

# Investigaciones Geográficas

Instituto Interuniversitario de Geografía

# 80





# INVESTIGACIONES **GEOGRÁFICAS**

La publicación de este número ha sido posible gracias a la obtención de una ayuda otorgada por el Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Alicante.

## EDITORIAL

Instituto Interuniversitario de Geografía. Universidad de Alicante  
Carretera de San Vicente del Raspeig, s/n. 03690, San Vicente del Raspeig - Alicante (España)  
Tel.: (34) 965903400 Ext. 3380 – Fax: (34) 965909485  
[investigacionesgeograficas@ua.es](mailto:investigacionesgeograficas@ua.es) – [www.investigacionesgeograficas.com](http://www.investigacionesgeograficas.com)

ISSN (hasta 2012): 0213–4691 - ISSN (electrónico): 1989–9890  
Depósito legal: A-52-1983 - DOI: <https://doi.org/10.14198/INGEO>



Los trabajos se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional, salvo que se indique lo contrario.  
© la autoría  
Las opiniones reflejadas en los contenidos publicados en *Investigaciones Geográficas* son responsabilidad exclusiva de sus autores/as.

# Índice

## Index

### ARTÍCULOS | ARTICLES

Percepción y respuesta humana a las crisis climáticas históricas a partir de fuentes documentales en un sector de España Central.....9 <i>Teresa Bullón Mata</i>	9
Percepción y adaptación de los municipios turísticos al aumento de la temperatura y las olas de calor: entre el desconocimiento y la inacción. El caso del Cap de Creus (Cataluña).....29 <i>Ernest López Sirvent, Anna Ribas Palom</i>	29
Assessment of landscape visual fragility in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves (southern Spain) .....57 <i>Mario Menjibar-Romero, Ricardo Remond, Juan Francisco Martínez-Murillo</i>	57
Teledetección aplicada al análisis de los impactos ecosistémicos generados por los incendios del año 2020 en la provincia de Córdoba, Argentina, e identificación de áreas prioritarias de restauración .....81 <i>Hebert Castillo, Pablo Baldassini</i>	81
Metodología para el análisis de la frecuencia de cuerpos de agua someros en la región pampeana, Argentina.....107 <i>Nicolás Emanuel Vidal Quini, Alejandra Mabel Geraldí</i>	107
Calidad hidrogeomorfológica en áreas fluviales de expansión urbana. Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en un tramo antropizado del arroyo Napostá Grande (Argentina) .....129 <i>Valeria Noemí Pirchi, Paula Andrea Zapperi, Antonela Volonté</i>	129
Denominaciones de Origen Protegidas del cerdo ibérico y territorio. Una lectura desde la perspectiva de la agroalimentación territorializada.....151 <i>Rocío Silva Pérez, Felipe Leco Berrocal, Antonio Pérez Díaz</i>	151
El estilo de vida de la población alemana presente en la provincia de Málaga. Un análisis exploratorio de tipo cualitativo.....171 <i>Francisco José Cantarero Prados, Cristina Nieto Figueras, Jacqueline Sickert</i>	171
How does society assess the impact of renewable energy in rural inland areas? Comparative analysis between the province of Jaén (Spain) and Somogy county (Hungary).....193 <i>Francisco Javier Rodríguez-Segura, Marina Frolova</i>	193
Polarización territorial de la brecha de género del desempleo en Andalucía: un análisis exploratorio de datos espacio-temporales abiertos .....215 <i>Antonio-Jesús Acevedo-Blanco, Violante Martínez-Quintana, Miryam C. González-Rabanal</i>	215
Organización espacial de la economía de la langosta en el estado de Yucatán, México.....237 <i>José María Casado Izquierdo, José Manuel Crespo Guerrero</i>	237



ARTÍCULOS  
ARTICLES





# Percepción y respuesta humana a las crisis climáticas históricas a partir de fuentes documentales en un sector de España Central

Human perception and human response to historical climate crises from documentary sources in a sector of Central Spain

## AUTORÍA

Teresa Bullón Mata 

Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid. España.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.24394>

## CITACIÓN

Bullón Mata, T. (2023). Percepción y respuesta humana a las crisis climáticas históricas a partir de fuentes documentales en un sector de España Central. *Investigaciones Geográficas*, (80), 9-27. <https://doi.org/10.14198/INGEO.24394>

## CORRESPONDENCIA


Teresa Bullón Mata ([teresa.bullon@alumni.uam.es](mailto:teresa.bullon@alumni.uam.es))

