



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Evaluación de Servicios Ecosistémicos en el  
Término Municipal de La Puebla de Valverde,  
Teruel.

Evaluation of Ecosystem Services in the  
Municipality of La Puebla de Valverde, Teruel

Autora

Cristina Novella Guillén

Director

José Manuel Nicolau Ibarra

Grado en Ciencias Ambientales

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2020

## RESUMEN

La Evaluación de los Servicios Ecosistémicos es un tema de actualidad a nivel internacional. Existen numerosas publicaciones y trabajos a escala nacional y regional, pero son escasos a nivel municipal, y aún menos en el medio rural. El medio rural es el territorio que soporta y mantiene la mayor parte de los servicios de provisión (como el abastecimiento de alimentos y de energía), regulación (como el control de la erosión o la regulación hídrica) y culturales (actividades recreativas, conocimiento científico, etc.). Actualmente estas zonas deben hacer frente a graves problemas estructurales (despoblación, envejecimiento, cambios económicos, adaptación al nuevo escenario climático, etc.).

En este trabajo se desarrolla una metodología sencilla para evaluar algunos de estos servicios, y ver la tendencia de los mismos desde la última mitad del siglo XX hasta la actualidad observando los cambios que se han producido con la despoblación. Para ello se han identificado una serie de indicadores a partir de una exhaustiva revisión de trabajos realizados sobre esta temática; la búsqueda de datos en fuentes oficiales y el cartografiado de las principales unidades de vegetación y usos de suelo a partir de las ortofotos del año 1956 y el 2015. Los resultados obtenidos para el municipio estudiado muestran que hay una intensificación de las actividades del sector primario, mejora en ciertos servicios como los culturales, mientras que otros como el abastecimiento de agua tiene un claro empeoramiento.

Palabras clave: medio rural, despoblación, servicios ecosistémicos, indicadores, cartografía, unidades de vegetación, biodiversidad.

## ABSTRACT

The Evaluation of Ecosystem Services is actual international issue. There are many articles and reports at national and regional scale. However they are scarce at local scale, and even more limited in rural environments. The rural environment is the territory that supports and maintains most of the provisioning services, such as supply of food and fresh wáter, also regulating services, such as erosion control or wáter regulation, and cultural services, like recreational activities, scientific knowledge, and son on. Currently these areas must face serious structural problems: depopulation, aging, economic changes, adpation to the new climatic scenario and so on.

In this work a simple methodology is developed to evaluate some of these services, and to see the trend of them from the last half of the 20th century to the present observing the changes that have occurred with depopulation. To this end, a series of indicators have been identified based on an exhaustive review of the report carried out on this subject, the search of data in oficial sources and the mapping of the main vegetation units and land uses from the orthophotos of 1956 and 2015. The results obtained for the municipality studied show that there is an intensification of the activities of the primary sector, improvement in certain services such as cultural, while others, such as water supply, are clearly getting worse.

Key words: rural environment, depopulation, ecosystem services, indicators, mapping, vegetation units, biodiversity.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1. Estado en cuestión</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2. Justificación</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3. Objetivos: general y específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1. Identificación de las unidades de vegetación y usos del suelo</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2. Elaboración de mapas</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3. Selección de los SE</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4. Elección de los indicadores para cada SE</b> .....	<b>20</b>
2.4.1. Servicios de Abastecimiento .....	20
2.4.1.1. Alimentación tradicional.....	21
2.4.1.2. Energía .....	22
2.4.2. Servicio de Regulación .....	22
2.4.2.1. Regulación hídrica.....	23
2.4.3. Servicios Culturales .....	24
2.4.3.1. Actividades recreativas .....	24
2.4.3.2. Identidad cultural.....	25
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:</b> .....	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1. Evolución de las unidades de vegetación y usos del suelo desde el modelo de gestión tradicional (1957) al actual (2015).</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2. Servicios ecosistémicos</b> .....	<b>34</b>
4.2.1. Servicios de Abastecimiento .....	34
4.2.1.1. Alimentación.....	34
4.2.1.2. Energía renovable .....	38
4.2.2. Servicios de Regulación .....	39
4.2.2.1. Regulación hídrica .....	39
4.2.3. Servicios culturales.....	40
4.2.3.1. Actividades recreativas asociadas a la naturaleza.....	40
4.2.3.2. Identidad cultural .....	42
<b>4.3. La biodiversidad de La Puebla de Valverde.</b> .....	<b>43</b>
<b>4.4. Análisis final</b> .....	<b>45</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>49</b>
<b>ANEXO 1. Argumentos de selección para cada SE.</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXO 2. Cálculos en los S.E. de Regulación hídrica.</b> .....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> TIPOS Y SUBTIPOS DE SE. FUENTE: EME (2011) .....	8
<b>TABLA 2.</b> CARTOGRAFÍA EMPLEADA EN LA ELABORACIÓN DE LOS MAPAS Y SU FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.....	18
<b>TABLA 3.</b> TIPOS DE SE. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO EN ESPAÑA (EME 2011).....	19
<b>TABLA 4.</b> CUADRO DE INDICADORES PARA LOS SE DE ABASTECIMIENTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	21
<b>TABLA 5.</b> CUADRO DE INDICADORES PARA EL SE DE REGULACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA. ....	22
<b>TABLA 6.</b> CUADRO DE INDICADORES DE LOS SE CULTURALES. ELABORACIÓN PROPIA. ....	24
<b>TABLA 7.</b> VALORES MEDIOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL (MM) EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. PERIODO 1961-1990. FUENTE: IAEST. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ....	27
<b>TABLA 8.</b> TIPOS DE CULTIVO (HA) EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE EN LOS AÑOS 1985 Y 2017. FUENTE: IAEST, MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS DE LA PROVINCIA DE TERUEL.....	35
<b>TABLA 9.</b> EVOLUCIÓN DEL Nº DE CABEZAS DE GANADO EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: INE .....	36
<b>TABLA 10.</b> CAPTURAS TOTALES DE ESPECIES CINEGÉTICAS EN LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: INACAZ, DGA.....	37
<b>TABLA 11.</b> RESULTADOS PARA EL SE DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	38
<b>TABLA 12.</b> RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE ACTIVIDADES RECREATIVAS EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: IAEST Y COMARCA GÚDAR-JAVALAMBRE.....	41
<b>TABLA 13.</b> RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL SE DE IDENTIDAD CULTURAL EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	42
<b>TABLA 14.</b> FIGURAS DE PROTECCIÓN EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: GOBIERNO DE ARAGÓN. ....	44
<b>TABLA 15.</b> ARGUMENTOS DE SELECCIÓN PARA CADA UNO DE LOS SE. ELABORACIÓN PROPIA.....	52
<b>TABLA 16.</b> CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL SE DE REGULACIÓN HÍDRICA. BASADO EN ENGUIA (2017) 54	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> PLANTACIÓN TRUFERA DENTRO DEL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA .....	13
<b>FIGURA 2:</b> MUNICIPIO DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA .....	13
<b>FIGURA 3:</b> QUEJIGAR DENTRO DEL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA. ....	14
<b>FIGURA 4:</b> CAMPOS DE CULTIVO EN LA ZONA DE LA DEPRESIÓN DEL RÍO MIJARES EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA. ....	14
<b>FIGURA 5:</b> PRADO DE JAVALAMBRE. FUENTE: (SIMÓN ET AL., 2012) .....	15
<b>FIGURA 6:</b> PAISAJE DE LOS ALTOS DE JAVALAMBRE CON PRESENCIA DE LA SABINA RASTRERA. ELABORACIÓN PROPIA.....	15

<b>FIGURA 7:</b> SABINAR ALBAR EN EL PIEDEMONTE DE JAVALAMBRE. ELABORACIÓN PROPIA.....	16
<b>FIGURA 8:</b> PINAR DE PINO ALBAR EN LOS ALTOS DE JAVALAMBRE. ELABORACIÓN PROPIA.....	16
<b>FIGURA 9:</b> SABINARES MIXTOS EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	17
<b>FIGURA 10:</b> BOSQUE DE PINO NEGRAL Y SABINA ALBAR EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	17
<b>FIGURA 11:</b> BANCO DE DATOS DEL IAEST. DISPONIBLE ON LINE EN: <a href="http://www.aragon.es/-/estadistica-local">HTTP://WWW.ARAGON.ES/-          /ESTADISTICA-LOCAL</a> .....	25
<b>FIGURA 12:</b> MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1. FUENTE: IDEARAGON.....	26
<b>FIGURA 13:</b> RÍOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR (CHJ). ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1. FUENTE: CHJ.....	28
<b>FIGURA 14:</b> USOS DEL SUELO DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1. FUENTE: CLC.....	29
<b>FIGURA 15:</b> EVOLUCIÓN CENSAL DE LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: IAEST, 2018.....	30
<b>FIGURA 16:</b> EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE (HA) OCUPADAS POR LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO ENTRE LOS AÑOS 1957 Y 2015 EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE DIGITALIZACIÓN CON ARCMAP 10.5.1.....	31
<b>FIGURA 17:</b> MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES VEGETALES Y USOS DE SUELO EN EL AÑO 1957 EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1.....	32
<b>FIGURA 18:</b> MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES VEGETALES Y USOS DE SUELO EN EL AÑO 2015 EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1.....	33
<b>FIGURA 19:</b> EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES DE CAZA MAYOR EN LA PUEBLA DE VALVERDE ENTRE LOS AÑOS 2005-2018.....	38
<b>FIGURA 20:</b> EVOLUCIÓN DEL SE DE REGULACIÓN HÍDRICA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE ZHANG ET AL., (2001). LOS DATOS SE PRESENTAN EN EL PORCENTAJE DE AGUA AZUL Y AGUA VERDE. .....	39
<b>FIGURA 21:</b> MAPA DE SENDEROS Y PUNTOS DE INTERÉS DE LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: MAPA DE SENDEROS DE LA COMARCA GÚDAR-JAVALAMBRE.....	41
<b>FIGURA 22:</b> EVOLUCIÓN DE LAS PLAZAS DE TURISMO RURAL EN LA PUEBLA DE VALVERDE ENTRE LOS AÑOS DE 2009 Y 2017. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: IAEST.....	42
<b>FIGURA 23:</b> EVOLUCIÓN DEL Nº DE ASOCIACIONES CULTURALES EN LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	43
<b>FIGURA 24:</b> LOCALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DE LAS FIGURAS DE PROTECCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA ARCMAP 10.5.1. FUENTE: IGEAR.....	44
<b>FIGURA 25:</b> ESQUEMA DEL PROCESO Y CONSECUENCIAS DE LA DESPOBLACIÓN EN EL T.M. DE LA PUEBLA DE VALVERDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	46
<b>FIGURA 26:</b> CONTRATOS SEGÚN EL SECTOR DE ACTIVIDADES EN LA PUEBLA DE VALVERDE. FUENTE: IASET.....	47

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Estado en cuestión

El concepto de servicios ecosistémicos (en adelante SE) surge a principios de los años 70 como término “paraguas” (Montes, 2007) para aumentar el interés del público por la conservación de la biodiversidad, incidiendo en las funciones y servicios que los ecosistemas nos ofrecen (Gómez-Baggethun, de Groot, Lomas & Montes, 2010).

Inicialmente, el estudio de los servicios de los ecosistemas se organizó en cuatro grupos (provisión, regulación, soporte y culturales) pero diversos trabajos han decidido reducirlos a tres debido a que los SE de soporte se encuentran contemplados indirectamente en otros grupos de SE, principalmente, en el de regulación, como el control de la erosión o almacenamiento de carbono. Otra razón, es que al contabilizar económicamente los SE es necesario “asegurar no duplicarlos e incrementar el coste final al usuario” (Ochoa et al., 2013).

A nivel internacional, también se emplea esta división, por ejemplo, en la última versión de la Guía de la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos (CICES, por sus siglas en inglés) de la Agencia Europea de Medio Ambiente ambos servicios se han fusionado bajo el servicio denominado “soporte y regulación”. En la **Tabla 1** podemos ver un resumen de los SE empleados en España, y su definición (Viamonte, 2019).

**Tabla 1.** Tipos y subtipos de SE. Fuente: EME (2011)

<p><u>Servicios de Abastecimiento</u></p> <p>Aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentos procedentes de la agricultura, ganadería, pesca, acuicultura, apicultura, etc.</li> <li>• Alimentos obtenidos directamente de los ecosistemas naturales o poco modificados culturalmente.</li> <li>• Agua para consumo humano o para usos agrícolas e industriales.</li> <li>• Materias primas de origen biótico (madera, celulosa, etc.)</li> <li>• Materias primas de origen geótico (sal marina o continental).</li> <li>• Energías renovables (biomasa, eólica, etc.)</li> <li>• Información genética usada en biotecnología.</li> <li>• Medicinas naturales, como las obtenidas a partir de plantas silvestres.</li> </ul>
<p><u>Servicios de Regulación</u></p> <p>Aquellas contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación climática.</li> <li>• Regulación de la calidad del aire.</li> <li>• Regulación hídrica y depuración del agua.</li> <li>• Control de la erosión y fertilidad del suelo.</li> <li>• Regulación de perturbaciones naturales, como el control de inundaciones.</li> <li>• Control biológico, como el control de plagas.</li> <li>• Polinización de cultivos agrícolas y plantas aromáticas o medicinales.</li> </ul>
<p><u>Servicios Culturales</u></p> <p>Aquellas contribuciones intangibles que la población obtiene a través de su experiencia directa con los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento científico.</li> <li>• Conocimiento ecológico local.</li> <li>• Identidad cultural y sentido de pertenencia.</li> <li>• Sentimiento espiritual y religioso.</li> <li>• Disfrute estético de los paisajes.</li> <li>• Actividades recreativas y de ecoturismo.</li> <li>• Educación ambiental.</li> </ul>

A nivel nacional, en España, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio la inició la Fundación Biodiversidad en el año 2009 siguiendo los criterios de la Agencia Europea del Medio Ambiente. Se contó con la participación de 60 expertos en ciencias ecológicas y sociales. En el año 2011 se presentó una síntesis de los resultados, el EME ha evaluado la tendencia de 22 servicios ecosistémicos en 14 ecosistemas representativos del territorio español.

A nivel regional, el estado de la cuestión está siendo abordado de forma desigual. En ciertas regiones, como Galicia y Andalucía, han empezado la valoración de los SE en espacios protegidos, incluyendo la evaluación de los mismos en las tomas de decisiones y los planes de gestión. En el País Vasco es donde más se ha avanzado, empezó en el año 2008, y desde entonces ha evaluado los SE a nivel regional y provincial (Informe técnico del año 2012) y actualmente están desarrollando indicadores a escala municipal (Informes técnicos de los años 2014 y 2015), algunos de los cuales se han incluido en la metodología de este trabajo. (Viamonte, 2019)

A escala municipal, los casos encontrados se dan en el medio urbano, en las principales ciudades españolas (Barcelona, Madrid, Bilbao, Vitoria, ...)

Los territorios del medio rural soportan y mantienen la mayor parte de los servicios ecosistémicos de provisión, de regulación y culturales teniendo en la actualidad graves problemas estructurales.

En España se está produciendo un cambio demográfico mostrando una notable desigualdad territorial, manifestándose especialmente en su espacio rural, cuya situación se ha ido agravando en los últimos tiempos. La provincia de Teruel es una de las zonas más afectadas por la despoblación a nivel nacional. En algunas zonas esta es la cuestión que mayor impacto ha tenido y tiene sobre la sociedad y sobre la propia naturaleza (AGE, 2018)

La despoblación va asociada a cambios en los usos de suelo, en concreto al abandono de espacios de cultivo marginales, disminución de la carga ganadera sobre los pastos, reducción de la extracción de leñas y madera de los bosques, intensificación de los usos en los agroecosistemas, entre otros. Ello tiene efectos ecológicos diversos: el asilvestramiento de los montes, incremento de los ecosistemas forestales y de matorral respecto a los abiertos y esteparios, recuperación de poblaciones de ungulados, disminución de los caudales de ríos y acuíferos, pérdida de biodiversidad en las zonas de agricultura intensiva, etc. (Rey Benayas et al, 2007). El medio rural es también depositario de un sinnúmero de tradiciones y elementos de patrimonio que forma el núcleo de las distintas culturas e identidades que conforman la Península Ibérica, parte de las cuales está en peligro de desaparición. Incluso algunos elementos declarados como patrimonio de la UNESCO, como iglesias románicas o mudéjares, corren serio peligro de supervivencia. Son los efectos dinámicos del abandono (AGE, 2018).

