

# CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

## Relación de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* y el planeamiento urbanístico madrileño

Detección de recursos ecosistémicos en el territorio





**Autor Principal:** Rafael Córdoba Hernández (Universidad Politécnica de Madrid)

# 1. TÍTULO. RELACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO Y EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO MADRILEÑO

## 2. PALABRAS CLAVE

Planeamiento, resiliencia, servicios ecosistémicos, territorio, vulnerabilidad ecosistémica.

## 3. RESUMEN

Los servicios ecosistémicos son indispensables para el mantenimiento y fortalecimiento de nuestras ciudades en la crisis ambiental actual. Sin embargo, la urbanística no está evaluando adecuadamente esta potencialidad. La convivencia de ambos aspectos da como resultado la *Vulnerabilidad Ecosistémica según el Planeamiento* (VEP). Esta permite identificar aquellos suelos que, teniendo una mayor sensibilidad a los efectos de diversas acciones sobre la biodiversidad, además carecen de una protección adecuada por parte del planeamiento urbanístico, permitiéndose en ellas usos que perjudicarían más esa condición. 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.

Por ello esta investigación parte de la *Iniciativa de Evaluación de Ecosistemas y sus Servicios* europea, y la adapta a un estudio de mucha menor escala como es el área metropolitana de la Comunidad de Madrid. Mediante la adecuación de las clasificaciones de los ecosistemas facilitados por la *European Nature Information System* al *Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España* se solventan una serie de dificultades que conllevaría trabajar directamente con la metodología europea a nivel autonómico o municipal. Problemas que surgen en la adaptación a territorios de menor superficie que los usados en el programa europeo como la escala de referencia, la unidad mínima cartografiable, la simplificación jerárquica del CLC o la falta de incorporación de otra posible información natural disponible. De este modo, la VEP puede confrontar los efectos en la transformación del hábitat, cambio climático, sobreexplotación de los recursos, introducción de especies exóticas invasoras y contaminación y enriquecimiento de nutrientes ante los retos en Madrid y la incertidumbre de sus efectos sobre la planificación urbana. con el planeamiento municipal y los condicionantes de protección de la legislación sectorial.

## 4. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ya no podemos hablar del inicio del agotamiento de los recursos energéticos ni materiales, ni de pequeños incidentes climáticos ni de primeros síntomas en la pérdida de biodiversidad. La realidad ha hecho que nos tengamos que enfrentar de manera inmediata a estos hechos y no podamos seguir postergando nuestras decisiones para atenuar los efectos de la crisis global de recursos, del cambio climático o la constante pérdida de biodiversidad que sufre nuestro planeta.

Asumido que los cambios ya no están por llegar, sino que han llegado, se hace imperioso saber o analizar cómo vamos a afrontarlos desde la sociedad. De este modo toma especial importancia el concepto de resiliencia que se podría definir como la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones y reorganizarse mientras experimenta el cambio.

La resiliencia, como concepto, se está introduciendo en nuestro vocabulario cotidiano y se aplica cada vez más al ámbito territorial. Parte de la inclusión de este dentro nuestro quehacer diario proviene del creciente interés de nuestra sociedad por comprender y asumir las importantes amenazas que nos va a suponer el cambio climático y cómo vamos a tener que adaptarnos a ellas y a otros peligros (Barros et al., 2014; Field et al., 2014; World Bank, 2019). Así, a medida que el cambio climático contribuye a desastres más grandes y duraderos, incidentes de amenazas más frecuentes y eventos climáticos más extremos, se espera que aumente la discusión y el interés en la resiliencia urbana (Méndez García del Valle, 2012; Metzger & Robert, 2013; Shamsuddin, 2020). De este modo podemos encontrar como diferentes autores entrelazan estas cuestiones concluyendo que la combinación de amenazas y urbanización atraerá mayor atención sobre cómo los territorios pueden ser más resistentes y cómo se están enfrentando a ello (Córdoba Hernández et al., 2020; Hernández Aja et al., 2020; Ritchie & Roser, 2019).

En este estudio, cuando se refiere a la resiliencia de un territorio, se estaría haciendo mención a la capacidad de un sistema urbano 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 (Córdoba Hernández & Pérez García-Burgos, 2020; HIC-AL/Grupo de trabajo de PSH, 2017; Meerow et al., 2016).

Precisamente, para favorecer la resiliencia de nuestros territorios, el papel de nuestras políticas, si ya tradicionalmente tenía su relevancia en este contexto, debe adquirir un papel más significativo y regulatorio. Esta es la razón de que algunas políticas internacionales fijen claros objetivos como el mantenimiento y mejora de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos mediante infraestructuras verdes o su restauración (Baxendale & Buzai, 2019; Comisión Europea, 2011). Así, en el caso español la reciente aprobación de *la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas* (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020a) persigue el objetivo de 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 atendiendo al VII Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente *Vivir bien respetando los límites de nuestro planeta* (Comisión-Europea, 2013). Esta política ambiental, además se encuentra alineada con el *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica* (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica

(SCDB), 2010) que persigue salvar a la diversidad biológica y de mejorar los beneficios que de ella obtienen las personas, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2017).

Cuestión fundamental puesto que, a nivel global, estamos alterando la composición de las comunidades biológicas mediante múltiples actividades que modifican tanto las propiedades de los ecosistemas como los bienes-servicio que nos proporcionan. Con ello se ignora el papel de la biodiversidad y los recursos naturales como elementos fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano, y el desarrollo económico y social de una región. Esto 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 investigación parte de la hipótesis de que la metodología europea de evaluación de ecosistemas da las principales claves para aumentar la protección urbanística desde planeamiento, pero esta debe ser adaptada a la información y escala propias del territorio donde se quiera implantar no siendo la escala europea la adecuada para analizar regiones concretas de los estados miembros. Para ello se analiza la *Iniciativa de Evaluación de Ecosistemas y sus Servicios* y adapta a las singularidades del área metropolitana madrileña y posteriormente se compara con el planeamiento territorial y la legislación vigente en ese espacio.

## 5. METODOLOGÍA

Para la localización de los suelos del área metropolitana madrileña más sensibles a las acciones que se producen sobre los ecosistemas, esta investigación parte de los análisis realizados a nivel europeo por los proyectos *European Nature Information System* (EUNIS) y del *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems* (MAES). El primero de ellos persigue identificar y cartografiar los principales recursos ecosistémicos de esta región mientras que el segundo, partiendo de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, analiza los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios en los distintos hábitats.

Sin embargo, para señalar aquellos suelos que ante las diversas acciones se pueden ver más afectados de cara al futuro en el área metropolitana madrileña, además se ha de tener en cuenta las acciones antropizadoras previstas. En este sentido, el planeamiento vigente es una herramienta que permite tanto saber la potencialidad de transformación de un determinado suelo por la acción urbanizadora del hombre, a través de los denominados suelos urbanizables, como si las acciones previstas de cara al futuro están en consonancia con los valores naturales de estos suelos, que serían los denominados suelos no urbanizables.

En este sentido, la Ley 9/2001 de Suelo es 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 o la legislación sectorial, debido a una serie de valores o que podrían preservarse por sus valores agrícolas, forestales, ganaderos o riquezas naturales.

La interrelación de estos tres elementos produce lo que se denomina *Vulnerabilidad Ecosistémica según el Planeamiento* (VEP). Como tal, se puede entender la identificación de los suelos que, teniendo una mayor sensibilidad a los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios, además carecen de una protección adecuada por parte del

planeamiento permitiéndose en ellas usos que perjudicarían más esa condición. Para ello, se debe cruzar la información anterior con la protección reflejada en el planeamiento vigente en la Comunidad de Madrid.

Pese a tratarse de 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 en el estudio.

