

LA VULNERABILIDAD ECOSISTÉMICA

SEGÚN EL PLANEAMIENTO EN LA PROTECCIÓN DEL SUELO DE LA COMUNIDAD DE MADRID¹

ECOSYSTEM VULNERABILITY ACCORDING TO THE LAND PROTECTION PLANNING
OF THE COMMUNITY OF MADRID

RAFAEL CÓRDOBA HERNÁNDEZ 2

1 Este artículo recoge resultados de la tesis doctoral "La estructura territorial resiliente: Análisis y formalización a través del Planeamiento Urbanístico" enmarcada en el Doctorado en "Sostenibilidad y Regeneración Urbana" de la Universidad Politécnica de Madrid, España

2 Arquitecto
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
Profesor asociado del Departamento de Urbanística y Ordenación Territorial, Escuela Técnica Superior de Arquitectura
<https://orcid.org/0000-0001-7878-2055>
rafael.cordoba@upm.es

La *Vulnerabilidad Ecosistémica según el Planeamiento* (VEP) busca valorar el papel de los servicios ecosistémicos para el mantenimiento y fortalecimiento de nuestras ciudades través de la identificación de los ecosistemas, su valoración y consideración desde la planificación. Esta investigación es una adaptación metodológica de un proyecto europeo que busca, a través de una propuesta de la Agencia Europea de Medioambiente, cartografiar sus ecosistemas y las presiones que reciben. Gracias a ello se deberían establecer políticas reductoras de estas presiones sobre el medio natural o evitar traspasar niveles críticos con el resultado de cambios en su nivel de resiliencia. La consideración del planeamiento como otro factor de presión supone la visibilización de un nuevo riesgo para estos ecosistemas que, si bien no había sido contemplada por el momento, tiene una gran relevancia en nuestro contexto. En ese sentido, es preciso aumentar la escala de trabajo y contar con las previsiones de crecimiento y protecciones de suelo existentes cuya información a nivel internacional sería muy difícil de homogenizar y obtener. Así, esta propuesta metodológica se centra concretamente en la Comunidad de Madrid (España) para identificar las presiones contempladas por la metodología europea y sumar una nueva variable que altera el riesgo de pérdida de estos sitios. El caso de estudio plantea desafíos importantes debido a la alta presión urbana presente, pero ejemplariza la problemática de los ecosistemas en el área analizada, identificando los espacios con menor resiliencia conjunta antes estos cambios, a razón de su predisposición a la urbanización.

Palabras clave: desarrollo sostenible, ecología, impacto ambiental, medio ambiente, planificación territorial

Ecosystem Vulnerability according to Planning (VEP, in Spanish) seeks to value the role of ecosystem services for the maintenance and strengthening of our cities through the identification of ecosystems, their valuation, and consideration from planning itself. This research is a methodological adaptation of a European project that seeks to map ecosystems and the pressures these receive, through a proposal from the European Environment Agency. Thanks to this, policies should be established to reduce these pressures on the natural environment or to avoid exceeding critical levels with resulting changes in its level of resilience. The consideration of planning as another pressure factor means seeing a new risk for these ecosystems that, although it had not been contemplated until now, is greatly relevant in our context. In this sense, it is necessary to increase the scale of work and to have the growth forecasts and existing land protections, whose information at an international level would be very difficult to homogenize and obtain. Thus, this methodological proposal focuses specifically on the Community of Madrid, Spain, to identify the pressures contemplated by the European methodology, and to add a new variable that alters the risk of losing these spaces. The case study poses important challenges due to the high urban pressure there is, but exemplifies the problems of ecosystems in the area analyzed, identifying the spaces with less joint resilience on facing these changes, due to their predisposition to urbanization.

Keywords: sustainable development, ecology, environmental impact, environment, regional planning

I. INTRODUCCIÓN

La multitud de presiones e impactos que generan las ciudades como centro de atracción económica, social y cultural tiene una dimensión que claramente trasciende sus límites. Estas dinámicas impactan en el cambio de uso del suelo y, por lo tanto, presentan desafíos para los planificadores, especialmente para la integración de los aspectos ambientales en sus proyectos (Hurlimann y March, 2012). Uno de los principales retos que tiene la profesión es incorporar la valoración del estado de los ecosistemas y sus aportaciones para la ciudadanía en la planificación. Con la urbanización se altera la composición de las comunidades biológicas mediante múltiples actividades que modifican tanto las propiedades de los ecosistemas como los bienes servicio que nos proporcionan y, por ende, la calidad de vida de los habitantes que se abastecían de esos servicios previamente (Gardi, Panagos, Van Liedekerke, Bosco y De Brogniez, 2015; Huemann *et al.*, 2011; Koukoui, Gersonius, Schot, y Van Herk, 2015). La protección de los ecosistemas que nos proveen de esos bienes es del todo necesaria y debería trabajarse de un modo integral estableciendo vínculos entre la escala de análisis continental y la local (European Environment Agency, 2017). Determinadas cuestiones, como el planeamiento, tienen un carácter local o regional en el caso español y difícilmente pueden ser incluidas a una escala nacional o europea, sin embargo, la adopción de nuevas fuentes de información y perspectivas urbanísticas sobre la información ambiental existente pueden ayudar a mejorar la interpretación de estos espacios y a considerarlos en los cálculos de la resiliencia local (Hernández Aja *et al.*, 2020).

La investigación da inicio con la hipótesis de que la metodología europea de evaluación de ecosistemas proporciona importantes claves para conocer las principales presiones que actúan sobre los ecosistemas pero que, al no contemplar la planificación urbana, está desatendiendo a una de las causas fundamentales de deterioro ambiental. Para la introducción de este factor es necesario adaptar la información y escala propias de la metodología europea al territorio a analizar, y considerar la planificación. Con ello se establece una comparación entre la protección derivada del planeamiento y los niveles de riesgo emanados del resto de los componentes involucrados.

Con esa finalidad, se analiza el proyecto europeo y adapta a una región concreta, la Comunidad de Madrid (España), para posteriormente incorporar el factor de planificación como nueva presión antrópica ejercida sobre los ecosistemas. Pese a tratarse como un estudio de caso, la metodología desarrollada presenta la suficiente flexibilidad para adaptarse a diferentes territorios que, en función del nivel de detalle de la información que dispongan, podrían proceder de manera similar a la planteada.