## HISTORIA

Recibido: 20 enero 2023  
Aceptado: 5 abril 2023  
Publicado: 19 julio 2023  
(Publicación anticipada: 26 mayo 2023)

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Análisis de las actitudes y percepciones asociadas a crisis climáticas históricas a partir de fuentes documentales situadas en un sector de España central procedentes del Sitio Real de San Ildefonso, Monasterios de El Paular y de El Escorial, Epistolarios de Ilustrados, y conjunto mixto, que contiene manuscritos, libros editados en el siglo XVIII, así como normas o leyes conservados en la Biblioteca Nacional de España, Archivo Histórico Nacional o Gaceta de Madrid. La franja temporal analizada está ubicada entre los siglos XVII y XVIII. El estudio se realiza a partir del análisis de documentos escritos contemporáneos a los hechos que describen eventos meteorológicos ocurridos y se orienta hacia la parte más subjetiva de estos textos, que suelen contener, junto con la explicación del fenómeno, la opinión sobre lo ocurrido dada por los autores de los escritos. Los datos se organizan en 5 variables cualitativas, codificadas numéricamente y categorizadas internamente de modo que puedan proporcionar recuentos y porcentajes. La emoción de asombro es la más reveladora del clima dominante y señala la excepcionalidad de los meteoros más intensos, que son el hielo y la nieve. La resignación es la reacción humana detectada cuando algún elemento meteorológico amenaza gravemente a la colectividad.

**Palabras clave:** Climatología histórica; pequeña Edad del hielo; cambio climático; Meteorología preinstrumental; emoción; percepción; España Central.

## Abstract

Analysis of attitudes and perceptions associated with historical climate crises based on documentary sources located in a part of central Spain, drawn from written documentary sources found at the Royal Site of San Ildefonso, Monasteries of El Paular and El Escorial, epistolaries of enlightened scholars, and a mixed group containing manuscripts, books published in the eighteenth century and norms or laws preserved in the National Library of Spain, National Historical Archive or Gazette of Madrid. The period analyzed corresponds to a time between the seventeenth and eighteenth centuries. The study is based on the analysis of written documents contemporaneous with meteorological events and is oriented towards the most subjective part of these texts, which usually contain, along with the explanation of the phenomenon, an opinion of the events given by the writers. The data are organized according five

qualitative variables, numerically encoded, and internally categorized so that they can provide quantitative data. The perception of awe is the most revealing because it indicates the exceptional nature of the most intense meteorological phenomena, that is, ice and snow. Resignation is the human reaction detected when certain meteorological elements seriously threaten society.

**Keywords:** Historic climatology; little Ice Age; climate change; pre-instrumental meteorology; emotion; perception; central Spain.

## 1. Introducción

En esta comunicación se analizan algunas de las actitudes y percepciones asociadas a crisis climáticas históricas, así como las soluciones dadas para resolverlas, con la intención de conocer cuáles son los rasgos climáticos o meteorológicos que causan mayor alarma o perjuicio a la población.

Tanto la ciencia como la experiencia sobre el clima en España han comprobado una variabilidad climática que ha dependido no solo del clima típico de los medios mediterráneos, sino también de las oscilaciones climáticas concentradas en determinados periodos de tiempo. Estos cambios han sido interpretados con frecuencia como fortuitos, pues el clima suele ser considerado un referente fijo, que a largo plazo no cambia ni se modifica. El pensamiento que las variaciones a corto plazo convergen en un tipo climático general siempre igual a sí mismo está grabado a fuego en el imaginario colectivo y perdura, no solo en el pasado, sino también en la época actual.

Las investigaciones existentes sobre la irregularidad climática demuestran que los cambios climáticos que han ocurrido antes del desarrollo de observaciones instrumentales, pero dentro del período documental, son de gran interés humano y social. Los datos meteorológicos extraídos de los documentos históricos suelen contener, además de la explicación del fenómeno, una parte personal, que revela la opinión sobre los mismos dada por los autores de los escritos. A partir de esta opinión, con un volumen suficiente de datos, es posible conocer cuáles son las actitudes respecto al clima que tiene la sociedad de una época.

La franja temporal analizada está ubicada entre los siglos XVII y XVIII, momento histórico que coincide con las alteraciones climáticas asociadas a la pequeña edad del hielo (PEH) y con el inicio de la meteorología instrumental y objetiva. Los lugares a los que se refieren los documentos abarcan desde Madrid al área del Sistema Central situada al norte y noroeste de esta ciudad, por lo que quedan dentro del sector central de la Península Ibérica.

