los Objetivos de desarrollo Sostenible	1. Fin de la pobreza; 2. Hambre cero; 3. Salud y bienestar

En esta a Figura 20 se muestra, en la parte superior, un cuadro resumen con información de los inventarios totales, donde se incluyen datos como superficie, producción total de animales para nutrición, producción por unidad de superficie y valoración económica, junto con sus respectivas unidades. Debajo se presentan tablas más amplias que detallan los datos según las tipologías de ecosistema, con columnas de superficies, existencias, aportación parcial (resaltada en verde para indicar los valores más representativos), producción y valor económico. Bajo estas tablas se incluyen dos tablas adicionales que muestran los datos por municipio y las acciones, siguiendo la misma estructura. Algunas celdas están automatizadas, mientras que otras fueron ingresadas manualmente, tal como se indica. En los laterales y en la parte inferior derecha se incorporan gráficos de barras en dos colores: azul para los valores biofísicos y naranja para los valores económicos, los cuales representan visualmente la información contenida en las tablas.

Laboratorio Gad-Ex 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

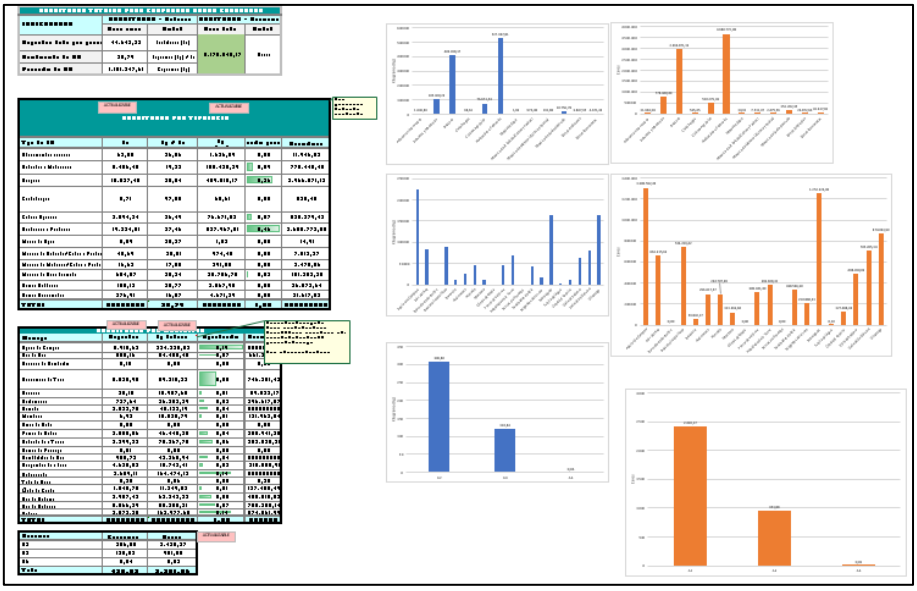


Figura 20. Modelo hoja Excel por SE (Elaboración Propia, 2025)

Tablas principales

La hoja “6. FID” reúne la información proveniente de las tablas madre utilizadas tanto para el cálculo de la condición como para la valoración de los servicios ecosistémicos. En esta hoja se concentran los identificadores (FID) y atributos base que permiten vincularlo con los indicadores biofísicos y económicos empleados en el análisis (Figura 21). Por su parte, para la condición se encuentra en la misma tabla los sus correspondientes atributos (Figura 22).

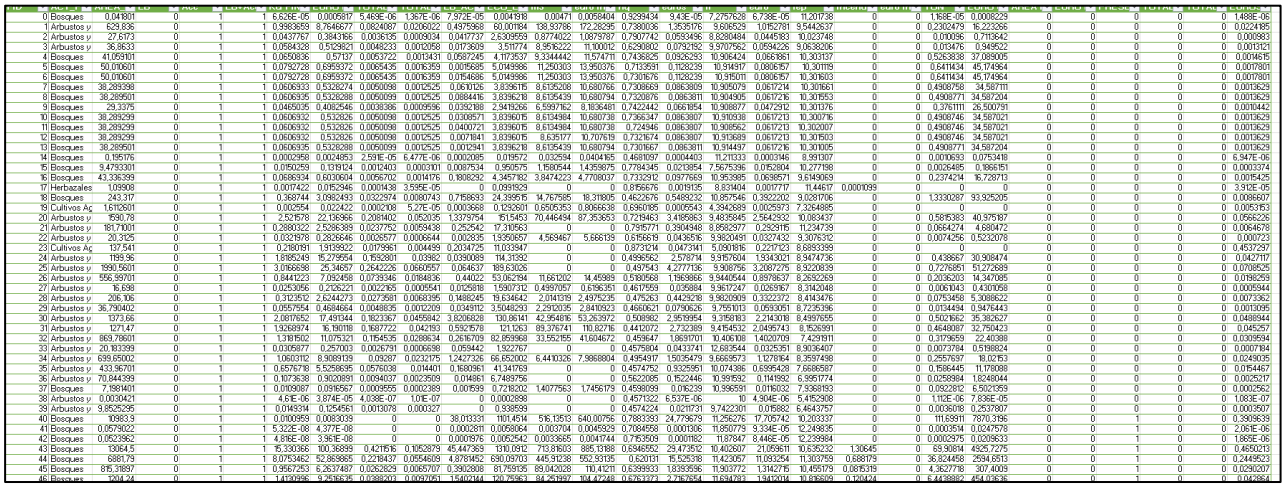


Figura 21.Tabla original- FID SSEE (Elaboración Propia, 2025)

Laboratorio Gad-Ex 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

A	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW
FID	Activo ZG	Condición ZG.	LN_FCC (%)	LN_Índice de naturalidad (0-1)	LN_Condición (FCC + IN)	Condición (No_FCC_IN)	A23	A34	A65	Activo Acciones	Acc_FCC (%)
0	Bosques	0,48	7,92	0,00	0,00	**0,48**	0	0	0	0	7,92
1	Bosques	0,53	35,67	0,00	0,00	**0,53**	0	0	0	0	35,67
2	Bosques	0,54	35,67	0,00	0,00	**0,54**	0	0	0	0	35,67
3	Bosques	0,54	35,67	0,00	0,00	**0,54**	0	0	0	0	35,67
4	Bosques	0,54	35,67	0,00	0,00	**0,54**	0	0	0	0	35,67
5	Bosques	0,54	35,33	0,00	0,00	**0,54**	0	0	0	0	35,33
6	Bosques	0,54	35,67	0,00	0,00	**0,54**	0	0	0	0	35,67
7	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
8	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
9	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
10	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
11	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
12	Bosques	0,42	2,67	0,00	0,00	**0,42**	0	0	0	0	2,67
13	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
14	Bosques	0,42	2,67	0,00	0,00	**0,42**	0	0	0	0	2,67
15	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
16	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
17	Bosques	0,41	2,67	0,00	0,00	**0,41**	0	0	0	0	2,67
18	bustos y Matorrales	0,50	7,00	0,00	0,00	**0,50**	0	0	0	0	7,00
19	bustos y Matorrales	0,49	3,96	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	3,96
20	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
21	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
22	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
23	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
24	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
25	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
26	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
27	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
28	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00
29	Bosques	0,49	4,00	0,00	0,00	**0,49**	0	0	0	0	4,00

Figura 22. Tabla original- FID condición (Elaboración Propia, 2025)

Material cartográfico y visual: mapas de servicios ecosistémicos, gráficas e infografías.

Además, la Figura 22 representa la capa del Activo Natural Consolidado, resultado de la unión espacial entre la Línea Base Territorial ganadera (MFE simplificado filtrado por SIOSE) y las Zonas de Acciones de Gestión. Su función principal es ser la base geográfica para el procesamiento de datos: a partir de ella se generaron las superficies empleadas en los cálculos del Excel, tanto para las cuantificaciones biofísicas como para las valoraciones económicas, además de ser la capa utilizada para la elaboración de los mapas. De esta capa se extrae también la tabla de atributos que se representa íntegramente en la pestaña FID del Excel, donde cada polígono conserva su tipología, condición y valores asignados para el análisis.

