



CONECTIVIDAD ENTRE APORTES ECOSISTÉMICOS Y EL FUTURO DE NUESTRA CIUDADES

Connectivity between ecosystem contributions and the future of our cities

Córdoba Hernández, Rafael

Profesor asociado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio y miembro del Grupo de Investigación Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S). Universidad Politécnica de Madrid
rafael.cordoba@upm.es

Martí Guitera, Lucas

Estudiante en Grado de Fundamentos de la Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid
lucas.marti.guitera@alumnos.upm.es

RESUMEN

Diversos estudios recogen la necesidad de que la planificación territorial tenga como prioridad el bienestar y la salud de las personas. Para ello, los servicios ecosistémicos son indispensables pero la urbanística no está evaluando adecuadamente esta potencialidad. La convivencia del planeamiento y estas consideraciones permite identificar suelos que, teniendo un mayor aporte ecosistémico carezcan de una protección adecuada por el planeamiento, permitiendo su antropización y, por ende, haciendo menos resiliente ese territorio y a sus habitantes. Para ello se toma como caso de estudio la Comunidad de Madrid, obteniendo como resultado, una cartografía que identifica y delimita la extensión de diferentes ecosistemas mediante la integración espacial de datos cualitativos sobre la cobertura terrestre y sus características ambientales, y busca su mayor preservación, evaluando su estado analizando las principales presiones y vínculos entre sus condiciones, calidad y biodiversidad, y cómo afecta a la capacidad del ecosistema para proporcionar sus servicios.

Palabras clave: Resiliencia, servicios ecosistémicos, territorio, vulnerabilidad ecosistémica

Bloque temático: Análisis y proyecto territorial

ABSTRACT

Some studies include the need for territorial planning to prioritize people's well-being and health. Thus, ecosystem services are essential but urban planning is not adequately evaluating this potential. The coexistence of planning and these considerations allows identifying the land that, having a greater ecosystem contribution, lack adequate protection by planning. This allow their anthropization and, therefore, making that territory and its inhabitants less resilient. The Community of Madrid is taken as a study case, obtaining a cartography that identifies and delimits the different ecosystems. This is possible thanks to the spatial integration of qualitative data on land cover and its environmental characteristics. With this study seeks its greater preservation, evaluating its state by analyzing the main pressures and links between its conditions, quality, and biodiversity, and how it affects the ability of the ecosystem to provide its services.

Keywords: Resilience, ecosystem services, territory, ecosystem vulnerability

Topic: Analysis and territorial project

1. El papel de los ecosistemas y bienes-servicio en la planificación urbana

Existe un reconocimiento general sobre la importancia de los ecosistemas y bienes-servicio señalando el problema de su gestión y degradación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es difícil evaluar las presiones, tendencias e impactos para cada ecosistema, pero se tiene conocimiento de que el impacto combinado de todas estas presiones a lo largo del tiempo se refleja no sólo en la gravedad y el alcance de los cambios en la condición del ecosistema, sino también en su capacidad de provisión de sus servicios al ser humano y donde habita.

Sus servicios pueden definirse como los beneficios suministrados por las funciones de los ecosistemas y recibidos por la humanidad (United Nations, 2017). Para la Comisión Europea, una de las soluciones para el mantenimiento de estos pasa por la creación de una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios de los ecosistemas y proteger la biodiversidad, tanto de las áreas rurales como urbanas, incluyendo para ello espacios verdes y/o azules y otros elementos físicos en áreas terrestres y marinas (European Commission, 2007). Este tipo de procedimientos, se les conoce como *Soluciones basadas en la Naturaleza* que ha demostrado ser más eficientes y rentables que los enfoques más tradicionales (Cohen-Shacham et al., 2016; Nesshöver et al., 2017; Raymond et al., 2017).

En el marco de la reciente aprobada *Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas* (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020) esta investigación busca identificar las aportaciones ecosistémicas (abastecimiento, regulación y culturales) identificadas por el *Common International Classification of Ecosystem Services* o *CICES* (United Nations, 2017) a la información del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE). Una vez localizados estos aspectos, pueden ser valorados los diferentes ecosistemas conforme a los aportes y presiones externas derivadas de su transformación del hábitat, el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos, la introducción de especies exóticas invasoras y la contaminación y enriquecimiento de nutrientes que señala la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Esta cuestión enlaza con la Estrategia Europea (European Commission, 2011) de frenar la pérdida de la biodiversidad y degradación de los servicios ecosistémicos para 2020 y restaurarlos en la medida de lo posible, así como los estudios que señalan que su cartografiado es muy útil a la hora de reflexionar sobre planificación y ordenación territorial (Burkhard & Maes, 2017; Verhagen et al., 2015). Cuestión, íntimamente relacionada con la recomendación de la Agencia Europea del Medio Ambiente que confía la integración de los resultados de una valoración de servicios de los ecosistemas en la planificación territorial debido a su capacidad de identificar zonas con alta y muy alta capacidad para prestar esos servicios (European Environment Agency, 2014).

Así, la hipótesis de esta investigación es que, atendiendo a los valores ecosistémicos territoriales se puede generar una cartografía de los ecosistemas e identificar sus aportaciones de bienes-servicio que pudiesen justificar la protección de estos espacios con las herramientas facilitadas al planificador atendiendo a la legislación vigente de suelo.

Tradicionalmente, la actividad antrópica ha dejado su impronta en el paisaje no sólo a través de los cambios producidos en el uso del suelo, sino también con una marcada alteración de los hábitats naturales con los que contábamos previamente y su fragmentación (Córdoba Hernández & Leceta Molina, 2021; Paruelo et al., 2005). De tal modo que la integración de estas cuestiones en la planificación urbana y territorial deberían ayudar a la protección de los principales elementos territoriales que proporcionan estos servicios y servir como apoyo para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres y la salud de las personas (Córdoba Hernández & Sánchez Fernández, 2021; Hernández Aja et al., 2020).