El territorio que abarca los lugares a los que se refieren las fuentes documentales tiene una coherencia climática basada en la altitud y en la distancia al área montañosa principal, con una transición muy bien definida desde el interior de la misma a los lugares situados al norte o sur de ella. Mientras que en el puerto de Navacerrada situado a 1890 metros de altitud hay un total de 1.437 mm de precipitación y 6,5 °C de temperatura media anual, en el Monasterio de El Paular, situado en la base de las cumbres más altas a 1.159 metros de altitud, hay 1.009 mm de precipitación total y 9,9 °C de temperatura media anual. De modo similar, esta disminución es apreciable en las poblaciones situadas en la meseta norte como Segovia, situada a 1.005 metros de altitud, que recoge 464 mm de precipitación y tiene 11,3 °C de temperatura media anual, o Ávila, bastante alejada de las cumbres más altas que Segovia y situada a 1.143 metros de altitud, que recoge 399,7 mm anuales de precipitación y tiene 9,7 °C de temperatura media anual. Finalmente Madrid, situada en la meseta meridional a 660 metros de altitud, cuenta con 455,7 mm de precipitación y 14,3 °C de temperatura media anual (Ministerio Medio Ambiente, 2000).

## 2. Metodología

### 2.1. Contenidos teóricos

El marco conceptual está basado en la combinación de los contenidos de la climatología histórica con los de la sociología de las emociones, ya que, según esta ciencia, las emociones constituyen un proceso clave para entender cualquier fenómeno o situación social por su capacidad para entender la realidad y de promover el pensamiento desde el sentimiento (Bericat Alastuey, 2000; Guedes Gondim & Álvaro Estramiana, 2010; Poma, 2018). Este planteamiento se expande hacia la búsqueda de la interacción entre los procesos vitales y de conocimiento (Russo, 2021) que surgen en las reacciones humanas ante la irregularidad climática.

A diferencia de otras reconstrucciones climáticas históricas, esta investigación se orienta hacia la parte más subjetiva de los textos, por lo que queda en segundo plano, aunque no relegada, la valoración de la intensidad

de los meteoros descritos. Las fuentes, por otro lado, ceden individualidad frente al tratamiento conjunto de datos. Con ello se esboza una línea de investigación nueva en la climatología histórica, que explora el modo en que social o individualmente se afrontan los cambios en las crisis climáticas cuando no se sabe que estos cambios están ocurriendo.

Este planteamiento es similar al definido en la investigación contemporánea sobre las repercusiones sociales del cambio climático actual, apreciable en las encuestas de Heras-Hernández et al. (2018), en donde se diferencian percepciones positivas, negativas y neutras y en las de Lázaro Touza et al. (2019) y de Meira Cartea (2021), que desarrollan las tipologías de interés, esperanza, expectación, miedo e indiferencia, que pueden equivaler a las categorías definidas en este trabajo para la variable percepción.

Las hipótesis principales de trabajo son que los distintos eventos meteorológicos condicionan los tipos de reacciones humanas tanto materiales como inmateriales que se asocian a ellos y que las distintas fuentes documentales, que proceden de instituciones civiles o religiosas, contienen actitudes diferentes ante un mismo evento debido a su formación, creencias o tipo de actividad profesional.

Los supuestos teóricos en los que se basa la recopilación y tratamiento de datos son: 1) Es posible conocer el grado de racionalidad, subjetividad o pesimismo con el que se han afrontado históricamente los cambios climáticos a partir de la opinión de los autores sobre los tipos de tiempo y eventos meteorológicos que aparecen en los textos. 2) Las descripciones que hay en las fuentes documentales son verídicas. 3) El conjunto de datos recopilados no es aleatorio ni está distribuido al azar y la descripción de eventos está asociada a su intensidad, frecuencia y riesgo.

## 2.2. Organización de los datos

Los datos se organizan en 5 variables cualitativas, codificadas numéricamente de modo que puedan proporcionar recuentos y porcentajes (Tabla 1).