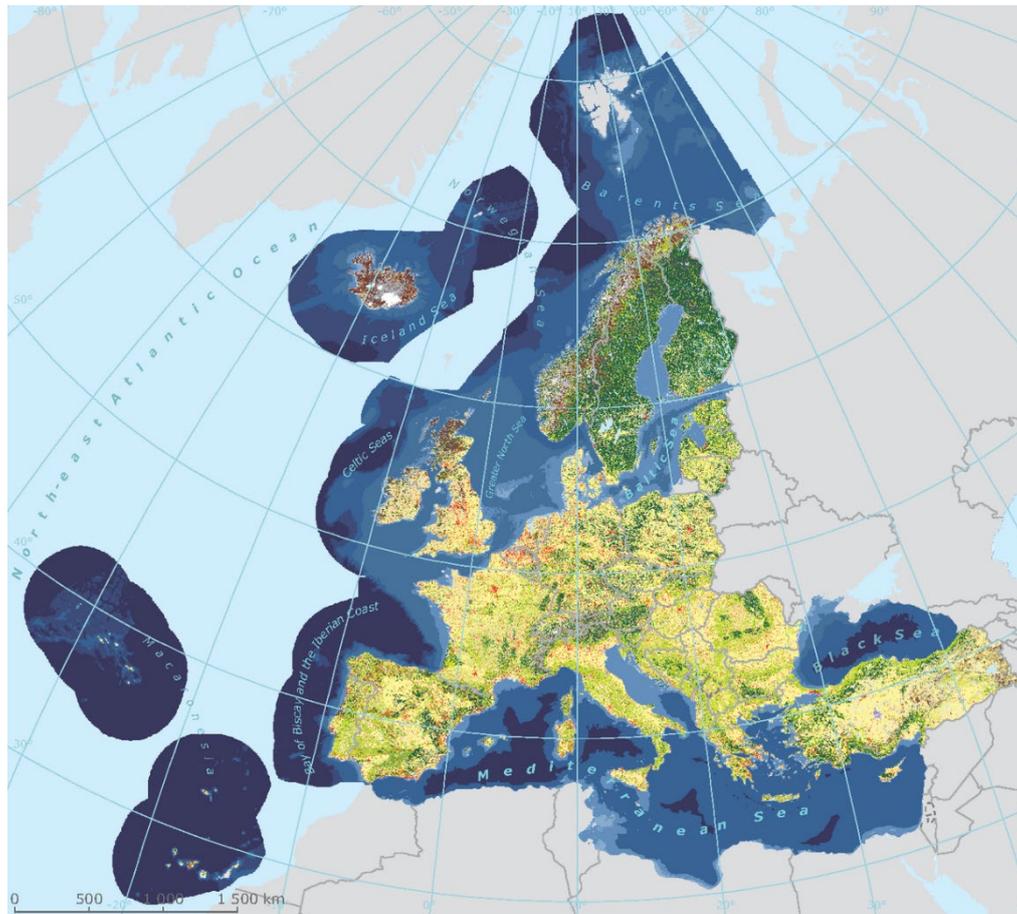
## 2.1. Detección y cartografía de los recursos ecosistémicos

Para el mantenimiento y mejora de los ecosistemas que pretende alcanzar la *Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas* nacional, se hace imprescindible su mapeo. Como tal, dicha estrategia aborda como una de las cuestiones relevantes para llevar a cabo sus objetivos la necesidad de una adecuada cartografía para llevar a cabo su implementación. Esta cuestión, a nivel europeo se trabaja a través del EUNIS que contribuye a la implementación tanto de estrategias de biodiversidad global como europeas.

Su clasificación de hábitats en unidades ecosistémicas responde a un sistema paneuropeo integral que busca facilitar la descripción armonizada y la recopilación de datos mediante el uso de criterios para la identificación de todos hábitats. Para EUNIS, la unidad ecosistémica está formada por los elementos característicos del entorno biótico, como las plantas y animales, junto con los factores abióticos que operan simultáneamente a una otras escalas. Según esto, se agrupan y detallan hasta un nivel 3 de desagregación.

El problema que presenta esta información para un análisis más cercano también es fácilmente identificable si lo que se pretende, como es el caso, es relacionar estas cuestiones en el marco de la planificación urbanística. Básicamente presenta cinco inconvenientes en la adaptación a localizaciones más concretas y que la metodología propuesta pretende solucionar:

- Escala de referencia. Esta cartografía toma como fuente parte otro proyecto lanzado en 1985 bajo el nombre de *Corine Land Cover* (CLC) que se actualiza periódicamente. Dada su dimensión europea, trabaja con una escala de referencia 1:100.000 que para aproximaciones más regionales se puede considerar poco detallada.
- Unidad mínima cartografiable. En sus diferentes actualizaciones (1990, 2000, 2006, 2012 y 2018) se plantea la detección de los cambios del uso del suelo tomando como unidad mínima de cambio 5 ha. Sin embargo, la unidad mínima del proyecto es de 25 ha. Esta unidad mínima referida a los usos del suelo está mejor tratada por otras fuentes documentales nacionales como el *Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España* (SIOSE), aproximándose con una mayor definición a la realidad territorial.
- Simplificación jerárquica. La base sobre la que se detectan los ecosistemas a nivel europeo parte del CLC. Como tal, proporciona información sobre las coberturas del suelo, generando una clasificación de hasta 44 tipos de usos del suelo atendiendo a su tercer nivel de agregación jerárquica que no se adapta directamente a la información regional donde ciertas especies tienen mayor importancia e implantación que a nivel internacional y serían difícilmente identificables.



Ecosystem map with European regional seas and EUNIS habitat classification

**A - European marine zones**

- Littoral (Tidel zone)
- Infralittoral (fotic zone > 1 % light-algal-dominated)
- Circalittoral (zone beyond the infralittoral-dominated by sessile animals)
- Offshore circalittoral (region as sandbanks or muddy habitats-dominated by sessile animals)
- Upper bathyal (depth from 1 000 m to 2 500 m below sea surface)
- Lower bathyal (depth from 2 500 m to 4 000 m below surface)
- Abyssal (depth 4 000 m below surface)

**B - Coastal habitats**

- B1 Coastal dunes and sandy shores
- B2 Coastal shingle
- B3 Rock cliffs, ledges and shores, including the supralittoral
- X1 Estuaries
- X2\_3 Coastal lagoons

**C - Inland surface waters**

- C1 Surface standing waters
- C2 Surface running waters
- C3 Littoral zone of inland surface waterbodies

**D - Mires, bogs and fens**

- D1 Raised and blanket bogs
- D2 Valley mires, poor fens and transition mires
- D3 Aapa, palsa and polygon mires
- D4 Base-rich fens and calcareous spring mires
- D5 Sedge and reedbeds, normally without free-standing water
- D6 Inland saline and brackish marshes and reedbeds

**E - Grasslands and land dominated by forbs, mosses or lichens**

- E1 Dry grasslands
- E2 Mesic grasslands
- E3 Seasonally wet and wet grasslands
- E4 Alpine and subalpine grasslands
- E6 Inland salt steppes
- E7 Sparsely wooded grasslands

**F - Heathland, scrub and tundra**

- F1 Tundra
- F2 Arctic, alpine and subalpine scrub
- F3 Temperate and mediterranean-montane scrub
- F4 Temperate shrub heathland
- F5 Maquis, arborescent matorral and thermo-Mediterranean brushes
- F6 Garrigue
- F7 Spiny Mediterranean heaths (phrygana, hedgehog-heaths and related coastal cliff vegetation)
- F8 Thermo-Atlantic xerophytic scrub
- F9 Riverine and fen scrubs
- FB Shrub plantations

**G - Woodland, forest and other wooded land**

- G1 Broadleaved deciduous woodland
- G2 Broadleaved evergreen woodland
- G3 Coniferous woodland
- G4 Mixed deciduous and coniferous woodland
- G5 Lines of trees, small anthropogenic woodlands, recently felled woodland, early-stage woodland and coppice

**H - Inland unvegetated or sparsely vegetated habitats**

- H2 Scree
- H3 Inland cliffs, rock pavements and outcrops
- H4 Snow or ice-dominated habitats
- H5 Miscellaneous inland habitats with very sparse or no vegetation

**I - Regularly or recently cultivated agricultural, horticultural and domestic habitats**

- I1 Arable land and market gardens
- I2 Cultivated areas of gardens and parks

**J - Constructed, industrial and other artificial habitats**

- J1 Buildings of cities, towns and villages
- J2 Low density buildings
- J3 Extractive industrial sites
- J4 Transport networks and other constructed hard-surfaced areas
- J5 Highly artificial man-made waters and associated structures
- J6 Waste deposits

Published 2018

Figura 1. Mapa de ecosistemas con mares regionales europeos y clasificación de hábitat de EUNIS. (European Nature Information System)

- Falta de incorporación de otro tipo de información natural disponible en las Comunidades Autónomas y la Administración General del Estado como pueda ser el mapa forestal. Este, en la Comunidad de Madrid se realizó a escala 1:10.000, e incluye información sobre el tipo de vegetación, tipo de uso y clasificación y puede aportar importante información en este sentido.
- Representación ráster de la información de acceso libre. En este caso, la documentación compartida de forma libre en la página electrónica del *European Nature Information System* tiene formato ráster. Esta cuestión hace que sea inviable adaptándose a la cartografía local vectorial con la que podemos contar en diferentes regiones o territorios donde, la resolución del tamaño de celda no se adecua al análisis con el planeamiento.