2. Aproximación al territorio de referencia para el estudio de sus ecosistemas

En Europa, el proyecto EUNIS persigue identificar y cartografiar los principales recursos ecosistémicos de esta región. Esta investigación adapta esta cartografía a la escala y al territorio de la Comunidad de Madrid (España) que cuenta con una superficie de 802.200 ha. y 8 ecosistemas según la agrupación de hábitats del *European Nature Information System* (EUNIS) (Davies et al., 2004) diferenciando aguas superficiales; zonas húmedas; pastizales, hierbas, musgos o líquenes; brezal, matorral y tundra; bosques, bosquetes y tierras boscosas; hábitats con vegetación muy escasa o nula; hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos; y hábitats artificiales, industriales y otros (véase Figura 1).

Urbanísticamente este espacio se define por la inexistencia de un planeamiento territorial integral, la inadaptabilidad del planeamiento municipal a la legislación vigente y una legislación sectorial ambiental que podría ser utilizada para lograr una mayor sostenibilidad territorial (Córdoba Hernández & Morcillo Álvarez, 2020; de Santiago Rodríguez, 2007). Cuestiones que, lejos de diferenciarse de otros territorios podrían ser favorables a la hora de replantear la necesidad de crear un modelo de ordenación territorial basado en los recursos ecosistémicos como se plantea en esta investigación.

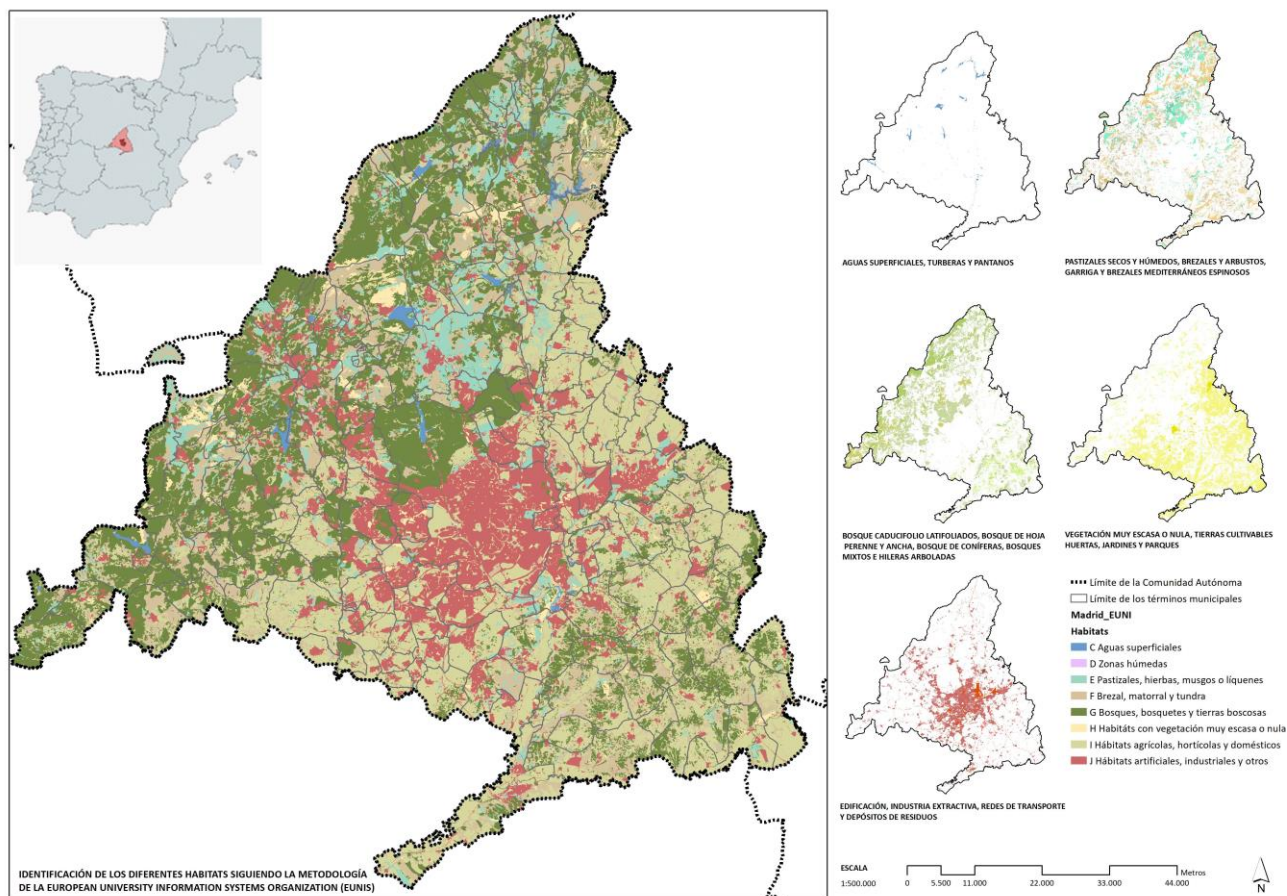


Figura. 01 Principales ecosistemas de la Comunidad de Madrid dentro de España y sus principales ecosistemas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del *European Nature Information System* (EUNIS)

3. Adaptación de la metodología de referencia para el caso de estudio

La metodología de esta investigación busca conocer cuáles son los servicios ecosistémicos que podrían verse alterados en el caso madrileño por el planeamiento. Para ella se precisa disponer de un mapa de hábitats lo más actualizado posible y con una resolución apropiada a la escala del proyecto. Este reinterpreta la información del proyecto EUNIS a través del *Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de*

España que tiene una mayor escala de definición (1:25.000) y complementa con el *Plano Forestal* autonómico (1:10.000). De este modo se reducen los 46 tipos de suelo identificados por el SIOSE a los 8 ecosistemas principales del proyecto EUNIS existentes (urbano; tierras de cultivo; pastizales, bosques y bosquetes; brezales y arbustos, tierras con escasa vegetación, humedales, ríos y lagos).

