



**2025** | **16-20**  
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

**9CFE-1523**

---

Organiza





## PROYECTO SILVA-AQUA. UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA EXTENSIVA EN EL TERRITORIO FORESTAL.

JOAN MIQUEL GALVE ROMERO<sup>(1)</sup>, ANTONIO QUINTANILLA RÓDENAS<sup>(1)</sup>, AITANA ROSA MOLLÁ INZA<sup>(2)</sup>, JOSÉ MARIA MARTÍN PARDO<sup>(2)</sup>, JAVIER MARTÍNEZ BAUSÁ<sup>(2)</sup>, BEATRIZ SANCHO ÚBEDA<sup>(2)</sup>, FERNANDO PRADELLS MONZÓ<sup>(2)</sup>, JORDI BENAVENT PIERA-GIL<sup>(2)</sup>, MIGUEL ÁNGEL RUBIO LÓPEZ<sup>(3)</sup>, JUAN MIQUEL SORIA GARCÍA<sup>(4)</sup>, VANESA LÓPEZ GUIJARRO<sup>(5)</sup> -

(1) Instituto de Desarrollo Regional Albacete UCLM Campus universitario, s/n - 02071 – Albacete (España)

(2) Asociación de Municipios Forestales de la Comunitat Valenciana (AMUFOR); Plaza Manuel Tolsá, s/n, CP - 46810 Enguera (Valencia)

(3) Asociación Reserva de la Biosfera del Cabriel; C/Leonardo Luján, 4 - 16372 Enguñidos (Cuenca)

(4) Ayuntamiento de Villargordo del Cabriel, C/Carretera, 26 – 46317 Villargordo del Cabriel (Valencia)

(5) Ayuntamiento de Caudete de las Fuentes, C/García Berlanga, 5 – 46315 Caudete de las Fuentes (Valencia)

### Resumen

En esta comunicación se presentarán en detalle los trabajos llevados a cabo en el marco del proyecto SILVA AQUA, desarrollado en la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel. Este proyecto hace uso de herramientas innovadoras como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y plataformas Web-GIS para identificar, registrar y rehabilitar puntos estratégicos de agua, incluyendo fuentes, manantiales y abrevaderos. De esta forma se pretende abordar la problemática existente en cuanto a la degradación de los recursos hídricos, y el desafío del abandono del territorio y sus consecuencias -como la despoblación, la pérdida de biodiversidad y el aumento del riesgo de incendios forestales- principalmente.

Los objetivos principales de esta iniciativa son facilitar una gestión hídrica integral y sostenible, apoyar la ganadería extensiva como actividad tradicional en el ámbito de la Reserva de la Biosfera y contribuir a la prevención de incendios forestales mediante estrategias basadas en la toma y tratamiento de datos.

Entre los resultados más destacados se encuentra la creación de bases de datos accesibles y georreferenciadas que permiten una planificación eficiente, la recuperación de infraestructuras tradicionales como las construcciones de piedra seca, y el diseño de paisajes en mosaico que mejoran la biodiversidad y la conectividad ecológica del territorio. Estas acciones buscan promover el desarrollo rural sostenible, así como mitigar los efectos del cambio climático y combatir la despoblación que afecta a esta área. En conjunto, el proyecto SILVA AQUA establece un modelo de gestión integral de recursos naturales que refuerza la resiliencia ambiental y socioeconómica de la región.



El proyecto SILVA AQUA está financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU para el ejercicio 2023 a través de la Fundación Biodiversidad.

## Palabras clave

Resiliencia rural, Recursos hídricos, Infraestructura ganadera, web-GIS

### 1. Introducción

Las Reservas de la Biosfera, reconocidas por la UNESCO, son territorios que combinan una alta riqueza ecológica con asentamientos humanos, promoviendo modelos de desarrollo sostenible que garantizan la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las poblaciones locales. Estos espacios, por sus características ecológicas singulares, requieren estrategias específicas para su adecuada gestión y conservación. Sin embargo, muchos de los municipios que las integran comparten una serie de problemáticas estructurales que comprometen su futuro, como lo son la despoblación (VALENZUELA et al., 2023; GONZÁLEZ y SOLER-VAYA, 2024), la creciente incidencia de grandes incendios forestales (IGLESIAS-MERCHÁN et al., 2024), la falta de oportunidades en el entorno rural (DEL ARCO et al., 2021), la masculinización de la población (LÓPEZ-PENABAD et al., 2022) y el minifundismo (JATO-ESPINO y MAYOR-VITORIA, 2023).