Esta estructura permite mantener la coherencia entre la información espacial y los resultados numéricos utilizados en la Contabilidad del Capital Natural. Obteniendo los resultados por tipología, municipio y acciones, los cuales se reflejan de la siguiente manera (Tabla 52):

Tabla 52. Resumen cartográfico (Elaboración Propia, 2025)

Tipo	Mapa
Mapas bases o asociados a la condición y extensión	• Activo natural zonas ganaderas y acciones • Activo natural por municipios • Superficie por acciones • Condición en zonas ganaderas y acciones • Condición en acciones
Zonas ganaderas y acciones servicios	• Animales para nutrición: Kilogramos (kg)/hectárea (ha) • Animales para materiales: Kilogramos (kg)/hectárea (ha)

Laboratorio Gad-Ex 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

Tipo	Mapa
ecosistemas	• Control de la erosión: Toneladas de erosión evitada (t) /hectárea (ha) • Regulación hídrica- infiltración: metros cúbicos (m3) /hectárea (ha) • Control de incendios: Cortafuegos o fajas • Mantenimiento biodiversidad: Adimensional (Índice de calidad hábitat) • Captura de carbono: Toneladas CO2 (t) /hectárea (ha) • Recreación y ecoturismo: Índice de recreación • (adimensional) • Educación e investigación: hectáreas (ha) • Legado y existencia: Presencia de áreas de Red Natura 2000 y/o ENP • Experiencias estéticas: Índice de paisaje (adimensional)
Zonas ganaderas y acciones valoración económica	Euro/ha de los servicios de: Animales para nutrición, Animales para materiales, Control de la erosión, Regulación hídrica- infiltración, Control de incendios, Mantenimiento biodiversidad, Control de plagas y enfermedades, Captura de carbono, Recreación y ecoturismo, Educación e investigación y Legado y existencia, y Valoración económica total
Acciones servicios ecosistemas	• Animales para nutrición: Kilogramos (kg)/hectárea (ha) • Animales para materiales: Kilogramos (kg)/hectárea (ha) • Control de la erosión: Toneladas de erosión evitada (t) /hectárea (ha) • Regulación hídrica- infiltración: metros cúbicos (m3) /hectárea (ha) • Control de incendios: Cortafuegos o fajas • Mantenimiento biodiversidad: Adimensional (Índice de calidad hábitat) • Captura de carbono: Toneladas CO2 (t) /hectárea (ha) • Recreación y ecoturismo: Índice de recreación • (adimensional) • Educación e investigación: hectáreas (ha) • Legado y existencia: Presencia de áreas de Red Natura 2000 y/o ENP • Experiencias estéticas: Índice de paisaje (adimensional)
Acciones valoración económica	Euro/ha de los servicios de: Animales para nutrición, Animales para materiales, Control de la erosión, Regulación hídrica- infiltración, Control de incendios, Mantenimiento biodiversidad, Control de plagas y enfermedades, Captura de carbono, Recreación y ecoturismo, Educación e investigación y Legado y existencia

En la Tabla 53 se detallar cada columna de la tabla de atributos del “.shp” compartido, relacionando su nombre y qué representa:

Tabla 53. Detalle de cada columna de la tabla de atributos del .shp (Elaboración propia,2025)

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
Información Cartográfica de Identificación de Polígonos SIG / Filas Excel	FID	Identificador de cada polígono de la capa único
	OBJECTID	FID de las uniones realizadas
	FID_Activo	FID del activo inicial calculado en el proyecto
Mapa Forestal Español	Poligon	Asignado automáticamente por un campo autonumérico de la base de datos. Identifica a cada una de las teselas del

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
		Mapa Forestal en todo el territorio. Puede aparecer repetido en una misma provincia, o en provincias colindantes, en teselas con idénticos atributos divididas por el límite del término municipal, límite provincial, etc.
	ORIGEN	Origen de la información
	PRO_F	Código de la provincia según la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas
	ccaa_F	Código de la comunidad autónoma según la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas
	ESTRATOIFN	Corresponde al estrato del IFN4
	Superficie	Superficie inicial de ese polígono MFE
	NUT2_NOM	Nombre Comunidad Autónoma
	NUT3_NOM	Nombre Provincia
	TipesTR25	Código del tipo estructural en el MFE25
	DesTipEstr	Definición del tipo estructural en el MFE25
	FCCARB	Fracción de cabida cubierta del conjunto de las especies del estrato arbóreo, como porcentaje de suelo cubierto por la proyección de todas las copas. En nada influirá en su cálculo el hecho de tratarse de masas monoespecíficas o pluriespecíficas, o el de encontrarse en distinto Estado de Masa las distintas especies.
	FORARB	Código de la Formación arbolada (sin agrupar)
	FormArbol	La formación arbolada representa la comunidad vegetal arbórea de orden superior con fisiología y biología homogénea. Se han definido según la especie o mezcla de especies dominantes o por la especial singularidad de la estructura de su vegetación (Agrupaciones de formaciones utilizadas para los servicios)
	n_distribu	Código de la vegetación arbórea
	Distribuci	Distintas formas en las que puede aparecer agrupada la vegetación arbórea. Está más referido a la distribución espacial visual de la mancha vegetal, que a su composición específica o la relación entre especies.
	n_sp1	Código de la especie principal presente en la tesela
	Especie1	Especie principal presente en la tesela.

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
	O1	Indica la ocupación para la especie descrita. Los valores que adopta informan del grado de presencia en porcentaje de las especies arbóreas existentes, siendo tanto mayor, cuanto mayor representatividad posee la especie en cuestión, en comparación con las otras especies arbóreas presentes en la tesela. Adopta valores de 10 a 100% pudiendo reservar hasta un 20% de unidades de ocupación para otras especies arbóreas presentes en la tesela.
	n_estado1	Código del grado de desarrollo de la especie descrita.
	Estado1	Especifica el grado de desarrollo de la especie descrita.
	n_sp2	Código de la segunda especie principal presente en la tesela
	Especie2	Segunda especie principal presente en la tesela.
	O2	Indica la ocupación para la especie descrita. Los valores que adopta informan del grado de presencia en porcentaje de las especies arbóreas existentes, siendo tanto mayor, cuanto mayor representatividad posee la especie en cuestión, en comparación con las otras especies arbóreas presentes en la tesela. Adopta valores de 10 a 100% pudiendo reservar hasta un 20% de unidades de ocupación para otras especies arbóreas presentes en la tesela.
	n_estado2	Código del grado de desarrollo de la especie descrita.
	Estado2	Especifica el grado de desarrollo de la especie descrita.
	n_sp3	Código de la tercera especie principal presente en la tesela
	Especie3	Tercera especie principal presente en la tesela.
	O3	Indica la ocupación para la especie descrita. Los valores que adopta informan del grado de presencia en porcentaje de las especies arbóreas existentes, siendo tanto mayor, cuanto mayor representatividad posee la especie en cuestión, en comparación con las otras especies arbóreas presentes en la tesela. Adopta valores de 10 a 100% pudiendo reservar hasta un 20% de unidades de ocupación para otras especies arbóreas presentes en la tesela.