II. MARCO TEÓRICO

Los servicios ecosistémicos se entienden como los beneficios que los seres humanos obtienen del medio ambiente (Millennium Ecosystem Assessment, 2004), y abordarlos en las ciudades requiere una combinación de herramientas de monitoreo socioeconómico y ambiental en la que los ecosistemas pueden servir como marco para lograr esa combinación (Maes *et al.*, 2014). Estos ecosistemas están conformados por la interacción de comunidades de organismos vivos con el entorno abiótico, mientras que la biodiversidad sustenta el funcionamiento de estos y les permite ser resilientes frente al cambio global (Harrison *et al.*, 2014; Linney, Henrys, Blackburn, Maskell y Harrison, 2020).

A pesar del creciente interés por utilizar el concepto de servicios ecosistémicos como medio para transferir conocimientos de las ciencias ambientales a los tomadores de decisiones y planificadores (Haase *et al.*, 2014; Hassan, 2005; Kumar, 2012; United Nations, 2017)), solo se han dado pasos iniciales en estudios/planes para realizar evaluaciones integradas sobre los vínculos entre las funcionalidades urbanas y los aspectos ambientales (Guerry *et al.*, 2015; Simón Rojo, Zazo Moratalla, Alonso y Jiménez, 2014), y la integración de este conocimiento en la práctica de la planificación sigue siendo un desafío, en particular en áreas urbanas donde las problemáticas referentes a la sostenibilidad no están integradas en las estrategias de planificación (Artmann, 2014). Mientras, el agotamiento de los recursos, tanto energéticos como materiales, o los efectos de fenómenos climáticos extremos ponen en peligro nuestra supervivencia (Fernández Durán y González Reyes, 2014; Sala *et al.*, 2000) y, aunque internacionalmente 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 (Everard, Johnston, Santillo y Staddon, 2020; United Nations, 2018), no se están produciendo grandes avances desde el campo de la planificación.

Impacto antrópico sobre ecosistemas y sus efectos en la capacidad de provisión de servicios

Es difícil evaluar las diferentes presiones, tendencias e impactos correspondientes a cada ecosistema debido a la falta de datos específicos. Por ello, se asocian y valoran atendiendo a los cinco grandes grupos de acciones (transformación del hábitat, cambio climático, sobreexplotación de los recursos, introducción de especies exóticas invasoras y contaminación y enriquecimiento de nutrientes) identificadas por el Millennium Ecosystem Assessment (2004). Esta metodología, no se pronuncia sobre la presión urbanística o el papel de conservación que tiene el planeamiento.

Las presiones mencionadas pueden ayudar a evaluar las condiciones de nuestros ecosistemas y los efectos que tienen

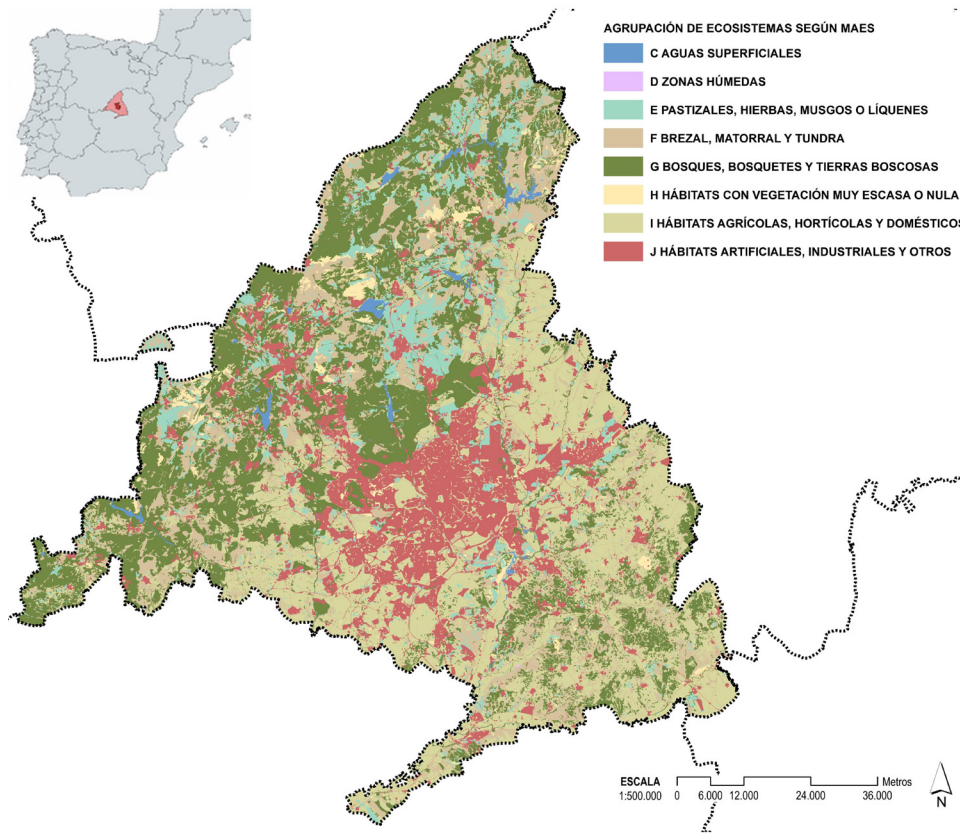


Figura 1. Identificación de la Comunidad de Madrid dentro de España y sus principales ecosistemas. Fuente: Elaboración del autor a partir de datos de los proyectos CORINE y EUNIS.

sobre sus atribuciones. No importa quiénes seamos o dónde vivamos, nuestro bienestar depende de la forma en que funcionan los ecosistemas. Lo más obvio es que los ecosistemas pueden proporcionarnos cosas materiales que son esenciales para nuestra vida, como alimentos, agua o medicinas. Aunque otros beneficios que obtenemos de los ecosistemas se pasan por alto fácilmente, también juegan un papel importante en la regulación de donde vivimos. Estos pueden ayudar con la regulación climática (Ghaley, Vesterdal y Porter, 2014), asegurar el flujo de agua limpia (Stürck Poortinga y Verburg, 2014), regular el ciclo del agua (McGrane, 2016), protegernos de inundaciones (McGranahan, Balk y Anderson, 2007) u otros peligros como la erosión del suelo, deslizamientos de tierra y tsunamis (Gómez-Baggethun y Barton, 2013). Además, pueden contribuir a nuestro bienestar espiritual, a través de su importancia cultural o las oportunidades que brindan para la recreación y el disfrute de la naturaleza (Haines-Young y Potschin, 2012; Sandifer, Sutton-Grier y Ward, 2015). Esta información puede ser muy útil para formular políticas urbanísticas concretas, identificando, por ejemplo, aquellas zonas que deberían incorporarse a la protección por sus aportes ecosistémicos o por su mayor

vulnerabilidad a los cambios. Ahora bien, para llevar a cabo una adecuada interpretación del mapeado de estas cuestiones, es necesario también incorporar los posibles desarrollos futuros contemplados en la planificación.