## 1.2. Justificación

Los Servicios ecosistémicos sustentan nuestra salud, nuestra economía y nuestra calidad de vida, aunque a menudo nos pasan desapercibidos. Por ello son cada vez más el foco de las políticas nacionales y europeas como indicadores de la calidad de nuestra interacción con el entorno. El siguiente paso es encontrar los medios para situar los servicios ecosistémicos en el centro de las políticas ambientales. Esto nos permitirá tener ideas para identificar qué opciones de gestión nos ayudan a mitigar los efectos del cambio global que, a su vez, optimizan los beneficios sociales y evitan costes y riesgos potenciales para los ecosistemas y las sociedades (Pino, 2015).

Medir, valorar y gestionar los servicios ecosistémicos de un territorio es una tarea compleja. Todos ellos son el resultado de factores ecológicos, pero también sociales, y tienen implicaciones en la calidad de vida de las personas (Pino, 2015).

En la Comunidad Autónoma de Aragón todavía no se ha realizado una evaluación de los servicios ecosistémicos a nivel municipal, aunque sí que hay interés sobre el tema, como muestran los grupos de investigación del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) (Bernués et al, 2014) o el Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC (Comín et al, 2018).

Actualmente tenemos a disposición recursos científicos y herramientas informáticas con las que se pueden analizar los servicios ecosistémicos de un territorio. En este trabajo se va a estudiar el término municipal de La Puebla de Valverde situado en la provincia de Teruel. Esta provincia está sufriendo la despoblación masiva del medio rural por lo que sería interesante poder visualizar la evolución de los servicios ecosistémicos y de qué manera se han visto afectados por esta situación ya que se han observado varios cambios en la sociedad para poder combatir este problema.

Por todo ello se considera relevante dar a conocer dentro y fuera del municipio, todos los servicios ecosistémicos que brinda el medio rural a la sociedad.

El enfoque del trabajo es ver cómo han cambiado algunos servicios ecosistémicos en la transición de la sociedad tradicional a la actual. Como la medición de servicios a escala municipal no es posible para el escenario tradicional (1957) por falta de datos, se han cartografiado las unidades de uso y vegetación en las fotografías aéreas de 1957 y 2015 para obtener una idea de los cambios más relevantes. Posteriormente, se han evaluado algunos servicios para el escenario actual, tratando de incorporar la evolución histórica de los mismos hasta donde ha sido disponible.

### 1.3. Objetivos: general y específicos

El objetivo general del TFG es evaluar una muestra de servicios ecosistémicos del municipio de La Puebla de Valverde para analizar la evolución socio-ambiental del mismo desde el modelo de gestión tradicional (1957) al actual (2015).

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar y cuantificar los cambios en las unidades de vegetación y de usos del suelo entre 1957 y 2015.
- Evaluar la magnitud actual de servicios de producción (producción de alimentos y de energía renovable) y explorar su evolución temporal.
- Estimar la evolución temporal del servicio de regulación hídrica entre 1957 y 2015 aplicando el modelo de Zhang.
- Evaluar la magnitud actual de servicios culturales (actividades recreativas, identidad cultural).
- Recoger el valor de la biodiversidad del municipio a través de las figuras de protección.
- Elaborar un modelo conceptual sobre la evolución socio-ambiental del municipio en el actual contexto de disminución demográfica.

## 2. METODOLOGÍA

Existen numerosas metodologías para evaluar y cuantificar los SE. Tras realizar una revisión bibliográfica sobre las metodologías existentes ((Ochoa, Cuellar, & Urbina, 2013); (Codato & Locatelli, 2012); (De Groot, Wilson, & Boumans, 2002)), y analizar los estudios de SE realizados en España, y en varias CC.AA. españolas – Andalucía, Galicia, País Vasco y Cataluña -, se decidió desarrollar nuestra propia metodología. Esta se ha basado en la desarrollada por Viamonte (2019) en su TFG.

En primer lugar, se identificaron los usos del suelo de nuestro término municipal (en adelante, T.M.) a partir de las coberturas del Corine Land Cover (CLC) del año 2012. Como el T.M. tiene una flora singular, se decidió especificar las especies presentes más abundantes para la obtención de las unidades con las que se ha trabajado a lo largo del proyecto. Este cambio se produjo en base al Mapa de vegetación desarrollado por la Comarca Gúdar-Javalambre (Fabregat, et al., 2004).

Una vez actualizada la información cartográfica del T.M. a partir de la ortofoto más reciente (año 2015) del Plan Nacional de Ortografía Aérea (en adelante PNOA), se digitalizaron las mismas unidades de vegetación y usos del suelo en los años 50 a partir de las ortofotos del vuelo conocido como Vuelo Americano (serie B) del año 1957, de esta forma se pretende analizar los cambios en los usos del suelo del T.M. y la relación con la fuerte despoblación sufrida en la zona en las últimas décadas.

A partir de los SE propuestos en el territorio español (EME, 2011), se seleccionaron los SE a evaluar. Dicha evaluación comenzó con la búsqueda de los indicadores más apropiados para cada SE con la ayuda de las experiencias de otras CC. AA y/u otros proyectos, así como el funcionamiento de estos a escala local o municipal.

Para el estudio de los SE escogidos ha sido necesaria la colaboración de expertos y vecinos del municipio. Los criterios empleados en cada paso se explican a continuación.

### 2.1. Identificación de las unidades de vegetación y usos del suelo

La biodiversidad biológica y geológica de la zona de estudio es muy importante para este trabajo, ya que se considera como fuente de SE y del bienestar humano. En este estudio, al contrario que en otros, la biodiversidad no se considera un SE, pero sí nos parece relevante y útil tenerla en cuenta a la hora de la clasificación de las unidades

Las unidades se basan en la vegetación, la cual está condicionada por el clima, el suelo, la topografía y la acción del hombre. El último factor es muy importante en este trabajo para poder entender la evolución del municipio desde los años 50 a la actualidad. La primera mitad del S. XX fue una época de mayor presencia humana por lo que se modificaban mucho los montes para crear campos de cultivo y pastos, actualmente estamos en el fenómeno contrario debido al descenso de la población y al abandono del sector primario.

Para la identificación de las unidades de vegetación y usos del suelo nos hemos basado en el Mapa de vegetación de la Comarca Gúdar-Javalambre (2004). A la hora de su nomenclatura se ha tenido en cuenta la especie más abundante por lo que es necesario explicar qué engloba cada unidad y su distribución dentro del T.M.:

- Encinar (*Quercus ilex*): En esta unidad se han incluido tanto las plantaciones truferas (**Figura 1**) como los encinares silvestres de montes públicos y privados. Se sitúa en las zonas bajas del T.M. por lo que los encinares de esta unidad van acompañados por más especies, como son la sabina albar (*Juniperus thurifera*), el enebro común (*Juniperus communis*), la sabina negral (*Juniperus phoenicea*), el rosal silvestre (*Rosa canina*) y una serie de plantas típicas, como la salvia (*Salvia lavandulifolia*), el tomillo (*Thymus vulgaris*), la lavanda (*Lavandula sp.*), etc. (Diputación de Teruel, s.f.).



*Figura 1: Plantación trufera dentro del T.M. de La Puebla de Valverde. Elaboración propia*

- Suelo urbano o construcción: En esta unidad de uso de suelo se incluye tanto el municipio de La Puebla de Valverde (**Figura 2**) como las granjas y la red de carreteras y vías férreas.



*Figura 2: Municipio de La Puebla de Valverde. Elaboración propia*

- Quejigar: El quejigo o rebollo (*Quercus faginea*) (**Figura 3**) requiere mayor humedad que la encina por lo que se suele asociar con otro tipo de especies que se encuentran incluidas en esta unidad como son el arce de Montpellier (*Acer monspesulanum*), el guillomo (*Amelanchier ovalis*), rosál silvestre, majuelo (*Crataegus monogyna*), etc. (Diputación de Teruel, s.f.).



**Figura 3:** Quejigar dentro del T.M. de La Puebla de Valverde. Elaboración propia.

- Cultivos: Dentro de los cultivos se han incluido todos los cultivos herbáceos tanto los de secano como los de regadío. La mayoría de los cultivos se encuentran en la zona de la depresión del Mijares (**Figura 4**).



**Figura 4:** Campos de cultivo en la zona de la depresión del río Mijares en La Puebla de Valverde. Elaboración propia.

- Pastos: En esta unidad se encuentran todas aquellas zonas que han sido o son aprovechadas para la alimentación del ganado tanto en la alta montaña como en las zonas más bajas del T.M. Se ha incluido en ella, el Prado de Javalambre (**Figura 5**), uno de los enclaves de flora de mayor interés de La Puebla de Valverde.



*Figura 5: Prado de Javalambre. Fuente: (Simón et al., 2012)*

- Sabinar rastrero: Esta unidad vegetal es sin duda la que tiene mayor importancia botánica debido a su rareza paisajística que hace de los altos de Javalambre un lugar especial (**Figura 6**). La sabina rastrera (*Juniperus sabina*) se asocia con algunos pastos y tomillares en las zonas más aisladas y con el pino albar (*Pinus sylvestris*) y la sabina albar en zonas más protegidas.



*Figura 6: Paisaje de los altos de Javalambre con presencia de la sabina rastrera. Elaboración propia.*

- **Sabinar albar:** La sabina albar es una de las especies más abundantes por lo que se encuentra casi en la totalidad del T.M. con más o menos presencia. En esta unidad se han incluido aquellas zonas en las que predomina sobre el resto, suele encontrarse junto a los enebros de montaña (**Figura 7**).



*Figura 7: Sabinar albar en el piedemonte de Javalambre. Elaboración propia*

- **Pinar de pino albar:** Esta unidad se encuentra en las zonas más altas de Javalambre, se encuentra asociado con la sabina rastrera creando una masa muy boscosa (**Figura 8**).



*Figura 8: Pinar de pino albar en los altos de Javalambre. Elaboración propia.*

- **Sabinar mixto:** Esta unidad está dominada por las especies del género *Juniperus*, los conocidos enebros y sabinas con presencia de una gran variedad de plantas y matorrales como la aliaga (*Genista scorpius*), el tomillo, el romero (*Rosmarinus officinalis*), el espliego (*Lavandula latifolia*), etc. (**Figura 9**).



*Figura 9: Sabinares mixtos en el T.M. de La Puebla de Valverde. Elaboración propia.*

- **Pinar de pino negral (*Pinus nigra ssp. salzmannii*):** En esta unidad se ha tenido en cuenta la nomenclatura del Mapa de Vegetación en el que nos hemos basado, aunque también podría pasar a formar parte de la unidad de Sabinar albar debido a que esta unidad se trata de un bosque formado por estas dos especies (**Figura 10**).



*Figura 10: Bosque de pino negral y sabina albar en el T.M. de La Puebla de Valverde. Elaboración propia.*

Para conocer bien todas las especies de las unidades y la proporción de cada una de ellas, haría falta realizar un muestreo de cada unidad. En este muestreo no se ha realizado debido a que se escapa de los alcances del TFG.

## 2.2. Elaboración de mapas

La representación cartográfica de los SE ha sido una herramienta esencial para la realización de este trabajo ya que permite mostrar de una forma más sencilla información compleja al público no especializado, además el análisis espacial también permite hacer un análisis estandarizado que facilite la evaluación y comparativa ante distintos escenarios ((Ochoa et al., 2013), (Burkhard & Maes, 2017)). En nuestro caso, la cartografía de los años 50 nos permite evaluar algunos SE para los que no contamos con datos históricos como la regulación hídrica.

Las cartografías se han realizado con el programa Arc Map 10.5.1. Las coberturas base empleadas se han descargado de la página web del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) del Ministerio de Fomento; de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) y del servidor Idearagon del Gobierno de Aragón (en adelante DGA). La cartografía empleada en los SE culturales se ha obtenido a través de un recorte de un mapa de senderos de la Comarca Gúdar-Javalambre debido a que en este ámbito las coberturas disponibles en la DGA no se ajustaban a la realidad. En la **Tabla 2** Se detallan las coberturas de cada fuente.

*Tabla 2. Cartografía empleada en la elaboración de los mapas y su fuente. Elaboración propia*

<b>Fuente: Plataforma</b>	<b>Coberturas (<i>shapefile</i>)</b>
<b>CNIG</b>	Ortofoto PNOA máxima actualidad, Corine Land Cover (año 2012)
<b>CHJ</b>	Red fluvial
<b>DGA: Idearagon</b>	Ortofoto vuelo aéreo 1956/57. Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), Municipios, Comarcas, Provincias.
<b>Comarca Gúdar-Javalambre</b>	Mapa de senderos, Zonas paleontológicas, Puntos de interés. Mapa de vegetación.

En un primer momento se seleccionaron las coberturas del CLC ya que tienen disponibilidad para todo el territorio nacional y una actualización periódica. Al cartografiar los usos del suelo con estas coberturas nos dimos cuenta de que no se plasmaba bien una parte esencial del T.M., la gran biodiversidad y singularidad vegetal por lo que se decidió cartografiar las especies vegetales en vez de los tipos de vegetación en base al Mapa de vegetación de la Comarca Gúdar-Javalambre (Fabregat et al. 2004)

De las coberturas del CLC se ha conservado el suelo urbano o construcción, también se han usado junto con la ortofoto PNOA de máxima actualidad disponible (2015) para corregir la digitalización en los casos necesarios.

Este mismo proceso de digitalización se ha realizado para las Ortofotos del vuelo conocido como Vuelo Americano (serie B). Este vuelo fue realizado por el *Army Map Service* de EE. UU. entre enero de 1956 y noviembre de 1957, y cubre la totalidad de la España Peninsular y las Islas Baleares.

### 2.3. Selección de los SE

Los SE analizados se han dividido en 3 categorías: Abastecimiento, Regulación y Culturales. La división elegida ha sido empleada tanto en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME, 2011), como en los diferentes documentos de las CC.AA. consultadas.

En cuanto al número e identidad de los servicios ecosistémicos, se ha seguido el criterio aplicado en el EME identificando 22 servicios (recogidos en la **Tabla 3**).

*Tabla 3. Tipos de SE. Elaboración propia a partir de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME 2011)*

Abastecimiento	Regulación	Cultural
Alimentación tradicional	Regulación climática	Conocimiento científico
Agua dulce	Calidad del aire	Actividades recreativas
Materiales de origen biótico	Regulación hídrica	Disfrute estético
Materiales de origen geótico	Control de la erosión	Disfrute espiritual o religioso
Energía renovable	Fertilidad del suelo	Conocimiento ecológico local
Acervo genético	Perturbaciones naturales	Identidad cultural
Medicinas naturales	Control biológico	Educación ambiental
	Polinización	

El T.M. de La Puebla de Valverde cuenta con todos los servicios ecosistémicos que se incluyen en la Tabla anterior, por lo que para ajustarnos al alcance de un TFG se ha tenido que hacer una selección para su estudio. El primer criterio de selección fue el querer estudiar servicios de las 3 categorías – Abastecimiento, Regulación y Cultural-. Seguidamente tras tener la lista de los servicios se consideró tanto la dificultad de estudio como la importancia dentro del T.M. teniendo un pequeño conocimiento de la evolución del municipio. En el **ANEXO 1** Se detallan los argumentos de selección para cada uno de los SE, mostrándose en azul los que finalmente se han estudiado.