La metodología propuesta plantea independizar en entornos urbanos los ecosistemas propios de arbolado urbano y zonas verdes mixtas formadas por un 70% de herbáceo y un 30% de arbolado para su valoración. Con esta información, se realiza un diagnóstico territorial basado en los servicios ecosistémicos que permite identificar sus aportaciones y valorar su relevancia, para en un futuro analizar las principales presiones urbanísticas existentes y cómo afectan a la provisión de los servicios. Esta valoración se realiza a partir de la evaluación biofísica y sociocultural de estos. Para ello es necesario conocer y apreciar la capacidad de los ecosistemas identificados para proporcionar los servicios relevantes (evaluación biofísica), así como conocer y estimar su demanda. Partiendo de la identificación proporcionada por diferentes fuentes se establece una relación con la capacidad de los principales ecosistemas identificados para la provisión de servicios en nuestra Comunidad (Henderson, 2015; Longcore & Rich, 2004).

Esta cartografía permite conocer la distribución e importancia en el territorio de cada servicio ya que los ecosistemas existentes toman valores para cada una de sus aportaciones (véase Tabla 1). Esta apreciación se plantea en cuatro rangos (no afecta, bajo, medio y alto) para facilitar la comprensión de la distribución espacial de cada servicio ecosistémico atendiendo a las consideraciones de la *Guía práctica para la integración de los servicios de los ecosistemas en la formulación de planes y programas territoriales y urbanísticos* (Fernández de Manuel et al., 2020) (véase Figura 2). A su vez, las zonas que presenten valores altos para un determinado aporte se considerarán puntos ecosistémicos de dicho servicio. En este caso es importante tener en cuenta los solapamientos de servicios ya que aquellos que se tengan un mayor número podrán considerarse como zonas multifuncionales.

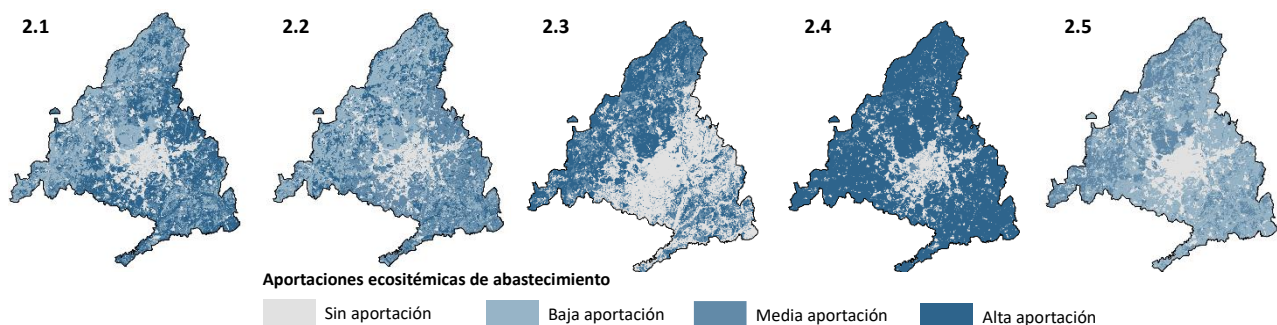


Figura. 02 Identificación y valoración de los diferentes aportes de los servicios ecosistémicos de abastecimiento (2.1. Alimentos, 2.2. Medicina natural, 2.3. Agua dulce, 2.4. Diversidad genética y 2.5. Materias primas). Elaboración propia.

En la identificación de estos espacios se busca especialmente un aporte de regulación siguiendo la recomendación de la Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environment Agency, 2014) que los reconoce como prioritarios ya que sus beneficios se obtienen directamente de los ecosistemas sin pasar por procesos de transformación ni por los mercados (Balvanera & Cotler, 2007; Corredor Camargo et al., 2012).

Como resultado, se obtiene una nueva cartografía que no sólo identifica y delimita la extensión de diferentes ecosistemas mediante la integración espacial de datos cualitativos sobre la cobertura terrestre y sus características ambientales, sino que, además, en busca de su mayor preservación, evalúa su estado analizando las principales presiones y vínculos entre sus condiciones, calidad y biodiversidad, y cómo afecta a la capacidad del ecosistema para proporcionar sus servicios. Este mapeo se puede obtener de manera independiente atendiendo a los aportes de cada servicio ecosistémico o bien teniendo en consideración ellos. Con este resultado ya se puede tasar las consecuencias para los seres humanos y su bienestar. La relevancia de estas cuestiones es tal, que los planificadores no pueden quedarse al margen y deben participar regulando adecuadamente los futuros usos de esos suelos, no sólo poniéndolos en valor por sus valores naturales o paisajísticos, sino también atendiendo a sus aportaciones de bienes-servicios.

4. Análisis y valoración de los aportes ecosistémicos madrileños

Este estudio plantea una matriz de doble entrada en la que identificar la relación entre la capacidad para la provisión de servicios y cada uno de los ecosistemas atendiendo a la metodología europea de evaluación de los ecosistemas (European Environment Agency, 2016) (véase Tabla 1).

En el caso del servicio de abastecimiento se identifican hasta cinco aportes diferenciados atendiendo a esta metodología que aplica la valoración económica proporcionada por el CICES a la identificación cartográfica europea suministrada por el proyecto *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services* (Maes et al., 2013). La provisión de alimentos es claramente reconocible en pastizales, de donde se alimenta el ganado o en las tierras de cultivo. En otros ecosistemas como los brezales y cantuesares es más desconocido ese aporte. Sin embargo, en la meseta castellana, son los que producen una mayor cantidad de miel. La inclusión de los parques como productores de alimentos se debe más a la posibilidad de que funcionen como tal con una mínima variación de las políticas de gestión del arbolado urbano, así como los humedales, ríos y lagos, que potencialmente podrían producir anfibios y peces para el consumo, aunque no se produzca por razones legislativas. No se consideran, en este caso, las actividades como la caza, que tanto en bosques como en terrenos de escasa vegetación (con ciertas aves) podrían producir cierta cantidad de alimentos. Otra contribución es el agua dulce. Además de aquellos que producen abastecimiento directo de agua, se han considerado los que pueden participar de forma positiva en el filtrado del agua hacia los acuíferos como pastizales, bosques y brezales, ya sea como purificadores o como simples espacios donde el agua pueda atravesar el suelo hacia los acuíferos. En este caso, se destaca que los parques urbanos, bien gestionados, podrían ser un vector mucho mayor de purificación del agua. Un tercer aporte sería de materias primas. En este caso hay que destacar que ciertos productos como el propio brezo o algunos tipos de caña de los géneros *Carex* o *Stipa*, que aparecen comúnmente en pastos, utilizados hasta hace poco con bastante frecuencia en la elaboración de tejidos artesanales y de ahí la valoración propuesta. También se considera aporte la diversidad genética, para cuya evaluación concreta se ha tenido en cuenta la biodiversidad de cada ecosistema. En la provincia, las zonas con escasa vegetación adquieren su potencialidad gracias a las estepas del sureste madrileño, increíblemente ricas en endemismos dentro de sus inhóspitos yesares, cuyo alto valor en cuanto a genética es evidente (Arba bajo Jarama, s. f.). Por último, se encontrarían las aportaciones que pudieran atribuirse a la medicina natural, valorada en función de la posible presencia de los arbustos y hierbas más comunes en esta práctica tradicional, más ligada a los arbustos que a los bosques propiamente dichos.