Para que la información disponible sobre los aportes ecosistémicos y su futura comparación con las protecciones urbanísticas derivadas del planeamiento tengan una mayor fiabilidad, se planea adaptarla a las características e información disponible en un espacio concreto como puede ser la región metropolitana madrileña. Para ello, el uso del SIOSE para reinterpretar las cuestiones anteriores, junto con el Mapa del Terreno Forestal de la Comunidad de Madrid, se hace imprescindible. El primero de ellos tiene una mayor escala de definición (1:25.000) que el Corine Land Cover gracias a la incorporación de los datos producidos a 1:10.000 y 1:5.000 por la comunidad autónoma. Además, la superficie mínima de representación es de 0,5 ha. en el caso de láminas de agua, cultivos, humedales, playas, vegetación de ribera y acantilados marinos; de 1 ha. para las zonas urbanas y de hasta 2 ha. en zonas agrícolas, forestales y naturales. Esta mayor concreción no sólo ayuda a la delimitación más acertada de los ecosistemas, sino que, incorpora con mayor aproximación elementos que fraccionan los hábitats tales como infraestructuras de comunicación o energéticas.

Este sistema europeo de clasificación diferencia entre los siguientes ecosistemas y sub-ecosistemas en el caso de estudio madrileño que han de ser identificados en la nueva cartografía del SIOSE:

- C. Agua superficial.
- D. Turberas y pantanos.
- E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes (E1. Pastizales secos y E2. Pastizales húmedos).
- F Brezal, matorral y tundra (F4. Brezales y arbustos de climas templados, F6. Garriga y F7. Brezales mediterráneos espinosos).
- G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas (G2. Bosque de hoja perenne y ancha, G3. Bosque de coníferas, G4. Bosques mixtos caducifolios y coníferos y G5. Hileras de árboles, pequeños bosques antropogénicos, bosques recientemente talados, bosques y monte bajo en etapa temprana).
- H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula (H5. Hábitats del interior diversos con vegetación muy escasa o nula).
- I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos (I1. Tierras cultivables y huertas e I2 Zonas cultivadas de jardines y parques).
- J. Hábitats artificiales, industriales y otros (J1. Edificios de ciudades, pueblos y aldeas, J2. Edificios de baja densidad, J3. Sitios industriales extractivos, J4. Redes de transporte y otras áreas construidas de superficie dura y J6. Depósitos de residuos).

## 2.2. Identificación de los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios

La *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* fue un Programa internacional lanzado en 2001 por Naciones Unidas con la finalidad de visibilizar la estrecha relación existente entre los ecosistemas, su biodiversidad y el bienestar humano. De dicho informe se desprende que la toma en consideración del impacto combinado de todas las presiones que se producen sobre los ecosistemas a lo largo del tiempo y se aprecia no sólo en su gravedad, sino también en el alcance de los cambios y en cómo afecta esto a la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos al ser humano. Además, estos impactos no se distribuyen uniformemente por el planeta, sino que dependen tanto de factores espaciales y temporales, como de la sensibilidad de la biodiversidad representativa del propio ecosistema. Los diferentes impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios detectados por el Informe pueden asociarse en cinco grandes grupos de acciones: transformación del hábitat, cambio climático, sobreexplotación de los recursos, especies exóticas invasoras y contaminación y enriquecimiento de nutrientes.

Para la identificación del grado de intensidad de estas acciones sobre nuestros ecosistemas se hace imprescindible su mapeo. A nivel europeo, con la finalidad de caracterizar el grado de afectación de los anteriores ecosistemas por estos impulsores, se realiza un tratamiento gráfico a través de la *Iniciativa de Evaluación de Ecosistemas y sus Servicios* (MAES). En uno de sus últimos informes señala que la transformación del hábitat como tal se considera la principal amenaza para la supervivencia de la vida silvestre (EEA, 2016). El principal impulsor de este proceso es el uso de la tierra. En el caso europeo, aproximadamente la mitad de la superficie terrestre está cultivada, la mayoría de los bosques se explotan y las áreas naturales están cada vez más fragmentadas por la urbanización y desarrollo de infraestructura. En el caso de estudio, la antropización se ha producido tanto en áreas metropolitanas como en espacios de aglomeración urbana de forma discontinuada entre 1990 y 2010 según datos del Corine Land Cover (Córdoba Hernández, 2020). Atendiendo a los diferentes ecosistemas detectados según *European Nature Information System* el rango de intensidad de la transformación sería:

**Cuadro 1.** Grado de intensidad de la transformación del hábitat sobre la biodiversidad según tipos de hábitat EUNIS

Tipos de hábitat EUNIS	Grado de intensidad de la acción sobre la biodiversidad del hábitat
C. Agua superficial.	Muy alto
D. Turberas y pantanos.	Muy alto
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	Alto
F Brezal, matorral y tundra	Moderado
G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas	Alto
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	Moderado
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	Muy alto
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	Muy alto

Fuente: Elaboración propia a partir de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (2016)

El cambio climático, por su parte, provoca fluctuaciones en los ciclos de vida animales y vegetales. Tampoco se pueden olvidar los eventos climáticos extremos como inundaciones, sequías e incendios que cambian la salud y características de los hábitats y las especies que los habitan. En el caso de la Comunidad de Madrid, los diferentes escenarios regionales manejados

institucionalmente muestran como habrá notables subidas térmicas a lo largo de todo del año, cómo se reducirían las precipitaciones y las lluvias que caigan serán más intensas (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020b). Sobre los diferentes hábitats las intensidades serán variables atendiendo al citado informe de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges*.

**Cuadro 2.** Grado de intensidad del cambio climático sobre la biodiversidad según tipos de hábitat EUNIS

Tipos de hábitat EUNIS	Grado de intensidad de la acción sobre la biodiversidad del hábitat
C. Agua superficial.	Moderado
D. Turberas y pantanos.	Moderado
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	Bajo
F Brezal, matorral y tundra	Moderado
G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas	Bajo
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	Moderado
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	Moderado
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	Moderado

Fuente: Elaboración propia a partir de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (2016)

Un tercer factor sería la sobreexplotación de los recursos. Esta cuestión sigue siendo una gran amenaza para biodiversidad debido a la creciente demanda de recursos, impulsada por la población crecimiento y aumento del consumo, degradando su capacidad para prestar servicios. De este modo, tanto el uso intensivo de la tierra como la sobreexplotación pueden eventualmente reducir la productividad de la tierra y su capacidad para proporcionar múltiples funciones y servicios, con impactos significativos en la calidad de vida. En el caso madrileño, el declive del sistema agrario en las últimas décadas es notable (Morán Alonso, 2020) y se caracteriza por una pérdida de suelo y actividad a favor de la urbanización, que se ha evidenciado en la identificación de un proceso de peri urbanización generalizado en los municipios madrileños. Este tipo de cuestiones afecta de manera diferenciada a los distintos hábitats como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.** Grado de intensidad de la sobreexplotación de recursos sobre la biodiversidad según tipos de hábitat EUNIS

Tipos de hábitat EUNIS	Grado de intensidad de la acción sobre la biodiversidad del hábitat
C. Agua superficial.	Alto
D. Turberas y pantanos.	Alto
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	Moderado
F Brezal, matorral y tundra	Bajo
G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas	Moderado
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	Bajo
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	Alto
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	Bajo

Fuente: Elaboración propia a partir de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (2016)

Como cuarto grupo de amenazas se encontrarían la introducción de especies exóticas invasoras, tanto plantas, animales, patógenos como otros organismos que no son nativos de estos ecosistemas, y que puede causar daños económicos o ambientales o afectar negativamente al funcionamiento de este o a la salud humana. Se les considera una de las amenazas más extendidas para la biodiversidad y el bienestar ecológico y económico de la región, considerándose como moderado en prácticamente todos los hábitats contemplados:

**Cuadro 4.** Grado de intensidad de la introducción de especies invasoras sobre la biodiversidad según tipos de hábitat EUNIS

Tipos de hábitat EUNIS	Grado de intensidad de la acción sobre la biodiversidad del hábitat
C. Agua superficial.	Moderado
D. Turberas y pantanos.	Moderado
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	Moderado
F Brezal, matorral y tundra	Moderado
G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas	Moderado
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	Moderado
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	Moderado
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	Alto

Fuente: Elaboración propia a partir de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (2016)

Y como última acción se encontraría la contaminación y enriquecimiento de nutrientes que se produce introduciendo sustancias en un ecosistema en tales cantidades que superan la capacidad del ecosistema para mantener su equilibrio natural. De este modo, las zonas de la Comunidad de Madrid con una alta población y concentración de actividades socioeconómicas como pueden ser la mayor parte de sus áreas urbanas dan como resultado baja calidad del aire, suelo y altos niveles de contaminación del agua o acústicos que socava su bienestar.