Finalmente se han estudiado 5 SE – 2 Servicios de Abastecimiento (alimentación y energía), 1 Servicio de Regulación (regulación hídrica) y 2 Servicios Culturales (actividades recreativas e identidad cultural).

## 2.4. Elección de los indicadores para cada SE

La elección de los indicadores está condicionada por la disponibilidad de información base, la cual es más difícil de obtener en nuestra escala de trabajo, la escala municipal.

Los indicadores elegidos se han basado en la búsqueda bibliográfica de experiencias similares en otras CC.AA. españolas, algunos indicadores se han empleado en las guías consultadas. Los criterios seguidos para elegir los indicadores han sido:

- Disponibilidad de los datos en fuentes públicas (Instituto Nacional de Estadística, Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), CHJ, etc.)
- Disponibilidad de información a nuestra escala de trabajo, municipal, en la CC.AA. de Aragón.
- Idoneidad para hacer un seguimiento de los indicadores, y analizar las tendencias en los SE estudiados.

En las tablas inferiores se pasa a detallar para cada grupo de los SE evaluados:

- Indicador cuantitativo o cualitativo de los diferentes subtipos.
- Fuente: de dónde poder obtener la información del indicador propuesto. En los casos en que no ha sido posible encontrar la información se indica.
- Unidades de medida del indicador. Cuando podemos analizar la tendencia los resultados se presentan en tabla, gráfica o mapa independiente.
- Referencia: trabajos y proyectos que han empleado el indicador, para citarlas en las tablas se emplea la CC.AA. del proyecto y el año de publicación. En los casos en que hemos seleccionado otro indicador, se indica como de “elaboración propia” (en adelante EP)

### 2.4.1. Servicios de Abastecimiento

Los SE de abastecimiento se consideran los más sencillos de cuantificar por ser los bienes y servicios “tangibles” que consumimos los seres humanos tales como alimento, agua, leña o energía (Burkhard & Maes, 2017). En la **Tabla 4**, se exponen los SE de abastecimiento con el indicador estudiado.

**Tabla 4.** Cuadro de indicadores para los SE de Abastecimiento. *Elaboración propia.*

SE	Subtipo	Indicador	Unidades	Fuente	Referencia
Alimentación tradicional	Agricultura	Aprovechamiento agrario	Nº Ha/cultivo	Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Teruel. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	EP
		Plantaciones de trufa	Nº de Ha	Ayuntamiento del T.M.	EP
	Caza	Tendencias en caza mayor y menor	Nº capturas	INACAZ	EP
	Ganadería	Ganadería extensiva	Nº cabezas	Censo agrario	EP
		Presencia de vías pecuarias	Ausencia/presencia	Cobertura SITAR	Andalucía (2012)
Energía	-	Energía solar	Nº de instalaciones y potencia instalada	IAEST. Registro de Ministerio de Industria, Energía y Turismo	EP
				Habitantes del T.M.	
	-	Energía eólica	Nº de instalaciones y potencia instalada	IAEST. Registro de Ministerio de Industria, Energía y Turismo.	EP
				Ayuntamiento del T.M.	
	Energía por biomasa	m <sup>3</sup> de madera	Ayuntamiento del T.M.	EP	

#### 2.4.1.1. Alimentación tradicional

Los datos de ganadería se han obtenido de los Censos agrarios (años 1989, 1999 y 2009).

Para la agricultura se han tenido en cuenta los datos de los tipos de cultivos que hay en la zona de estudio sin tener en cuenta alimentos como las setas y los frutos silvestres ya que no existe un registro y seguimiento de las recolectas que se hacen en el entorno del trabajo debido a que se tratan de recolectas particulares y de consumo propio. Los datos de los tipos de cultivo en la actualidad se han obtenido de la ficha territorial del IAEST, en cambio la comparativa con el año 1985 se ha obtenido del mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Teruel (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

Para saber el gran cambio que está teniendo el cultivo de trufa (*Tuber melanosporum*) en el municipio se decidió buscar el nº de hectáreas destinadas a esta actividad, el dato que se ha obtenido gracias a la ayuda del Ayuntamiento de La Puebla de Valverde no es el dato oficial, solo se disponía del nº de hectáreas que tenían vallado y algunas de las que estaban sujetas a subvenciones.

En este SE se ha incluido la caza ya que se trata de una actividad que forma parte de la tradición del municipio y por el gran auge que está teniendo la carne de caza mayor en el mercado alimentario. Aunque esta actividad se podría contemplar como un SE de regulación, en el municipio que estamos estudiando, suele tener más importancia el consumo particular de carne. Para analizar la tendencia se han comparado los datos disponibles desde el año 2007/2008 hasta los del año 2017/2018 en la aplicación INACAZ, del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón. Disponible *on line* en: <https://aplicaciones.aragon.es/inacaz/InacazAction.do?opcion=iniciar>

#### 2.4.1.2. Energía

En este apartado no estamos de acuerdo con la definición que contempla el EME (2011) ya que solo considera los aprovechamientos de energía de los procesos geofísicos y componentes de los ecosistemas de origen biótico o geótico que se usan o transforman como fuente de energía, es decir, la biomasa, la hidroelectricidad y la energía eólica. No usamos esta definición porque no incluye la energía solar.

Para el cálculo de este servicio se han tenido en cuenta los datos de 2013 proporcionados por la Ficha territorial del IAEST y los datos actuales obtenidos por medio del Ayuntamiento y los habitantes del municipio.

Los datos de la biomasa extraída para fines energéticos también se han obtenido a través del Ayuntamiento del municipio.

#### 2.4.2. Servicio de Regulación

Los servicios de regulación son los relacionados con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales a través de ciclos bioquímicos y otros procesos biológicos (Camacho & Ruiz, 2012). Los indicadores en este caso son mucho más complejos que en los SE de abastecimiento por lo que se ha limitado el estudio a un servicio de esta categoría (**Tabla 5**)

*Tabla 5. Cuadro de indicadores para el SE de Regulación. Elaboración propia.*

Servicio	Subtipo	Indicador	Unidades	Fuente	Referencia
Regulación hídrica	Balance hídrico basado en vegetación	Agua azul/Agua verde	Hm <sup>3</sup>	Atlas climático de la Península y Baleares	Enguita (2017)

#### 2.4.2.1. Regulación hídrica

En este trabajo nos interesaba ver cómo afecta el cambio de las coberturas de vegetación en el balance hídrico del T.M. por lo que hemos seleccionado el “modelo del balance hídrico de agua azul y agua verde” de Zhang et al. (2001).

Este modelo es una herramienta práctica para cuantificar de una forma aproximada cómo afectan los cambios de cubiertas vegetales en el balance hídrico total, basada en el efecto de la vegetación en la evapotranspiración (Enguita, 2017). El modelo se basa en la ecuación del balance hídrico:

$$[P = ET + Q + D + \Delta S].^1$$

El modelo asume el reparto de la precipitación total entre evapotranspiración y escorrentía o drenaje profundo [ $P = ET + Q$ ] por lo que sirve para mostrar las consecuencias derivadas de los cambios de uso de suelo sobre ambos factores de la ecuación. Identificando el agua verde con la evapotranspiración (ET) y el agua azul como el agua libre en escorrentía o drenaje profundo (Q), resultante de la diferencia entre ET y P. La metodología seguida se puede consultar en el TFM de Enguita (2017), los cálculos se recogen en el **ANEXO 1**.

Para aplicarlo sólo son necesarios los datos de precipitación y temperatura media a nivel municipal, los cuales se han obtenido del Atlas climático de la Península y Baleares (<http://agroclimap.aemet.es/>) y de las estaciones meteorológicas de La Puebla de Valverde y Teruel Instituto (dependiendo de su disponibilidad); y, las superficies de las coberturas vegetales (hectáreas), que se han obtenidos de la digitalización de los grandes ecosistemas para el año 1957 y el año 2015.

El modelo exige clasificar las coberturas vegetales en 4 tipos: bosque, en el que se ha incluido el encinar, el quejigar, los pinares de pino albar y pino negral y el sabinar albar; cultivos y herbáceos, que se han incluido los cultivos y los pastos; vegetación mixta, que corresponde al sabinar rastrero y al sabinar mixto; y, suelo desnudo, el suelo urbano.

Los coeficientes de disponibilidad de agua (w) utilizados en la aplicación del modelo han sido 0,1 para suelo desnudo, 0,5 para herbáceo y cultivos, 1 para vegetación mixta y 2 para bosque (Enguita, 2017).

---

<sup>1</sup> Siendo P la precipitación, ET la evapotranspiración real, Q la escorrentía superficial, D la recarga de agua subterránea y  $\Delta S$  el cambio en el almacenamiento de agua del suelo, que puede asumirse cero para periodos de tiempo de un año.

### 2.4.3. Servicios Culturales

Los ecosistemas proporcionan lugares donde poder realizar una serie de actividades recreativas muy beneficiosas para la salud física y mental de la sociedad (Cátedra UNESCO de la UPV, 2012), además de ser una importante fuente de riqueza económica en las zonas rurales en las últimas décadas. Numerosas publicaciones consideran que este tipo de SE, los culturales, se están viendo modificados por el abandono del medio rural y sus conocimientos y por la presión de la población urbana sobre los ecosistemas. Por todo ello se han evaluado las actividades recreativas y la identidad cultural del T.M (Tabla 6).

Tabla 6. Cuadro de indicadores de los SE Culturales. Elaboración propia.

SE	Subtipo	Indicador	Unidades	Fuente	Referencia
Actividades recreativas	Actividades	Red Natura 2000	Ha RN2000/Ha municipio*100	IAEST	Cataluña (2016)
		Rutas de senderismo	Nº rutas	Idearagon	EP
	Turismo	Nº plazas turismo rural	Nº plazas/Ha municipio	IAEST	País Vasco (2014), Cataluña (2016)
Identidad cultural	-	Nº asociaciones locales culturales y ambientales	Nº	Consulta al Ayuntamiento. Fuente: Registro DGA	Andalucía (2012)

#### 2.4.3.1. Actividades recreativas

El paisaje del T.M. de La Puebla de Valverde es muy variado y singular por lo que está presente dentro de la Red Natura 2000, red ecológica europea de áreas de conservación de biodiversidad. Este hecho se puede relacionar con el turismo botánico y de actividades de tiempo libre como el senderismo y el esquí.

Los datos obtenidos relacionados con las figuras de protección de la Red Natura 2000 para este SE han sido descargados de la plataforma de “Estadística Local” del IAEST (Figura 11). El mapa usado para el indicador de Rutas de senderismo se ha obtenido tras un recorte del mapa de senderos de toda la Comarca Gúdar-Javalambre ya que la cobertura de senderos de la plataforma Idearagón del Instituto Geográfico de Aragón, no se ajustaba a la realidad.

Indicaciones de uso y contenido temático del banco de datos

**Paso 1: Seleccione un ámbito territorial**

Municipal Comarcal **Provincial** Aragón

**Paso 2: Seleccione una de las siguientes opciones**

**Mostrar información de un municipio:**  
Seleccione un municipio... ▼

**Mostrar información de todos los municipios de:**

- Aragón
- Provincia de Huesca
- Provincia de Teruel
- Provincia de Zaragoza

*Figura 11: Banco de datos del IAEST. Disponible on line en: <http://www.aragon.es/-/estadistica-local>*

#### *2.4.3.2. Identidad cultural*

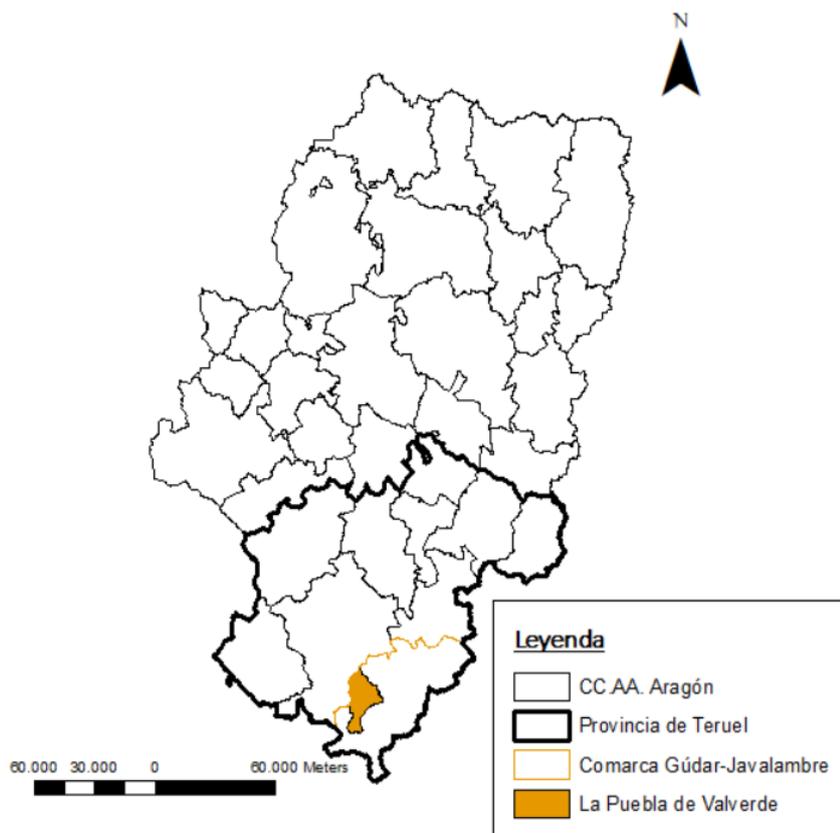
El conocimiento y los valores culturales son muy importantes a la hora de valorar y conservar los SE. Parte de los datos obtenidos para este SE se han recogido en las bases de datos del Ayuntamiento de La Puebla de Valverde, estos datos no son los oficiales ya que muchas de las asociaciones no estaban incluidas.

La DGA no pudo facilitarnos el dato oficial a tiempo por lo que ha sido clave la colaboración de los vecinos del municipio para obtener los datos más realistas.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

El presente TFG, se centra en el término municipal de La Puebla de Valverde, municipio de 282 km<sup>2</sup>, localizado en la provincia de Teruel, perteneciente a la Comarca Gúdar-Javalambre y a la Comunidad Autónoma de Aragón (**Figura 12**).

Este municipio se localiza entre dos enclaves geográficos de entidad como son el macizo de Javalambre, que constituye una de las zonas más altas del Sistema Ibérico, y la depresión del río Mijares. La altitud va desde 990 msnm hasta 2020 msnm localizándose el núcleo del municipio a una altitud de 1183 msnm.



*Figura 12: Mapa de localización de La Puebla de Valverde.  
Elaboración propia ArcMap 10.5.1. Fuente: IDEAragon.*

Tradicionalmente era una zona agrícola y ganadera en la que abundaban las masías por todo el término municipal.

El clima del municipio se encuentra condicionado por factores de tipo topográfico que lo aíslan de las influencias directas mediterráneas (Peña et al, 2002). Para la caracterización del clima se han utilizado datos de precipitación disponibles de la estación meteorológica de La Puebla de Valverde y datos de temperatura de la estación de Teruel Instituto, dado que no estaban disponibles en La Puebla de Valverde. La precipitación media anual registrada en la estación meteorológica de La Puebla de Valverde en el periodo de 1961-1990 es de 519,8 mm/año, oscilando desde los 400 mm/año de

precipitación mínima hasta los 600 mm/año de máxima. Una parte de esta precipitación cae en forma de nieve.

La temperatura media anual registrada en la estación meteorológica de Teruel Instituto durante el periodo de 1961-1990 es de 11,89 °C. Según la clasificación de Köppen el clima del municipio es del tipo Mediterráneo-continental. Los veranos son cortos y relativamente frescos, y los inviernos largos y riguroso

La evapotranspiración media anual es de 1165,479 mm, habiendo un déficit hídrico anual de 686,652 mm (Atlas climático, <http://agroclimap.aemet.es/>).