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
	n_estado3	Código de el grado de desarrollo de la especie descrita.
	Estado3	Especifica el grado de desarrollo de la especie descrita.
	FCCMAT	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) de la suma de las fracciones de cabida cubierta de arbolado, matorral y herbazal (superficie vegetal con vegetación), como porcentaje de suelo cubierto.
	n_FORmat	Código de la formación arbustiva
	FormArbust	Representa la comunidad vegetal arbustiva de orden superior con fisionomía y biología homogénea. En las teselas en las que existan dos formaciones arbustivas claramente representadas, se asignarán los dos códigos correspondientes ordenados por orden de ocupación. Siempre se asignará un código de nivel 3 excepto en los casos en los que no sea posible.
	HMMAT	Altura media del matorral en decímetros
	FCCHER	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) del conjunto de las especies de la formación herbácea, como porcentaje de suelo cubierto.
	n_FORHER	Código de la formación vegetal herbácea
	FormHerbac	Representa la comunidad vegetal herbácea de orden superior con fisionomía y biología homogénea.
	n_ATRIBUTO	Código del atributo
	atributo	Indica la característica asignada al territorio, de opcional cumplimentación. A veces corresponden a características propias de un territorio determinado.
	FCCTOT	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) de la suma de las fracciones de cabida cubierta de arbolado, matorral y herbazal (superficie vegetal con vegetación), como porcentaje de suelo cubierto.
	n_MODCOM	Código del modelo de combustible
	ModeloComb	Campo en el que se recoge el modelo de combustible mayoritario de la tesela siguiendo el modelo establecido por R. C. Rothermel y adaptado por la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
	TIPOBOSQUE	Indica la tipología de bosque predominante

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
	n_CLAIFN	Código del uso del suelo según el IFN
	UsoIFN	Indica el uso del suelo mediante la clasificación según el tercer nivel del Inventario Forestal Nacional
	n_CLAMFE	Código del uso del suelo general
	UsoMFE	Indica en uso general mediante una pasarela entre el Tipo Estructural y la clasificación por niveles del IFN
	n_REGBIO	Código de la región biogeográfica
	RegBio	Indica la pertenencia a alguna de las cuatro grandes regiones biogeográficas existentes en España.
	LULUCF	Indica el uso y/o cobertura del suelo según la clasificación desarrollada por el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (SEI) para el cálculo de las emisiones y absorciones del sector LULUCF
Capa de municipios oficiales	FID_mun_cl	Código de la provincia según la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas
	inspireid	Identificador único siguiendo la directiva INSPIRE de la UE. Sirve para garantizar unicidad entre datasets europeos.
	codmun	Código oficial del municipio (generalmente el código INE de 5 dígitos: 2 de provincia + 3 de municipio).
	nombre	Nombre oficial del municipio.
	c_prov_id	Código de la provincia a la que pertenece el municipio (código INE de dos dígitos).
	c_muni_id	Código del municipio dentro de la provincia (tres dígitos). Combinado con el código de provincia forma el código INE completo.
Simplificación Ecosistemas Mapa Forestal Español	Activo_H	Activo con 24 categorías
	Act_Simp	Activo reducido a 12 categorías
	OBJECTID_1	Código de la unión con las acciones
	Act_Simp_C	Activo modificado para las acciones que su uso del suelo cambia por ella
Acciones ITAGRA	A2_1	Presencia identificada con "1" de la A2.1 (Dehesas): Recuperación estructural y funcional de montes adehesados abandonados mediante desbroce y clareo selectivo
	A2_2	Presencia identificada con "1" de la A2.2 (Latizal): Recuperación de montes bajos con clareo y desbroce selectivo para aprovechamiento de pasto
	A2_3	Presencia identificada con "1" de la A2.3 (Fajas de Penetración): Apertura de fajas

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
		de 20 metros de ancho para tránsito seguro del ganado
	A2_4	A2.4 (Descansaderos): Desbroce, clareo y poda en zonas de futura instalación de infraestructuras ganaderas A2.4 (Descansaderos): Desbroce, clareo y poda en zonas de futura instalación de infraestructuras ganaderas
	A2	Presencia identificada con "1" de la Acción 2: Actuaciones de Mejora en Monte y Zonas Forestales
	A3_1	Presencia identificada con "1" de la A3.1 (Orlas Espinosas)
	A3_2	Presencia identificada con "1" de la A3.2 (Plantación de Fresnos)
	A3	Presencia identificada con "1" de la Acción 3: Instalación de Setos Vivos
	A6	Presencia identificada con "1" de la Acción 6: Desbroce con Ganadería Caprina y Equina
ITAGRA	COLMENA	Presencia identificada con "1" de las áreas donde hay colmenas de acuerdo con la información compartido o descargada del catastro
Zonas Ganaderas SIOSE	ZON_GANADE	Presencia de las áreas ganaderas identificado con "1" que según el SIOSE
Figuras de protección	ENP	De acuerdo con la cartografía oficial se marca con 1 donde se encuentra ENP
	RN_2000	De acuerdo con la cartografía oficial se marca con 1 donde se encuentra Red Natura 2000
Simplificación Ecosistemas Mapa Forestal Español	ACT_FINAL	Activo reducido a 12 categorías con las modificaciones de los usos del suelo de las acciones
	AREA_M2	Área actualizada en metros cuadrados
Zonificación	LB	Áreas que corresponde solo a línea base de las zonas ganaderas identificada con un 1
	Acc	Áreas que corresponde solo a las acciones identificada con un 1
	LB+Acc	Áreas que corresponde a las acciones y a la línea base identificada con un 1
Valoración Biofísica y Económica de los SSEE	Kg_Nut	Valoración biofísica de Animales para nutrición en Kilogramos
	Eur_Nut	Valoración económica de Animales para nutrición en euros
	Kg_Mat	Valoración biofísica de Animales para materiales en Kilogramos
	Eur_Mat	Valoración económica de Animales para materiales en euros

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
	TnE_Ero	Valoración biofísica de Control de la erosión en Toneladas
	Eur_Ero	Valoración económica de Control de la erosión en Toneladas en Euros
	m3_Inf	Valoración biofísica de Regulación hídrica- infiltración en metros cúbicos
	Eur_Inf	Valoración económica de Regulación hídrica- infiltración en Euros
	HQ_Bio	Valoración biofísica de Mantenimiento biodiversidad valor medio Adimensional (Índice de calidad hábitat)
	Eur_Bio	Valoración económica de Mantenimiento biodiversidad en Euros
	IR_Rec	Valoración biofísica de Recreación y ecoturismo valor medio Adimensional (Índice de recreación)
	Eur_Rec	Valoración económica de Recreación y ecoturismo en Euros
	IEP_Pai	Valoración biofísica de Experiencia estéticas (paisaje) valor medio Adimensional (Índice de paisaje)
	Ha_Inc	Valoración biofísica de Control de incendios en hectáreas
	Eur_Inc	Valoración económica de Control de incendios en euros
	TnC_CO2	Valoración biofísica de Captura de carbono en Toneladas CO2
	Eur_CO2	Valoración económica de Captura de carbono en Toneladas en Euros
	Ha_Inv	Valoración biofísica de Educación e investigación en hectáreas solapadas
	Eur_Inv	Valoración económica de Educación e investigación en euros
	PRESENCIA RN Y/O ENP	Áreas que corresponde Red Natura 2000 y/o ENP identificada con un 1
	Ha_Leg	Valoración biofísica de Legado y existencia en hectáreas solapadas
	Eur_Leg	Valoración económica de Legado y existencia en euros
	plaga	Valoración económica de Control de plagas y enfermedades en euros
	Euro_total	Valoración económica total en euros
Condición	FCC	Fracción de cabida cubierta ráster
	ZG_Acc	Condición inicial
	LB_FCC	Fracción de cabida cubierta copia
	LB_IN	Índice de Naturalidad (0-1) inicial
	LB_Cond	Normalización y ponderación de FCC e Índice naturalidad suma
	Cond_NF	Condición sin FCC e índice de naturalidad
	Acc_FCC	Ajuste de FCC en acciones
	Acc_IN	Ajuste de IN en acciones

Laboratorio Gad-Ex 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

Información	Campo Tabla Atributos / Columna Excel	Descripción
	ZGAcc_F	FCC zonas ganaderas y ajuste de FCC en acciones
	ZG_Acc_N	IN zonas ganaderas y ajuste de IN en acciones
	Ext_ha	Área en hectáreas
	ZG_Cond	Consolidado zonas ganaderas con su condición
	Acc_Cond	Consolidado acciones con su condición
	ZG_Acc_C	Consolidado acciones con su condición

Informe técnico final: incluye toda la metodología, resultados, cartografías, valoración económica, conclusiones y el resumen ejecutivo.