**Cuadro 5.** Grado de intensidad de la contaminación y enriquecimiento de nutrientes sobre la biodiversidad según tipos de hábitat EUNIS

Tipos de hábitat EUNIS	Grado de intensidad de la acción sobre la biodiversidad del hábitat
C. Agua superficial.	Muy alto
D. Turberas y pantanos.	Muy alto
E. Pastizales, hierbas, musgos o líquenes	Bajo
F Brezal, matorral y tundra	Bajo
G. Bosques, bosquetes y otras tierras boscosas	Moderado
H. Hábitats con vegetación muy escasa o nula	Bajo
I. Hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos	Muy alto
J. Hábitats artificiales, industriales y otros	Muy alto

Fuente: Elaboración propia a partir de *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (2016)

Estas cinco diferentes presiones pueden ayudar a evaluar las condiciones de nuestros ecosistemas y los efectos que podrían tener sobre sus atribuciones ecosistémicas. Información que puede ser muy útil para formular políticas urbanísticas concretas, identificando, por ejemplo, aquellas zonas que deberían incorporarse a la protección urbanística en razón a sus beneficios ecosistémicos a nivel municipal o regional.

## 2.3. El papel del planeamiento en la protección y preservación del suelo

El planeamiento municipal, junto con la legislación sectorial y el planeamiento supramunicipal existente, se han configurado como las principales herramientas a través de las cuales se ha producido el crecimiento urbanístico que se ha vivido en la Comunidad los últimos años y que, a la contra, ha provocado la mengua del territorio productivo.

La legislación actual de suelo (Ley 9/2001, de 17 de Julio, Del Suelo de La Comunidad de Madrid, 2001) establece que el planeamiento municipal deberá salvaguardar de actividades propias del suelo urbano aquellos suelos sometidos a regímenes especiales de protección incompatible con su transformación conforme al planeamiento regional o la legislación sectorial, debido a una serie de valores. Estos valores serían paisajísticos, históricos, arqueológicos, científicos, ambientales o culturales, de riesgos naturales acreditados en el planeamiento sectorial, o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público. También contempla la Ley que podrán preservarse otros suelos por sus valores agrícolas, forestales, ganaderos o riquezas naturales. Este hecho es especialmente importante en la Comunidad de Madrid, donde tan sólo 40 municipios están adaptados a esta regulación (22,35% del total). Del resto, el 41,90% todavía están regulados por un instrumento de planeamiento previo a la Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo que no contemplaba estos condicionantes.

El área metropolitana de Madrid difiere de lo que podemos encontrarnos en el resto de la autonomía y un 40,00% de sus municipios se encuentran adaptados a la legislación de suelo vigente y tan sólo un 10,00% mantienen un planeamiento previo a Ley 9/1995 de Política Territorial, Suelo y Urbanismo.

**Cuadro 6.** Grado de adaptación del planeamiento de la Comunidad de Madrid y su área metropolitana a la legislación vigente de suelo

	Comunidad de Madrid	% Total	Área metropolitana	% Total
<b>Planeamiento previo a Ley 9/95</b>	<b>75</b>	<b>41,90%</b>	<b>3</b>	<b>10,00%</b>
NNSS	71	94,67%	1	33,33%
PDSU	1	1,33%		
PGOU	3	4,00%	2	66,67%
<b>Ley 9/1995 de Política Territorial, Suelo y Urbanismo</b>	<b>64</b>	<b>35,75%</b>	<b>15</b>	<b>50,00%</b>
NNSS	46	71,88%	1	6,67%
PGOU	18	28,13%	14	93,33%
<b>Ley 9/2001 de Suelo de la Comunidad de Madrid</b>	<b>40</b>	<b>22,35%</b>	<b>12</b>	<b>40,00%</b>
NNSS	11	27,50%		
PGOU	29	72,50%	12	100,00%
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>100,00%</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Territorial de la Comunidad de Madrid

De estos municipios, tan sólo dos de ellos (Boadilla del Monte y Brunete) han recibido la aprobación por parte de la Comunidad de Madrid en la última década (2015 y 2013, respectivamente) mientras que en el lado opuesto se encontrarían Alcalá de Henares y Humanes de Madrid, aprobados en los inicios de la década de los noventa (1991 y 1992 respectivamente). Esto provoca no sólo que el desarrollo de los municipios analizados difiera mucho del resto de los que se pueden encontrar en la provincia, donde los desarrollos urbanísticos han sido menores, sino que además cuentan con herramientas urbanísticas más acordes a estos tiempos que pueden favorecer la puesta en valor de los suelos con mejores capacidades naturales.

Analizando globalmente este espacio se pueden identificar las tres clasificaciones del suelo que establece la legislación vigente (urbano, urbanizable y no urbanizable), así como una importante superficie de suelo destinada a sistemas generales. Estos sistemas generales no constituyen clase de suelo según la legislación vigente y se encuentran tan sólo localizados en 9 de estos municipios (Alcalá de Henares, Fuenlabrada, Leganés, Madrid, Paracuellos del Jarama, Pinto, San Fernando de Henares, San Sebastián de los Reyes y Villaviciosa de Odón). Ninguno de ellos tiene el planeamiento aprobado conforme a la legislación de suelo actual. Pese a ello abarcan una superficie de 25.297,94 ha (6,25% del total del área metropolitana). Entre ellos, la mayor superficie de estos suelos se localiza en Madrid (16.930,58 ha y 66,92% del total), seguida de San Sebastián de los Reyes (2.382,96 ha y 9,42% del total), Fuenlabrada (1.782,24 ha y 7,04% del total) y Leganés (1.761,71 ha y 6,96% del total).

Para el siguiente análisis, aquellos municipios con el planeamiento aplazado o alguna de sus consideraciones de clasificación, como puede ser el caso de Villaviciosa de Odón o Alcorcón, se han considerado como si dicha clasificación de suelo no estuviese pendiente. De este modo, en el ámbito de estudio, el 43,53% de los suelos estarían bajo algún tipo de especial protección, el 24,83% serían suelos urbanizables y el 25,30% serían suelos urbanos.

**Cuadro 7.** Clasificación del planeamiento en el área metropolitana madrileña

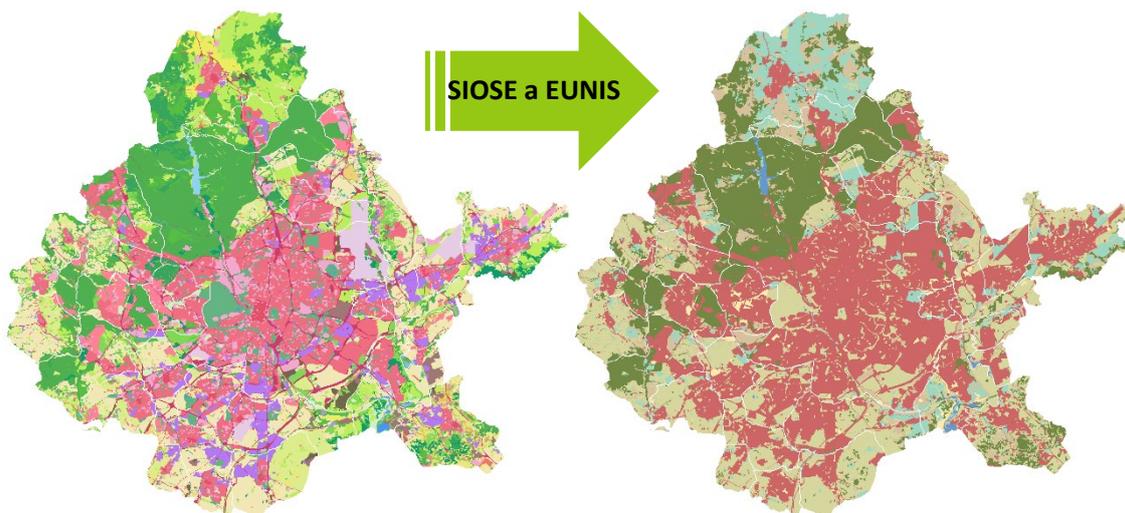
Clasificación del suelo	Madrid		Resto área metropolitana		Área metropolitana (AM)	
	Superficie (ha)	% total	Superficie (ha)	% total	Superficie (ha)	% total
Sistema general	16.930,58	14,00%	8.367,36	2,97%	25.297,94	6,28%
Suelo urbano	37.633,52	31,12%	64.265,49	22,80%	101.899,01	25,30%
Suelo no urbanizable	42.850,63	35,44%	132.446,73	47,00%	175.297,36	43,53%
Suelo urbanizable	23.507,59	19,44%	76.735,85	27,23%	100.243,44	24,89%
<i>Suelo urbanizable sectorizado</i>	14.225,99	11,76%	26.298,40	9,33%	40.524,39	10,06%
<i>Suelo urbanizable no sectorizado</i>	9.281,60	7,68%	50.437,45	17,90%	59.719,05	14,83%
<b>Total</b>	<b>120.922,33</b>	<b>100,00%</b>	<b>281.815,42</b>	<b>100,00%</b>	<b>402.737,75</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Territorial de la Comunidad de Madrid