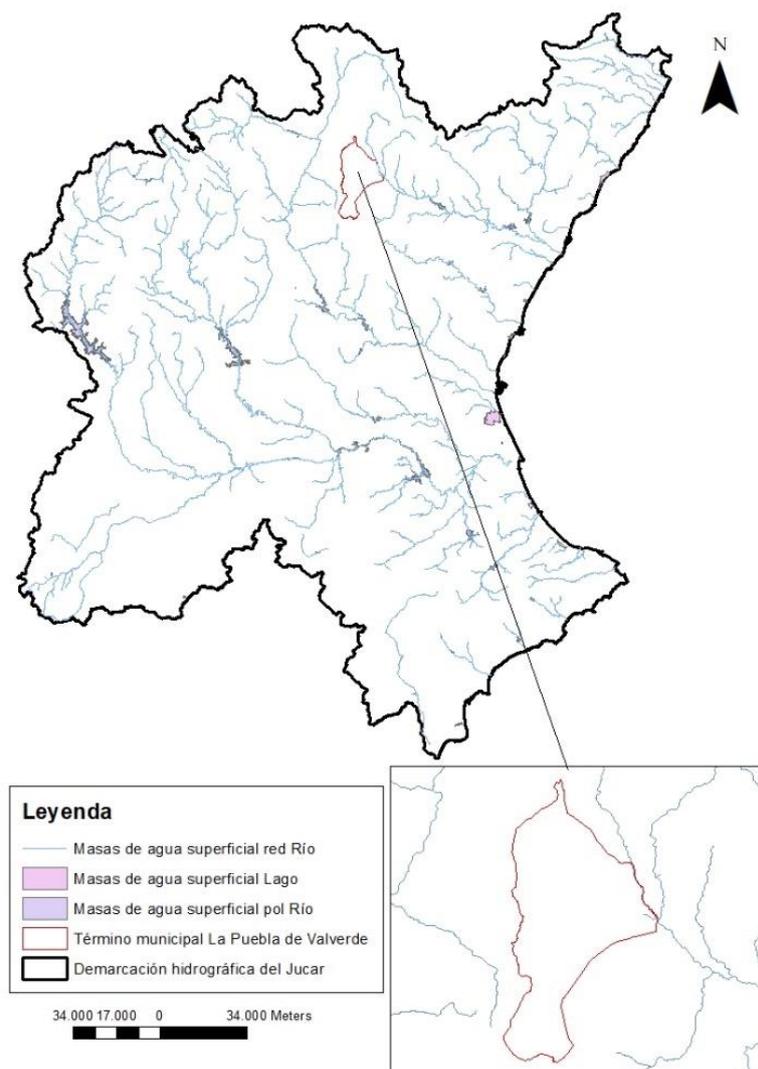
*Tabla 7. Valores medios de precipitación mensual y anual (mm) en el T.M. de La Puebla de Valverde. Periodo 1961-1990. Fuente: IAEST. Estación meteorológica de La Puebla de Valverde.*

Estación	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	ANUAL
<b>La Puebla de Valverde</b>	27.4	32.9	29.9	46.4	54.6	51.9	29.2	37.8	53.3	55.7	59.0	41.7	519.8

Atendiendo a las dos grandes unidades de relieve del municipio, el macizo de Javalambre se trata de un conjunto montañoso cuya altitud llega a los 2020 m, es la cota más elevada de la provincia de Teruel. Está constituido por rocas calcáreas de edad jurásica (Gutiérrez Elorza, 1985). Su paisaje es suavemente alomado por efecto de la superficie de erosión y está salpicado también de lapiaces y pequeñas depresiones kársticas. Existen dolinas circulares que pueden llegar a tener más de 60m de profundidad y diámetros de hasta 200m. También es interesante destacar el Prado de Javalambre, depresión circular que aprovecha un afloramiento de Triásico margoyesífero (Peña et al, 2002)

La depresión del Mijares también conocida como los llanos de La Puebla de Valverde-Sarrión, tiene una dirección NO-SE, es de origen erosivo y tectónico y separa las Sierras de Gúdar y Javalambre. Parte de la depresión se halla excavada sobre materiales blandos datados entre el Jurásico final y el Cretácico inferior. Domina un modelado en extensos glacis, esto es, amplias rampas planas, pero inclinadas hacia el río Mijares, que están constituidas por arcillas, areniscas y conglomerados procedentes de las sierras (Gutiérrez et al, 1990).

Hidrológicamente el área del municipio pertenece a la cuenca alta del río Mijares, tributario del río Júcar. Como se puede observar en la **Figura 13**, el municipio solo cuenta con un pequeño tramo del río Mijares.

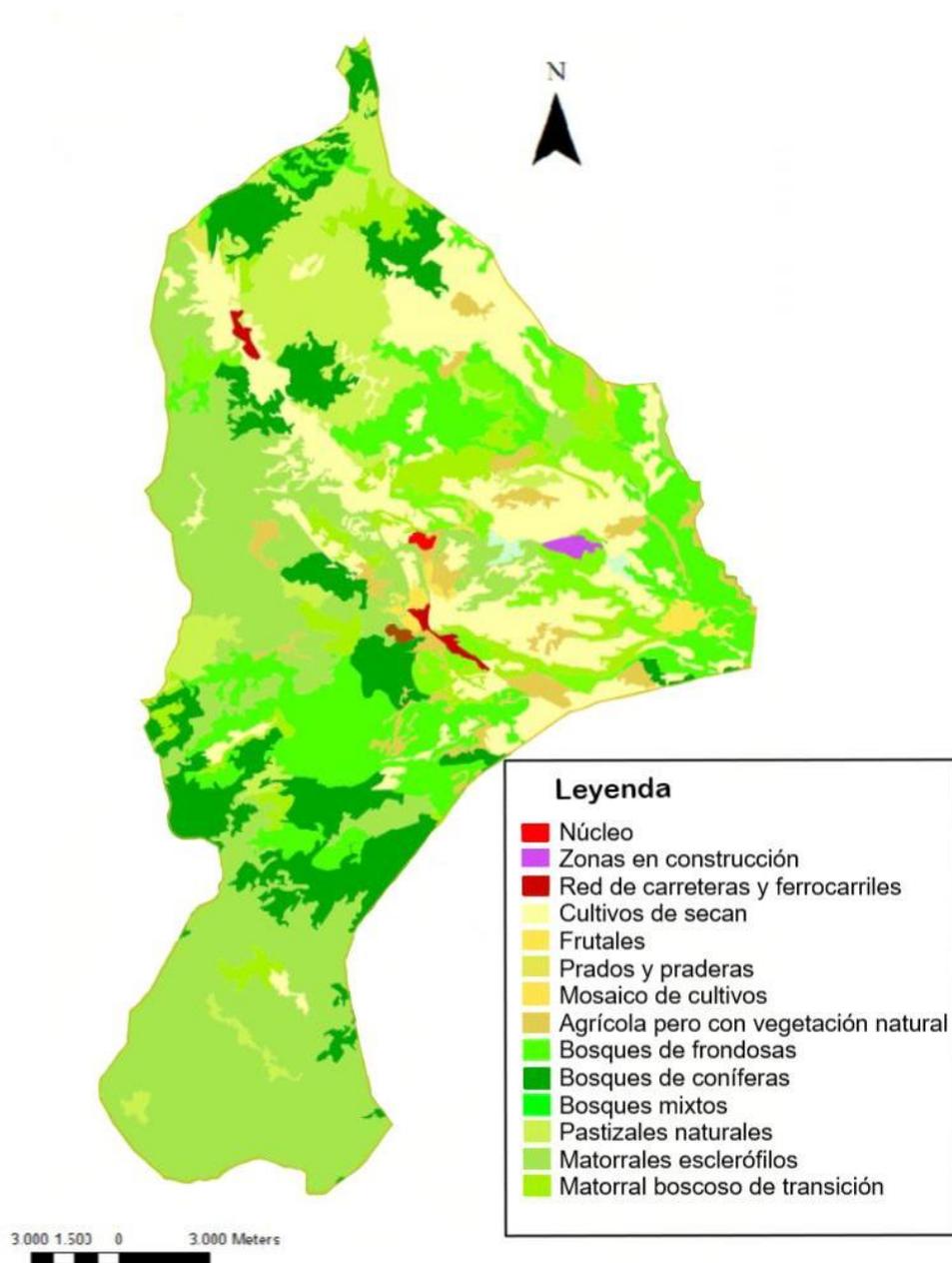


*Figura 13: Ríos de la Cuenca Hidrográfica del Júcar (CHJ).  
Elaboración propia ArcMap 10.5.1. Fuente: CHJ.*

Aproximadamente, un 53% del término municipal (151,64 km<sup>2</sup>) se encuentra dentro de la Red Natura 2000 con la figura de Lugar de Importancia Comunitaria debido a sus destacados valores naturales. La Puebla de Valverde cuenta con un paisaje muy peculiar gracias a los sabinares tanto de sabina rastrera (*Juniperus sabina*) como de sabina albar (*Juniperus thurifera*), sumando la importancia de los endemismos de la Sierra de Javalambre.

Una de las importantes riquezas botánicas del T.M. es la abundancia de especies del género *Juniperus*, los conocidos enebros y sabinas. Son especialmente destacables las especies de sabina albar (*Juniperus thurifera*) y de sabina rastrera (*Juniperus sabina*). En las zonas altas, el pino albar (*Pinus sylvestris*) se asocia con la sabina rastrera constituyendo la vegetación forestal característica de la Sierra de Javalambre. Descendiendo en altitud, el pino albar es sustituido por el pino negral (*Pinus nigra*). En cuanto a la zona de la depresión del Mijares, las especies más abundantes son la encina o carrasca (*Quercus ilex*) y el quejigo o rebollo (*Quercus faginea*) (Mateo, 1990).

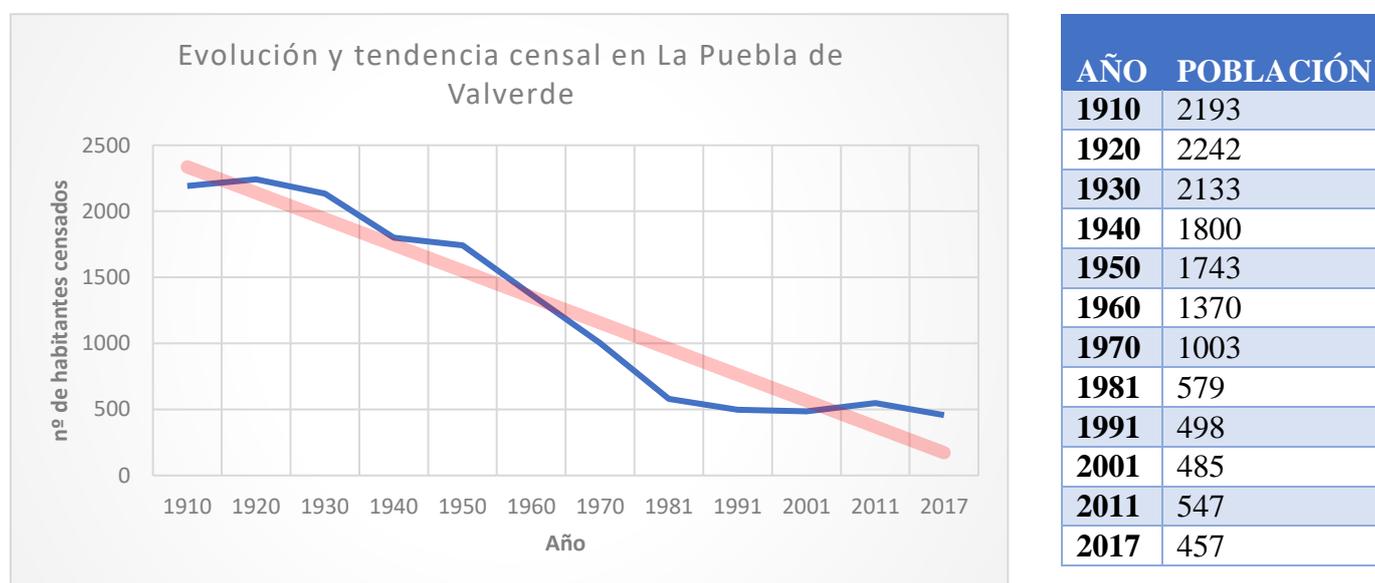
Atendiendo a la calificación que se le ha dado en el Esquema Director del Plan Forestal de Aragón (DGA, 2018), La Puebla de Valverde se clasifica como rural forestal debido a que más del 30% de la superficie tiene cobertura forestal. La superficie agrícola llega a cubrir aproximadamente el 23% del término municipal. Al analizar la cobertura de Corine Land Cover (2012) (**Figura 14**) para caracterizar los hábitats del T.M. se confirma la clasificación anterior.



*Figura 14: Usos del suelo de La Puebla de Valverde. Elaboración propia ArcMap 10.5.1. Fuente: CLC.*

En relación con la demografía, la **Figura 15**, muestra que la población de La Puebla de Valverde se ha reducido aproximadamente a una cuarta parte en el último siglo. Esta depresión demográfica comenzó a principios del siglo XX con la emigración de algunos vecinos del municipio a Estados Unidos (Rajadel, 2019), sin embargo, la mayor emigración se produjo a mitad del mismo siglo donde muchos habitantes emigraron a otras Comunidades Autónomas cercanas con una mayor oferta laboral, así como a Francia (Gallego, 2002).

La tendencia clara de la demografía del municipio es negativa. En 2019 la densidad de población es de 1,6 hab/km<sup>2</sup>, por lo que puede considerarse un desierto demográfico<sup>2</sup>



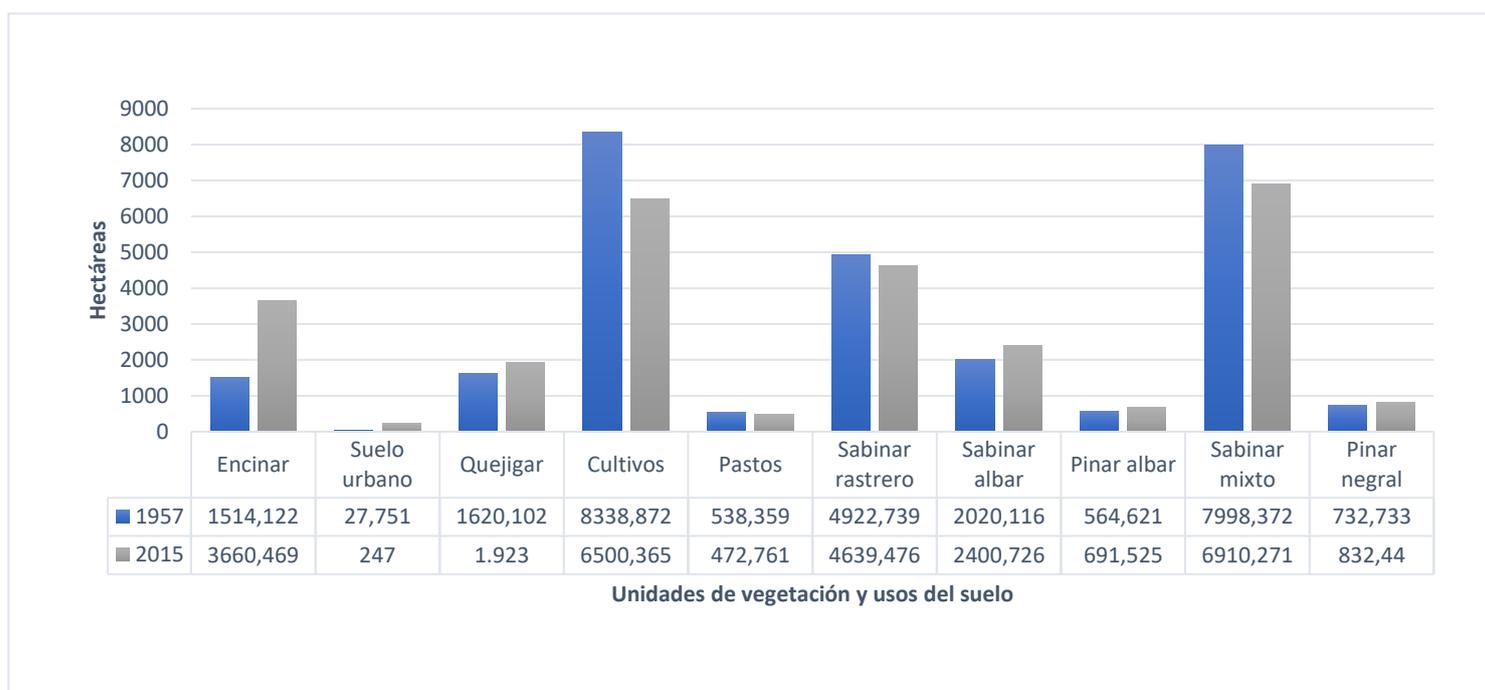
**Figura 15:** Evolución censal de La Puebla de Valverde. Fuente: IAEST, 2018.