Tabla 1. Variables y categorías utilizadas en el análisis

Meteoro	Percepción	Consecuencias	Afecciones	Fuente documental
1. Lluvia 2. Nieve 3. Hielo 4. Viento 5. Tormenta 6. Temporal 7. Sequía 8. Buen tiempo 9. Calor	1. Resignación 2. Asombro 3. Objetiva 4. Adjetivada	1. Rogativa 2. Caridad 3. Enfermedad 4. Plaga 5. Gestión 6. No consta	1. Bosques 2. Ríos 3. Construcción 4. Fauna silvestre 5. Jardines 6. Ganados 7. Cultivos 8. Tráfico 9. Sin datos	1. San Ildefonso (AGP) 2. M. El Paular 3. M. El Escorial 4. Fondo mixto (Biblioteca Nacional de España [BNE] y otros) 5. Epistolarios de Ilustrados. (bivaldi.gva.es)

Elaboración propia

En la variable *meteoro* se recoge el evento singular ocurrido, cuando suceden varios fenómenos a la vez, dependiendo del contexto, se selecciona el evento más destacado de todos los referidos.

Con la variable *percepción* se trata de determinar la actitud del que describe el acontecimiento meteorológico. Los códigos empleados son: 1. *resignación*, para sentimientos de impotencia y miedo con o sin matiz religioso; 2. *asombro*, para calificaciones extremas o hiperbólicas que, de hecho, revelan admiración por lo ocurrido; 3. *objetivo*, descripción de los hechos sin ninguna valoración; 4. *adjetivado* calificación veraz de la intensidad del fenómeno.

La variable *consecuencias* recoge las reacciones asociadas al evento o los motivos por las que se escribe sobre él: 1. *rogativas* públicas o privadas de tipo religioso; 2. *caridad*, limosnas para socorro de víctimas meteorológicas; 3. *enfermedad*, que recoge la fuerte asociación que hay en de la época entre tipos de tiempo y desarrollo de enfermedades; 4. *plagas*, que afectan a cultivos y bosques, también muy asociadas a la meteorología; 5. *gestión*, para soluciones de reparación, prevención o control de los desperfectos ocasionados; 6. *no consta*, cuando el registro no aporta información alguna.

La variable *afecciones*, se refiere a los elementos territoriales afectados desglosados en: 1. *bosques*, 2. *ríos*, 3. *construcción* (edificios, vías de comunicación, puentes), 4. *caza*, especialmente estado de la caza mayor de los bosques reales, 5. *jardines*, 6. *ganados*, 7. *cultivos*, 8. *tráfico* por vías de comunicación, 9. *sin datos*.

La variable *fuentes documental* recoge los datos obtenidos de las diferentes fuentes consultadas, que se refieren a la gestión territorial del área próxima a donde se escriben los textos. Los manuscritos y epistolarios de Ilustrados informan de sucesos ocurridos en Madrid, que se completan para esta ciudad con las informaciones procedentes de textos impresos y manuscritos de la BNE y Gaceta de Madrid; el Fondo de San Ildefonso se refiere al Real Sitio de San Ildefonso, que abarca territorialmente desde la cabecera del río Eresma hasta la ciudad de Segovia; El Monasterio de El Paular aporta los datos del valle del Lozoya; el Monasterio de El Escorial los de las tierras situadas en el entorno del monasterio y en el límite meridional entre las provincias de Ávila y Segovia. Todas estas fuentes forman una colección muy heterogénea en contenido, volumen y fechas de emisión, pero tienen una compacta cohesión territorial que resulta muy idónea para realizar el análisis climático del área implicada.

La relación de textos consultados, así como las categorías asignadas a esta variable es la siguiente:

- Fondo de San Ildefonso del Archivo General de Palacio, signatura General de Cajas (AGP SGC), cajas 13.536 a 13.579; 13.584 a 13.587; 13.590; 13.595; 13.598 a 13.607; 13.616 a 13.620; 13.639 a 13.669; 13.693 a 13.696, 13.714 y 13.715. Contiene descripciones sobre eventos meteorológicos que afectan tanto a los ecosistemas naturales como a los edificios y vías de comunicación del entorno. Los autores de los documentos son administradores del palacio y del Real Sitio, guardas forestales y funcionarios de la administración central que reciben información y trasladan órdenes de los reyes o de los ministros encargados de la gestión de las Casas Reales. También hay correspondencia personal mantenida entre diferentes gestores unidos entre sí por lazos familiares o de amistad.
- Conjunto epistolar del Monasterio de El Paular (Madrid), del Archivo histórico Nacional (AHN), fondo Clero Regular y Seglar papeles, números 4.269, 4.291, 4.292, 4.316, 4.317, 4.318, 4.319. Los frailes que habitan este convento escriben numerosas cartas, frecuentemente relacionadas con sus actividades comerciales, en las que informan a los destinatarios, también frailes residentes en otros conventos de la orden, de los diferentes tipos de tiempo y de las consecuencias de estos. Entre el nutrido conjunto epistolar conservado se han seleccionado las cartas escritas desde el Monasterio de El Paular, porque son las que explican lo que ocurre en el área próxima a este convento.
- Libros de actas capitulares del Monasterio de El Escorial (Madrid), conservadas en el Archivo del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial (BRMSLE). Estas actas contienen los apuntes sobre decisiones tomadas en los capítulos de la orden en los que se recogen los problemas ocurridos durante temporales, nevadas, fríos o inundaciones que causan problemas susceptibles de ser solucionados. Se han seleccionado los datos que se refieren al Monasterio de El Escorial, situado en el extremo occidental de la sierra de Guadarrama, y al Monasterio de Párraces, situado en el sector suroeste de la provincia de Segovia.
- Conjunto epistolar de los escritores Ilustrados Gregorio Mayans, Blas Jover y Manuel Martínez Pingarrón recogido en la Biblioteca digital Valenciana<sup>1</sup> en cartas fechadas en Madrid o que se refieren a acontecimientos ocurridos en la capital de España. Recoge información muy directa de episodios de lluvias, nevadas, frío o sequías, así como sobre los estados de ánimo que estos tipos de tiempo producían y sobre las enfermedades asociadas a ellos.
- Fondo mixto, formado por la reunión de varias fuentes con poco número de datos en cada caso, que tienen interés para la comprensión conjunta. Está compuesto por:
  - Manuscritos de los siglos XVII y XVIII ubicados en la Biblioteca Nacional de España (BNE), que describen acontecimientos singulares o extraordinarios, bien datados temporalmente, sobre la vida cotidiana, política o social, en Madrid, con inclusión de los tipos de tiempo asociados (Ayala Manrique & Ambrona Murga, 1701-1800) así como provisiones, pragmáticas y leyes sobre montes y plantíos de España (España, S. XVII y XVIII; España-Rey, 1700-1746, 1746-1759a, 1746-1759b; Navarro, 1781).
  - Textos impresos, utilizados principalmente para conocer las condiciones ambientales y legislación en el período de tiempo analizado como Calvo y Julian (1770), Cerbantes y Cerbantes (1687), Gaceta de Madrid durante los reinados de Felipe IV, Carlos II, Felipe V, Carlos III y Carlos IV<sup>2</sup> y, finalmente, documentos referentes a plagas de langosta de AHN Diversos-Mesta, 429, números 8-11.

<sup>1</sup> [https://bivaldi.gva.es/va/consulta/resultados\\_ocr.do](https://bivaldi.gva.es/va/consulta/resultados_ocr.do)

<sup>2</sup> <https://boe.es/buscar/gazeta.php>

La técnica de trabajo diseñada consiste en la realización de una sucesión de tablas cruzadas, combinando los tipos de eventos y la fuente de origen, para obtener recuentos estadísticos. Los resultados son transformados en valores porcentuales para facilitar la comparabilidad de las diferentes variables o categorías. Hay dos grupos de análisis principales: el primero está enfocado en conocer si las diferentes reacciones humanas (las variables percepción, consecuencias y afecciones) están asociadas a los cambios en el tipo de meteoro acaecido; el segundo está centrado en resolver si cada tipo de fondo documental tiene una respuesta específica a las diferentes reacciones de percepción, consecuencias o afecciones. El análisis continúa con una estimación del soporte científico y cultural del momento histórico en el que se realizan las observaciones y una valoración de la distribución temporal de los principales meteoros.

En total han sido utilizados 532 casos referidos a 101 años diferentes (Tabla 2). El mayor número de datos corresponde al siglo XVIII, pero en el siglo anterior tiene también datos suficientes y de mucho interés, procedentes especialmente de Biblioteca Nacional, Monasterio de El Paular y AGP.