## 6. RESULTADOS

El área metropolitana de la Comunidad de Madrid quede definida según el *Atlas de la Comunidad de Madrid en el umbral del siglo XXI* (Comunidad de Madrid, 2002) por el propio municipio de Madrid y su corona metropolitana. En ella se pueden localizar cuatro grandes zonas marcadas por un importante crecimiento urbanístico y funcional a lo largo de los últimos años. Así se puede identificar una zona norte, formada por los municipios de Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Colmenar Viejo y Tres Cantos; una zona oeste donde se localizan los municipios de Pozuelo de Alarcón, Majadahonda, Las Rozas, Boadilla del Monte, Villaviciosa de Odón, Villanueva de la Cañada, Villanueva del Pardillo y Brunete; una zona sur con los municipios de Alcorcón, Leganés, Getafe, Móstoles, Fuenlabrada, Parla y Pinto; y una zona este configurada por Coslada, San Fernando de Henares, Torrejón de Ardoz, Alcalá de Henares, Paracuellos del Jarama, Mejorada del Campo, Velilla de San Antonio y Rivas- Vaciamadrid. Dentro de los espacios no metropolitanos no incluidos en esta delimitación figura Arganda del Rey que cuenta con más de 50.000 habitantes y ha sido también incluida en este análisis sobre los efectos que podrían tener las diferentes acciones detectadas por la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*.

Esta treintena de municipios son los analizados con la intención de identificar los suelos con una elevada vulnerabilidad ecosistémica según la metodología MAES para, posteriormente comprobar, las determinaciones del planeamiento sobre ellas y su grado de protección. Para la identificación de estos espacios se inicia el proceso transformando los 46 tipos de suelo identificados por el SIOSE a los diferentes ecosistemas del nivel 2 EUNIS. Esta asignación no puede ser directa dado que EUNIS parte de unas categorías CLC nivel 3 agrupadas, diferentes a las reflejadas en el nivel equivalente del SIOSE. Para solventar este problema es necesario incorporar la información procedente del *Mapa del Terreno Forestal de la Comunidad de Madrid* (MFE) e identificar los ecosistemas de tierras de cultivo; pastizales; bosques y bosquetes; brezales y arbustos.



**Figura 2.** Transformación de los usos del suelo determinados por el SIOSE (izquierda) en los ecosistemas identificados por EUNIS. (Elaboración propia)

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 para el

caso de estudio. Dentro del espacio metropolitano se identifican 8 unidades ecosistémicas. Cada una de estas ya puede ser evaluada atendiendo a las presiones ejercidas por las diferentes acciones que ponen en riesgo su biodiversidad según los criterios anteriormente descritos del proyecto MAES. De este modo se pueden territorializar los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios según el grado de afección, identificando que partes del territorio madrileño sufrirían especialmente por la transformación de su hábitat, el cambio climático o la introducción de especies invasoras, por ejemplo. Estos efectos, como se veía en los Cuadros 1 a 5 anteriores, clasificaran sus impactos como muy altos, altos, moderados y bajos.

Así, dentro del área metropolitana madrileña, el territorio más afectado por las transformaciones del hábitat serían los ecosistémicos urbano, los cultivos, humedales y ríos. Sus efectos se apreciarían de forma especial en los efectos se notarían principalmente en la parte central comprendiendo prácticamente la totalidad de municipios densamente poblados como Getafe, Móstoles o Leganés y la parte urbanizada de la capital.

Analizando los efectos del cambio climático se aprecia como estos serían moderados o bajos, siendo los suelos urbanizados, las zonas de cultivo, los humedales y los ríos las que sufrirían más los cambios de temperatura y flujo de precipitaciones, así como los eventos extremos. Por su parte, la sobreexplotación de recursos, al afectar principalmente a tierras de cultivo, los humedales, lagos y ríos, y ser el área metropolitana la que menos recursos de estos tipos tiene, sería la zona menos afectada dentro de la Comunidad de Madrid.

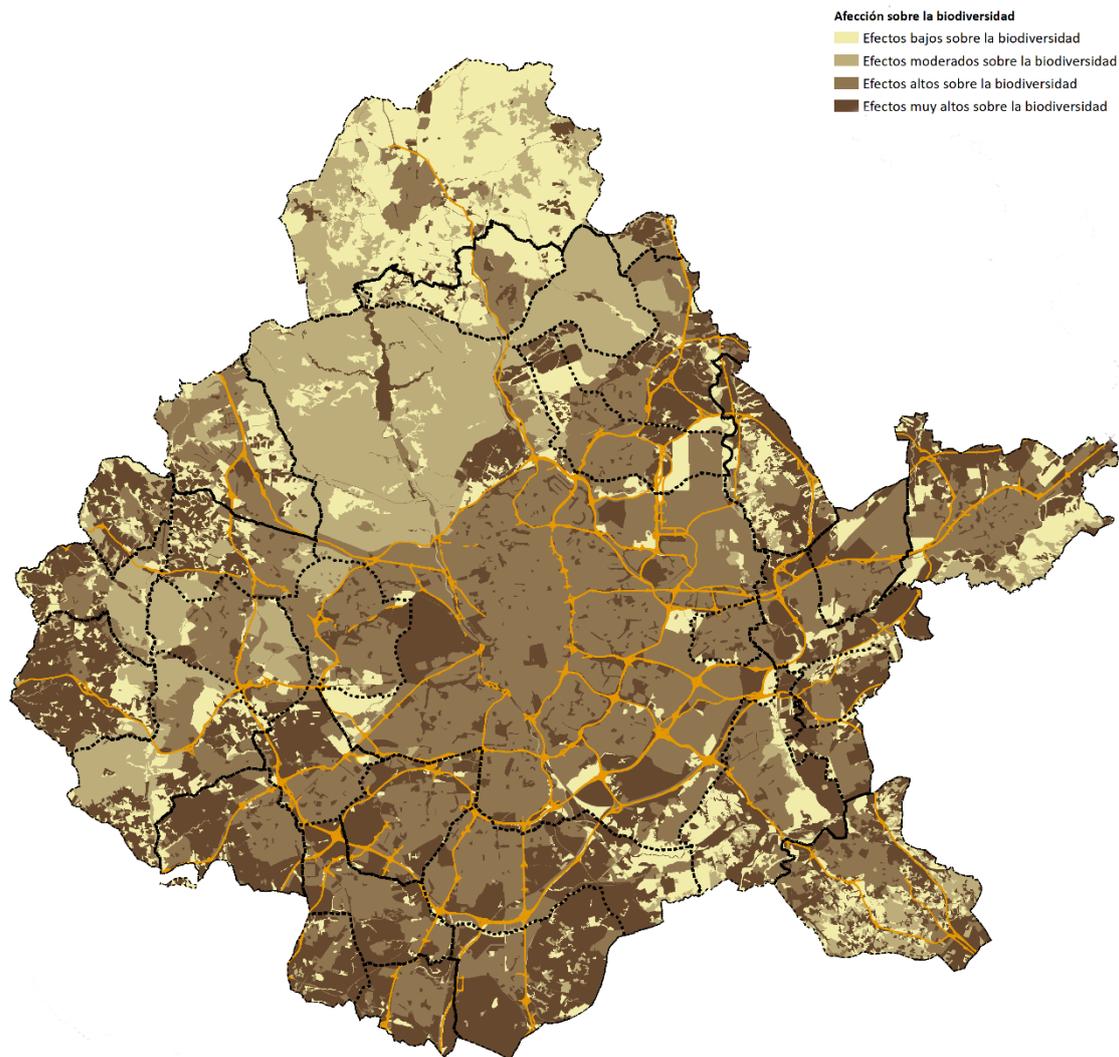
Atendiendo a los riesgos potenciales que implicaría la introducción de especies exóticas, tanto vegetales como animales, el mayor riesgo se localiza en las zonas urbanas, en cuyos jardines se han estado empezando a introducir especies invasoras. Del mismo modo, los efectos de la contaminación y enriquecimiento de los nutrientes perturbarían especialmente a estos ecosistemas, junto a los destinados a cultivos, humedales, lagos y ríos. En ellos se nota especialmente la contaminación del suelo por metales pesados provenientes de actividades industriales, la contaminación del aire y el nivel crítico de ozono, así como la contaminación del agua causada por una mala gestión de las aguas residuales, lodos y desechos localizados en el arco sur de esta área metropolitana.