<sup>2</sup> La Unión Europea determina como "desierto demográfico" todas aquellas regiones escasamente pobladas, por debajo de 10 habitantes por kilómetro cuadrado.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evolución de las unidades de vegetación y usos del suelo desde el modelo de gestión tradicional (1957) al actual (2015).

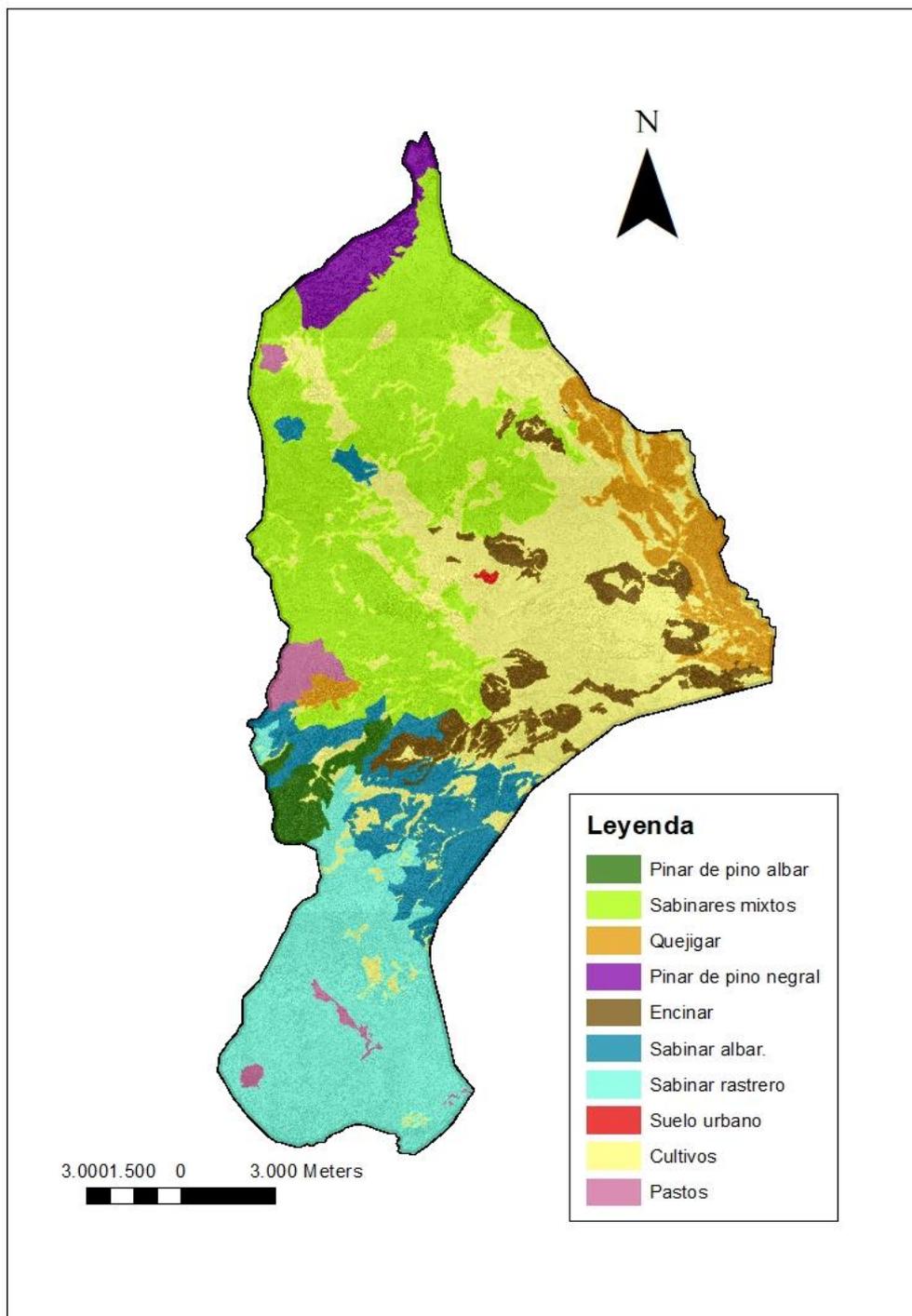
Los cambios detectados en relación a las unidades de vegetación y de usos del suelo entre ambos periodos han sido notables. La **Figura 16** muestra la evolución de la superficie ocupada y las **Figuras 17 y 18** corresponden a la cartografía de las mismas para el año 1957 y 2015, respectivamente.



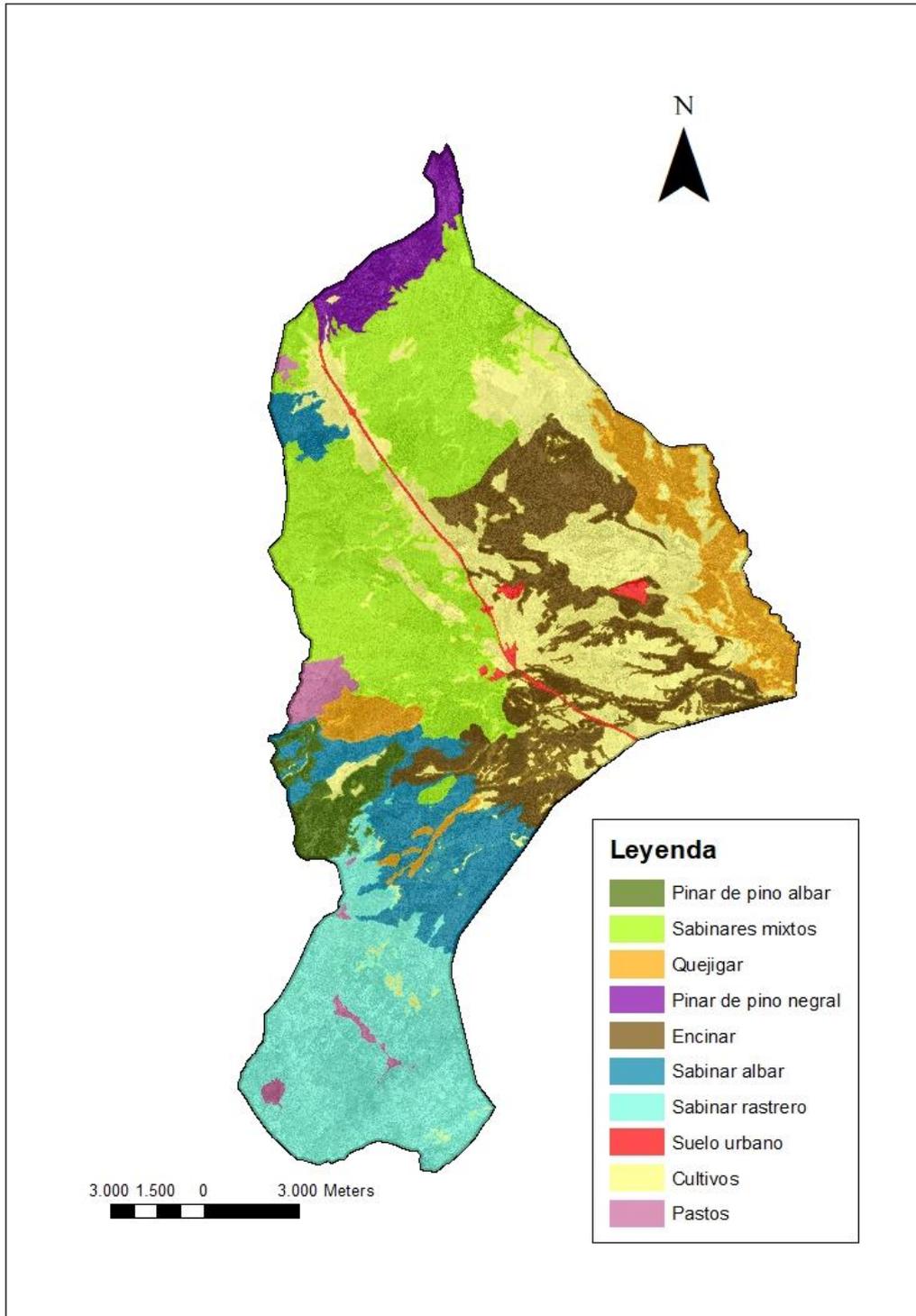
Unidad	Encinar	Suelo urbano	Quejigar	Cultivo	Pastizal	Sabinar rastrero	Sabinar albar	Pinar albar	Sabinar mixto	Pinar negral
Tendencia	142%	790%	19%	-22%	-12%	-6%	19%	22%	-14%	14%

**Figura 16:** Evolución de la superficie (Ha) ocupadas por las unidades de vegetación y usos del suelo entre los años 1957 y 2015 en La Puebla de Valverde. Elaboración propia a partir de los datos de digitalización con ArcMap 10.5.1.

La tendencia de cada unidad en el periodo estudiado se marca en rojo cuando ha disminuido, y en verde si se ha visto incrementada.



*Figura 17: Mapa de distribución de las unidades vegetales y usos de suelo en el año 1957 en La Puebla de Valverde. Elaboración propia ArcMap 10.5.1.*



*Figura 18: Mapa de distribución de las unidades vegetales y usos de suelo en el año 2015 en La Puebla de Valverde. Elaboración propia ArcMap 10.5.1.*

Entre los cambios más relevantes cabe destacar el aumento de la superficie de encinar, incrementándose en un 142%. Esto se debe, en gran parte, al aumento de plantaciones truferas en las que se usan encinas o quejigos para la obtención de la trufa (*Tuber melanosporum*). Este hecho también ha provocado un aumento del 19% en la superficie de quejigar. En el apartado 4.2.1.1 sobre el servicio ecosistémico de alimentación se analizan en detalle estas plantaciones.

El mayor cambio se ha producido en el aumento de la superficie de suelo urbano con un incremento del 790% debido a la construcción de la autovía que cruza el T.M., el área de servicio y nuevas granjas e infraestructuras.

Las unidades de sabinar albar, pinar albar y pinar negral han aumentado en un 19, 22 y 14% respectivamente. El asilvestramiento del monte ha provocado que zonas en las que predominaba el matorral, evolucionen a zonas más boscosas. El aumento de estas unidades ha hecho que unidades de matorrales adyacentes como el sabinar rastrero y el sabinar mixto se vean afectadas disminuyendo en un 6 y un 14% respectivamente. Otros autores también han llegado a los mismos resultados en otros escenarios de montaña estudiados “*Las áreas de bosque se han incrementado mucho mientras que los matorrales disminuyeron en todas sus categorías, por la sucesión vegetal que aumenta la talla y hace más densa su cubierta*” (Vicente Serrano et al, 2000).

Una parte del porcentaje de disminución del sabinar mixto también se ha producido por el gran aumento del encinar, del quejigar y del suelo urbano debido a que la mayoría de las nuevas plantaciones e infraestructuras se han asentado en estas zonas.

En La Puebla de Valverde, los cultivos han disminuido un 22% y los pastos un 12% con respecto a 1957. La despoblación en el mundo rural ha provocado un abandono de campos de cultivo y de pastos destinados a la alimentación del ganado. Estas zonas abandonadas están siendo colonizadas por especies matorrales aumentando con ello la cobertura vegetal del territorio.

## 4.2. Servicios ecosistémicos

### 4.2.1. Servicios de Abastecimiento

#### 4.2.1.1. Alimentación

##### 4.2.1.1.1. Agricultura

La evolución de la superficie de cultivo en total y dedicada a secano y regadío entre 1985 y 2017 se muestra en la **Tabla 8**. Se aprecia una reducción de la superficie total del 19,18%. Igualmente se ha disminuido la superficie de cultivo herbáceo de secano (aunque en 1985 no se registraban las superficies de barbecho) y ha aumentado la de cultivos leñosos como causa de las plantaciones truferas en mayor medida. A pesar de la disminución de la superficie agraria, la producción agrícola se ha incrementado, debido al aumento de la productividad de los cultivos desde el modelo tradicional al actual. Aunque no disponemos de datos oficiales de producción agraria para el municipio. Quasar

consultores (2014) indica que la producción de cereal por hectárea se ha triplicado entre 1950 y la actualidad, pasando de una media de 1000 kg/ha a 3000-3500 kg/ha.

Antiguamente el municipio contaba con una mayor actividad agrícola y ganadera siendo la superficie de cultivo de 1957 un 30% de la superficie total del T.M., en la actualidad no es el sector más relevante, pero sigue teniendo una gran importancia. La superficie de cultivo en 2015 llega a ser el 23% del T.M. Ambos sectores y su relación con los ecosistemas se representan a través de la alimentación, la cual ha ido evolucionando los cultivos y ganados de la zona a lo largo de los años, pasando de una agricultura tradicional de subsistencia a una intensificación de la misma.

La agricultura de la zona siempre se ha basado en el cultivo de cereales como el trigo y la cebada, los cultivos leñosos no han tenido una gran importancia dentro del T.M. hasta estos últimos años cuando han empezado a aumentar sus hectáreas. Como se puede observar en la **Tabla 8**, se ha producido una disminución de las hectáreas de cultivos herbáceos, es importante comentar que dicha disminución no es tan acusada como parece en la tabla ya que en los datos obtenidos en el año 1985 no había una clasificación de barbecho.

**Tabla 8.** Tipos de cultivo (Ha) en el T.M. de La Puebla de Valverde en los años 1985 y 2017.  
 Fuente: IAEST, Mapa de cultivos y aprovechamientos de la Provincia de Teruel.

Años	Sistema de cultivo	Tipos de cultivo			TOTAL
		Cultivos leñosos	Cultivos herbáceos	Barbecho	
1985	Secano	0	6639	-	<b>6685</b>
	Regadío	46	0	-	
2017	Secano	710	2659	1914	<b>5405</b>
	Regadío	120	2	0	

Cabe destacar el gran auge que están teniendo los cultivos de *Quercus ilex* o Carrasca (Encina) y *Quercus faginea* o Rebollo (Quejigo) destinados a la obtención de la trufa (*Tuber melanosporum*). Se han obtenido datos del número de hectáreas de estos cultivos por medio del Ayuntamiento de La Puebla de Valverde, estos datos no son suficientes para estimar el número de hectáreas totales ya que solo se tratan del número de hectáreas que disponen de vallado.

N.º de Hectáreas valladas destinadas al cultivo de la trufa
12048,32

En Teruel no se sabe con certeza las hectáreas plantadas, ya que existen plantaciones que no se acogieron a ninguna subvención o no cuentan con un vallado. Se puede estimar que en Teruel hay unas 6000 ha plantadas (Lahoz, 2015), y que alrededor del 53% de esas plantaciones se encuentran en la comarca de Gúdar-Javalambre a la cual pertenece nuestro T.M. (Albisu et al., 2016)

Actualmente se ha llevado a cabo un proyecto en el que se ha implantado una zona con regadío que abarca 849 ha en los municipios de Sarrión, Albentosa, La Puebla de Valverde y Manzanera. Este proyecto ha hecho que se produzca una expansión de la superficie plantada en nuestro T.M.