III. ESTUDIO DE CASO

La Comunidad de Madrid (España) se define, urbanísticamente, 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 y Morcillo Álvarez, 2020; Valenzuela Rubio, 2010). En la actualidad, sus principales problemas ambientales provienen de la conflictividad entre la población, el desarrollo de sus diversas actividades, el propio territorio donde se realizan y la presión inmobiliaria existente, sobre todo en el área metropolitana. La forma tradicional de intentar paliar esta conflictividad, sin dejar de lado el desarrollo socioeconómico ni la protección del medioambiente, fue a través de la planificación

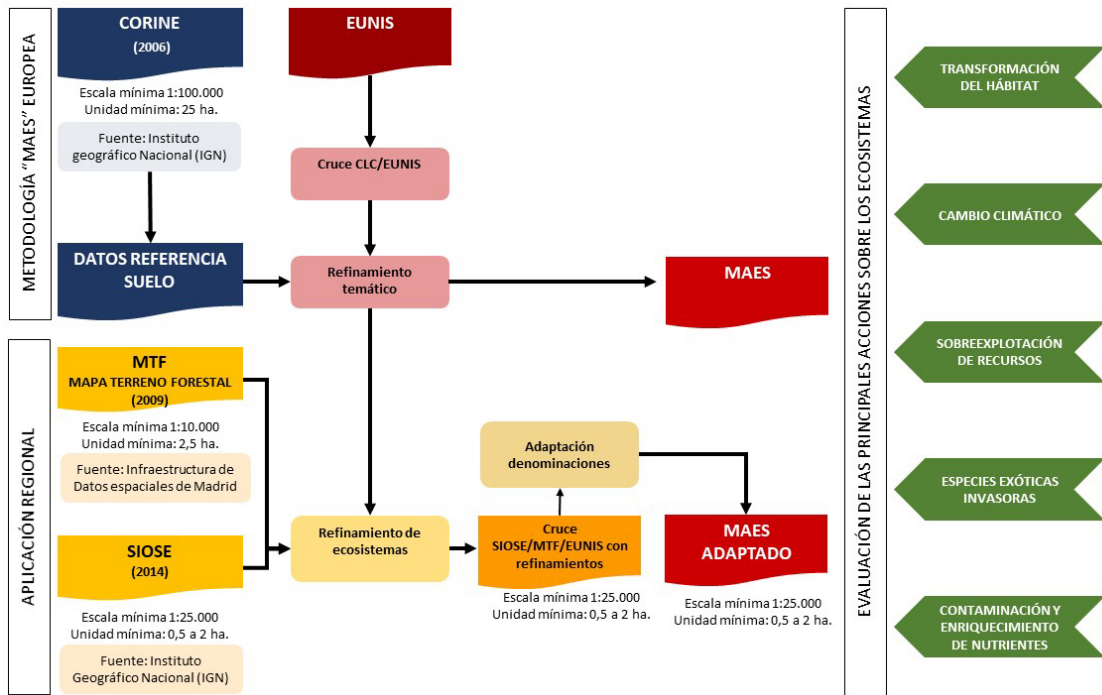


Figura 2. Comparativa del esquema metodológico MAES y su adaptación territorializada. Fuente: Elaboración de los autores

y la evaluación ambiental. Las principales características que cumple este caso y que favorecen su interpretación son su escala provincial y adecuado tamaño (802.200 ha), el elevado número de población afectada (6,685 millones a enero de 2020), la existencia de 8 ecosistemas según la agrupación de hábitats del *European Nature Information System* (EUNIS) y la no presencia de ecosistemas marinos, que se encuentran menos desarrollados por la metodología europea que se quiere adaptar (Figura 1).

IV. METODOLOGÍA

La consideración del planeamiento como un factor complementario de presión sobre los ecosistemas supone visibilizar un nuevo riesgo no considerado hasta el momento por la metodología de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) respecto de esta temática. A fin de llevar a cabo el estudio que aquí se expone e integrar el citado factor en la evaluación es necesario trabajar a una escala donde el planeamiento se rija por las mismas reglas y cuya información sea accesible, como es el caso de la Comunidad de Madrid.

El primer paso es homologar y complementar la metodología europea al caso nacional con la adecuación de escala necesaria.

Para ello, se utiliza la información disponible del Instituto Geográfico Nacional y del servidor de Infraestructuras de Datos Espaciales de Madrid. Ambos facilitan información abierta que puede ser tratada con aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Este proceso comienza con *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services* (MAES) que identifica 12 tipos ecosistémicos (Maes *et al.*, 2013) y que evalúa cada acción descrita por la EEA con el objetivo de analizar los problemas ambientales e identificar medidas para resolverlos. Estos tipos de conforman por agrupaciones de ecosistemas contemplados en el *European Nature Information System* (EUNIS), cuya clasificación busca la identificación de todos los hábitats, partiendo de la información de usos del suelo facilitada por el Corine Land Cover (CLC) y las cartografías de diferentes hábitats. La aplicación de este análisis a una escala superior presenta cinco problemas: escala de referencia, unidad mínima cartografiada, simplificación jerárquica, falta de información natural a escala regional y un acceso libre sólo posible en formato ráster, que no se adapta a la cartografía local vectorial de detalle por el tamaño de celda de resolución.