En este contexto, la gestión forestal sostenible se presenta como una herramienta clave para abordar estos desafíos de forma integrada, al ofrecer soluciones que combinan la gestión del territorio con su desarrollo socioeconómico. Entre las distintas alternativas de gestión forestal, el uso de la ganadería extensiva — especialmente mediante sistemas silvopastorales adaptados al territorio— ha demostrado ser eficaz para reducir la carga de combustible vegetal, mantener la estructura del paisaje (ESTRATÈGIA MOSAIC, 2021) y generar actividad económica en zonas rurales.

Diversas iniciativas desarrolladas en otros espacios, tanto en España como en otros países mediterráneos, han mostrado resultados positivos al integrar ganadería extensiva en estrategias de prevención de incendios y conservación de hábitats, mejorando la biodiversidad y generando empleo local (por ejemplo, el proyecto LIFE Montado-Adapt, <https://www.lifemontadoadapt.com>, entre otras).

Dentro del proyecto, se plantea impulsar la biodiversidad y la resiliencia del territorio a través de la generación de empleo en el sector silvopastoril con un enfoque especial en la mujer rural, al tiempo que se fortalece la resiliencia de los bosques en las Reservas de la Biosfera. Para ello, se identificarán puntos estratégicos de agua que faciliten el tránsito de razas autóctonas ovino-caprinas y se impulsarán prácticas sostenibles.

Dentro de las metas del proyecto destacan el incremento de la resistencia de los bosques frente a incendios forestales, el apoyo a la creación de una red hídrica sólida para la ganadería extensiva, el fomento de colaboraciones público-privadas, la mejora en la comercialización de productos derivados y el apoyo al emprendimiento rural, con especial atención a mujeres y colectivos en riesgo de



exclusión.

## 2. Objetivos

Dentro de este proyecto la comunicación se centra en el objetivo de identificar y registrar puntos estratégicos de agua, como fuentes y manantiales en la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel, mediante herramientas tecnológicas como sistemas SIG y plataformas Web-GIS. Esto incluye la creación de mapas de zonificación y una base de datos accesible que facilite la gestión de estos recursos hídricos, además de emplear indicadores como el NDVI para localizar áreas con vegetación dependiente del agua subterránea. Se busca optimizar el acceso a estos recursos con soluciones innovadoras y basadas en imágenes satelitales.

Por otro lado, también se pretende rehabilitar estratégicamente puntos de agua clave, como fuentes, abrevaderos y manantiales, a través de técnicas constructivas que mejoren su capacidad de almacenamiento y uso, beneficiando la ganadería extensiva en la región. Las acciones incluyen la recuperación de infraestructura hídrica en desuso, con el fin de maximizar su utilidad para ganaderos locales y contribuir al manejo sostenible de los recursos hídricos.

### 3. Metodología 3.1- Localizar puntos de agua:

Como información de partida disponemos de una capa de puntos con información no actualizada de fuentes y manantiales geolocalizados en los municipios de Villargordo del Cabriel, Caudete de las Fuentes, Venta del Moro y Requena, dentro del perímetro de la Reserva de la Biosfera del Valle del Cabriel (Figura 1).