#### 4.2.1.1.2. Ganadería

En cuanto a la ganadería, se han estudiado los datos recogidos en los censos agrarios disponibles. En la **Tabla 9** Podemos ver que el número total de cabezas en el 2009 ha aumentado ligeramente con respecto al año 1989 pero ha disminuido con respecto al año 1999.

Es importante tener en cuenta el cambio que se está produciendo hoy en día en las características de la cabaña ganadera, pasando de ser extensiva a intensiva. En la actualidad se han implantado en el T.M una nueva explotación porcina y una de las explotaciones avícolas más grandes de España, cuenta con una capacidad de 550.000 pollos, lo que equivale aproximadamente a 3,5 millones de aves al año. Estas nuevas explotaciones no se encuentran reflejadas en los censos disponibles.

*Tabla 9. Evolución del nº de cabezas de ganado en el T.M. de La Puebla de Valverde. Fuente: INE*

Ganado	Censo 1989	Censo 1999	Censo 2009
N.º de cabezas ganado bovino	103	484	673
<b>N.º de cabezas ganado ovino</b>	<b>11810</b>	<b>20258</b>	<b>12249</b>
N.º de cabezas ganado caprino	250	503	449
N.º de cabezas ganado equino	2	15	50
N.º de colmenas	0	0	5
N.º de cabezas ganado porcino	67	71	188 <sup>1</sup>
<b>N.º de cabezas ganado aves</b>	<b>1000</b>	<b>620</b>	<b>137<sup>2</sup></b>
N.º de cabezas ganado conejas madres	93	83	3
<b>N.º de cabezas ganado-total</b>	<b>13325</b>	<b>22034</b>	<b>13754</b>
<b>% externo a los SE (porcino y avícola)</b>	8%	3,1%	2,4%
<b>% relacionado con SE (incluidos en la tabla)</b>	91,3%	96,5%	97,6%

1. En la actualidad hay una nueva granja porcina
2. En la actualidad hay una nueva granja avícola con una capacidad de 550000 pollos

Teniendo en cuenta los datos de los censos disponibles es importante destacar que, la tendencia muestra una pérdida del nº de cabezas de ganado relacionadas con los SE (ovino y caprino). Esta tendencia también es global ya que estos animales han disminuido significativamente, en 1995 las encuestas ganaderas estimaban en Aragón 3.410.000 efectivos, sin embargo, en 2016 hubo 1.753.693 animales, lo cual significa que se han perdido el 43,5% de las cabezas (Roldán, 2016).

Teniendo en cuenta la cobertura SITAR que proporciona los datos de las vías pecuarias de los municipios, en La Puebla de Valverde no aparece ninguna. En la actualidad se está realizando un estudio de las vías pecuarias que hay en el T.M. por lo

que aún no aparece el dato oficial en ninguna plataforma. Lo que si hemos podido saber de este tema es que dichas vías se están perdiendo lo que apoya la tendencia negativa que muestra el análisis de los resultados de los censos agrarios.

Esta disminución de la ganadería extensiva tiene efectos ecológicos como el asilvestramiento de montes y la disminución de la biodiversidad en los agroecosistemas (Roldán, 2016).

#### 4.2.1.1.3. Caza

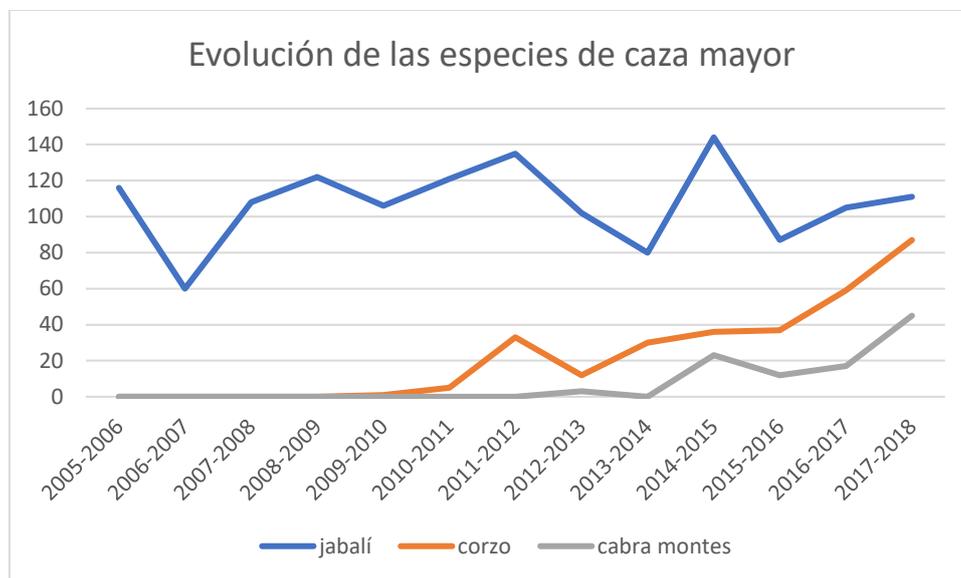
La caza es una de las actividades más importantes que se producen en el municipio. Esta actividad contribuye tanto a servicios de alimentación de particulares como a servicios de regulación de poblaciones, controlando la diversidad y los daños que especies como el jabalí pueden ocasionar a los cultivos. En La Puebla de Valverde la caza también se considera una actividad cultural la cual cuenta con una asociación de cazadores.

En la **Tabla 10** Se han recogido los datos disponibles entre los años 2007 y 2017, organizándolos en caza menor y caza mayor.

**Tabla 10.** Capturas totales de especies cinegéticas en La Puebla de Valverde. Fuente: INACAZ, DGA

Caza menor	2007-2008	2009-2010	2011-2012	2013-2014	2015-2016	2017-2018
Conejo	739	910	1345	838	1230	1392
Zorzal	1133	1009	1416	1593	4236	2774
Becada	2	27	36	16	30	76
Estornino pinto	150	360	343	447	151	1
Codorniz	473	603	1689	247	702	360
Tórtola común	265	503	550	115	227	260
Zorro	37	51	79	95	99	106
Palomas	350	845	804	377	756	572
Antropófilas	48	48	0	0	0	0
Liebre	385	441	361	245	500	486
Perdiz roja	739	447	526	411	662	677
Urraca	91	5	104	154	182	117
Grajilla	29	15	0	0	0	0
Corneja	0	0	0	0	6	3
Anatidas cinegéticas	0	0	0	0	21	40
<b>TOTAL</b>	<b>4441</b>	<b>5318</b>	<b>7253</b>	<b>4538</b>	<b>8802</b>	<b>6864</b>
Caza mayor	2007-2008	2009-2010	2011-2012	2013-2014	2015-2016	2017-2018
Jabalí	108	106	135	80	87	111
Corzo	0	1	33	30	37	87
Cabra montés	0	0	0	0	12	45
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>107</b>	<b>168</b>	<b>110</b>	<b>124</b>	<b>243</b>

Se observa una clara reducción en algunas especies de caza menor como el estornino pinto y un aumento en algunas de ellas como el conejo. Lo más relevante de estos datos es la aparición de nuevas especies de caza mayor (corzo y cabra montés) y su aumento en los últimos años (**Figura 19**). Como causa principal de esta expansión se indica el aumento de superficies forestales y matorrales.



**Figura 19:** Evolución de las especies de caza mayor en La Puebla de Valverde entre los años 2005-2018

La caza menor no tiene una tendencia global clara ya que varía mucho según las especies. Este fenómeno se está dando en toda la provincia, por lo que podemos considerar que a nivel general la caza se conserva. Teniendo en cuenta el caso de los Ecosistemas del EME (2011) no nos sirve de referencia ya que varía mucho entre los distintos ecosistemas.

#### 4.2.1.2. Energía renovable

En este servicio se ha limitado el estudio a las energías que afectan al T.M. En la última década se ha producido un gran aumento en el uso de energía renovable, en la **Tabla 11** Se muestran los resultados obtenidos en La Puebla de Valverde.

*Tabla 11. Resultados para el SE de energía renovable en La Puebla de Valverde. Fuente: Elaboración propia*

Indicador	N.º instalaciones	Potencia instalada	Fuente
Energía Renovable Fotovoltaica	8	109 KW	IAEST, Registro de Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Año 2013
	17	--	Habitantes T.M. Año 2019
Energía Renovable Eólica	13	26000KW	Ayuntamiento T.M. Año 2019

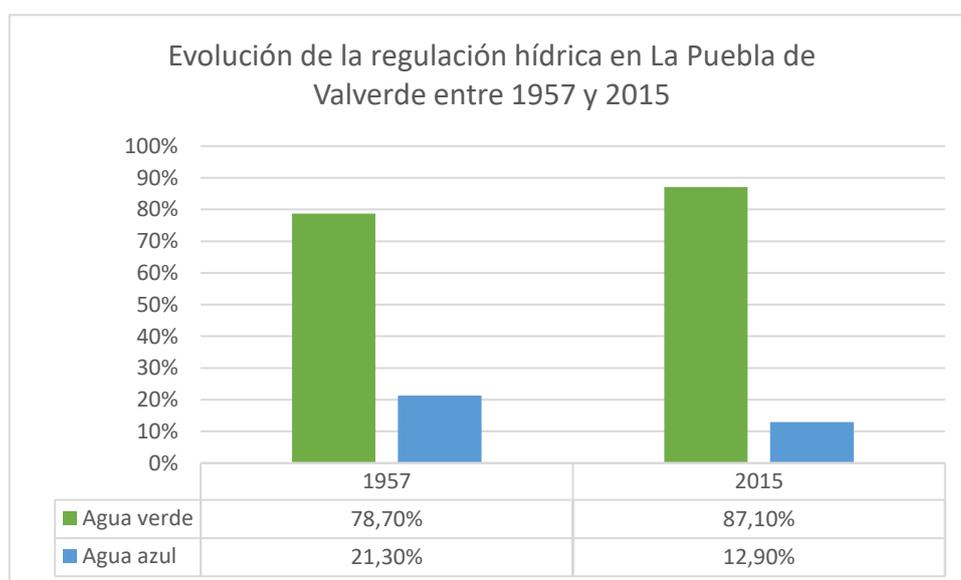
La tendencia actual de este SE en el territorio estudiado es positiva. En la actualidad se están instalando más aerogeneradores junto a los ya existentes. Aunque no afectan en esta ocasión a este T.M., no se descarta su ampliación en un futuro.

Tradicionalmente la energía usada para calentar las viviendas era la quema de biomasa, en La Puebla de Valverde cada año se hacen las suertes de leña<sup>3</sup> obteniendo hasta un máximo de 1000 m<sup>3</sup> de madera. Según los vecinos del municipio, no han variado mucho las hectáreas usadas para las suertes con respecto a los años 50, lo que sí ha variado ha sido la cantidad de leña por persona, siendo hoy en día superior debido a que cada vez hay menos habitantes que realizan esta actividad.

#### 4.2.2. Servicios de Regulación

##### 4.2.2.1. Regulación hídrica

En la **Figura 20** se muestra la estimación del volumen de agua azul y agua verde para los dos escenarios estudiados que se ha obtenido mediante la aplicación del modelo de Zhang et al. (2001).



**Figura 20:** Evolución del SE de Regulación Hídrica, mediante la aplicación del modelo de Zhang et al., (2001). Los datos se presentan en el porcentaje de agua azul y agua verde.

Se ha incrementado en un 8,4% el agua verde, agua que es transpirada a la atmósfera por la vegetación, de igual manera se ha disminuido en un 8,4% el agua azul, es decir, el agua directamente disponible en ríos y acuíferos. Todo ello ha supuesto una pérdida de 1,68 hm<sup>3</sup> de agua azul en la actualidad.

<sup>3</sup> Las suertes de leña es una tradición que consiste en un reparto del monte en cuadrillas. De ese modo, se sorteaba qué cuadrilla toca cortar cada año, propiciando que el resto de las zonas se reforesten para años posteriores, en un proceso sostenible de aprovechamiento de los bosques. Cada cuadrilla se divide en zonas y cada zona se sorteaba entre los vecinos del pueblo.

La reducción de caudales en ríos y acuíferos es un fenómeno observado en numerosas cuencas hidrológicas que han experimentado un incremento en su cubierta vegetal (Calder et al., 2007). Y se considera uno de los principales cambios asociados al proceso de asilvestramiento consecuencia de despoblamiento rural (Rey Benayas et al., 2007). Beguería et al. (2003) estiman una reducción de caudales en los ríos del Pirineo Aragonés del 20% en los últimos 70 años como consecuencia del incremento de la cubierta vegetal. Y estiman un 10 % de reducción adicional como consecuencia del cambio climático.

Por otro lado, el agua verde, también presta importantes servicios ecosistémicos a la sociedad, como la fijación de carbono, la regulación hídrica y la conservación del suelo.

Se trata, pues de una cuestión de gran trascendencia, que implica la necesidad de incorporar en la gestión forestal los efectos eco-hidrológicos de la recuperación de los bosques, tras el despoblamiento rural.

#### 4.2.3. Servicios culturales

##### *4.2.3.1. Actividades recreativas asociadas a la naturaleza*

La Puebla de Valverde es un municipio con un amplio abanico de actividades recreativas en el medio natural, debido a la enorme riqueza que éste presenta. Más de la mitad de su superficie pertenece a la Red Natura 2000, por lo que sus posibilidades dentro de este SE son muy elevadas.

Este municipio cuenta con la Estación de esquí de Javalambre, un yacimiento paleontológico protegido como bien de interés cultural y con múltiples rutas y senderos para recorrer que atraen a turistas durante todo el año.



**Figura 21:** Mapa de senderos y puntos de interés de La Puebla de Valverde. Fuente: Mapa de senderos de la Comarca Gúdar-Javalambre

Como se ha podido observar en la **Figura 21**, hay senderos de gran importancia como La Vía Verde de Ojos Negros que parte desde la localidad de Ojos Negros (Teruel) y finaliza en Sagunto (Valencia), otra ruta digna de mención es el Camino del Cid, itinerario turístico-cultural que se basa en la obra literaria: El Cantar del mío Cid. A parte de los Senderos Locales (S.L.) también cuenta con el Sendero de Gran Recorrido GR-8, este sendero configura, junto con otros senderos de largo recorrido, el Sendero Europeo E-7 que une Portugal con Rumania.

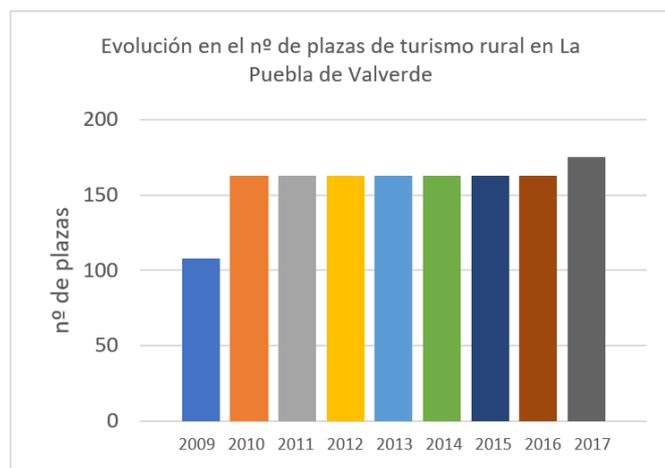
En la **Tabla 12** se puede observar los resultados obtenidos para la evaluación de los SE culturales.

**Tabla 12.** Resultados de los indicadores de Actividades recreativas en La Puebla de Valverde. Elaboración propia. Fuente: IAEST y Comarca Gúdar-Javalambre.

Indicador	Valor	Unidades	Tendencia
Red Natura 2000	53,6%	Ha RN2000/ Ha municipio *100	Estable
Rutas de senderos	6	Nº rutas	Estable

En cuanto al turismo, el turismo rural ha ido aumentando en los últimos años, como se puede ver en la **Figura 22**, muestra una tasa de crecimiento pequeña pero estable.