Para que los datos disponibles sobre aportes ecosistémicos y su comparación con las protecciones urbanísticas tengan una

Riesgo de reducción de aportes ecosistémicos por las presiones detectadas por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Ecosistema MAES	Sup. (Ha)	% Total	Transform. del hábitat	Cambio climático	Sobreexpl. recursos	Especies exóticas invasoras	Contam. y enriquec. Nutrientes
Urbano	120.885	15,07	Muy alto	Moderado	Bajo	Alto	Muy alto
Tierras de cultivo	222.907	27,79	Muy alto	Moderado	Alto	Moderado	Muy alto
Pastizales	63.633	7,93	Alto	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo
Bosques y bosquetes	231.106	28,81	Alto	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado
Brezales, arbustos y tierras con escasa vegetación	156.897	19,56	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado	Bajo
Humedales	62	0,01	Muy alto	Moderado	Alto	Moderado	Muy alto
Ríos y lagos	6.709	0,84	Muy alto	Moderado	Alto	Moderado	Muy alto
Total Comunidad Madrid	802.200	100,00					

Tabla 1. Riesgo de reducción de aportes ecosistémicos por las presiones detectadas por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, atendiendo a la clasificación de ecosistemas. MAES. Fuente: Elaboración de los autores.

mayor fiabilidad, se planea adaptarla a la información disponible en un territorio concreto. Así, se reclasifican las categorías del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) que ayuda a la delimitación de los ecosistemas e incorpora con mejor aproximación elementos que fraccionan los hábitats, tales como infraestructuras de comunicación o energéticas gracias a su escala.

Con el propósito de completar esta cartografía, se adaptan los 46 tipos de suelo identificados por el SIOSE a los 12 ecosistemas principales del proyecto MAES. La asignación no es directa pues las categorías CLC difieren de las SIOSE y es necesario incorporar la información del Mapa del Terreno Forestal de la Comunidad de Madrid (MFE) que precisa los ecosistemas de tierras de cultivo, pastizales, bosques y bosquetes, brezales y arbustos (Figura 2). Una vez realizado este proceso, se obtiene una cartografía SIOSE en la que se pueden asignar las unidades ecosistémicas EUNIS con mayor detalle que en el cruce CLC/EUNIS europeo.

El siguiente paso es medir el riesgo de reducción de aportes ecosistémicos por las presiones detectadas por la EEA (European Environment Agency, 2017) en el caso de estudio. Para ello, las 44 coberturas identificadas por el SIOSE se agrupan en 20 ecosistemas EUNIS que se traducen en 8 unidades ecosistémicas MAES. De esta forma, cada unidad ecosistémica puede ser evaluada atendiendo a las presiones ejercidas según los criterios

del proyecto y, dado que los demás aspectos asociados están mapeados, es posible territorializar la afección (Tabla 1).

De forma paralela, se analiza el planeamiento autonómico. Este se caracteriza por tres niveles de formulación: el planeamiento territorial, los suelos condicionados por la legislación y, el planeamiento municipal, en el cual los diferentes ayuntamientos han apostado por un modelo concreto de desarrollo y protección del suelo acorde con la legislación de suelo imperante.

Con esta información se realiza el cuarto paso metodológico que consiste en comparar los niveles de riesgo de reducción de aportes ecosistémicos con la planificación urbanística de la Comunidad de Madrid. Del cruce de los suelos previstos para el desarrollo no afectados por ninguna legislación sectorial que impida su desarrollo con los hábitats más vulnerables a los impactos, surgen aquellos suelos que deberán ser considerados especialmente por el planeamiento municipal en el momento de su revisión dado que mantener su desarrollo previsto pondría en grave situación la continuidad de las aportaciones ecosistémicas de estos suelos.

La superposición de estos ecosistemas con la planificación permite identificar la Vulnerabilidad Ecosistémica según el Planeamiento (VEP) que sería el último paso de la metodología.

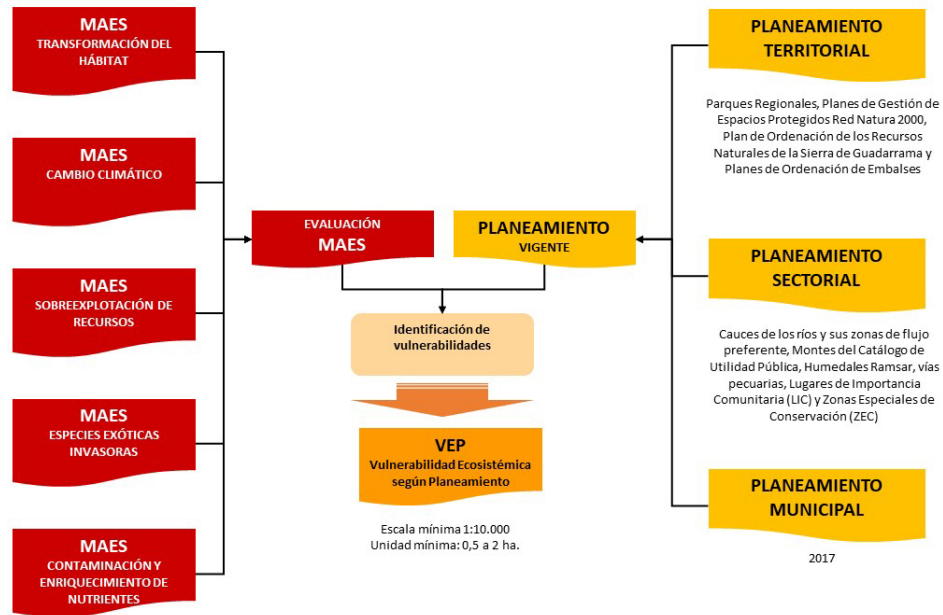


Figura 3. Integración del planeamiento en la adaptación territorializada de la metodología MAES. Fuente: Elaboración de los autores.