La simultaneidad de estas cinco acciones permite graduar los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas (Figura 3). Como resultado los ecosistemas de cultivos, humedales, lagos y ríos resultan ser especialmente sensibles por la relevancia que tendrían en ellos las transformaciones del hábitat, la contaminación y enriquecimiento de los nutrientes y la sobreexplotación de los recursos. En situación inversa se encontrarían los ecosistemas de brezales, arbustos, tierras con escasa vegetación y pastizales donde los efectos del cambio climático y la contaminación son bajos en comparación al resto del territorio.

De forma paralela, se analiza el planeamiento de la Comunidad de Madrid que está directamente relacionado con la legislación de suelo vigente en la materia. Esta clasifica a los suelos ajustando su clasificación a la legislación básica establecida por la Ley estatal 6/1998, de 13 de abril, sobre Régimen del Suelo y Valoraciones, modificada por el Real Decreto-ley 4/2000, de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Liberalización en el Sector Inmobiliario y Transportes.

Atendiendo a esta legislación se clasifica la totalidad del suelo bien como urbano, urbanizable y no urbanizable, si bien, como se comentaba anteriormente, existe planeamiento no adaptado a esta consideración y en este estudio además se localizarán denominados sistemas generales.

Así, el suelo urbano reunirá las características físicas para ser incluido en esta clase de suelo por disponer de servicios urbanos o estar consolidado por la edificación en sus dos terceras partes. Este, que da ampliamente representado en este estudio por el ecosistema *J. Hábitats artificiales, industriales y otros* de EUNIS que incluye los suelos identificados en el SIOSE como 111. Casco, 112. Ensanche, 113. Discontinuo, 122. Instalación forestal, 123. Extracción minera, 130. Industrial, 140. Servicio dotacional, 161. Red viaria o ferroviaria, 162. Puerto, 163. Aeropuerto, 171. Infraestructura de suministro y 172. Infraestructura de residuos. En la terminología MAES responden por tanto a los denominados *J. Urbano*.



**Figura 3.** Valoración de los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas. (Elaboración propia)

Desde la planificación urbanística se identifica el suelo no urbanizable de protección que se caracteriza por tener algún valor a proteger o preservar. Estas cuestiones se dirimen bajo tres consideraciones: el planeamiento territorial donde diferentes figuras limitan los usos, los suelos condicionados por la legislación sectorial y, por último, el planeamiento municipal, donde los diferentes ayuntamientos han apostado por un modelo concreto de desarrollo y protección del suelo acorde con la legislación de suelo imperante preservando en distinto grado en razón de sus valores paisajísticos, históricos, arqueológicos, científicos, ambientales o culturales, agrícolas, forestales, ganaderos o por sus riquezas naturales.

El establecimiento de dicha categoría encuentra su amparo en el desarrollo del art. 45 de la Constitución Española que establece el derecho de todos, sin distinciones, a disfrutar de un medio ambiente adecuado, el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la *“utilización racional de todos los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva”* (Gobierno de España, 1978). También quedarán excluidos de futuros desarrollos urbanísticos aquellos suelos con riesgos naturales acreditados en el planeamiento sectorial, o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público.

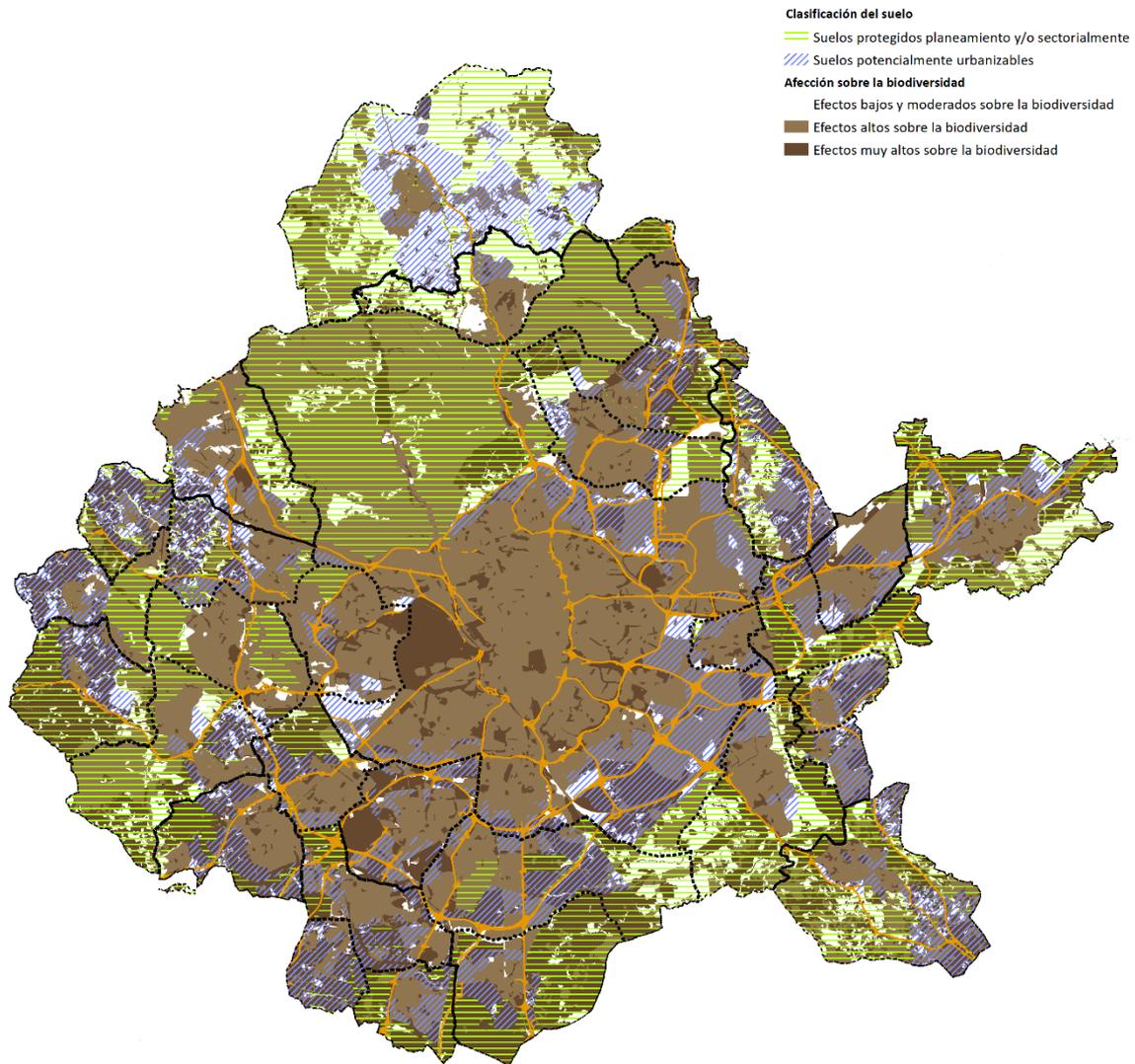
Por último, y con carácter residual, se clasifica como suelo urbanizable el resto del suelo del término municipal. Dentro de esta categoría se diferencia entre el suelo urbanizable sectorizado, integrado por los terrenos que el planeamiento general prevé expresamente que deben transformarse en suelo urbano, y el suelo urbanizable no sectorizado, integrado por los restantes terrenos adscritos a la clase de suelo urbanizable.

Resultante de esta clasificación y de la falta de un modelo territorial, de la región de Madrid ha superado sus límites administrativos y se sitúa en el entendimiento de una división social del espacio en donde la estructura territorial ha sido configurada en base a la acumulación de capital y a la consideración del territorio como soporte para el intercambio financiero y de mercancías tal y como señalan diferentes autores (Córdoba Hernández & Morcillo Álvarez, 2020; García Palomares & Gutierrez Puebla, 2007; Solís Trapero, 2008). Esto, por el contrario, ha producido importantes desequilibrios medioambientales es el propio territorio (Córdoba Hernández, 2011) como se comprueba a continuación. Así, un 64,08% de los suelos del área metropolitana contarían con afecciones altas y muy altas tal y como queda reflejado en el Cuadro 8. De estos, el suelo urbano sería el principal afectado con un 94,69% de su superficie con una de estas consideraciones. En el lado opuesto se encontraría el suelo no urbanizable que, además de contar con herramientas urbanísticas para su preservación y protección, tan sólo se vería afectado en el 36,96% de su superficie. El resto del suelo, en el que potencialmente se podrán desarrollar una futura urbanización, estaría afectado en un 73,91% de su extensión.