El campo de la regulación no sólo es más importante para la Agencia Europea de Medio Ambiente, sino que también es más amplio. Entre sus aportes figura el mantenimiento del hábitat. Para su valoración, se ha considerado la biodiversidad de cada ecosistema, suponiendo que, a mayor número de especies, mayor número de hábitats serán conservados. Se quiere destacar la inclusión de las tierras de cultivo como de valor alto, pero la realidad es que en zonas tan antropizadas como la Meseta, donde escasean las grandes praderas naturales, los campos de cultivo, sobre todo si se gestionan bien, son un hábitat fantástico para multitud de especies de aves, desde rapaces hasta perdices o incluso avutardas (Alonso et al., 2005). Además, con una gestión adecuada, las lindes entre parcelas agrarias pueden convertirse en verdaderos corredores de biodiversidad, como solían ser en su día, al aglutinar en su vegetación de borde, multitud de especies vegetales que daban cobijo a roedores y aves. Es sintomático el caso de las tierras de labor de la Sierra del Guadarrama con sus lindes de majuelos, endrinos, tojos, y espinos, dando cobijo a cárbos y erizos (Íbero, 1998). Como aportación climática se han considerado en términos de captura de carbono los diferentes ecosistemas, teniendo los acuáticos una puntuación superior por la labor de las algas y microorganismos al capturar dióxido de carbono. Como participación independiente se ha considerado la amortiguación de las altas temperaturas. Esta cuestión es ciertamente confusa pues, aunque es cierto que los campos de cultivo amortiguan las altas temperaturas respecto al suelo urbano, no es así si se compara a un humedal o a zonas boscosas, que se han considerado más determinantes en la valoración.

Dentro de las aportaciones de regulación también destaca la fertilización de suelos. En este caso, si bien se han puntuado alto todos aquellos ecosistemas terrestres que en general se encuentran en estado natural, cabe destacar que la fertilidad no es en sí misma un valor tan definitivo como pudiera parecer, ya que gran

parte de los ecosistemas que más apreciamos en general poseen suelos pobres en términos de fósforo y nitrógeno, que son los que realmente determinan este concepto.

Otro aspecto es su papel ante las inundaciones. Para ello se considera que la presencia de vegetación favorece la capacidad de filtración del suelo y minimiza la posibilidad de inundación. No obstante, hay que destacar que uno de los eventos naturales más ricos e interesantes es la crecida libre de los ríos, que deposita limos en las vegas y modifica el curso de los ríos (Palau, 2013). En ese sentido, se considera que la presencia de ríos y humedales donde esto pueda ocurrir libremente posee un valor singularmente alto.

		Ecosistemas principales de la Comunidad de Madrid							
Servicios	Aportes ecosistémicos	Parques	Tierras cultivo	Pastizales	Bosques y bosquetes	Brezales arbustos	Tierras escasa vegetación	Humedales	Ríos y lagos
SERVICIOS ABASTECIMIENTO	Alimentos	Baja	Alta	Alta	Baja	Media	No afecta	Baja	Baja
	Agua dulce	No afecta	No afecta	Alta	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
	Materias primas	No afecta	Baja	Baja	Media	Baja	No afecta	No afecta	No afecta
	Diversidad genética	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
	Medicina natural	Media	Media	Baja	Baja	Alta	Baja	No afecta	No afecta
SERVICIOS REGULACIÓN	Mantenimiento del hábitat	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Climática	Media	Baja	Media	Alta	Media	Baja	Media	Media
	Reducción del ruido	Alta	No afecta	No afecta	Alta	Baja	No afecta	No afecta	No afecta
	Amortiguación altas temperaturas	Alta	Baja	Media	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
	Calidad del aire	Alta	Baja	Media	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
	Ciclo hidrológico	Media	No afecta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta
	Control de la erosión	No afecta	No afecta	Alta	Alta	Alta	Media	No afecta	No afecta
	Fertilidad del suelo	No afecta	No afecta	Alta	Alta	Alta	Baja	No afecta	No afecta
	Perturbaciones naturales	No afecta	No afecta	Alta	Alta	Alta	No afecta	Alta	Alta
	Control biológico	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Polinización	Media	Alta	Alta	Baja	Alta	Media	No afecta	No afecta
	Conservación endemismos	No afecta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Producción de suelo	No afecta	No afecta	Media	Alta	Media	Baja	No afecta	No afecta
SERVICIOS CULTURALES	Recreo	Alta	No afecta	Media	Alta	Media	No afecta	Alta	Alta
	Conocimiento científico	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Educación ambiental	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Conocimiento tradicional	No afecta	Alta	Baja	Alta	Media	No afecta	Baja	Media
	Disfrute del paisaje	Media	Alta	Alta	Alta	Media	No afecta	Alta	Alta
	Identidad cultural	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta
	Inspiración "espiritual"	Media	Baja	Media	Alta	Media	Baja	Alta	Alta