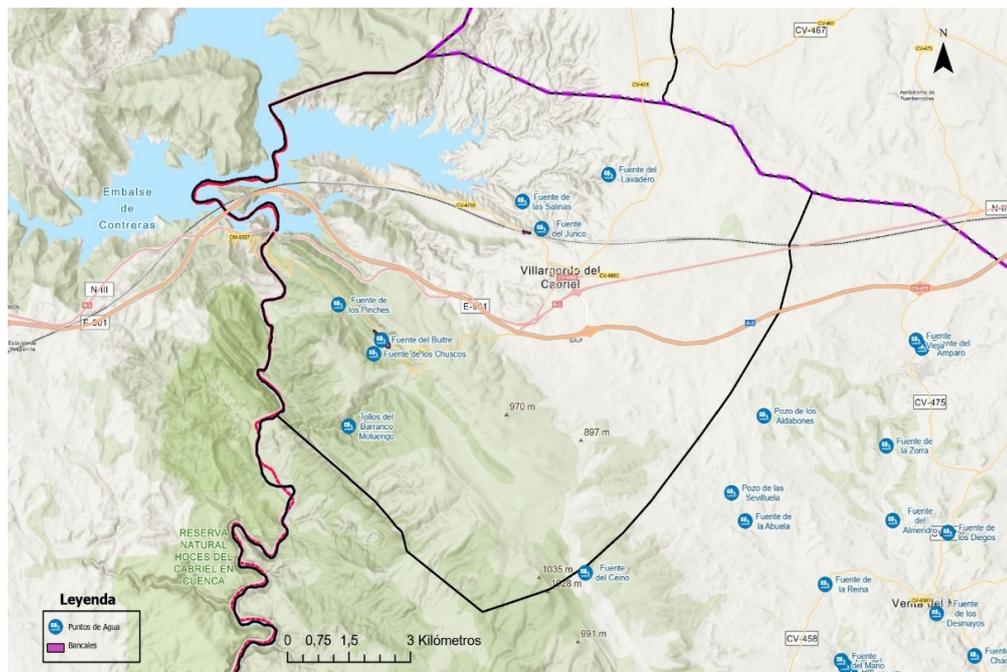


Figura 1. Mapa de fuentes y Manantiales. T.M. de Villargordo del Cabriel.



El proyecto conlleva la utilización de información suministrada por Catastro, Instituto Geográfico nacional (IGN), servicios cartográficos de Castilla-La Mancha y Comunidad Valenciana (ICV) y estudios de campo anteriores (LOPEZ, 2018). También, se lleva a cabo un análisis gráfico para recopilar información significativa a partir de ortofotos, y se recurre a diferentes fuentes de datos para documentar cada punto de agua. Se configura una base de datos de fuentes y pozos de registro que se alineen con los propósitos del proyecto. Se implementan herramientas en la nube para la administración de archivos vinculados y la identificación y registro de fuentes y pozos. Las posibilidades de acción se llevan a cabo en fuentes y pozos de registro apropiados.

Cada uno de estos puntos de agua quedan registrados en un gestor de archivos con toda la documentación relacionada a disposición de los usuarios finales para una mejor comunicación ante los actores clave. La Figura 2 muestra la plataforma realizada con un ejemplo de una fuente determinada con ciertos documentos disponibles y la herramienta para dar de alta una fuente.

Nombre	Tamaño	Tipo	Última Modificación	Acciones
4.8 Estudio de Recursos Hídricos.pdf	2992849	application/pdf	2024-09-05 13:13:33	[Iconos de acciones]
66d9d8425fd23-Banner socios.jpg	67186	image/jpeg	2024-09-05 18:24:32	[Iconos de acciones]

Figura 2. Gestor de archivos de la plataforma.

Se ha desarrollado una herramienta para que los diferentes usuarios del proyecto puedan dar de alta y gestionar las fuentes y manantiales subiendo fotografías, planos, y toda la información actualizada que crean conveniente. La Figura 3 muestra el entorno de usuario operativo dentro de la plataforma.

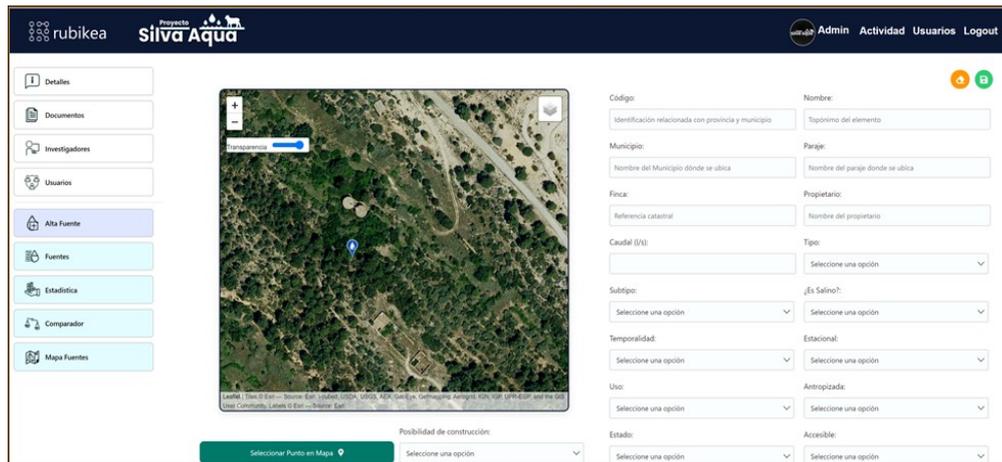


Figura 3. Herramienta de inventario y documentación de los puntos de agua.