**Cuadro 8.** Grado de vulnerabilidad de los efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas según la clasificación del planeamiento en el área metropolitana madrileña

Clasificación del suelo	Área metropolitana (AM)		Alta/Muy alta vulnerabilidad		
	Superficie (ha)	% total AM	Superficie (ha)	%total	% total AM
Sistema general	25.297,94	6,28%	22.709,93	89,77%	5,64%
Suelo urbano	101.899,01	25,30%	96.488,62	94,69%	23,96%
Suelo no urbanizable	175.297,36	43,53%	64.793,46	36,96%	16,09%
Suelo urbanizable	100.243,44	24,89%	74.090,42	73,91%	18,40%
<i>Suelo urbanizable sectorizado</i>	40.524,39	10,06%	35.323,35	87,17%	8,77%
<i>Suelo urbanizable no sectorizado</i>	59.719,05	14,83%	38.767,06	64,92%	9,63%
<b>Total</b>	<b>402.737,75</b>	<b>100,00%</b>	<b>258.082,42</b>	<b>100,00%</b>	<b>64,08%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Territorial de la Comunidad de Madrid



**Figura 4.** Alta/Muy alta vulnerabilidad según la clasificación del suelo en el planeamiento del área metropolitana madrileña. (Elaboración propia)

Son precisamente estos suelos los 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. Como se señalaba anteriormente, en el espacio de análisis, el 24,89% del suelo se encuentra carente de protección y tampoco es suelo urbano. Dentro de esta contabilización figuran los denominados suelos de reserva metropolitana o urbana que, al no tener adaptado su planeamiento a la legislación vigente de suelo, estarían afectados por la disposición transitoria primera de la Ley 9/2001 de suelo que establece que se les aplicará el régimen establecido para el suelo urbanizable no sectorizado al igual que ocurriría con suelos no urbanizable común. Esto ocurre en prácticamente la mitad de los municipios analizados (14 municipios). Como tal, dentro de estos suelos categorizados como suelos urbanizables no sectorizados se encontraría más de la mitad del suelo que podríamos considerar potencialmente urbanizable en el área metropolitana (59.719,05 ha de las 100.243,44 ha. totales).

En todo lo anterior reside la importancia de identificar y concretar aquellos espacios más vulnerables a las cinco acciones anteriormente identificadas deban ser preservados y, en medida de lo posible, mantenidos y mejorados, ante la acción antropizadora del hombre. Estos suelos se corresponderán con aquellos que tengan, lo que se ha denominado, una alta o muy alta *Vulnerabilidad Ecosistémica según el Planeamiento* (VEP). Dentro del análisis se diferencian entre aquellos que tengan una vulnerabilidad muy alta de los que la tienen alta. Esta información queda reflejada en el Cuadro siguiente donde el 24,14% y el 35,23% de los suelos con muy alta y alta vulnerabilidad son suelos urbanizables respectivamente.

**Cuadro 9.** Alta/Muy alta vulnerabilidad según la clasificación del suelo en el planeamiento del área metropolitana madrileña

Clasificación del suelo	Alta/Muy alta vulnerabilidad		Muy alta vulnerabilidad		Alta vulnerabilidad	
	Superficie (ha)	% total	Superficie (ha)	% total	Superficie (ha)	% total
Sistema general	22.709,93	89,77%	13.644,25	8,99%	9.065,67	8,53%
Suelo urbano	96.488,62	94,69%	87.334,50	57,52%	9.154,12	8,62%
Suelo no urbanizable	64.793,46	36,96%	14.197,70	9,35%	50.595,75	47,62%
Suelo urbanizable	74.090,42	73,91%	36.652,34	24,14%	37.438,08	35,23%
<i>Suelo urbanizable sectorizado</i>	<i>35.323,35</i>	<i>87,17%</i>	<i>13.121,17</i>	<i>35,80%</i>	<i>25.645,90</i>	<i>68,50%</i>
<i>Suelo urbanizable no sectorizado</i>	<i>38.767,06</i>	<i>64,92%</i>	<i>23.531,17</i>	<i>64,20%</i>	<i>11.792,18</i>	<i>31,50%</i>
<b>Total</b>	<b>258.082,42</b>	<b>100,00%</b>	<b>151.828,80</b>	<b>100,00%</b>	<b>106.253,62</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Territorial de la Comunidad de Madrid

## 7. DISCUSIÓN

Una de las principales cuestiones para tener en cuenta sobre los ecosistemas es su calidad en términos de sus características biológicas, físicas y químicas que sustentan su capacidad para generar servicios del ecosistema. Está comprobado que los cambios en la condición estos ecosistemas afectan la prestación de servicios y, por lo tanto, el bienestar humano. Por ello, se puede considerar la piedra angular de la gestión integrada de los ecosistemas, garantizar la dimensión ambiental de estos y que sigan siendo saludables y productivos. Sin ello, otros posibles objetivos de la gestión ecosistémica se verían amenazados. La capacidad de monitorear los ecosistemas y asegurar que esta información se alimente continuamente en las estructuras colaborativas es fundamental para la gestión de los ecosistemas. El diseño e implementación de estrategias y planes de acción de biodiversidad, el uso de herramientas de planificación basadas en evidencia para diseñar redes de áreas de conservación y conectividad de ecosistemas, así como la conservación de la biodiversidad, es fundamental para la gestión integrada de ecosistemas y para responder al cambio climático, desastres e imprevistos. Con todo ello, directamente también se está aumentando la resiliencia de estos territorios ante los efectos adversos que puedan seguir llegando.

Por ello, reducir en la medida de lo posible (o no incrementar) la vulnerabilidad detectada se hace imprescindible. Esta vulnerabilidad debería ser considerada en la evaluación ambiental

estratégica (EAE) regulada en esta Comunidad Autónoma a través de la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* (Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental, 2013). Como tal, es un instrumento útil de prevención para la integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos como puede ser el planeamiento. En este sentido, aunque las directivas comunitarias en materia de evaluación ambiental aún no obligan a ello, esta Ley tiene en cuenta alguna de las cuestiones que se verían afectadas por efectos de los impulsores directos del cambio de los ecosistemas y sus servicios. Entre ellos, destacaría el cambio climático que, si bien aumentaría en cualquier situación, tendría unos efectos más adversos en situaciones de especial vulnerabilidad como las trabajadas.

Así, al igual que de cara a este y otros efectos, en el suelo urbano habrá que tomar medidas de correctoras y/o compensatorias de las diferentes acciones y en el suelo no urbanizable medidas protectoras, en el suelo urbanizable deberán ser todas ellas. Obligando, por tanto, a una especial atención por parte de la evaluación ambiental estratégica.

En el caso de los suelos urbanizables, la mejor medida para no incrementar los efectos previstos derivados del propio uso del suelo, o de su cambio de uso a uno más vulnerable, pasa por tener en cuenta la huella de carbono asociada al desarrollo urbanístico. Esta permite no sólo cuantificar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero que son producidas por efecto directo e indirecto como consecuencia de ese crecimiento (Zubelzu & Ández, 2016) si no también la absorción que puede llevar a cabo bien por el uso de especies autóctonas en las zonas de espacios libres, la edificación con alta eficiencia energética o la utilización de cubiertas vegetales (Guía Para El Cálculo de La Huella de Carbono En La Evaluación Ambiental Estratégica Del Planeamiento Urbanístico de La Comunidad Autónoma de La Rioja, 2017). Aun así, las medidas que puede llevar a cabo un Ayuntamiento este campo exceden con mucho las contempladas en esas herramientas y pueden actuar de manera solidaria con las políticas propiciadas desde la UE, tanto por su capacidad de intervenir en los sectores y servicios en los que tienen capacidad de intervención directa (transporte público, residuos, abastecimiento de agua...), como en la determinación de normativas y ordenanzas con capacidad de reducir las emisiones de viviendas e industrias. Pero también con la posibilidad de desarrollar, dentro de sus competencias, una fiscalidad propia que permita reconducir y en su caso compensar los usos y procesos que contienen (Córdoba Hernández & Hernández Aja, 2013).

En este sentido, contar con información completa y confiable sobre el estado de la biodiversidad, los ecosistemas y sus servicios, y profundizar en el seguimiento y monitoreo de los cambios que puedan producirse se torna en 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.

Este tipo de cuestiones también pueden ser necesarias para respaldar la implementación de la legislación ambiental, la integración de los objetivos de la biodiversidad en el sector políticas y el desarrollo, y realizar todos aquellos cambios que fuesen precisos para alcanzar dichos planteamientos. En este sentido se debería apostar por la conservación más que por la preservación pese a ser conceptos que se tratan indistintamente a menudo. Sin embargo, la primera busca proteger el medio ambiente mediante el uso responsable de los recursos naturales, mientras que la segunda busca simplemente protegerlo de las actividades humanas nocivas.