Tabla. 01 Valoración de los aportes y servicios detectados por ecosistema madrileño. Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar el papel en la conservación de endemismos. Este apartado puede ser controvertido por la inclusión de las tierras de cultivo (cuya relación con las aves ya se ha comentado) y, sobre todo, con las

“zonas de escasa vegetación”. Como se comentaba previamente, las estepas yesíferas tienen, en efecto, poca vegetación, pero una cantidad ingente de endemismos. Así se considera interesante mencionar a *Cynerea tournefortii* (Moreno Saiz, 2008) un tipo de cardo endémico de dimensiones descomunales presente normalmente en campos de cultivo. No obstante, las técnicas modernas no permiten que crezca y hoy lo encontramos, sobre todo, en campos abandonados del este madrileño. Son espacios que, por su estado en regeneración, se consideran dentro de este tipo de ecosistemas. Otro punto que tratar es la mención de que los ecosistemas no son algo estático, y las sucesiones vegetales son parte ineludible de su desarrollo. Así, una zona de escasa vegetación contiene especies pioneras que no aparecerán después cuando tome la forma, por ejemplo, de un bosque. En esta necesidad de permitir los ciclos naturales se enmarca lo expuesto anteriormente sobre los eventos como los incendios e inundaciones, y la cada vez más acuciante necesidad de que ocurran en los espacios donde no pongan en peligro al ser humano ni la supervivencia de una especie en su conjunto. Como producción de suelo se refiere este estudio a una ganancia activa de centímetros de suelo, sin que ello necesariamente signifique que sea muy rico en nitratos. De este modo se premia, sobre todo, la presencia de especies caducas y de leguminosas que favorezcan el desarrollo de un sistema edáfico complejo, con muchos microorganismos, hongos, algas, insectos y demás animales que participan en su desarrollo.

Los distintos ecosistemas también fueron apreciados en cuanto a su regulación en función de su captura de carbono o cantidad de aire filtrado (calidad del aire); participación de cada ecosistema en la llegada del agua en buen estado a acuíferos y manantiales (ciclo hidrológico); en función de la mayor o menor cantidad de plantas de flor que potencialmente podría haber en cada uno de esos ecosistemas (polinización); o presencia de aves, insectos y roedores, que puedan en cierta medida evitar las plagas de insectos y hongos (control biológico), donde destaca el papel de los campos de cultivo que puede llevar a cabo este papel de forma admirable. Por último, cabe señalar que el papel de determinados ecosistemas en la reducción del ruido o control de la erosión son comúnmente conocidos.

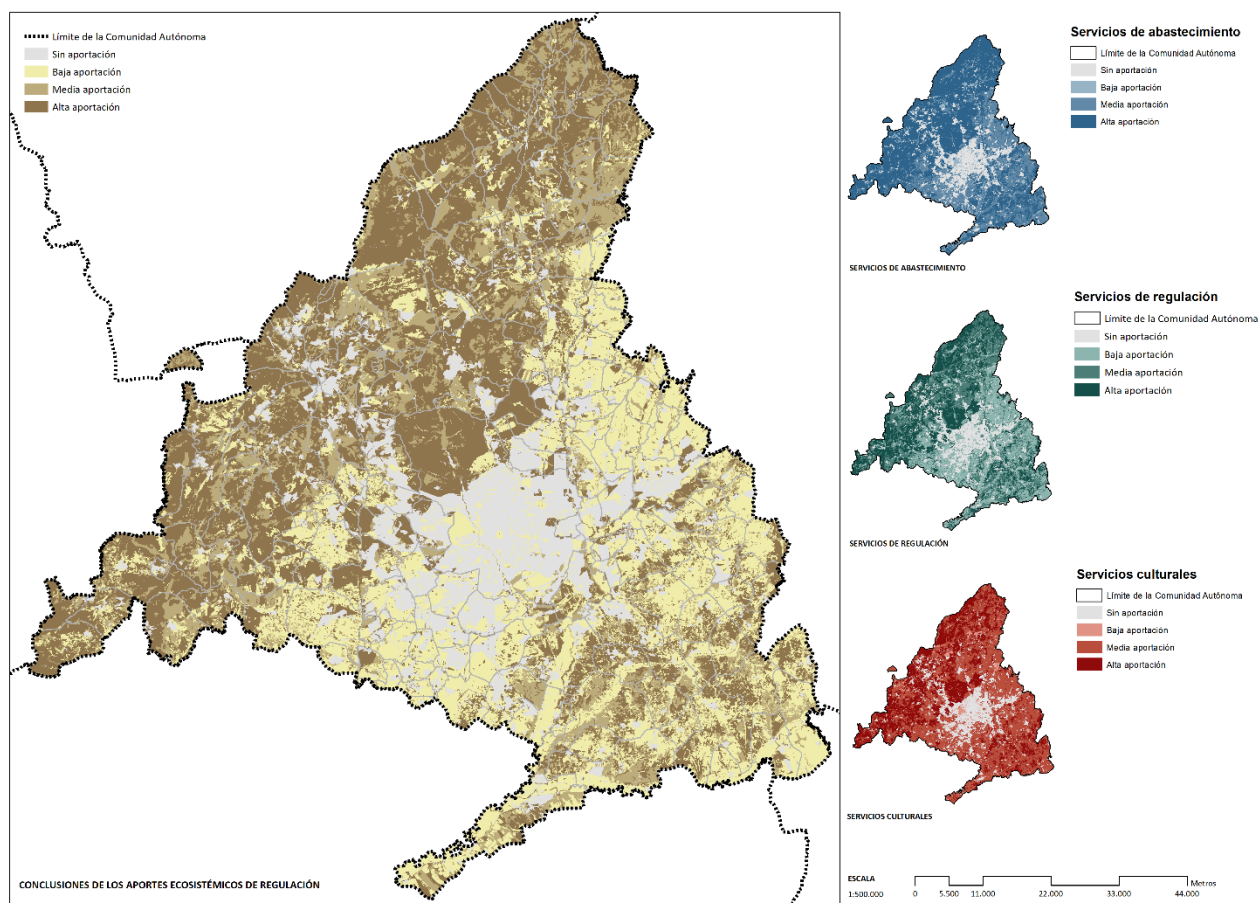


Figura. 03 Territorialización de los servicios de abastecimiento, regulación y culturales según el grado de aportación de los ecosistemas. Fuente: Elaboración propia