Introducción

El documento presenta los resultados del análisis del Capital Natural asociado a la ganadería extensiva y sus acciones en el Geoparque de Las Loras, incluyendo la extensión y condición del territorio, la provisión de servicios ecosistémicos, su valoración económica y la correspondiente contabilidad.

Objetivo y marco del trabajo

En este apartado se define de manera concreta la meta y se establece brevemente la organización de la información cartográfica con el fin de poder realizar y establecer la extensión, condición, valoración biofísica y económica de los servicios ecosistémicos, y la contabilidad de la capital natural vinculada a la ganadería extensiva y sus acciones. Lo anterior, es indispensable para conocer el área de estudio, identificar las zonas relevantes para el análisis y evaluar por separado el estado inicial, las acciones de manejo y el resultado final tras integrarlas.

Resumen de resultados de la contabilidad del capital natural de la ganadería extensiva en el Geoparque de Las Loras

En este apartado se presenta una síntesis de los contenidos desarrollados, organizada mediante datos clave de cada tema: extensión, condición y contabilidad del capital natural distribuidas por tipologías de uso del suelo, municipios, acciones de manejo y zonas ganaderas. En el caso de los servicios ecosistémicos, tanto en su dimensión biofísica como económica, la información se recopila y expone a través de una tabla consolidada que integra

Laboratorio Gad-Ex 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

y resume los resultados principales por servicio tanto para las acciones como para toda el área de estudio.

Sobre la caracterización Territorial (Extensión y Condición): El Activo Natural Consolidado asociado a la ganadería extensiva abarca una extensión total de 44.642,22 ha, de las cuales 33,42 ha forman parte de las acciones desarrolladas por ITAGRA. Las tipologías de uso del suelo más representativas en esta extensión consolidada son los Herbazales, Pastizales y los Bosques

La **Condición media del Activo Natural Consolidado** se sitúa en **0,46**.

- Si bien el Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal presenta la mayor condición (0,58),
- los Herbazales y Pastizales exhiben la condición más baja (0,43).
- Mientras, la Condición media de las acciones corresponde a 0,46.

A continuación, se presenta un resumen de los servicios ecosistémicos calculados (Tabla 54**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 54. Modelo de resumen de los SSEE (Valor presente) (Elaboración Propia, 2025)

Tipo	Servicios Ecosistémicos	Valor Biofísico (anual)	Valor Económico anual (euros/año)	Resumen de Acciones
Aprovisionamiento	Animales Criados para Nutrición	Más de 1,1 millones de kg/año (1.151.347,61 kg/año). Los Herbazales y Pastizales son el principal contribuyente biofísico (527.967,81 kg), seguidos por los Bosques (409.018,17 kg)	8.178.540,17	Las tres acciones sumaron una producción biofísica de 425,02 kg, con un valor económico total de 3.351,06 euros. La acción 2 fue la más significativa, aportando 306,80 kg y 2.420,27 euros
	Animales Criados para Materiales	53.119,44 kg/año. La principal fuente biofísica son los Herbazales y Pastizales (22.943,62 kg), seguidos por los Bosques (19.964,33 kg).	13.471,95	En conjunto, las tres acciones sumaron una producción biofísica de 6,75 kg, con un valor económico total de 1,69 euros. La acción 2 registró el valor más alto (4,60 kg y 1,15 euros).
Regulación	Captura de Carbono	2.947.857,68 toneladas de CO2. Los principales contribuyentes biofísicos son los Bosques y los Herbazales y Pastizales.	207.706.051,80	Las acciones contribuyeron a capturar 2.771,64 toneladas de CO2, valoradas en 195.290,06 euros. La acción 2 fue la más relevante

Laboratorio Gad-Ex 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

	Erosión evitada	779.127,21 toneladas de erosión. Los Herbazales y Pastizales evitan la erosión en 344.067,93 toneladas, seguidos de cerca por los Bosques con 316.379,39 toneladas	41.281.640,08	Las acciones contribuyeron a evitar 715,66 toneladas de erosión, valoradas en 32.450,53 euros. La acción 2 fue la más relevante, contribuyendo con 573,02 toneladas y 24.553,00 euros
	Regulación del Ciclo Hidrológico (Infiltración)	63.345.032,74 m^3. Los Herbazales y Pastizales son la tipología más relevante, con 36,6 millones de m^3, seguidos por los Bosques con 13,7 millones de m^3	78.547.840,60	34.326,60 m^3, con un valor económico equivalente de 710,88 euros. La acción 2 concentró el mayor volumen (26.020,29 m^3) y valor económico (32.265,16 euros)
	Mantenimiento biodiversidad	El indicador de calidad de hábitat varía entre bajo (0,000–0,590), intermedio (0,591–0,785) y alto (0,786–0,998). Los Bosques (0,68) y los Herbazales y Pastizales (0,69) presentan valores intermedios.	830.381,66	Los valores del indicador de calidad de hábitat en las acciones oscilan entre 0,62 (A2) y 0,71 (A6), reflejando una condición media a buena. La valoración económica total del servicio en las acciones asciende a 710,88 euros.
	Control Natural de Plagas y Enfermedades	Extensión total donde se aplica los valores es de 44.642,22 ha.	112.418,42	15,38 euros. La acción 2 tuvo el valor más alto (10,97 euros).

Laboratorio Gad-Ex 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

	Protección frente a Incendios	Se identificó un área de 14,6 hectáreas que coincide con los cortafuegos y las fajas de las acciones 2.3 y 2.4	3.601,00	La acción 2.3 y 2.4 implementó fajas (13,87 hectáreas y 3.426,34 euros).
Cultural	Legado y Existencia	El total de superficie incluida en la Red Natura 2000 y/o Espacios Naturales Protegidos (ENP) es de 63.637,97 hectáreas. Los Bosques (27.191,13 ha) y los Herbazales y Pastizales (23.328,62 ha) concentran la mayor parte de esta extensión	4.921.643,26	La superficie total asociada a las acciones es de 20,96 hectáreas, con un valor económico total de 1.627,38 euros. La acción 2 concentró la mayor superficie (14,74 ha) y el valor más alto (1.134,97 euros).
	Recreación y Ecoturismo	El indicador de recreación (adimensional) se sitúa entre los valores más altos en los Bosques (10,34) y los Herbazales y Pastizales (9,37).	719.620,14	Las acciones presentan altos indicadores de recreación, entre 9,51 (A3) y 11,79 (A6). El valor económico total estimado es de 538,77 euros.
	Educación e Investigación	Las áreas de Red Natura 2000 que se solapan con las zonas ganaderas suman 48.485,12 hectáreas. Herbazales y Pastizales (19.389,87 ha) y Bosques (17.801,24 ha) son los mayores contribuyentes biofísicos.	113.940,03	La superficie total de Red Natura 2000 vinculada a las acciones es de 16,24 hectáreas, con una valoración económica total de 38,16 euros. La acción 2 concentra la mayor superficie (11,01 ha).