Ahondando en estas cuestiones y con unos avances mayores en este sentido, la identificación y cartografía de los ecosistemas podría utilizarse para identificar espacialmente interacciones entre diferentes espacios, priorizar acciones de conservación y protección de nuestro patrimonio o minimizar las compensaciones entre los servicios de los ecosistemas. Del mismo modo, estos argumentos se podrían favorecer y acompañar desde el planeamiento urbanístico, analizando las diferentes cuestiones a una escala todavía menor incluso, a través de las diferentes herramientas que este tiene como pueden ser la clasificación del suelo o la regulación de los usos en el suelo no urbanizable. Desde la planificación, temas como la identificación de estos ecosistemas se hacen prioritarios desde las primeras fases de análisis donde se podrían detectar los ecosistemas sobre los que apoyar y/o densificar los espacios que finalmente puedan constituir y formar parte de una infraestructura verde, articulando la recién estrenada *Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas* a escala municipal.

## 8. CONCLUSIONES

Con la presente investigación se quiere poner en relieve la importancia del mapeo tanto de los efectos de determinadas acciones sobre la biodiversidad, el propio planeamiento y las diferentes 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. Tanto el libre acceso a esta información como su comparación es de suma importancia para regular los futuros usos del territorio y su puesta en valor. Esto es, resultado de la interacción de los ecosistemas, su ubicación y contexto espacial y su estrecha vinculación con el planeamiento.

Este mapeo no sólo 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 su mayor preservación, se debe evaluar su estado analizando las principales presiones; y valorar los vínculos entre sus condiciones, calidad y biodiversidad, y cómo afecta a la capacidad del ecosistema para proporcionar sus servicios. Finalmente se podrían 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.

Dependemos de ecosistemas saludables y resilientes para continuar brindando servicios, como alimentos, agua, aire limpio y clima estable, que son esenciales para nuestro bienestar. Por ello, contar con una descripción general sobre la situación actual de los ecosistemas en un espacio concreto y las presiones humanas a las que están expuestos es muy importante. Esta cartografía, para este caso concreto u otro que podría llevarse a cabo con una metodología similar, revela la existencia de muchos ecosistemas que podrían aumentar su vulnerabilidad al cambio ambiental, así como otros espacios, también muy sensibles como los localizados en suelos urbanizables que pese a esta vulnerabilidad no están protegidos. Del mismo modo, en el caso de los suelos que, si cuentan con protección por parte del planeamiento, podría ayudar a afianzar está apoyándose en el sistema regulatorio que permite la propia normativa municipal para permitir, admitir o prohibir determinados usos que no estén de acuerdo con los valores que han llevado al planificador a proteger estos espacios.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Barros, V. R., Field, C. B., Dokken, D. J., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R., & White, L. L. (2014). Climate change 2014 impacts, adaptation, and vulnerability Part B: Regional aspects: Working group ii contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386>
- Baxendale, C. A., & Buzai, G. D. (2019). Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Análisis en la ciudad de Buenos Aires. *HUELLAS; Vol. 23, Núm. 2 (2019)*, 23(2), 79–106. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas/article/view/3823>
- Comisión-Europea. (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*. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/consumers/consumer\\_safety/l32042\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_es.htm)
- Comisión Europea. (2011). Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural. *Medio Ambiente*, 28. <https://doi.org/10.2779/40184>
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, BOE-A-2001 BOE 245, de 12 de octubre de 2001. Legislación consolidada. 1 (2001). [https://noticias.juridicas.com/base\\_datos/CCAA/ma-l9-2001.html](https://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ma-l9-2001.html)
- Comunidad de Madrid. (2002). *Atlas de la Comunidad de Madrid en el umbral del siglo XXI. Imagen socioeconómica d euna región receptora de emigrantes* (Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid (ed.)). <https://studylib.es/doc/6411139/atlas-de-la-comunidad-de-madrid-en-el-umbral-del-siglo-xxi>
- Córdoba Hernández, R. (2011). Crisis medioambiental: en deuda con el territorio. *Apuntes Ciudadanos*, 57–74.
- Córdoba Hernández, R. (2020). Planificación como eje de la resiliencia territorial. In *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid* (pp. 72–81). Instituto Juan de Herrera. <http://oa.upm.es/63377/>
- Córdoba Hernández, R., Fernández Ramírez, C., Hernández Aja, A., Sánchez-Toscano Salgado, G., & Gómez Giménez, J. M. (2020). Áreas Urbanas frente a Barrios. Análisis de dimensiones urbanas ante el reto de la ciudad post-COVID19. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 3.
- Córdoba Hernández, R., & Hernández Aja, A. (2013). Revisión de la best practice “red española de ciudades por el clima”, desde la estrategia europea medioambiental. *Revista INVI*, 28(77), 229–237. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582013000100008>

- 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., & Pérez García-Burgos, A. (2020). Urbanización inclusiva y resiliente en asentamientos informales. Ejemplificación en Latinoamérica y Caribe. *Bitácora Urbano Territorial*, 30(2), 61–74. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n2.81767>
- Guía para el cálculo de la huella de carbono en la evaluación ambiental estratégica del planeamiento urbanístico de la Comunidad Autónoma de La Rioja, 1 (2017). <https://www.larioja.org/larioja-client/cm/medio-ambiente/images?idMmedia=966998>
- EEA. (2016). *Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: progress and challenges* (European Environment Agency's (ed.); Issue 3). European Environment Agency's. <https://doi.org/10.2779/12398>
- Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R., & White, L. L. (2014). Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379>
- García Palomares, J., & Gutierrez Puebla, J. (2007). La Ciudad Dispersa: Cambios Recientes En Los Espacios Residenciales De La Comunidad De Madrid. *Universidad Complutense*, 27, 445–456.
- Gobierno de España. (1978). *Constitución Española*. Spanish General Courts.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, (2013). [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12913](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12913)
- 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 (ed.)). Instituto Juan de Herrera. <http://oa.upm.es/63377/>
- HIC-AL/Grupo de trabajo de PSH. (2017). *Utopías en construcción. Experiencias latinoamericanas de producción social del hábitat*.
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. In *Landscape and Urban Planning* (Vol. 147, pp. 38–49). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Méndez García del Valle, R. (2012). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 44(172), 215–232. <http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/FF63AECF-CF4B-4A59-968B->

D9B701ACA03B/113205/CyTET172.pdf

Metzger, P., & Robert, J. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana usos criticables y aportes potenciales. *Territorios*, 0(28), 21–40.

Ministerio para la Transición Ecológica. (2020a). *Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas*. [https://www.miteco.gob.es/images/es/borradoreivcre\\_infopublica\\_tcm30-497133.PDF](https://www.miteco.gob.es/images/es/borradoreivcre_infopublica_tcm30-497133.PDF)

Ministerio para la Transición Ecológica. (2020b). *Visor de Escenarios de Cambio Climático*. [http://escenarios.adaptecca.es/#&model=eqm-multimodel&variable=tasmax&scenario=rcp85&temporalFilter=YEAR&layers=AREAS&period=MEDIUM\\_FUTURE&anomaly=RAW\\_VALUE](http://escenarios.adaptecca.es/#&model=eqm-multimodel&variable=tasmax&scenario=rcp85&temporalFilter=YEAR&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE)

Morán Alonso, N. (2020). Resiliencia del espacio agrario de la Comunidad de Madrid. In *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid* (pp. 86–90). Instituto Juan de Herrera. <http://oa.upm.es/63377/>

Naciones Unidas. (2017). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe. “*Patrimonio*”: *Economía Cultural Y Educación Para La Paz (Mec-Edupaz)*, 1(11), 9–41. [www.un.org/sustainabledevelopment/es](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es)

Ritchie, H., & Roser, M. (2019). Natural Disasters. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/natural-disaster>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). (2010). El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. In *Decisión adoptada por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su décima reunión* (Issue X/2). <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-es.pdf>

Shamsuddin, S. (2020). Resilience resistance: The challenges and implications of urban resilience implementation. *Cities*, 103, 102763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102763>

Solís Trapero, E. (2008). El horizonte urbano madrileño: más allá de la región político-administrativa. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 28(1), 133–162.

World Bank. (2019). *Action Plan on Climate Change Adaptation and Resilience: Managing Risks for a more Resilient Future*. 24. <http://documents.worldbank.org/curated/en/519821547481031999/The-World-Bank-Groups-Action-Plan-on-Climate-Change-Adaptation-and-Resilience-Managing-Risks-for-a-More-Resilient-Future.pdf>

Zubelzu, S., & Ández, R. Á. (2016). Carbon footprint and urban planning: Incorporating methodologies to assess the influence of the urban master plan on the carbon footprint of the city. In *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (Issue 9783319310497, pp. 63–67). Springer Verlag.