Se encontrarían los aportes culturales entre los que destacan el conocimiento científico y la educación ambiental, gracias a los cuales incluso los parques, con su posibilidad de estudio de variación de los patrones de vida de los animales por su proximidad a los humanos, pueden ser un lugar interesante para ampliar este conocimiento. Mención aparte merece el conocimiento tradicional. En el caso de estudio, nos encontramos unas tradiciones más mermadas que en otras partes del país como la cornisa cantábrica, y sin embargo todos los ecosistemas conservan algún elemento de conocimiento curioso como, por ejemplo, son interesantes las llamadas “fuentes de pastor” endémicas de la Sierra de Hoyo de Manzanares.

Otros aspectos considerados son el recreo, donde se ha valorado lo que comúnmente parece más atractivo en un ecosistema de cara a los seres humanos; el disfrute del paisaje, donde, lamentablemente, el estudio se ve condicionado por los prejuicios de una ciudadanía y se ha apreciado lo que el imaginario colectivo considera paisajes atractivos, dejando de lado la pérdida que implica para este concepto cuestiones como fijarse en los pequeños seres vivos de la estepa o los roquedales; o la identidad cultural. Señalar por último la denominada inspiración espiritual que podría considerarse similar al disfrute paisajístico con la salvedad de que, nuevamente, se considera que la presencia de un entorno muy degradado puede ser el acicate para la creación artística o la acción social que pueda enriquecer la vida de la gente.

Valorados cada uno de los aportes se puede obtener una evaluación territorial del aporte de cada servicio ecosistémico (véase Figura 3), así como una relación final de la importancia de cada ecosistema ponderando las aportaciones de cada uno de los servicios prestados (véase Figura 3 y Tabla 2). Como resultado de todo ello se obtendría que más de la mitad de la Comunidad de Madrid tiene unos altos valores de aportación ecosistémica según este estudio (434.007 Ha equivalente a un 54% aprox. del territorio).

Servicios	Ecosistemas principales de la Comunidad de Madrid							
	Parques urbanos	Tierras cultivo	Pastizales	Bosques y bosquetes	Brezales arbustos	Tierras escasa vegetación	Humedales	Ríos y lagos
ABASTECIMIENTO	Baja	Media	Alta	Media	Media	Baja	Media	Media
REGULACIÓN	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Media	Media
CULTURAL	Baja	Media	Media	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
TOTAL	Baja	Media	Alta	Alta	Media	Baja	Media	Media

Tabla. 02 Conclusiones sobre el grado de aportación de los servicios ecosistémicos de los principales ecosistemas madrileños. Fuente: Elaboración propia

5. Aportaciones de los principales ecosistemas afectados por las previsiones de desarrollos urbanísticos

La cartografía resultante, identifica diversas aportaciones de bienes-servicio que pudiesen justificar la protección de determinados espacios de la Comunidad de Madrid gracias a la especial protección que permite la vigente legislación del suelo de la provincia donde se identifica que podrán protegerse suelos atendiendo a sus valores agrícolas, forestales, ganaderos o por sus riquezas naturales. Todos ellos claramente relacionados con las aportaciones ecosistémicas de estos suelos.

Si hay que tener en cuenta que la aproximación al problema de los servicios ecosistémicos está sesgada por el hecho de que es capcioso en sí mismo hablar de *servicios*, ya que los ecosistemas no tienen que prestar ninguno para ser dignos de valoración y cuidado, el planeamiento territorial y urbanístico puede mejorar no sólo su estado de conservación sino también la salud de las personas y su resiliencia.

Para esto último, los servicios ecosistémicos son indispensables pero la disciplina urbanística no parece haberse percatado adecuadamente de esta potencialidad. Sin embargo, la convivencia del planeamiento y las consideraciones anteriores permite identificar aquellos suelos que, teniendo una mayor sensibilidad a los efectos de diversas acciones sobre la biodiversidad, carecen de una protección adecuada por parte del planeamiento urbanístico, permitiendo su merma. Esta información sobre la presión en determinados ecosistemas puede ayudar a evaluar su capacidad de provisión de servicios, a configurar políticas adecuadas para reducir las presiones sobre el medio natural o ayudar a evitar traspasar niveles críticos de presión que, una vez cruzados, tengan como resultado un cambio radical en el ecosistema a través del cambio en su nivel de resiliencia. Así, en la Comunidad de Madrid unas 239.513 Ha son urbanizables (cerca del 30% de la superficie total) pero no se está teniendo en cuenta las aportaciones ecosistémicas de estos espacios.

Las zonas con mayor aporte son también los más amenazados y así, se aprecia una mayor concentración en el oeste, es decir, en el Sistema Central, una disminución considerable en el centro de la Comunidad y, por último, un aumento significativo en los valles del Tajo y el Jarama.

Una de las conclusiones del presente trabajo puede dar lugar a equívocos: Madrid es una zona altamente antropizada, con una ocupación intensa desde antiguo en su zona centro y sureste. Es lógico, por tanto, que estas zonas se vean hoy mermadas en su valor ecosistémico respecto a la Sierra de Guadarrama, relativamente pobre hasta hace no muchas décadas. Esto ha favorecido su buen estado de conservación. Por tanto, no hablamos aquí del valor intrínseco o potencial de estas zonas para su conservación, sino de los valores que hoy por hoy y tras muchos siglos de ocupación y explotación, aún conservan.