Laboratorio Gad-Ex 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

	Experiencias Estéticas	El índice de paisaje (adimensional) es más alto en el Mosaico de Arbolado/Cultivo y Pastizal (12,33), seguido de los Bosques (10,64), y las Masas de Agua (10,51).	No se puede estimar	La acción 6 presenta el índice más alto (11,97), seguida por la A2 (11,37) y la A3 (10,74).
Total	**N/A**	**NA**	**342.429.149,11**	**N/A**

Laboratorio Gad-Ex 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

Delimitación, zonificación y caracterización del área de estudio

En este ítem se muestra la delimitación del área de estudio relacionada con la actividad ganadera extensiva mediante cartografía oficial, junto con los datos específicos de las acciones implementadas por el proyecto. Esto permite distinguir la línea base (zonas ganaderas), las acciones de gestión realizadas y el activo natural consolidado. Todo ello, se acompaña de representaciones cartográficas, como la mostrada en la Figura 23. Esta base geográfica y metodológica es un insumo base para evaluar la extensión y el estado del activo natural, calcular los servicios ecosistémicos y elaborar la contabilidad del capital natural de forma consistente y comparable,



Figura 23. Presentación mapa que complementa el ítem

Análisis de los resultados de extensión y condición de la IV

Esta sección de acuerdo con la base geográfica y metodológica evalúa, resumen y representa la extensión y la condición del activo natural por tipología y municipios para el activo natural y las acciones.

Extensión

En el caso de la superficie, la información se presenta en hectáreas mediante tablas, gráficos y mapas, tanto para el activo natural desglosado por tipología y municipio como para las acciones, cada uno acompañado de su correspondiente descripción (Figura 24).

Laboratorio Gad-Ex 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

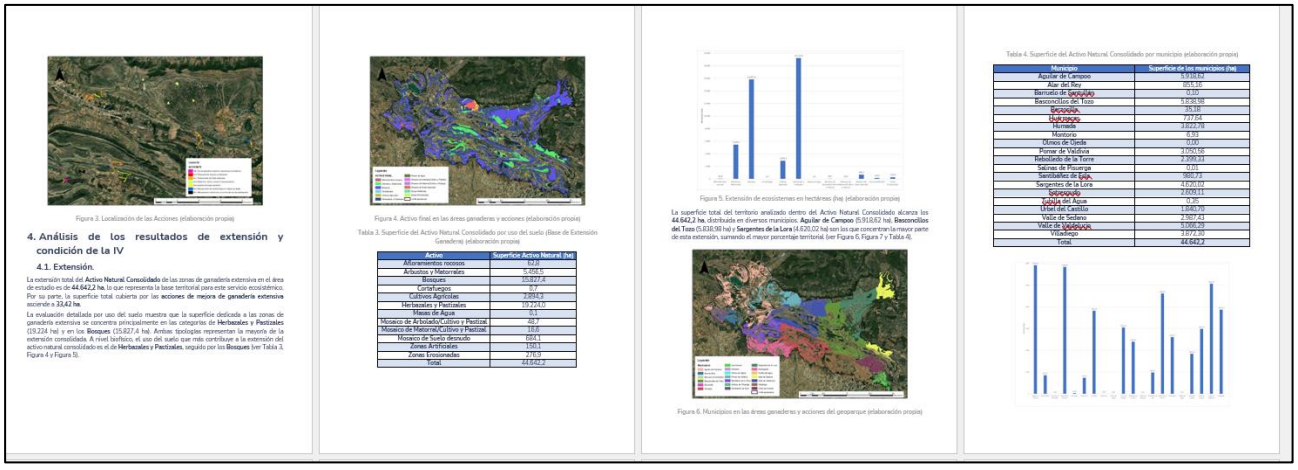


Figura 24. Ejemplo de desglose de extensión (Elaboración Propia, 2025)

- Condición del activo natural consolidado de la ganadería extensiva.

En el caso de la condición, esta se clasifica en cinco categorías que van de muy baja a muy alta. La información se presenta en su indicador adimensional mediante tablas, gráficos y mapas, tanto para el activo natural desglosado por tipología y municipio como para las acciones, cada uno acompañado de su correspondiente descripción. (Figura 25).

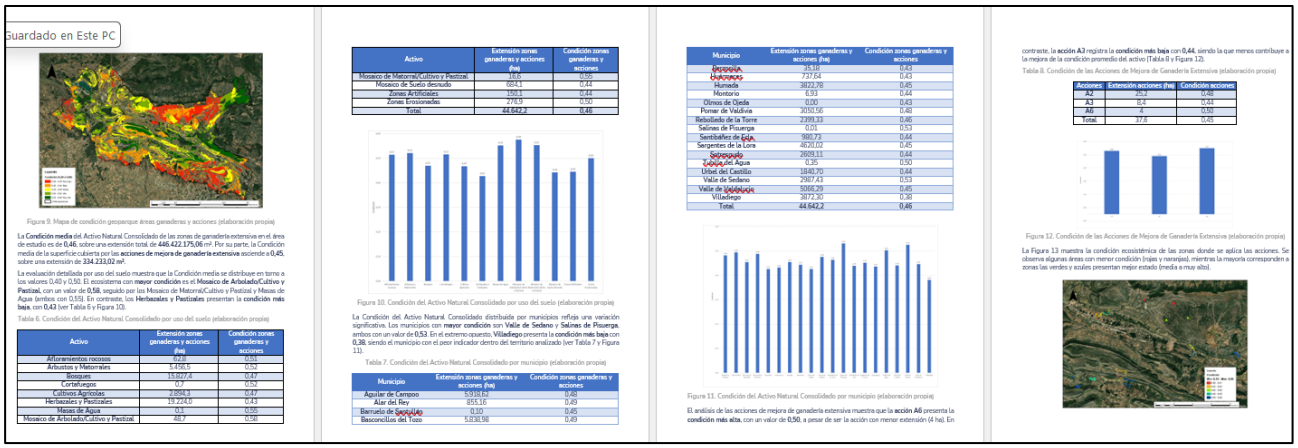


Figura 25. Desglose de condición (Elaboración Propia, 2025)

Laboratorio Gad-Ex 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

Análisis De Los Resultados De Servicios Ecosistémicos

La sección de servicios ecosistémicos reúne los mapas, tablas y gráficos que muestran la valoración biofísica y el valor económico de los servicios generados por el Activo Natural asociado a la ganadería extensiva y sus acciones. Los servicios evaluados, son:

- Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Nutrición
- Servicio de Aprovisionamiento: Animales Criados para Materiales
- Servicio de Regulación: Control de la Erosión y Retención de Sedimentos
- Servicio de Regulación: Captura y Almacenamiento de Carbono
- Servicio de Regulación: Protección Frente a Incendios
- Servicio de Regulación: Calidad del Hábitat y Biodiversidad
- Servicio de Regulación: Control Natural de Plagas y Enfermedades
- Servicio de Regulación: Regulación del Ciclo Hidrológico
- Servicio Cultural: Recreación y Ecoturismo
- Servicio Cultural: Educación e Investigación
- Servicio Cultural: Legado y Existencia
- Servicio Cultural: Experiencias Estéticas

Todo el análisis se sustenta en el Activo Natural Consolidado, que constituye la superficie sobre la cual se aplican los cálculos biofísicos y económicos. Cada servicio se desarrolla siguiendo un orden: primero se presentan los mapas de producción y valoración económica del servicio en toda el área de estudio; después se detallan los valores biofísicos y económicos por tipologías de uso del suelo mediante tablas y gráficos con sus respectivas unidades; y posteriormente se replica este análisis para los municipios y para las acciones, incorporando en estas últimas mapas con ampliación de las zonas intervenidas y sus respectivos valores biofísico y económico por servicio. Todo el contenido se acompaña de una descripción en prosa que explica los elementos clave de cada apartado. Es importante mencionar que, aun cuando este es el formato general de presentación, cada servicio ecosistémico mantiene particularidades y características propias que se abordan de manera específica en su respectivo apartado.

El proceso puede ilustrarse con el servicio de “Animales Criados para Nutrición” (Figura 26), que se utiliza como ejemplo representativo. En todos los casos, los resultados de los gráficos donde las barras azules expresan la producción en términos biofísicos y las barras naranjas reflejan su valor económico. Asimismo, se mantiene siempre el mismo orden de exposición, presentando primero la información biofísica y posteriormente la económica.