### 3.2- Generar un mapa de zonificación del territorio de la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel:

A partir de la información publicada en los diversos geoportales de la Infraestructura de Datos (IDE) existente en el territorio español y la información propia de la Reserva de la Biosfera se ha creado un Sistema de Información Geográfica que integra la información necesaria para cumplir con esta acción. Con esta herramienta se ha puesto a disposición de los usuarios la actual zonificación de la Reserva de la Biosfera y la información necesaria para facilitar la elaboración de una propuesta de ampliación de sus límites.

### 3.3- Generar una plataforma Web-GIS para la monitorización, la gestión y la toma de decisiones:

Basándonos en la infraestructura existente que hace operativa la plataforma Spider Web GIS (CALERA et al. 2017), desarrollada por el Instituto de Desarrollo Regional de la UCLM, se implementará una solución adaptada a los requisitos del proyecto Silva Aqua. Para salvar la dificultad para localizar algunos puntos de agua en zonas recónditas y ocupadas por la vegetación se está usando la herramienta que permite acceder en tiempo real al histórico de imágenes de satélite proporcionado por los programas Landsat y Copernicus.

Un ejemplo de aplicación en que este sistema puede ayudar en la localización de puntos de agua se presenta el caso de la fuente del Buitre. Según los registros, esta fuente se localiza próxima a unos antiguos depósitos de agua que suministraban agua a los trabajadores de la presa de Contreras situada en la zona. Pero una visita a la zona no daba pistas de donde provenía el agua que alimentaba estos depósitos. Luego de hablar con los expertos de la zona no había ningún tipo de registro de la localización exacta de dicha fuente, pero nos indicaban que se encontraba por la zona.

El NDVI es un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada que permite identificar zonas con vegetación dependiente del agua subterránea (PÁSCOA et al

2020), mejorando la gestión de los recursos hídricos y la vigilancia del medio ambiente. Está utilizado para mapear la vegetación potencialmente dependiente del agua subterráneo, detectar cuerpos de agua, y delinear proveedores potenciales de agua en regiones áridas. Estos enfoques han sido eficaces en Nepal y China, y en el oeste de la Península Arábiga (ACHARYA et al 2018, FAN et al 2020, HEREHER, M. 2019).

La Figura 4 muestra una consulta temporal del NDVI en diferentes zonas que nos permite encontrar diferentes puntos sospechosos de tener un aporte de agua continuo por lo que pueden ser el origen de dicho manantial. Para ello la herramienta de evolución temporal integrada en el sistema SPIDER Web-GIS ha resultado ser crucial para dicho fin.

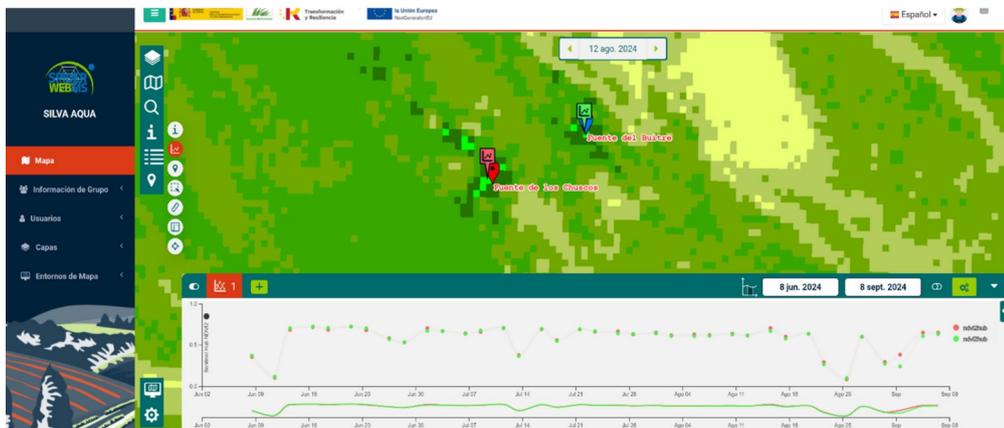


Figura 4. Estudio de la evolución del NDVI en dos fuentes de Villargordo del Cabriel con Spider WEBGIS. Accesible para usuarios registrados.