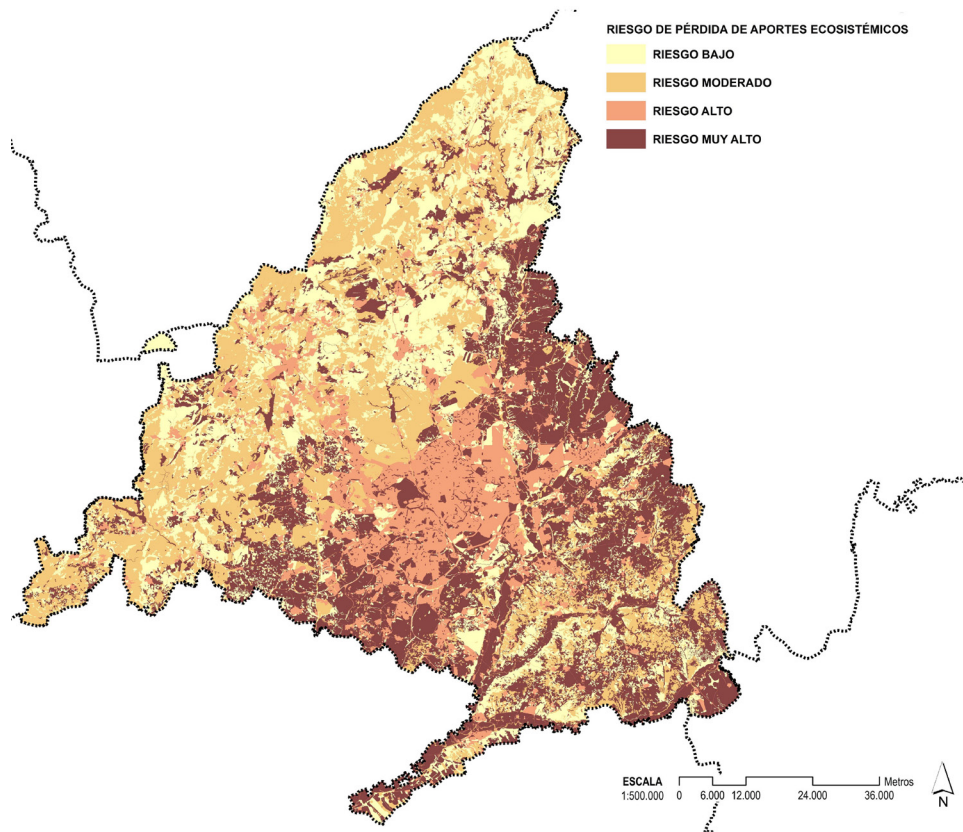


Figura 4. Territorialización del impacto de las actuaciones detectadas por los Ecosistemas del Milenio a través de la adaptación de la metodología MAES. Fuente: Elaboración de los autores.

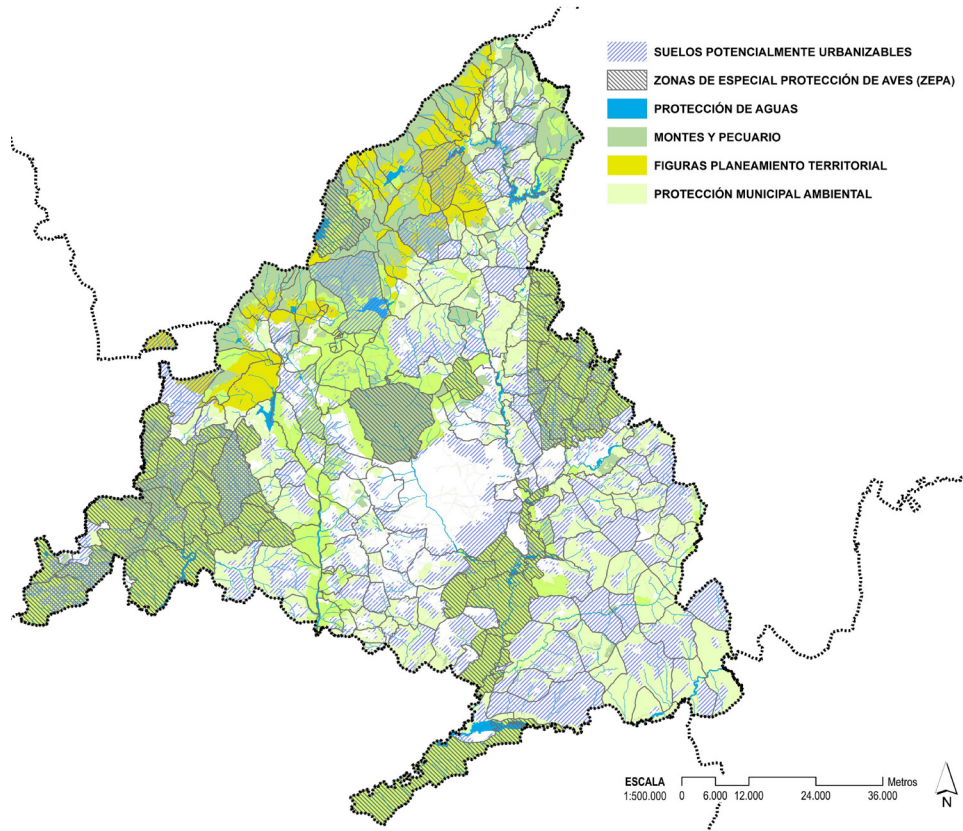


Figura 5. Territorialización de las protecciones sectoriales y figuras de planificación territorial con consideraciones ambientales. Fuente: Elaboración de los autores a partir de información del Sistema de Información Territorial de la Comunidad de Madrid.

Estos suelos se definen como aquellos que, teniendo una alta o muy alta sensibilidad a los efectos de las acciones planteadas sobre la biodiversidad, además carecen de una protección adecuada por parte de la regulación urbanística permitiéndose en ellas usos que perjudicarían más esa condición (Figura 3).

V. RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos, es posible indicar que el territorio cuyos ecosistemas sufren mayores presiones coincide con los ecosistemas urbanos, cultivos, humedales y ríos. Según la proyección, los efectos se notarán principalmente en la parte central y sur de la Comunidad. Los efectos del cambio climático serán moderados o bajos, y los suelos urbanizados, las zonas de cultivo, los humedales y los ríos, las que sufrirían más los cambios de temperatura y flujo de precipitaciones, como también eventos extremos e incendios en el medio rural. Las zonas donde la sobreexplotación de recursos podría ser más

acusada son las tierras de cultivo, los humedales, lagos y ríos donde la intensificación agrícola mediante el cultivo intensivo y la sobreexplotación de cultivos y aguas subterráneas ya están haciendo notar sus primeros efectos. Atendiendo a los riesgos potenciales que implicaría la introducción de especies exóticas, el mayor peligro se localiza en las zonas urbanas, mientras que los efectos de la contaminación y enriquecimiento de los nutrientes perturbarían especialmente a los ecosistemas urbanos, de cultivo, humedales, lagos y ríos. La simultaneidad de estas cinco acciones permite graduar el grado de vulnerabilidad de estos ecosistemas en la Figura 4.