Laboratorio Gad-Ex 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

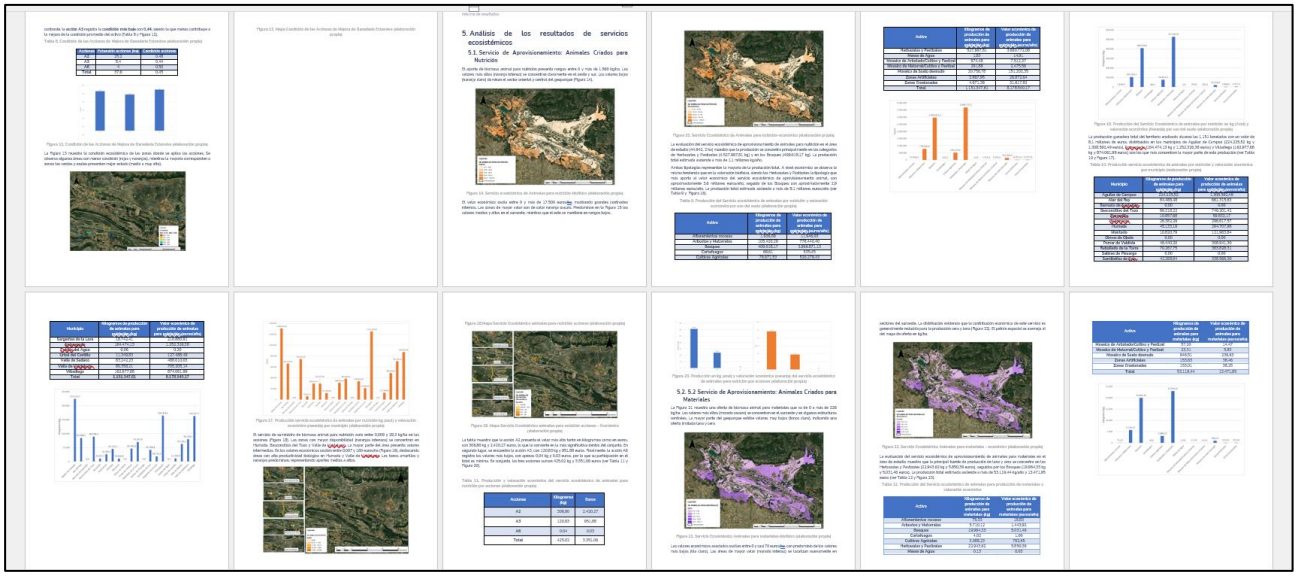


Figura 26. Ejemplo de presentación SE (Elaboración Propia, 2025)

Análisis de los resultados del capital natural del activo natural de la ganadería extensiva

En este apartado se presenta la interpretación general de la contabilidad de la capital natural asociada al proyecto. Para ello, se evalúa el valor económico total utilizando el mismo formato y esquema que en el apartado anterior. Primero, se muestra el mapa del área completa de estudio; luego, se detallan los valores económicos por tipologías de uso del suelo mediante tablas y gráficos con sus respectivas unidades; y, posteriormente, se replica este análisis por municipios y para las acciones del proyecto. Todo el contenido se acompaña de una explicación que describe cada sección.

En esta fase del análisis se integran en una sola tabla (Tabla 55) todos los resultados económicos de todos los servicios ecosistémicos generados por el capital natural del Geoparque. El objetivo es reunir en un formato único y comparable las valoraciones monetarias junto con una proyección del valor futuro del capital natural. Esto permite comprender, de manera conjunta, qué servicios aporta el territorio, cuál es su relevancia económica y cómo contribuyen al valor total del capital natural a largo plazo. La finalidad es interpretar cada servicio, evaluar su importancia y respaldar la toma de decisiones.

Laboratorio Gad-Ex 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

Tabla 55. Modelo resumen contabilidad capital natural (Elaboración Propia, 2025)

Valor de los Activos	Valor 2028 (€/año)	Valor Proyectado 2028-2083 (€/60 años)
Línea Base	342.149.133,9 €	9.024.272.194,8 €
Ganancias acumuladas (o pérdidas)	- €	- €
Adiciones	280.015,2 €	7.295.104,0 €
Revaluaciones	- €	- €
Valor Total de los Activos	342.429.149,1 €	9.031.567.298,8 €

Una vez establecido el flujo anual de Servicios Ecosistémicos en la Línea Base, el **Valor Presente Total de los Activos de Capital Natural** se ha calculado proyectando dicho flujo a un **horizonte de 60 años**. El factor de actualización resultante de la división entre el valor capital (9.031.567.298,8 €) y el flujo anual (342.429.149,1 €) es de **26,4**. Este factor es coherente con la aplicación de una **tasa social de descuento baja (1,5–2)** a lo largo de 60 años, una práctica estandarizada y alineada con los principales referentes internacionales en valoración de capital natural y cambio climático (Stern, 2006; TEEB, 2010). Por lo tanto, el **mecanismo financiero** utilizado para calcular el valor capital está justificado; la cuestión crítica del resultado reside en la robustez y razonabilidad del flujo anual inicial de **342 millones de euros/año** comparado con la literatura especializada.

Conclusiones y recomendaciones

En este apartado se evalúa y concluye cómo los distintos elementos del estudio contribuyen al análisis del capital natural. Se revisan las tipologías de ecosistemas y se identifican aquellas que deben recibir prioridad en futuras intervenciones. También, se analiza el aporte generado por las acciones implementadas y el papel relativo de cada servicio ecosistémico, junto con la distribución municipal, con el fin de orientar adecuadamente las inversiones y los esfuerzos de gestión. Finalmente, se examina el valor económico del capital natural, tanto en el presente como a largo plazo, considerando el efecto de las acciones, para justificar la necesidad de priorizar estrategias que maximicen sus beneficios.

Los valores económicos agregados obtenidos (≈342 M€/año y ≈9.029 M€ de valor presente a 60 años) se sitúan en el rango alto de los resultados reportados en la literatura para paisajes rurales y sistemas pastorales de extensión comparable, **pero no son desproporcionados cuando** se considera: (i) la integración de múltiples servicios ecosistémicos (provisión, regulación y culturales), (ii) la escala espacial del Activo Natural Consolidado, y (iii) la utilización de metodologías y valores unitarios coherentes con estudios de referencia nacionales (p.ej. VANE, 2009) y marcos internacionales de contabilidad de ecosistemas.

Laboratorio Gad-Ex 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

En términos de orden de magnitud por unidad de superficie, los valores derivados de este estudio se encuentran dentro de los rangos **de cientos a pocos miles de euros por hectárea y año** que la literatura documenta para sistemas agroganaderos extensivos y silvopastorales de alta multifuncionalidad.

No obstante, se recomienda interpretar estos resultados como **valores indicativos de capital natural a largo plazo**, sujetos a las hipótesis de continuidad del uso del suelo, estabilidad de los servicios y de la tasa de descuento aplicada, más que como ingresos monetarios directamente realizables por los agentes locales.