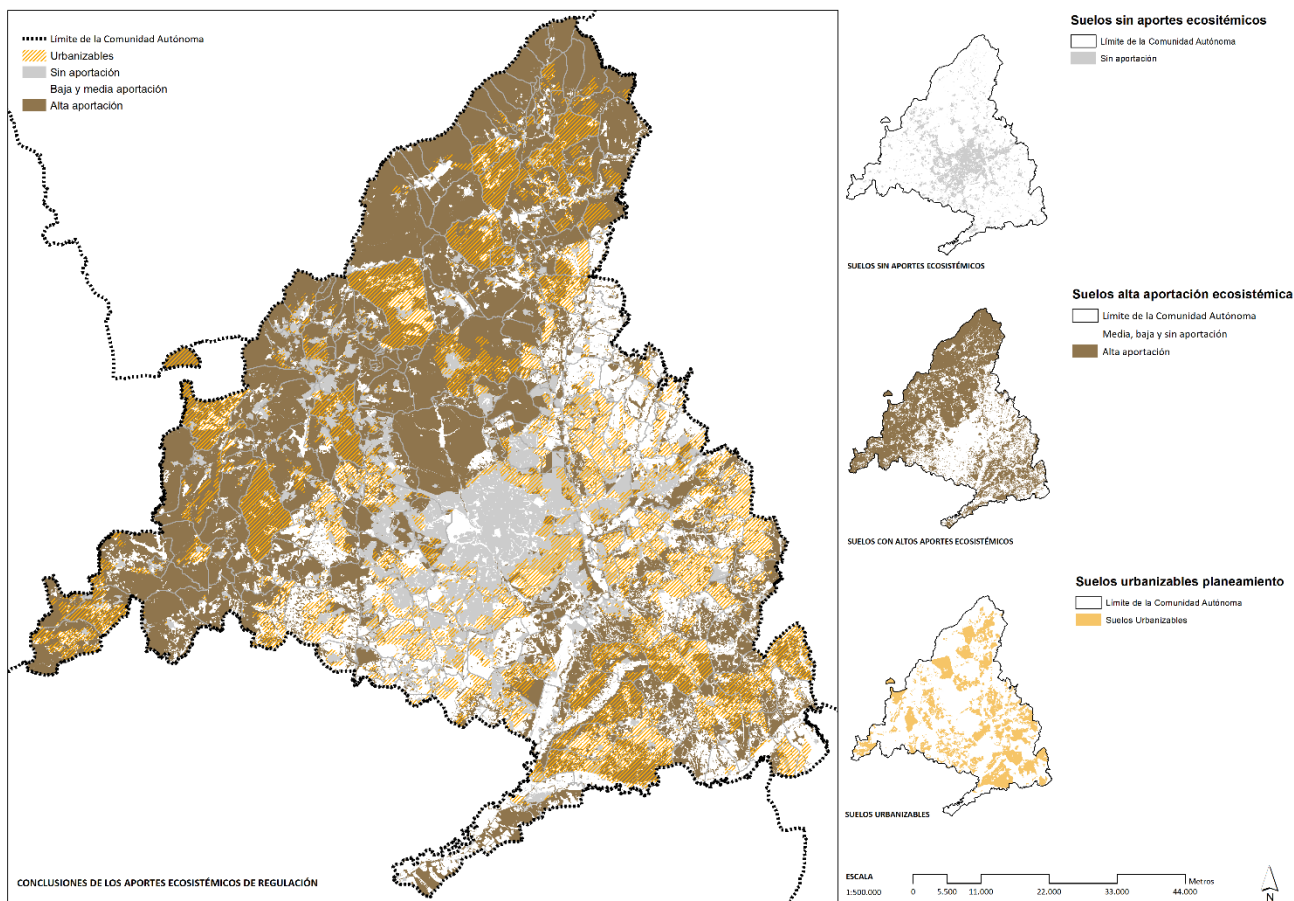


Figura. 04 Territorialización de los suelos con mayores aportes ecosistémicos y suelos urbanizables. Fuente: Elaboración propia

Es interesante apreciar cómo en las vegas del Tajo y el Jarama se encuentra un vacío de aportes justo en la zona ocupada por los ríos, debido al cultivo intensivo que tiene lugar en esas zonas. Si bien hoy en día, por esta condición, no tiene altos valores de servicios ecosistémicos, es evidente que el hecho de que esté bordeado casi en su totalidad por zonas de alto valor nos indica que, de no tener tanta presión agrícola, la zona podría ser un hervidero de biodiversidad y los servicios a ella ligados. Observando con intención, se puede apreciar asimismo cómo lo único que impide la conexión de las zonas de alto valor de la Sierra con las de los valles de los grandes ríos es la ciudad de Madrid. También es significativo el solapamiento tan acusado entre zonas de elevado potencial y los suelos urbanizables en la Comunidad. Es primordial reconocer el valor de estos espacios para preservarlos de la construcción y evitar que ocurra como junto al Jarama, donde se ha reducido un valor incalculable a uno verdaderamente bajo por carecer de una adecuada protección.

De estos suelos de elevados aportes, un 48,69% (116621,67 Ha.) tendrían prevista su urbanización y, por tanto, la desaparición de sus ecosistemas y funcionalidades.

6. Referencias bibliográficas

ALONSO, J. C., PALACIN, C., & MARTIN, C. A. (2005). La Avutarda Comun en la península Iberica: poblacion actual y metodos de censo. *SEO/BirdLife*, 8-61.

ARABA BAJO JARAMA. (s. f.). *HERBARIO DEL BAJO JARAMA, LA SAGRA Y LA ALCARRIA DE MADRID Y ZONAS LIMÍTROFES*. Arba bajo Jarama. <https://sites.google.com/site/arbabajarama/>