3.4- Rehabilitar, de forma experimental, puntos de agua estratégicos como fuentes, manantiales o abrevaderos, en el territorio de la Reserva de la Biosfera, para mejorar su capacidad de acopio y almacenamiento, en base a criterios técnicos:

Gracias a las fases anteriores y complementando con visitas de campo y revisiones bibliográficas, se localizó un punto de agua susceptible de ser recuperado en el municipio de Villargordo del Cabriel y otro punto de agua en Caudete de las Fuentes. Para su rehabilitación y puesta a disposición de ganaderos, se redactó una memoria técnica por cada municipio que describió los aspectos técnicos y constructivos que permitiesen la rehabilitación de los puntos de agua.

En el caso de Villargordo del Cabriel se trata de la “Fuente del Buitre”, una fuente ubicada al oeste del T.M. e inmersa en el Parque Natural de las Hoces del Cabriel, que se encontraba en desuso y en la que hubo que eliminar la vegetación perimetral para ubicarla correctamente. Una vez localizada, se rehabilitará mediante técnicas constructivas de piedra en seco y se construirá un abrevadero asociado a esta para ponerlo a disposición de un ganado que pueda darle uso.

En cuanto al municipio de Caudete de las Fuentes, se localizó un punto de agua denominado la “Balsa de Cabanes”, una antigua infraestructura hídrica que abastecía los campos de cultivos cercanos pero que en la actualidad se encontraba en desuso. Para ponerla en funcionamiento se rehabilitará de forma que pudiera captar y almacenar agua del subsuelo para luego conducirla hasta un bebedero que se construirá para que el ganado pueda abrevar agua.



*Figura 5. La “Fuente del Buitre”, en el T.M. de Villargordo del Cabriel (Valencia) previo a su rehabilitación.*



*Figura 6. La “Balsa de Cabanes”, en el T.M. de Caudete de las Fuentes (Valencia) previo a su rehabilitación.*

#### 4. Resultados y Discusión

El proyecto plantea como uno de sus primeros resultados la localización e inventario de los puntos de agua existentes en los municipios que conforman la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel, empleando tecnologías como SIG, imágenes satelitales (NDVI) y plataformas Web-GIS. Esta información,



sistematizada en una base de datos georreferenciada y de acceso abierto, permitirá una planificación eficiente de las actuaciones, especialmente en lo relativo a la rehabilitación de puntos estratégicos que beneficien tanto a la ganadería extensiva como a la prevención de incendios forestales.

En este sentido, se prevé que la recuperación de fuentes y abrevaderos contribuya a restaurar infraestructuras clave para la gestión del territorio. El empleo de técnicas tradicionales como la piedra seca representa un modelo de utilización del conocimiento local, al tiempo que fortalece el acceso sostenible al agua en un entorno cada vez más afectado por la sequía y el cambio climático, asegurando la disponibilidad de agua para el ganado.

Además, el proyecto contempla la elaboración de un plan de viabilidad para transformar productos de ganadería extensiva, con propuestas como la incorporación de mataderos móviles. Esta iniciativa busca fortalecer la cadena de valor local e impulsar la comercialización bajo la marca "Reserva de la Biosfera", en línea con experiencias similares de valorización de productos silvopastoriles en otras zonas de montaña (PLIENINGER et al., 2015; GÓMEZ-BAGGETHUN et al., 2013).

La aplicación de tratamientos silvícolas en las áreas de influencia de los puntos de agua —como la eliminación de matorrales densos y vegetación obsoleta— también se espera que tenga un impacto positivo en la movilidad del ganado y la reducción del riesgo de incendios. Estas acciones contribuyen a crear paisajes en mosaico, que favorecen tanto la conectividad ecológica como la gestión del territorio y permiten una mejora integral de los ecosistemas.

Por último, la recuperación de bancales abandonados y su transformación en espacios de pasto con siembras de especies forrajeras reforzará la resiliencia ecológica y productiva del medio rural. Este rediseño paisajístico incrementará la infiltración de agua, la calidad del suelo y la biodiversidad.

## 5. Conclusiones

El proyecto SILVA-AQUA ha sentado las bases para una gestión integral y sostenible de los recursos naturales en la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel, abordando tanto desafíos ecológicos como económicos. A futuro, la consolidación de los resultados dependerá de un seguimiento continuo y de la colaboración entre entidades locales, supralocales y la comunidad científica. Este enfoque integral asegura la sostenibilidad de los recursos, promoviendo la cohesión social y el desarrollo rural en una zona que enfrenta serios desafíos demográficos.