Laboratorio Gad-Ex 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

BIBLIOGRAFIA

1. Amigó Francés, M. (2019). *Estudio sobre el impacto ambiental del sector ganadero en España. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*. Trabajo Fin de Grado, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de: https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/295509/retrieve

2. Bruzón, A. G., Arrogante-Funes, P. y Santos-Martín, F. (2023). *Modelling and testing forest ecosystems condition account. Journal of Environmental Management*, 345, 118676. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118676

3. Centro Nacional de Información Geográfica. (2020). *Camino de Santiago – cartografía nacional de itinerarios*. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/camino-santiago

4. Centro Nacional de Información Geográfica. (2025). *Redes de Transporte de España – red viaria, raíl, vías navegables, aéreo y cable*. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/redes-transporte

5. Climate Data (2024). *Datos climáticos globales: días de lluvia y precipitación media mensual*. Recuperado de: https://en.climate-data.org/

6. Comunidad de *Madrid. Herramienta de huella de carbono para planeamiento municipal*. Recuperado de: https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/herramienta-huella-carbono-planeamiento-municipal

7. Crespo Rodrigo, A., & García Quintana, I. (2013). *Manual de tipificación, inventario y gestión de rebollares*. Junta de Castilla y León. Recuperado de https://pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/documentos/manual_rebollos.pdf

8. Dobert, T., Boyce, M. S., & Docherty, K. (2021). *Adaptive multi-paddock grazing improves water infiltration in Canadian grassland soils*. Journal of Soil and Water Conservation, 76(4), 313-324. https://doi.org/10.2489/jswc.2021.00067

Laboratorio Gad-Ex 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

9. dos Santos, M. P., Morais, T. G., Domingos, T., & Teixeira, R. F. M. (2022). *Valuing Ecosystem Services Provided by Pasture-Based Beef Farms in Alentejo, Portugal*. Land, 11(12), 2238. https://doi.org/10.3390/land11122238

10. Empresa de Transformación Agraria (Grupo TRAGSA). (2021). *Tarifas TRAGSA 2021 – Actuaciones no sujetas a impuestos*. Recuperado de https://tarifas.tragsa.es/prestowebisapi.dll?FunctionGo&id=154&cod=TRAGSA2021-1.0177/F/F09/F09112&path=Tragsa2021W-Act-no-sujetas-Trgsatec-Resto.cfg

11. ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure). *ENCORE – Dependencies and impacts on nature*. Recuperado de https://www.encorenature.org/en

12. EPA (Environmental Protection Agency). (s.f.). *Nutrient Pollution: Estimated Animal Agriculture Nitrogen and Phosphorus from Manure*. Recuperado de https://www.epa.gov/nutrientpollution/estimated-animal-agriculture-nitrogen-and-phosphorus-manure

13. European Commission, Joint Research Centre. (2014). *Soil erodibility in Europe (K-factor) high-resolution*. European Commission. Recuperado de https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-erodibility-k-factor-high-resolution-dataset-europe?utm_source

14. European Commission, Joint Research Centre. (2015). *Rainfall Erosivity in the EU and Switzerland (R-factor)*. European Commission, Joint Research Centre. Recuperado de https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/rainfall-erosivity-european-union-and-switzerland?utm_source

15. European Commission, Joint Research Centre (2025, octubre). *Quantifying forest connectivity/fragmentation: Linking cover, method range, connectivity and fragmentation by number of categories (GTB-Fragmentation-FADFOS). Bio-Economy Unit, Directorate D – Sustainable Resources*. Recuperado de: https://ies-ows.jrc.ec.europa.eu/gtb/GTB/psheets/GTB-Fragmentation-FADFOS.pdf

16. European Environment Agency. (2024). *Eutrophication caused by atmospheric nitrogen deposition in Europe*. Recuperado de:

Laboratorio Gad-Ex 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

https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/eutrophication-caused-by-atmospheric-nitrogen

17. European Environment Agency. (2006). *CORINE Land Cover (CLC) 2006: Landscape fragmentation indicators*. Copernicus Land Monitoring Service. Recuperado de: https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc-2006

18. European Environment Agency (EEA). (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure*. European Environment Agency. Recuperado de: https://cices.eu/

19. Fernández, R. (2022). *Capacidad del territorio andaluz para mantener y generar biodiversidad: Análisis de amenazas de los hábitats andaluces mediante InVEST*. Universidad Politécnica de Madrid. Trabajo de Fin de Máster.

20. Flórez, J. F. (2024). *Ecosystem services in livestock farming: valuation & applications. CGIAR*. Recuperado de https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/4922d68f-0c70-4ff1-b1de-ae8fe1c816af/content

21. Geoparque Las Loras. Parque geológico Las Loras. Recuperado de https://geoparquelasloras.es/

22. Geoparque Las Loras. (2021). Dónde descansar y comer. Recuperado de https://geoparquelasloras.es/index.php/donde-descansar-y-comer/

23. Google Earth Engine. (2025). *Copernicus/S2_SR_HARMONIZED (Sentinel-2 Surface Reflectance)*. Recuperado de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S2_SR_HARMONIZED

24. Google Earth Engine. (2025). *IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE: Monthly climate and climatic water balance for global terrestrial surfaces*. University of Idaho. Recuperado de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/IDAHO_EPSCOR_TERRACLIMATE

Laboratorio Gad-Ex 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

25. Google Earth Engine. (2025). *Copernicus/S5P/OFFL/L3_O3 (Sentinel-5P O₃)*. Recuperado de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_OFFL_L3_O3

26. Google Earth Engine. (2025). *MODIS/061/MOD13Q1 (Vegetation Indices 16-Day)*. Recuperado de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD13Q1

27. Google Earth Engine. (2025). *MODIS/061/MOD17A2HGF (Gross Primary Productivity)*. Recuperado de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD17A2HGF

28. Google Earth Engine. (2025). *MODIS/061/MOD44B (Vegetation Continuous Fields)*. Recuperado de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD44B

29. Instituto Geográfico Nacional / Centro Nacional de Información Geográfica. (2015). *Torres de alta tensión y líneas eléctricas – Energía y conducciones*. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/detalleArchivo?sec=113910

30. Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua*. Recuperado de: https://www.ine.es/dyngs/Prensa/ESSA2022.htm

31. Instituto Nacional de Estadística. (2024). *Índice de Precios de Consumo (IPC) – Datos hasta diciembre de 2024*. Recuperado de: https://www.ine.es/prensa/ipc_tabla.htm

32. Instituto para la Competitividad de la Región de Castilla y León. (2021). *Vertederos y depósitos de residuos*. Recuperado de https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/SPAGOBCYLCITDTSUSRIT

33. Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). (2013). *Base de datos IELIG. Instituto Geológico y Minero de España*. Recuperado de https://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#Series%20de%20cartograf%C3%ADa-geol%C3%B3gicaB

Laboratorio Gad-Ex 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

34. Inventario Forestal Nacional (IFN) España. *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional/cuarto_inventario.html

35. ISRIC – World Soil Information. (2025). *SoilGrids: Soil Organic Carbon Content (mean)*. Recuperado de: https://www.isric.org/explore/soilgrids

36. Junta de Castilla y León. (2014). *Puntos de información – Otros puntos de interés en espacios naturales de Castilla y León*. Recuperado de https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/medio-ambiente/otros_puntos_de_interes/1284378320232

37. Junta de Castilla y León. (2014). *Senderos CyL – Red de Sendas de Castilla y León*. Recuperado de https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/medio-ambiente/sendas/1284378322994

38. Junta de Castilla y León. (2014). *Zonas recreativas en espacios naturales – Red de Zonas Recreativas de Castilla y León*. Recuperado de https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/medio-ambiente/zonas_recreativas/1284378127843

39. Junta de Castilla y León. (2023). *Anuario de estadística agraria de Castilla y León 2023*. Recuperado de https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/es/estadistica-informacion-agraria/anuario-2023.html

40. Junta de Castilla y León. (2025). *Carreteras CyL: Red Viaria*. Recuperado de: https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/api/records/SPAGOBCYLCITDTSTNRCV

41. Junta de Castilla y León. *Turismo en Castilla y León – Análisis de datos abiertos*. Recuperado de https://analisis.datosabiertos.jcyl.es/pages/turismo/?flg=es-es&ssp=1&setlang=es-es&cc=ES&safesearch=moderate

42. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (2022). *Evaluación de servicios ecosistémicos del disfrute estético del paisaje en Castilla-La Mancha*. Recuperado de

Laboratorio Gad-Ex 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

https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20240112/se_paisaje_informe_pp.pdf

43. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (2022). *Evaluación de servicios ecosistémicos del recreo en Castilla-La Mancha*. Recuperado de https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20240116/se_recreo_informe_pp.pdfo

44. Leroy, G., Hoffmann, I., From, T., Hiemstra, S. J., & Gandini, G. (2018). Perception of livestock ecosystem services in grazing areas. Animal, 12(12), 2627-2638. https://doi.org/10.1017/S1751731118001027**o**