- BALVANERA, P., & COTLER, H. (2007). Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta ecológica*, 84, 117-122.
- BURKHARD, B., & MAES, J. (2017). Mapping Ecosystem Services. En B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- COHEN-SHACHAM, E., JANZEN, C., MAGINNIS, S., & WALTERS, G. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. En *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>
- CÓRDOBA HERNÁNDEZ, R., & LECETA MOLINA, I. (2021). La integración eco en nuestro (eco)sistema. En R. Córdoba Hernández & E. Román López (Eds.), *Bustarviejo. Propuestas bioclimáticas en el espacio público* (pp. 14-37). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. <http://oa.upm.es/66264>
- CÓRDOBA HERNÁNDEZ, R., & MORCILLO ÁLVAREZ, D. (2020). Marco territorial de la producción de espacio en la región funcional de Madrid. *Ciudades*, 23, 71-93. <https://doi.org/10.24197/CIUDADES.23.2020.71-93>
- CÓRDOBA HERNÁNDEZ, R., & SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, A. (2021). La gentrificación o cómo se pervierten los beneficios de la infraestructura verde. En E. Román López & R. Córdoba Hernández (Eds.), *Pezueta de las Torres. Propuestas bioclimáticas en el espacio público* (pp. 16-35). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. <http://oa.upm.es/66263>
- CORREDOR CAMARGO, E. S., FONSECA CARREÑO, J. A., & PÁEZ BARÓN, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(1), 77. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>
- DAVIES, C. E., MOSS, D., & HILL, M. O. (2004). EUNIS Habitat Classification Revised 2004. *Technology, October*, 310. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>
- DE SANTIAGO RODRÍGUEZ, E. (2007). Madrid, «ciudad única»: pautas y lógicas espaciales en la región madrileña: las grandes transformaciones estructurales; el despliegue del nuevo «paradigma único» en la región urbana de Madrid. *Urban*, 12, 8-33.
- EUROPEAN COMMISSION. (2011). *The EU Biodiversity Strategy to 2020*. <https://doi.org/10.2779/39229>
- EUROPEAN COMMISSION. (2007). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2016). *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (Número 3). <https://www.eea.europa.eu/publications/mapping-europes-ecosystems>
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2014). Spatial analysis of green infrastructure in Europe. En *EEA Technical Report* (Número 2/2014). <http://www.eea.europa.eu/highlights/new-mapping-method-for-2018green%0Ahttp://www.eea.europa.eu/publications/spatial-analysis-of-green-infrastructure>
- FERNÁNDEZ DE MANUEL, B., PEÑA, L., AMETZAGA, I., & ONAINDIA, M. (2020). *Guía práctica para la integración de los servicios de los ecosistemas en la formulación de planes y programas territoriales y urbanísticos* (Universida). http://web-argitalpena.adm.ehu.es/pasa_pdfFin.asp
- HENDERSON, J. (2015). Avian Urban Ecology: Behavioural and Physiological Adaptations. *Biodiversity*, 16(1), 51-52. <https://doi.org/10.1080/14888386.2015.1009944>
- HERNÁNDEZ AJA, A., APARICIO MOURELO, Á., GÓMEZ GARCÍA, M. V., GONZÁLEZ GARCÍA, I., CÓRDOBA HERNÁNDEZ, R., DÍEZ BERMEJO, A., SÁNCHEZ-TOSCANO, G., SANZ FERNÁNDEZ, A., ÁLVAREZ DEL VALLE, L., CARMONA MATEOS, F., CARPIO PINEDO, J., GÓMEZ GIMÉNEZ, J. M.,

- JIMÉNEZ ROMERA, C., MORÁN ALONSO, N., & PICARDO COSTALES, L. (2020). *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid*. Instituto Juan de Herrera. <http://oa.upm.es/63377/>
- ÍBERO, C. (1998). Setos, Linderos y Sotos de Ribera. En *Pulso Agrario /Monografía* (Vol. 1, pp. 1-19).
- LONGCORE, T., & RICH, C. (2004). Ecological light pollution. En *Frontiers in Ecology and the Environment* (Vol. 2, Número 4, pp. 191-198). Ecological Society of America. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- MAES, J., TELLER, A., ERHARD, M., LIQUETE, C., BRAAT, L., BERRY, P., EGOH, B., PUYDARRIEUX, P., FIORINA, C., SANTOS-MARTÍN, F., PARACCHINI, M. L., KEUNE, H., WITTMER, H., HAUCK, J., FIALA, I., VERBURG, P. H., CONDÉ, S., SCHÄGNER, J. P., MIGUEL, J. S., ... BIDOGLIO, G. (2013). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*. https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). *EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO. PANORAMA GENERAL*. World Resource Institute. Washington DC. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Evaluaaci?n+de+los+Ecosistemas+del+Milenio+Informe+de+S?ntesis#4>
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2020). *Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. https://www.miteco.gob.es/images/es/borradoreivcre_infopublica_tcm30-497133.PDF
- MORENO SAIZ, J. C. (2008). *Lista Roja 2008 de la flora vascular española* (J. C. Moreno Saiz (Ed.); Sociedad E). <http://www.jolube.es/pub/ListaRoja2008.pdf>
- NESSHÖVER, C., ASSMUTH, T., IRVINE, K. N., RUSCH, G. M., WAYLEN, K. A., DELBAERE, B., HAASE, D., JONES-WALTERS, L., KEUNE, H., KOVACS, E., KRAUZE, K., KÜLVIK, M., REY, F., VAN DIJK, J., VISTAD, O. I., WILKINSON, M. E., & WITTMER, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. En *Science of the Total Environment* (Vol. 579, pp. 1215-1227). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>
- PALAU, J. (2013). Rewilding in Spain : Where is it Possible and Why is it Interesting ? An Analysis From the Point of View of a Protected Area Manager. En A. Watson, S. Carver, Z. Krenova, & B. McBride (Eds.), *Science and stewardship to protect and sustain wilderness values: Tenth World Wilderness Congress symposium* (pp. 4-10). <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/49570>
- PARUELO, J. M., GUERSCHMAN, J. P., & VERÓN, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*, 15(87), 14-23.
- RAYMOND, C. M., FRANTZESKAKI, N., KABISCH, N., BERRY, P., BREIL, M., NITA, M. R., GENELETTI, D., & CALFAPIETRA, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science and Policy*, 77, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>
- UNITED NATIONS. (2017). System of Environmental-Economic Accounting 2012. En *System of Environmental-Economic Accounting 2012*. United Nations. <https://doi.org/10.5089/9789211615630.069>
- VERHAGEN, W., VERBURG, P. H., SCHULP, N., & STÖRCK, J. (2015). Mapping ecosystem services. En *Ecosystem Services: From Concept to Practice* (pp. 65-86). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612.006>