## 6. Agradecimientos

El proyecto SILVA AQUA- (Acciones de gestión forestal sostenible en puntos de agua que aproveche el ganado de ovino-caprino extensivo, con el objeto de incrementar rentas y empleo rural y mejorar la resiliencia en las reservas de la biosfera de España), cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

Asimismo, cabe resaltar la participación del personal de los ayuntamientos de Caudete de las Fuentes y de Villargordo del Cabriel, a los agentes medioambientales de ambos municipios y a todas las personas que, de una u otra forma, han formado parte del proyecto.

## 7. Bibliografía

ACHARYA, T., SUBEDI, A., & LEE, D. (2018). Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors* (Basel, Switzerland), 18. <https://doi.org/10.3390/s18082580>.

CALERA, A.; CAMPOS, I.; OSANN, A.; D'URSO, G.; MENENTI, M. Remote Sensing for Crop Water Management: From ET Modelling to Services for the End Users. *Sensors* 2017, 17, 1104. <https://doi.org/10.3390/s17051104>

DEL ARCO, I., RAMOS-PLA, A., ZSEMBINSZKI, G., DE GRACIA, Á., & CABEZA, L. (2021). Implementing SDGs to a Sustainable Rural Village Development from Community Empowerment: Linking Energy, Education, Innovation, and Research. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su132312946>.

ESTRATÈGIA MOSAIC, (2021) Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio, Generalitat Valenciana: [https://mediambient.gva.es/documents/162905929/362065713/ESTRATEGIA\\_MOSAIC\\_2021\\_V05\\_PB\\_CAS.pdf/34a75fc7-fbda-0854-e069-b9c21ace5696?t=1657111452720](https://mediambient.gva.es/documents/162905929/362065713/ESTRATEGIA_MOSAIC_2021_V05_PB_CAS.pdf/34a75fc7-fbda-0854-e069-b9c21ace5696?t=1657111452720)

FAN, X., LIU, Y., WU, G., & ZHAO, X. (2020). Compositing the Minimum NDVI for Daily Water Surface Mapping. *Remote. Sens.*, 12, 700. <https://doi.org/10.3390/rs12040700>.

GOMEZ-BAGGETHUN E, BARTON DN (2013): Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecol Econ*, 86:235-245.

GONZÁLEZ, E., & SOLER-VAYA, F. (2024). Depopulation determinants of small rural municipalities in the Valencia Region (Spain). *Journal of Rural Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103369>.

HEREHER, M. (2019). Detection of rainstorm pattern in arid regions using MODIS NDVI time series analysis. *Geocarto International*, 36, 861 - 873. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1629643>.



IGLESIAS-MERCHÁN, C., LÓPEZ-SANTIAGO, J., SILVÁN-RICO, R., MILLÁN-CASTILLO, R., & GÓMEZ-VILLARINO, M. (2024). Impact of Depopulation on Forest Fires in Spain: Primary School Distribution as a Potential Socioeconomic Indicator. *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f15111938>.

JATO-ESPINO, D., & MAYOR-VITORIA, F. (2023). A statistical and machine learning methodology to model rural depopulation risk and explore its attenuation through agricultural land use management. *Applied Geography*. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102870>.

LOPEZ, F. (2018) Análisis del inventario de manantiales de la CHJ, UPV. <http://hdl.handle.net/10251/113649>

LÓPEZ-PENABAD, M., IGLESIAS-CASAL, A., & REY-ARES, L. (2022). Proposal for a sustainable development index for rural municipalities. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131876>.

PÁSCOA, P., GOUVEIA, C., & KURZ-BESSON, C. (2020). A Simple Method to Identify Potential Groundwater-Dependent Vegetation Using NDVI MODIS. *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f11020147>.

PLIENINGER, T., HARTEL, T., MARTÍN-LÓPEZ, B., BEAUFOY, G., BERGMEIER, E., KIRBY, K., MONTERO, M. J., MORENO, G., OTEROS-ROZAS, E., & VAN UYTVANCK, J. (2015). Wood- pastures of Europe: Geographic coverage, social-ecological values, conservation management, and policy implications. *Biological Conservation*, 190, 70–79.

VALENZUELA, V., & HOLL, A. (2023). Growth and decline in rural Spain: an exploratory analysis. *European Planning Studies*, 32, 430 - 453. <https://doi.org/10.1080/09654313.2023.2179390>.