	Hoteles, hostales o similares	Viviendas de turismo rural	Apartamentos turísticos	Nº de plazas/ km <sup>2</sup>
Año	Plazas	Plazas	Plazas	
2009	68	26	14	0,38
2010	94	49	20	0,58
2011	94	49	20	0,58
2012	94	55	14	0,58
2013	94	55	14	0,58
2014	94	55	14	0,58
2015	94	55	14	0,58
2016	94	55	14	0,58
2017	94	55	26	0,62



**Figura 22:** Evolución de las plazas de turismo rural en La Puebla de Valverde entre los años de 2009 y 2017. Elaboración propia. Fuente: IAEST

Actualmente hay puesto en marcha un proyecto de creación de un nuevo hotel en el municipio por lo que se estima el aumento de plazas de este tipo de turismo y una tendencia positiva en este SE.

Se ha conocido que en los años 50 existían dos posadas en el municipio con no más de 15 habitaciones en total, las cuales cerraron sobre los años 60-70 por lo que el aumento de plazas de turismo rural con respecto a esos años se ha incrementado en gran medida.

#### 4.2.3.2. Identidad cultural

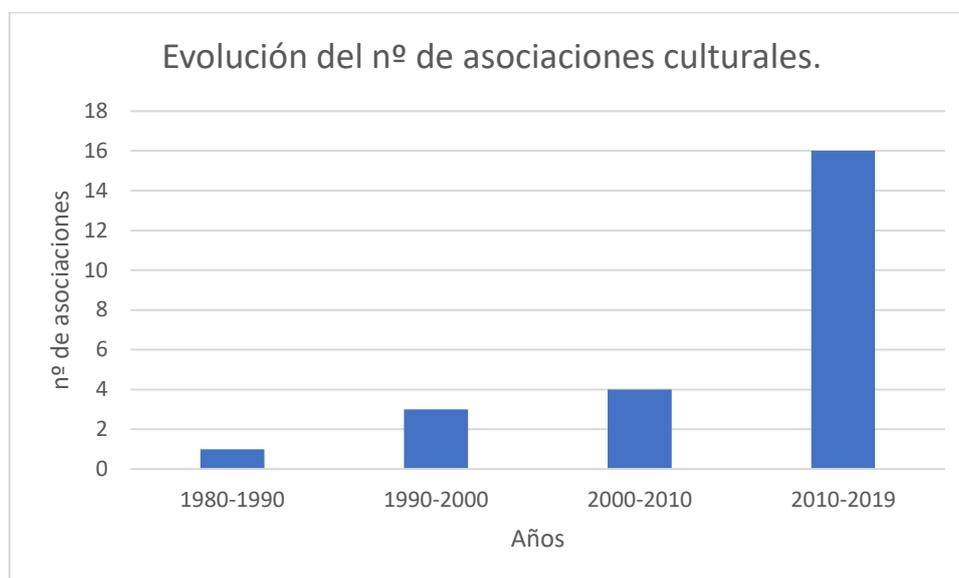
Como se puede observar en la **Tabla 13**, el municipio cuenta con un gran número de asociaciones culturales.

**Tabla 13.** Resultados obtenidos para el SE de Identidad cultural en La Puebla de Valverde. Elaboración propia

Indicador	Valor	Unidades	Tendencia
N.º de asociaciones locales con fines culturales y ambientales	16	N.º	Positiva

La mayoría de ellas van destinadas a la organización de las fiestas populares. La asociación más antigua es la sociedad de cazadores creada en 1985 por lo que no se tiene constancia de que en los años 50 hubiese alguna asociación cultural, aunque si se solían hacer muchas de las tradiciones y costumbres que se mantienen hoy en día como las romerías a Santa Bárbara y a San Martín.

Los resultados de la **Tabla 13** y en la **Figura 23**, muestran una tendencia positiva debido a que la mayoría de las asociaciones actuales se han creado en la última década y solo se tiene constancia de la desaparición de una de ellas en el periodo del 2000-2010.



*Figura 23: Evolución del nº de asociaciones culturales en La Puebla de Valverde. Elaboración propia.*

Esta tendencia positiva se contradice con lo que se dispone en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio de España (2011) que muestra como la identidad cultural ha ido disminuyendo. Como norma general, con la despoblación de los municipios, se suele perder identidad cultural al no disponer de la suficiente población para mantener muchas de las asociaciones culturales.

#### 4.3. La biodiversidad de La Puebla de Valverde.

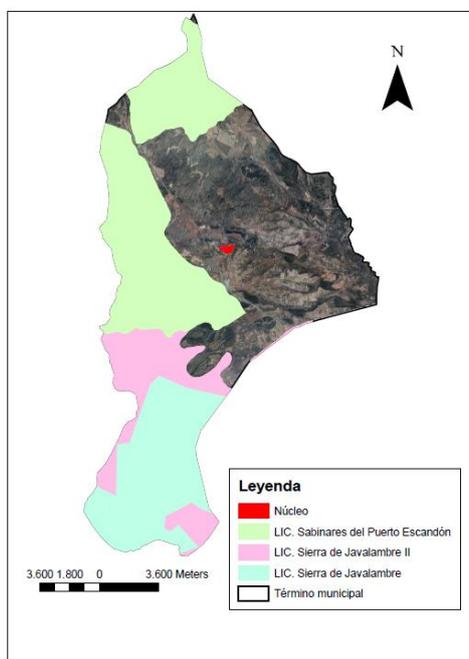
La naturaleza, especialmente la flora, ha dotado de características propias a la zona de La Puebla de Valverde. Dado que es un T.M. de gran extensión, cuenta en sus límites con gran cantidad de terrenos diversos, lo que propicia la gran diversidad.

Existe una muy relevante representación de valores naturales valiosos. Muestra de ello es que cuenta con varios espacios catalogados de importancia relacionada con la geología y la botánica: dos puntos de interés geológico, denominados Periglaciario y karst de sierra de Javalambre y el Yacimiento de La Puebla de Valverde; y tres enclaves de flora de interés, denominados Barranco de la Cedrilla, Pico de Javalambre y Prado de Javalambre. (Diputación de Teruel, s.f.).

Además, dentro de la Red Natura 2000, existen definidos tres Lugares de Importancia Comunitaria, que cubren el 53% del término municipal (**Figura 24**). Se trata de los denominados Sierra de Javalambre I, Sierra de Javalambre II y Sabinars del Puerto de Escandón (**Tabla 14**).

**Tabla 14.** Figuras de protección en el T.M. de La Puebla de Valverde. Fuente: Gobierno de Aragón.

Lugar de Comunitaria	Importancia	Área (ha) en el TM	Descripción
<b>Sierra de Javalambre (ES2420037)</b>		4883	Macizo con abundante componente tectónico manifestado por diversos sistemas de fracturas, fallas y diaclasas. El relieve ha sido retocado por agentes geológicos. Lugar de gran riqueza faunística y elevado interés botánico por su enorme valor ecológico y biogeográfico. Incluye el taxón <i>Sideritis javalambrensis</i> y otros endemismos de gran interés.
<b>Sierra de Javalambre II (ES2420129)</b>		2693	Macizo con abundante componente tectónico y en el que se pueden observar abundantes muestras de periglacialismo y modelado kárstico. Presenta gran riqueza faunística y florística, constituyendo una de las sierras singulares de la alta montaña ibérica. Supone un refugio de especies vegetales de gran valor, confiriendo a la sierra un alto valor biogeográfico y filogenético. Cabe destacar los sabinares de sabina rastrera ( <i>Juniperus sabina</i> ).
<b>Sabinares del Puerto Escandón (ES2420030)</b>		7589	Espacio formado por dos unidades muy cercanas entre sí que conforman un sabinar de sabina albar ( <i>Juniperus thurifera</i> ) que se mezcla con carrascales, pastizales y pequeñas formaciones de pino negral y quejigos en los barrancos más húmedos.



**Figura 24:** Localización cartográfica de las figuras de protección. Elaboración propia ArcMap 10.5.1. Fuente: IGEAR

La flora autóctona deja muestras de especies endémicas, como *Sideritis javalambrensis*.

Un cúmulo de factores característicos determina que las especies vegetales presentes se encuentren adaptadas generalmente a condiciones extremas. En las altas parameras de la sierra encontramos las especies más valiosas, ya que constituyen relictos de la vegetación que dominaba en pasadas épocas glaciares y que, al retirarse los hielos y suavizarse el clima, han quedado aisladas en las altas cumbres. Se trata de especies raras en este entorno o de especies que han evolucionado aisladamente de otras poblaciones y han originado endemismos propios de una región geográfica (Diputación de Teruel, s.f.).

Especies características: *Erodium celtibericum*, *Verónica javalambrensis*, *Sideritis javalambrensis* o *Vitaliana primuliflora*, entre muchas otras, en cuyo nombre científico casi siempre hacen mención del área geográfica en la que se distribuyen. Otra especie característica de estas parameras es la ya mencionada sabina rastrera, conformando un paisaje “de piel de leopardo”, salpicado de manchas circulares verdes (Diputación de Teruel, s.f.).

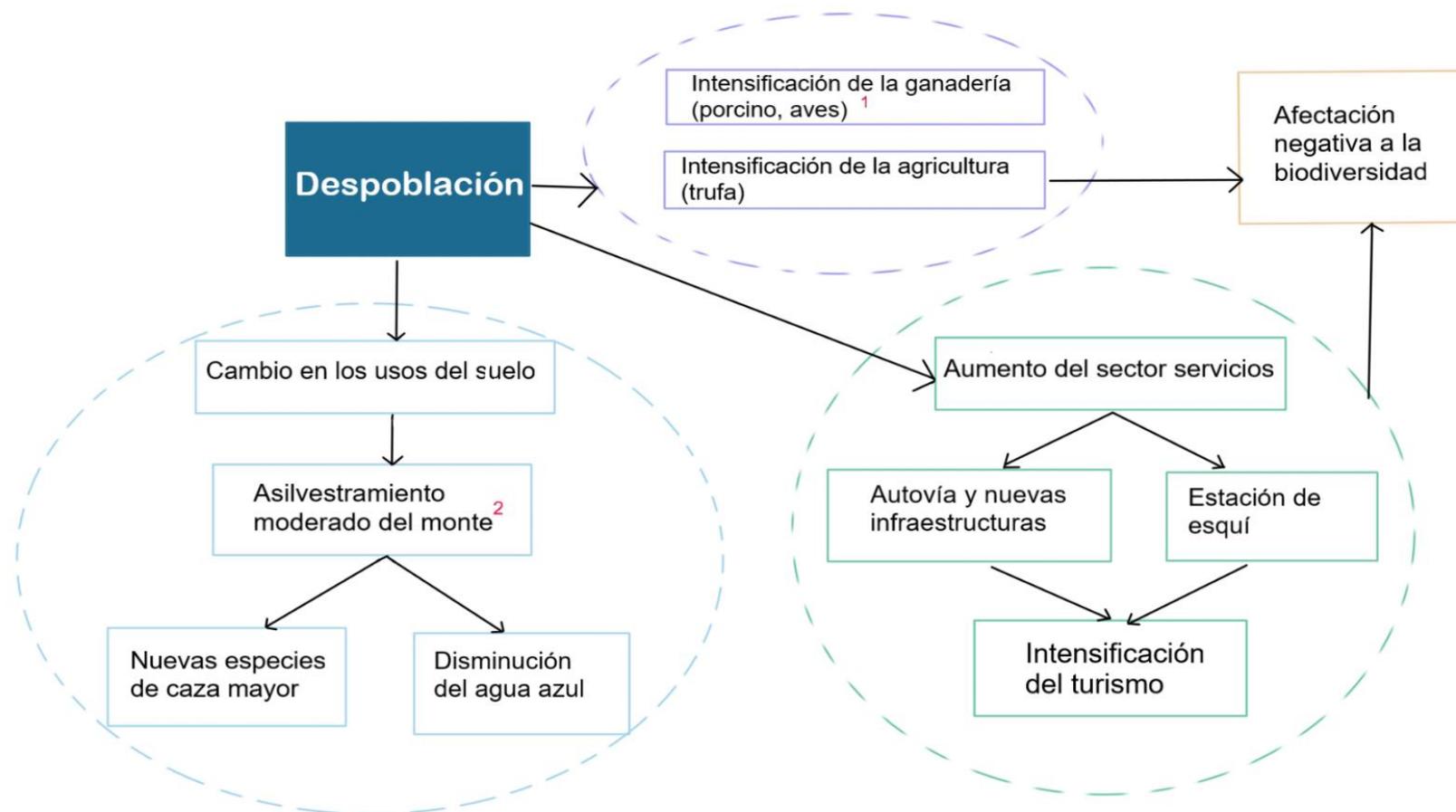
Los valores naturales del alto Javalambre han propiciado su catalogación bajo distintas figuras de protección, algunos ya mencionados:

- Lugares de Interés Comunitario
- Área de Especial Protección Urbanística
- Centro de Diversidad Vegetal (*Centre of Plant Diversity*) declarado por el World Wide Fund for Nature (WWF) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (sólo algunos enclaves del Pirineo y Sierra Nevada tienen en nuestro país esa consideración).
- Plan de Mejora de las Poblaciones de Plantas Endémicas y Amenazadas.
- Lugar de Interés Geológico de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Se trata de una de “condecoraciones honoríficas” sobre el papel que, desgraciadamente, no se han visto reforzadas con una figura de protección firme y operativa por parte de la Administración, como sería la de Parque Natural o, por qué no, Parque Nacional (Simón et al., 2012).

#### 4.4. Análisis final

Para sintetizar los cambios ocurridos en los SE entre el escenario tradicional y el actual, se ha elaborado un sencillo modelo conceptual que se representa en la **Figura 25**.

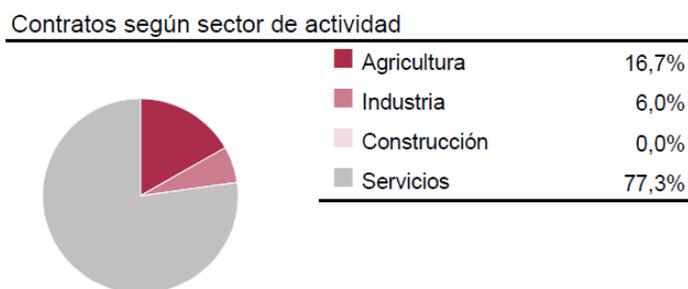


*Figura 25. Esquema del proceso y consecuencias de la despoblación en el T.M. de La Puebla de Valverde. Elaboración propia*

En cuanto al sector primario se está evolucionando a una intensificación tanto de la agricultura por parte de las plantaciones trufas como de la ganadería con la implantación de nuevas granjas dedicadas a la producción industrial de carne.

La intensificación trufera reduce la biodiversidad en los monocultivos de plantaciones de encina y quejigo. La intensificación ganadera produce impactos ambientales vinculados a la gestión de los residuos. Por su parte, la disminución de la ganadería extensiva conlleva una reducción de los SE asociados a esta actividad.

La construcción de la autovía y la estación de esquí han abierto la economía local, conectándola con mercados nacionales e incluso internacionales y derivándola hacia el sector servicios (**Figura 26**). Estas infraestructuras han ocasionado impactos ambientales que han afectado a la biodiversidad. En concreto la estación de esquí afectó en su día a una población de *Sideritis javalambrensis*. La intensificación del turismo también ha hecho que los municipios de la cara Sur de Javalambre quieran construir una vía de acceso desde sus pueblos a las pistas de esquí con el fin de aumentar el turismo rural en esa zona, el proyecto se paralizó debido a la negativa de la Evaluación de Impacto Ambiental, dicha carretera afectaría a la vegetación endémica de la zona. Por otro lado, la apertura económica ha potenciado el turismo rural sustentado en los valores paisajísticos y naturales del territorio.