Por otro lado, la territorialización resultante de las diferentes protecciones derivadas de la legislación sectorial, las figuras de planificación territorial o el planeamiento municipal puede apreciarse en la Figura 5. La consideración general de estas cuestiones, sin introducirnos en sus regulaciones concretas de usos ni en entrar a valorar lo adecuado de estos, implicaría una alta protección del territorio, con el 66,43% del suelo con algún tipo de protección. El principal problema de las figuras

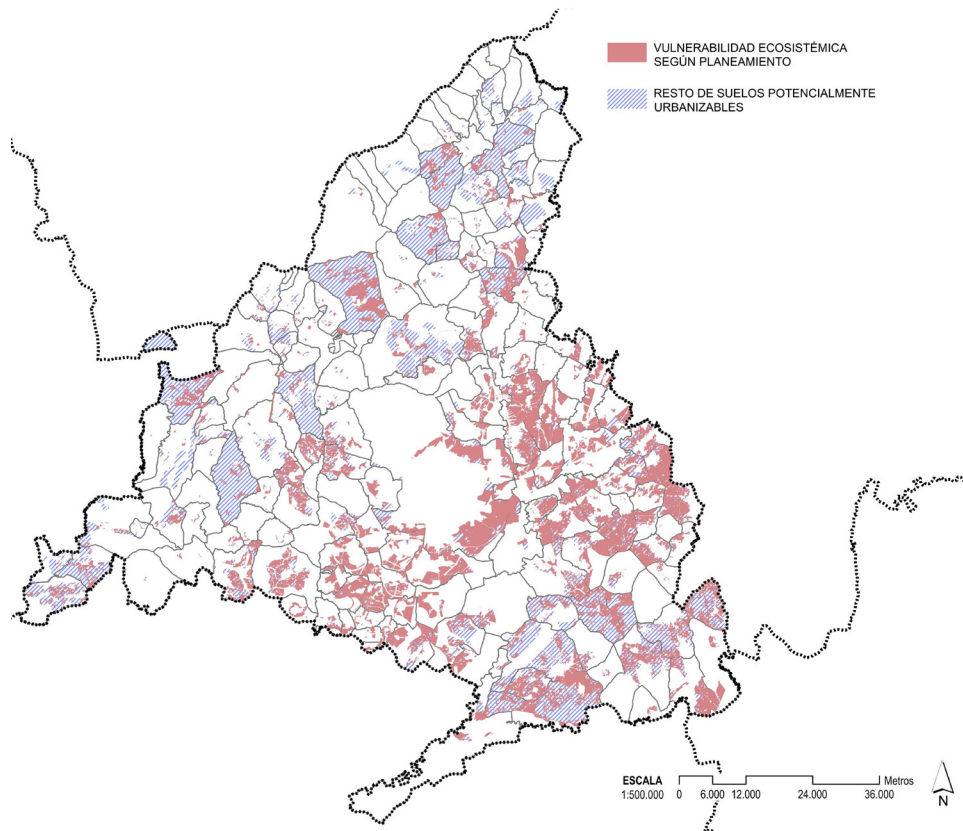


Figura 6. Vulnerabilidad ecosistémica según el planeamiento. Fuente: Elaboración de los autores.

de planeamiento territorial es que, pese a su denominación, contemplan algunos crecimientos heredados como ocurre en el caso del PORN de la Sierra de Guadarrama.

Resta la consideración de los desarrollos propuestos para identificar los VEP. Estos tienen una extensión de 239.513 ha, equivalentes a un 29,86% del territorio. De esta superficie, un 62,61% tendría una vulnerabilidad ecosistémica alta o muy alta, según el planeamiento, y se pondría en riesgo la aportación de sus recursos ecosistémicos con su ejecución, perjudicando la habitabilidad no sólo de estos futuros desarrollos sino también de los suelos ya urbanizados (Figura 6).

VI. DISCUSIONES

La toma en consideración tanto de la capacidad de adaptabilidad como de la reducción de consumos necesarias para llevar a cabo un desarrollo urbanístico o determinar la necesidad de protección de un determinado territorio

requiere identificar los componentes del modelo territorial que determinan su capacidad resiliente. No hacerlo puede poner en riesgo el mantenimiento del bienestar humano y el desarrollo económico y social de la región. Esta resiliencia podría definirse como la capacidad de un sistema para mantenerse, o regresar a las funciones deseadas ante una perturbación, para adaptarse al cambio y para transformar los sistemas que limitan la capacidad de adaptación actual o futura (Meerow, Newell y Stults, 2016) y debería formar parte, tanto de la planificación urbanística como de las políticas territoriales, urbanas y de habitar de los próximos años. Pero, para ello, es necesario conocer los principales problemas a los que se enfrenta cada territorio en función de su realidad física y natural.

La tendencia a la urbanización global ha provocado un claro desequilibrio entre el mundo rural y el urbano; tendencia que sigue siendo alentada por la carestía de trabajo, una nueva crisis económica o una creciente falta de cobertura de las necesidades básicas en algunas regiones (Córdoba Hernández y García-Burgos Pérez, 2020; HIC-AL/Grupo de trabajo de PSH, 2017).

Si estos aspectos condicionan de por sí y claramente la práctica de la planificación, otros vectores menos controlables como los desplazamientos recientes derivados de problemas ambientales y de situaciones de riesgo causadas por del cambio climático (Oyedeji, 2017) incrementan los factores resilientes a valorar. Asuntos no baladíes, si se tienen en cuenta las previsiones que estiman que más de 143 millones de personas podrían verse obligadas a trasladarse dentro de sus propios países para escapar de estas amenazas (Rigaud *et al.*, 2018).

El diseño e implementación de estrategias y planes de acción para la preservación de los ecosistemas, el uso de herramientas de planificación basadas en evidencia para diseñar redes de áreas de conservación y conectividad de estos, es fundamental para la gestión integrada del medio natural, como también para aumentar la resiliencia de estos territorios ante los efectos adversos que puedan seguir llegando. En este sentido, la legislación vigente de suelo debería ser la encargada de regular el planeamiento en este territorio, salvaguardando de actividades propias del suelo urbano; aquellos suelos sometidos a regímenes especiales de protección incompatible con su transformación conforme al planeamiento regional, la legislación sectorial o sus valores.