45. LIFE AgroForAdapt. (2023.). Sistemas demostrativos silvopastorales en bosque – Acción C4]. Recuperado de https://agroforadapt.eu/docs/AgroForAdapt_SistemasDemostrativosSilvopastoralesBosque_C4.pdf

46. Hein, L., van Koppen, K., de Groot, R. S., & van Ierland, E. C. (2006). *Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services*. Ecological Economics, 57(2), 209-228. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.007

47. HM Treasury. (2020). *Final Report of the 2020 Green Book Review: Findings and response (CP 331)*. Recuperado de https://www.gov.uk/government/publications/final-report-of-the-2020-green-book-review

48. Leroy, G., Hoffmann, I., From, T., Hiemstra, S. J., & Gandini, G. (2018). *Perception of livestock ecosystem services in grazing areas. Animal,* 12(12), 2627-2638. https://doi.org/10.1017/S1751731118001027

49. López Fernández, J. (2019). *Análisis y valoración económica de los servicios ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)*. Recuperado de https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38204/TFM-L478.pdf

50. Marques, S. M., Campos, F. S., David, J. & Cabral, P. (2021). *Modelling sediment retention services and soil erosion changes in Portugal: A spatio-temporal approach*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(4), 262. https://doi.org/10.3390/ijgi10040262

Laboratorio Gad-Ex 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

51. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Mercados agrícolas y ganaderos*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/estadisticas/mercados_agricolas_ganaderos#ancla1

52. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). *Distribución de Especies Artículo 17 (período 2013-2018) [shapefile]*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/especies-art17-2013_2018.html

53. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). *Cuencas y subcuencas hidrográficas*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/cuencas-y-subcuencas.html

54. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Informe Anual 2023 sobre el estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en España. Resultados de los principales indicadores del IEPNB*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/iepnb/informes/InformeIEPNB_2023.pdf

55. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). *Red hidrográfica de España – cartografía nacional*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/red-hidrografica.html

56. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019). *Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/beneficios_economicos_n2000_web_2019_tcm30-498070.pdf

57. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019). *Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/publicaciones/valoracion_costes_rn_tcm30-197173.pdfn

Laboratorio Gad-Ex 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

58. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *MFE de máxima actualidad. Castilla y León*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe_castilla_y_leon.html?utm_source=

59. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mar Mediterráneo (ZEPIM)*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/zepim.html**m**

60. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Economía forestal y comercio exterior: Castilla y León*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_econ_comercio_exterior.htmlo

61. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Masas de agua superficial (líneas) PHC 2022-2027*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/masas-de-agua-phc-2022-2027.html**o**

62. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Red OSPAR de Áreas Marinas Protegidas – cartografía nacional*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ospar.html/

63. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Humedales incluidas en la Lista de la Convención de Ramsar (cartografía)*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ramsar.html**/**

64. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf miteco.gob.esc

Laboratorio Gad-Ex 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

65. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Espacios Naturales Protegidos (ENP) – cartografía nacional*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/enp.html**c**

66. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Reservas de la Biosfera (MaB_ES)*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mab.html

67. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Red Natura 2000 – Cartografía nacional*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/rednatura_2000_desc.html0

68. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Explotaciones mineras – Catastro Minero de España*. Recuperado de https://geoportal.minetur.gob.es/CatastroMinero**0**

69. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Inventario Español de Especies Terrestres (IEET) – malla 10 × 10 km*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/ieet.html

70. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Contenido de carbono en la madera muerta*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/4a2a4e2-csc-dw-lulucf_tcm30-456072.pdfu

71. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales (Categoría 4A1 LB). Sistema Español de Inventario de Emisiones (SEI)*. Madrid, España: MITECO. Recuperado de https://www.miteco.gob.es**u**

72. Natural Capital Project. (2020). *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) Software*. Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.1 Recuperado en: https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/

Laboratorio Gad-Ex 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

73. Natural Capital Project. (2025). *InVEST Habitat Quality (HQ) model*. Stanford University. Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest

74. Natural Capital Project. (2025). *InVEST Seasonal Water Yield (SWY) model*. Stanford University. Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest

75. Natural Capital Project. (2025). *InVEST Sediment Retention model*. Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/sediment-retention

76. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MFE de máxima actualidad. Castilla y León. (1999). *Urban hydrology for small watersheds* (Technical Release 55). U.S. Department of Agriculture. Recuperado: https://www.nrcs.usda.gov/

77. COMFOR-SUDOE. (2021). Nature Value Tool (NVT): Herramienta para la cuantificación, valoración y gestión de activos naturales y servicios ecosistémicos. Proyecto Interreg SOE4/PA/E1012.

78. Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica. *SIOSE AR (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España de alta resolución, años 2016-2018*). Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/siose-ar

79. Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica. (2010 - 2012). *Modelo Digital de Terreno MDT 5 m – Primera cobertura*. Recuperado de https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/modelo-digital-terreno-mdt05-primera-cobertura

80. Orús, Asier Hilario & Carcavilla Urquí, Luis. (2020). *Twenty Years of Spanish Geoparks: Analysis and Future Prospects. Geoheritage, 12, 87*. https://doi.org/10.1007/s12371-020-00510-2

81. PBL, WUR y CICES (2014). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES V4.3). Netherlands Environmental Assessment Agency & Wageningen University & Research. Recuperado de https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lg23_cices_v5.1_final_revised_guidance_03-10-2017.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

82. Ross, C. W., Prihodko, L., Anchang, J., Kumar, S. S., Ji, W., & Hanan, N. P. (2018). *Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-based runoff modeling*. Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (ORNL DAAC). Recuperado: https://www.earthdata.nasa.gov/data/catalog/ornl-cloud-global-hydrologic-soil-group-1566-1

83. Rubio, A., & Roig, S. (2017). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informe_ganaderia_extensiva_tcm30-435573.pdf

84. Salman Monte, K., Sánchez Fabián, J. Á., García García, F., Basconcillos Arce, J., Rodríguez García, A., & Gallego Rojas, N. (2015). *Application dossier. Las Loras Geopark Project: ARGEOL*. Recuperado de https://geoparquelasloras.es/wp-content/uploads/2021/06/Application-Dossier-Las-Loras-Geopark-Project-Main-document-b.pdf

85. Sampat, A.M., Hicks, A., Ruiz-Mercado, G.J., & Zavala, V.M. (2021). *Valuing economic impact reductions of nutrient pollution from livestock waste*. Resources, Conservation & Recycling, 164, 105199. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105199

86. Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos. (2024). Presupuestos Generales del Estado 2024 (PGE 2024) – Documento de inversión Nº 24P_E_V_1_2_2_T_ITECPC04_1_iteInvI02_1_1. Recuperado de https://www.sepg.pap.hacienda.gob.es/Presup/PGE2024Prorroga/MaestroDocumentos/PGE-ROM/doc/2/1/4/4/1/3/2/N_24P_E_V_1_2_2_T_ITECPC04_1_iteInvI02_1_1.PDF

87. SENDECO2. (2025). SENDECO2 – *Plataforma de negociación de derechos de emisión de CO_2*. Recuperado de https://www.sendeco2.com/es/

88. University of Nebraska-Lincoln Extension. (s.f.). *Manure Phosphorus and Water Quality*. Recuperado de https://water.unl.edu/article/animal-manure-management/manure-phosphorus-and-water-quality/

Laboratorio Gad-Ex 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

89. United Nations, European Union, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank. (2021). *System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting (SEEA-EA)*. *United Nations*. Recuperado de https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_f124_web_12dec24.pdf

90. Valoración de los Activos Naturales de España (VANE). (2009). *Valoración de los activos naturales de España – Resumen ejecutivo*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/vane_resumenejecutivo_tcm30-540884.pdf

Laboratorio Gad-Ex 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

ecoacsa

«Creamos valor a través del capital natural»