*Figura 26: Contratos según el sector de actividades en La Puebla de Valverde. Fuente: IASET*

El abandono de cultivos asociado al cambio demográfico ha producido un asilvestramiento moderado del monte del T.M. que ha tenido consecuencias en los SE estudiados como en la regulación hídrica aumentando el agua verde y disminuyendo el agua azul directamente disponible para la población. Este asilvestramiento ha creado un hábitat adecuado para grandes especies que antiguamente no habitaban en la zona como el corzo y la cabra montés.

Como se ha podido comprobar en este trabajo la despoblación rural en Teruel como en otras zonas de España es un hecho que afecta a los SE, por lo que se deberían de tomar medidas por parte de las Administraciones para poder enfrentar los problemas derivados de la misma.

## 5. CONCLUSIONES

Los cambios tecnológicos, socio-económicos y demográficos acaecidos entre 1957 y 2015 han modificado de manera importante la estructura de los usos del suelo y de las unidades de vegetación, lo que ha ocasionado a su vez cambios en la prestación de algunos servicios ecosistémicos:

- La superficie de cultivo tradicional se ha reducido en un 22% desde el escenario tradicional (1957) al actual (2015). Sin embargo, ha aparecido una nueva superficie de producción agraria como es la plantación de encinas y quejigos para la obtención de trufas, que ocupa en torno a 12.000 ha. Aunque no se ha analizado directamente en este Trabajo, se puede inferir que la intensificación agraria puede implicar una reducción de la diversidad.
- La ganadería también se encuentra en un proceso de intensificación con la aparición de nuevas granjas porcinas y avícolas. Por su parte, se ha reducido la ganadería extensiva -con sus SE asociados- debido a la disminución de la cabaña ovina (40%) y la caprina (11%) desde 1999 a 2009.
- Al reducirse los aprovechamientos del monte, se ha incrementado la superficie forestal. En concreto, las comunidades vegetales de sabinar albar, pinar albar y pinar negral han aumentado en un 19, 22 y 14% respectivamente desde 1957. Y en paralelo, han aparecido nuevas especies de caza mayor como el corzo (87 capturas en la temporada más reciente) y la cabra montés (45 capturas en la temporada más reciente) que no habitaban en el T.M. en 1957.
- En relación con los cambios acaecidos en cubierta vegetal, se ha reducido el servicio de producción de agua azul en 8,4%, incrementándose el de agua verde, asociado a la fijación de carbono, conservación del suelo y regulación hídrica.
- Hay una tendencia positiva en la instalación de energía renovable contando en la actualidad con 38 instalaciones.
- La actividad cultural muestra una tendencia positiva en los últimos años, según los indicadores disponibles, que no son útiles para evaluarla en el escenario tradicional.
- El asilvestramiento del monte ha provocado que zonas en las que predominaba el matorral, evolucionen a zonas más boscosas. El aumento de estas unidades ha hecho que unidades de matorrales adyacentes como el sabinar rastrero y el sabinar mixto se vean afectadas disminuyendo en un 6 y un 14 % respectivamente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AGE. (2018). Abordar el reto demográfico, hacer frente a la despoblación. Colegio de Geógrafos de España. Valladolid. 10pp.

Albisu, L. M., Herrando, E., Meza, L., & Barriuso, J. (2016). La trufa negra en España: organización de sus mercados. *Documento de trabajo. Repositorio CITAREA. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10532/3567>*.

Beguería, S., López, J.I., Lorente, A., Seeger, M. & García, J.M. (2003). Assessing the Effect of Climate Oscillations and Land-use Change on Streamflow in the Central Spanish Pyrenees. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 32(4), 283-286.

Bernués A, Rodríguez-Ortega T, Ripoll-Bosch R, Alfnes F. 2014. Socio-Cultural and Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Mediterranean Mountain Agroecosystems. *PLoS ONE* 9(7): e102479. doi: 10.1371/journal.pone.0102479

Burkhard, B., & Maes, J. (Eds.). (2017). Mapping ecosystem services. Pensoft Publishers. Sofia, Bulgaria. Recuperado de [https://ac.elscdn.com/S2212041614001247/1-s2.0-S2212041614001247main.pdf?\\_tid=6c131712-9bcc-4b85-a576f1a1113e99ab&acdnat=1521420602\\_b25f0d8efbea4712b23cf360065b4683](https://ac.elscdn.com/S2212041614001247/1-s2.0-S2212041614001247main.pdf?_tid=6c131712-9bcc-4b85-a576f1a1113e99ab&acdnat=1521420602_b25f0d8efbea4712b23cf360065b4683)

Calder, I., Hofer, T., Vermont, S. y Warren, P. (2007). Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua. *Unasylva: revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 58(229), 3-11.

Camacho-Valdez, V., & Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4).

Codato, D., & Locatelli, B. (2012). Evaluación Y Mapeo De Servicios Ecosistémicos. Herramientas y Aplicaciones. [Vidasilvestre.Org.Uy](http://Vidasilvestre.Org.Uy).

Comín, F., Miranda, B., Sorando, R., Felipe-Lucia, M.R., Jiménez, J.J. & Navarro, E. 2018. Prioritizing sites for ecological restoration based on ecosystem services. *Journal of Applied Ecology*, 55: 1155-1163.

De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)

DGA. (2018). *Esquema Director del Plan Forestal de Aragón (Versión 13/05/2018)*. Zaragoza.

Diputación de Teruel. (Sin fecha). Patrimonio natural de La Puebla de Valverde. Disponible en <http://bender.dpteruel.es/InternetRural/lapuebladevalverde/home.nsf>

EME. (2011). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de Resultados.

Enguita, G. (2017). Efectos sobre el balance de agua azul y agua verde de la restauración post-incendio en los montes del T.M. de La Zoma (Te)., 60.

Fabregat, C.& López, S. (2004). Formaciones vegetales y flora singular. Comarca Gúdar-Javalambre. Diputación General de Aragón. 37-57pp.

Gallego Ranedo, C. (2002). *La inmigración africana en Zaragoza. Espacio, discurso y memoria de los procesos migratorios en Aragón* (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).123-269pp.

Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>

Gutiérrez, M. (1985). La Geología y los Recursos Minerales de la provincia de Teruel. Cartillas turolenses, 1. Diputación Provincial de Teruel. 55pp.

Gutiérrez, M. y Peña, J.L. (1990). Las formas de relieve de la provincia de Teruel. Cartillas Turolenses, 7. Diputación provincial de Teruel. 64pp.

IAEST. (2018). Estadística Local de Aragón. Ficha territorial. MUNICIPIO: La Sotonera. Zaragoza. Recuperado de [www.aragon.es/iaest](http://www.aragon.es/iaest)

Lahoz B., 2015. Determinación de la superficie cultivada de trufa negra (*Tuber melanosporum Vittad.*) y validación de un mapa de aptitud trufera en la provincia de Teruel. TFG, Ciencias Ambientales, EPS, 61pp, Universidad de Zaragoza. Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zagan. URL: <http://zagan.unizar.es>

Mateo, G. (1990). Catálogo florístico de la provincia de Teruel. Instituto de Estudios Turolenses, CSIC. Teruel. 548pp.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (1985). Mapa de cultivos y aprovechamientos de la Provincia de Teruel. Gobierno de España. Madrid.

Montes, C. (2007). Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas. *Ecosistemas*, 16(3), 1-3. Recuperado de  
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=513>

Ochoa, V., Cuellar, S., & Urbina, N. (2013). Herramientas para el análisis y modelado de servicios ecosistémicos: tendencias espacio-temporales y desafíos futuros. *Pontificia Universidad Javeriana*, 109(1), 5-10.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Peña, J.L., Cuadrat, J.M. y Sánchez, M. 1992. El clima de la provincia de Teruel. Cartillas turolenses, 20. Diputación provincial de Teruel. 88pp.
- Peña, J.L., Pellicer, F., Julián, A., Chueca, J., Echeverría, M.T., Lozano, M.V. y Sánchez, M. (2002). Mapa geomorfológico de Aragón. Serie Investigación. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza.
- Pino, J. (2015). Servicios Ecosistémicos. CREA. Barcelona. Disponible en [https://issuu.com/creaf\\_ecologia/docs/creaf\\_serveis\\_ecosistemis\\_es](https://issuu.com/creaf_ecologia/docs/creaf_serveis_ecosistemis_es)
- Quasar Consultores (2014). Economía de la agricultura española. Evolución y tendencias. 78pp. Disponible en <http://www.joaquinolona.com/wp-content/uploads/2014/04/EVOLUCI%C3%93N-Y-TENDENCIAS-DE-LA-AGRICULTURA-ESPA%C3%91OLA-140403-031.pdf>
- Rajadel, L. (27 de enero de 2019). Mil turolenses en el país de las oportunidades. HERALDO. Zaragoza.
- Rey-Benayas, J.M., Martins, A., Nicolau, J.M. & Schulz, J.J. (2007). Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2007, 2, 057. 14pp
- Roldán Fau, L. (2016). El ovino y el caprino en Aragón (1996-2016). Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad.
- Simón, J.L. & Peña, J.L. (19 de enero de 2012). La Protección de Javalambre: Asignatura pendiente (I). Andalán. Disponible en <http://www.andalan.es/?p=5602>
- Viamonte, A. (2019). Evaluación de los Servicios Ecosistémicos en el Término Municipal de La Sotonera, Huesca. Universidad de Zaragoza. 75pp.
- Vicente Serrano, S. M., Lasanta Martínez, T., & Cuadrat, J. M. (2000). Transformaciones en el paisaje del Pirineo como consecuencia del abandono de las actividades económicas tradicionales. *CSIC*.
- Zhang, L., Dawes, W.R., Walker, G.R. (2001). Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research* 37 (3), 701-708pp.

## ANEXO 1. Argumentos de selección para cada SE.

*Tabla 15. Argumentos de selección para cada uno de los SE. Elaboración propia.*

	Servicios Ecosistémicos	Argumentos de selección
Abastecimiento	Alimentación tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran aumento del cultivo de la trufa</li> <li>- Mucha actividad en la caza</li> <li>- Obtención fácil de datos menos en el cultivo de trufa</li> <li>- Varios indicadores disponibles</li> </ul>
	Agua dulce	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tramo muy corto del río Mijares</li> <li>- Relación con la regulación hídrica</li> <li>- Indicador disponible</li> </ul>
	Materiales de origen biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento de la obtención de leña (energía)</li> <li>- Existencia de indicadores.</li> </ul>
	Materiales de origen geótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extracción de materiales a nivel particular</li> <li>- No es muy relevante en el T.M.</li> </ul>
	Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran aumento en los últimos años</li> <li>- Se puede estudiar su evolución</li> <li>- Existencia de indicadores</li> </ul>
	Acervo genético	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia de especies vegetales endémicas</li> <li>- Obtención complicada de datos</li> <li>- Indicadores complejos.</li> </ul>
	Medicinas naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extracción de plantas para fines “médicos” a nivel muy particular.</li> </ul>
Regulación	Regulación climática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hay muchos modelos para su estudio</li> <li>- Se puede estudiar su evolución con los años 50.</li> </ul>
	Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia de granjas</li> <li>- Difícil de evaluar</li> </ul>
	Regulación hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede estudiar su evolución con los años 50</li> <li>- Se tiene conocimiento de un modelo sencillo para su estudio.</li> </ul>
	Control de la erosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de estudio más complejos</li> </ul>
	Fertilidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de estudio más complejos</li> </ul>
	Perturbaciones naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento de perturbaciones por nieve</li> </ul>
	Control biológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de estudio más complejos</li> </ul>
Cultural	Polinización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es muy relevante en el T.M.</li> </ul>
	Conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesidad de hacer encuestas a la población</li> </ul>
	Actividades recreativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estación de esquí, Existencia de senderos</li> <li>- LICs</li> </ul>
	Disfrute estético	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difícil de cuantificar</li> </ul>
	Disfrute espiritual o religioso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difícil de cuantificar</li> </ul>
	Conocimiento ecológico local	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesidad de hacer encuestas a la población</li> </ul>
	Identidad cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento de la existencia de asociaciones</li> </ul>
Educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No está muy desarrollada en el municipio</li> </ul>	

## ANEXO 2. Cálculos en los S.E. de Regulación hídrica.

En la Tabla 16 se presentan los valores y cálculos realizados para los años 1957 y 2015. Siendo:

- $T^a$ : Temperatura media anual (°C)
- P: Precipitación total anual (mm/año)
- Ambos valores se emplean en los dos escenarios para ver el efecto de las diferentes coberturas sobre el balance de agua azul y agua verde.
- $E_0$  : la evapotranspiración real (ET) se puede expresar en función de la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP), que se corrige en nuestra latitud con los datos de temperatura, aplicando la fórmula:

$$E_0 = 0,488T^2 + 27.5T + 412.$$

- W: coeficientes de disponibilidad de agua;
- ET: cálculo de la ETP para cada tipo de cobertura,

$$ET = \frac{P(1 + \frac{wE_0}{P})}{1 + \frac{wE_0}{P} + \frac{P}{E_0}}$$

- Q: agua libre en escorrentía o drenaje profundo, se obtiene para cada cobertura de la ecuación  $Q = P - ET$ ;
- Ha: es el área (hectáreas) de las diferentes coberturas;
- ET (m3): es la evapotranspiración para cada tipo de cobertura en el T.M.;
- Q (m3): escorrentía para cada tipo de cobertura en el T.M.
- Agua verde: el sumatorio de la evapotranspiración (ET) de las diferentes coberturas;
- Agua azul sumatorio de la escorrentía o drenaje profundo (Q) d de las diferentes coberturas

*Tabla 16. Cálculos realizados para el SE de Regulación hídrica. Basado en Enguita (2017)*

<b>Año</b>	<b>1957</b>	<b>2015</b>
<b>T<sup>a</sup></b>	10,900	11,689
<b>P</b>	507,100	375,100
<b>E<sub>o</sub></b>	769,729	800,134
<b>w<sub>b</sub></b>	2	2
<b>w<sub>d</sub></b>	0,1	0,1
<b>w<sub>m</sub></b>	1	1
<b>w<sub>h</sub></b>	0,5	0,5
<b>ET<sub>b</sub></b>	435,938	344,438
<b>ET<sub>d</sub></b>	322,586	270,561
<b>ET<sub>m</sub></b>	401,935	326,280
<b>ET<sub>h</sub></b>	368,923	305,743
<b>Q<sub>b</sub></b>	71,2	30,7
<b>Q<sub>d</sub></b>	184,5	104,5
<b>Q<sub>m</sub></b>	105,2	48,8
<b>Q<sub>h</sub></b>	138,2	69,4
<b>Ha b</b>	6451,694	9508,118
<b>Ha d</b>	27,751	247,048
<b>Ha m</b>	12921,111	11549,747
<b>Ha h</b>	8877,231	6973,126
<b>Q m<sup>3</sup><sub>b</sub></b>	4591169,206	2915342,795
<b>Q m<sup>3</sup><sub>d</sub></b>	51204,355	258260,961
<b>Q m<sup>3</sup><sub>m</sub></b>	13588510,691	5638584,902
<b>Q m<sup>3</sup><sub>h</sub></b>	12266323,289	4836373,359
<b>ET<sub>b</sub> m<sup>3</sup></b>	28125371,068	32749607,823
<b>ET<sub>d</sub> m<sup>3</sup></b>	89520,966	668416,087
<b>ET<sub>m</sub> m<sup>3</sup></b>	51934443,190	37684516,095
<b>ET<sub>h</sub> m<sup>3</sup></b>	32750115,112	21319822,267
<b>Agua verde total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>112899450,336</b>	<b>92422362,272</b>
<b>Agua azul total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>30497207,541</b>	<b>13648562,017</b>
<b>% Agua verde</b>	<b>0,787</b>	<b>0,871</b>
<b>% Agua azul</b>	<b>0,213</b>	<b>0,129</b>