Por lo anterior, apostar por la construcción de una red ecológica coherente multiescalar mediante la mejora y fortalecimiento de la infraestructura verde europea, atendiendo directamente al mandato del Objetivo 2 de la *Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2020* (Unión Europea, 2011), orientada a la mejora y mantenimiento de los ecosistemas creando una infraestructura verde transfronteriza, puede ser una solución a las problemáticas aquí analizadas. Esa red enlazaría, asimismo, con la necesidad de establecer vínculos a diferentes escalas: continentales, nacionales, regionales y locales.

A la citada estrategia, se ha sumado a finales de 2020 la *Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas nacional* (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020), que tiene como objetivos proteger la naturaleza, fortalecer la resiliencia ecológica, promover un crecimiento hipocarbónico que utilice los recursos de forma eficiente y reducir las amenazas para la salud y el bienestar humanos asociadas a la contaminación, las sustancias químicas y el impacto del cambio climático, en coherencia con el *VII Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente, Vivir bien respetando los límites de nuestro planeta* (European Commission, 2013) y alineándose con los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (United Nations, 2018).

De acuerdo con la Comisión Europea, la infraestructura verde es una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos, y de los que podrían perfectamente formar parte los ecosistemas más vulnerables identificados con esta metodología.

Para llevar esta labor a cabo se hace necesario reducir o no incrementar la vulnerabilidad detectada. Esta vulnerabilidad debería ser considerada en los procedimientos de evaluación ambiental demandada normativamente por la legislación de suelo.

Desde esta perspectiva, contar con información completa y confiable sobre el estado de los ecosistemas y sus servicios, y profundizar en el seguimiento y monitoreo de los cambios que puedan producirse, se torna esencial para saber si se han alcanzado o no los objetivos de la evaluación ambiental estratégica y si estamos cumpliendo nuestros compromisos internacionales, no sólo referidos a la mitigación y adaptación al cambio climático, sino también a la preservación del valioso medio natural que nos rodea.

El desarrollo en estos ámbitos puede contribuir a respaldar la implementación de la legislación ambiental, la integración de objetivos conservación ambiental en el sector políticas y el desarrollo, y realizar todos aquellos cambios que fuesen precisos para alcanzar dichos planteamientos. En este contexto, se debería apostar por la conservación más que por la preservación, pese a ser conceptos que a menudo se tratan indistintamente. Sin embargo, la diferencia es notable si queremos atender a nuestras necesidades futuras. Así, mientras el primero de los términos supone la defensa presente y futura, y la preservación tan sólo supone una protección ante lo que pueda pasar en el futuro, pero no implica necesariamente que se desarrolle alguna acción determinada cuando ese futuro llegue.

Ahondando en este tipo de estudios, la identificación y cartografía de los ecosistemas podría utilizarse para definir espacialmente interacciones entre diferentes espacios, priorizar acciones de conservación y protección de nuestro patrimonio o minimizar las compensaciones entre los servicios de los ecosistemas.

VII. CONCLUSIONES

Con la presente investigación se pone en relieve la importancia del mapeo tanto de los efectos de determinadas acciones sobre los ecosistemas como del propio planeamiento y las diversas afecciones territoriales derivadas de la legislación sectorial para diagnosticar la situación actual, ante los retos y la incertidumbre de sus efectos sobre la planificación urbana en el contexto actual. Si bien el proyecto europeo atiende a la primera de las cuestiones para la evaluación del riesgo de los ecosistemas, también es cierto que la presión urbanizadora es difícil de integrar a esa escala y precisa de un contexto nacional o autonómico. La inclusión del planeamiento en estas valoraciones puede resultar de suma importancia para establecer adecuadamente los futuros usos del territorio y su puesta en valor, de modo que la identificación de los suelos

más vulnerables ecosistémicamente, según el planeamiento, tengan una adecuada conservación.

Este mapeo debe identificar y delimitar la extensión espacial de diferentes ecosistemas mediante la integración espacial de datos cualitativos sobre la cobertura terrestre y sus características ambientales. Además, en busca de una mayor conservación de los ecosistemas, se debe evaluar su estado, analizando las principales presiones, valorar los vínculos entre sus condiciones, calidad y biodiversidad, y establecer cómo afecta a la capacidad del ecosistema proporcionar sus servicios. Finalmente, será posible 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 valía por sus valores naturales o paisajísticos, sino también atendiendo a sus aportaciones de bienes-servicios.

La información sobre la presión a determinados ecosistemas puede ayudar a evaluar esta capacidad de provisión de servicios. De ese modo, es esencial informar de las políticas para reducir estas presiones, así como evitar traspasar niveles críticos de presión capaces de provocar una alteración radical en el ecosistema con introducción y/o desaparición de especies o un cambio en su nivel de resiliencia. Por ello, antes de llegar a esa situación, se ha de trabajar en la prevención y cuidado de estas áreas con las herramientas apropiadas que cada país o región aporte. Una de estas herramientas es el planeamiento urbanístico que, en el caso español, debe buscar la eficacia de las medidas de conservación y mejora del medio natural, preservar los valores del suelo cuya transformación sea injustificada para atender las necesidades de transformación urbanística o minimizar la contaminación del aire, el agua o el subsuelo, según establece su propia legislación. La inclusión del planeamiento como tal debe ser una labor a realizar por cada uno de los países o regiones, pues las diferenciaciones entre estos dificultarían mucho la tarea de homogenización a nivel europeo, corriéndose el riesgo de la simplificación. Con todo, la metodología propuesta abre nuevos caminos en este sentido, pudiéndose adaptar de manera sencilla en otros contextos territoriales, tanto autonómicos como provinciales en el caso español, como con otras figuras administrativas a nivel internacional.

Dada la singularidad del trabajo del planificador, por los condicionantes implícitos que implica la propia clasificación del suelo, la mayor definición de impactos que envuelve el cambio metodológico debería ayudar a los Ayuntamientos en el cumplimiento adecuado de estas disposiciones. En definitiva, el análisis sobre el riesgo de disminuir las aportaciones de los ecosistemas debería formar parte de la Evaluación Ambiental Estratégica del planeamiento. Con ello se podría conformar una red verde estratégica que contemplase el establecimiento de puntos de control o indicadores de seguimiento de su

estado y nivel de estrés; todo lo cual permitiría tener un análisis más pormenorizado de la situación de vulnerabilidad de los ecosistemas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artmann, M. (2014). Institutional efficiency of urban soil sealing management - From raising awareness to better implementation of sustainable development in Germany. *Landscape and Urban Planning*, 131, 83-95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.07.015>

Córdoba Hernández, R. y García-Burgos Pérez, A. (2020). Urbanización inclusiva y resiliente en asentamientos informales Ejemplificación en Latinoamérica y Caribe. *Bitacora Urbano Territorial*, 30(2), 61-74. Universidad Nacional de Colombia. DOI: <https://doi.org/10.15446/BITACORA.V30N2.81767>

Córdoba Hernández, R. y Morcillo Álvarez, D. (2020). Territorial frame of space production in the functional region of Madrid. *Ciudades*, 23, 71-93. DOI: <https://doi.org/10.24197/CIUDEDES.23.2020.71-93>

European Commission (2013). Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta. *VII PMA – Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2020*. Recuperado de http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_es.htm

European Environment Agency (2017). Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices. *EEA Report*, (15). Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>

Everard, M., Johnston, P., Santillo, D. y Staddon, C. (2020). The role of ecosystems in mitigation and management of Covid-19 and other zoonoses. *Environmental Science and Policy*, 111, 7-17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.017>

Fernández Durán, R. y González Reyes, L. (2014). *En la espiral de la energía*. Libros en Acción/Baladre. Recuperado de <https://www.ecologistasenaccion.org/29055/libro-en-la-espiral-de-la-energia/>

Gardi, C., Panagos, P., Van Liedekerke, M., Bosco, C. y De Brogniez, D. (2015). Land take and food security: assessment of land take on the agricultural production in Europe. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(5), 898-912. DOI: <https://doi.org/10.1080/09640568.2014.899490>

Ghaley, B. B., Vesterdal, L. y Porter, J. R. (2014). Quantification and valuation of ecosystem services in diverse production systems for informed decision-making. *Environmental Science and Policy*, 39, 139-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.08.004>

Gómez-Baggethun, E. y Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>

Guerry, A. D., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G. C., Griffin, R., ... y Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(24), 7348-7355. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>

Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J., ... y Elmqvist, T. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. *Ambio*, 43(4), 413-433. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0504-0>

Haines-Young, R. y Potschin, M. (2012). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En Raffaelli, D. G. y Frid, C. L. J. (Eds.), *Ecosystem Ecology* (pp. 110-139). Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511750458.007>

- Harrison, P. A., Berry, P. M., Simpson, G., Haslett, J. R., Blicharska, M., Bucur, M., ... y Turkelboom, F. (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services*, 9, 191-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.05.006>
- Hassan, R. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Millennium Ecosystem Assessment. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/en/Condition.html#download>
- Hernández Aja, A. Aparicio Mourel, Á., Gómez García, M. V., González García, I., Córdoba Hernández, R., Díez Bermejo, A., ... y Picardo Costales, L. (2020). *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Recuperado de <http://oa.upm.es/63377/>
- HIC-AL/Grupo de trabajo de PSH. (2017). *Utopías en construcción. Experiencias latinoamericanas de producción social del hábitat*. HIC-AL. <http://autogestao.unmp.org.br/artigos-e-teses/utopias-en-construccion-experiencias-latinoamericanas-de-produccion-social-del-habitat/>
- Huemann, M., Schueler, G., Mueller, C., Schneider, R., Johst, M. y Caspari (2011). Identification of runoff processes - The impact of different forest types and soil properties on runoff formation and floods. *Journal of Hydrology*, 409(3-4), 637-649. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.08.067>
- Hurlimann, A. C. y March, A. P. (2012). The role of spatial planning in adapting to climate change. En *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(5), 477-488. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.183>
- Koukoui, N., Gersonius, B., Schot, P. P. y Van Herk, S. (2015). Adaptation tipping points and opportunities for urban flood risk management. *Journal of water and climate change*, 6(4), 695-710. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2015.093>
- Kumar, P. (Ed.) (2012). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Londres: Routledge Taylor and Francis Group. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781849775489>
- Linney, G. N., Henrys, P. A., Blackburn, G. A., Maskell, L. C. y Harrison, P. A. (2020). A visualization platform to analyze contextual links between natural capital and ecosystem services. *Ecosystem Services*, 45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101189>
- Maes, J. Teller, A., Erhard, M., Liqute, C., Braat, L., Berry, P., ... y Hauck, J. (2013). An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Luxemburgo: European Environment Agency / Publications office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2779/12398>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Murphy, P., Paracchini, M. L., Barredo, J. I., ... y Lavalle, C. (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*. Recuperado de https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf
- Mcgranahan, G., Balk, D. y Anderson, B. (2007). The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, 19(1), 17-37. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956247807076960>
- Mcgrane, S. J. (2016). Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Sciences Journal*, 61(13), 2295-2311. DOI: <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084>
- Meerow, S., Newell, J. P. y Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. En *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Millennium Ecosystem Assessment (2004). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. *Choice Reviews Online*, 41(08), 41-4645-41-4645. DOI: <https://doi.org/10.5860/choice.41-4645>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). *Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/images/es/borradoreivcre_infopublica_tcm30-497133.PDF
- Oyediji, K. (2017). Natural disasters. *Virginia Quarterly Review*, 93(1), 159-166. DOI: <https://ourworldindata.org/natural-disaster>
- Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., ... y Midgley, A. (2018). *Groundswell: preparing for internal climate migration (Vol. 2): Main report*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.7916/D8Z33FNS>
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... y Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Sandifer, P. A., Sutton-Grier, A. E. y Ward, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.007>
- Simón Rojo, M., Zazo Moratalla, A., Alonso, N. M. y Jiménez, V. H. (2014). Pathways towards the integration of periurban agrarian ecosystems into the spatial planning system. *Ecological Processes*, 3(13), 16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13717-014-0013-x>
- Stürck, J., Poortinga, A. y Verburg, P. H. (2014). Mapping ecosystem services: The supply and demand of flood regulation services in Europe. *Ecological Indicators*, 38, 198-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.010>
- Unión Europea (2011). *Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. DOI: <https://doi.org/10.2779/40184>
- United Nations (2017). *System of Environmental-Economic Accounting 2012*. DOI: <https://doi.org/10.5089/9789211615630.069>
- United Nations (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Valenzuela Rubio, M. (2010). La planificación territorial de la región metropolitana de Madrid. Una asignatura pendiente. *Cuadernos Geográficos*, 47, 95-129. DOI: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v47i0.603>