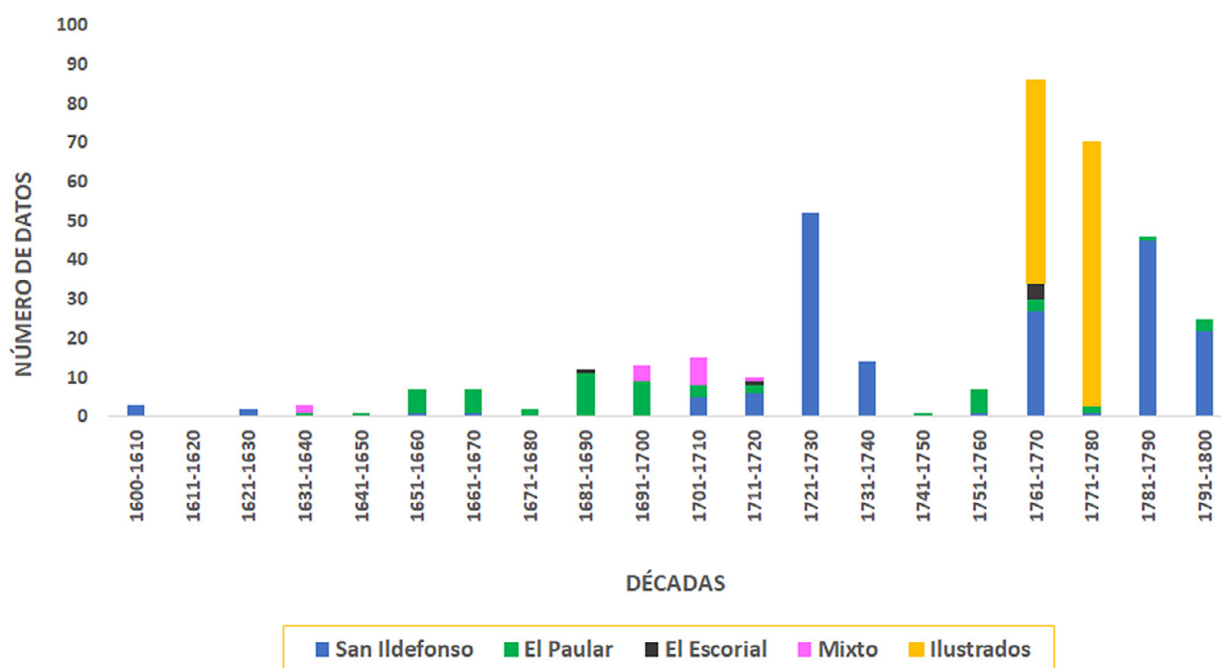
Tabla 2. Número total de datos procedentes de diferentes archivos

Fondo documental	Total datos
San Ildefonso (AGP SGC)	280
Epistolarios de Ilustrados (bivaldi.gva.es)	180
M. El Paular (AHN)	52
Fondo mixto (BNE y otros)	14
M. El Escorial (BRMSLE)	6

Elaboración propia

La organización temporal de los datos según las distintas fuentes (Figura 1) muestra que los datos procedentes del Fondo de San Ildefonso y epistolarios de Ilustrados son mayoritarios entre 1721 y 1799. El período con más diversidad de fuentes de información está entre 1761 y 1777, en el que, además de los dos dominantes de Ilustrados y San Ildefonso, hay datos del Monasterio de El Paular y fondo mixto. La mayor fuerza de datos anteriores a 1710 es la del Monasterio de El Paular y en menor proporción de San Ildefonso, que contiene referencias asociadas al antiguo palacio de Valsaín, destruido al principio del siglo XVIII. Los datos del fondo mixto están concentrados en el intervalo entre los dos siglos.

Figura 1. Número total de datos recogidos por archivo y décadas



Elaboración propia

### 3. Resultados

La mayor parte de los datos proceden del fondo de San Ildefonso de AGP (53 %), seguidos de los epistolarios de Ilustrados (34 %) y los epistolarios del Monasterio de El Paular (10 %), con los registros de Biblioteca Nacional y Monasterio de El Escorial en menor proporción.

Los mayores porcentajes de los eventos meteorológicos recogidos son lluvia (22 %), seguidos de temporal (19 %), hielo (18 %) y nieve (15 %), que esbozan un tipo de clima en general frío y húmedo, con intercalaciones de buen tiempo, calor o sequía, que conjuntamente son el 17 % de los datos (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentajes de ocurrencia de las diferentes categorías dentro de cada una de las variables

Variable	Categoría	%
Meteoro	Lluvia	22
	Temporal	19
	Hielo/frío	18
	Nieve	15
	Sequía	9
	Viento	7
	Bueno	4
	Calor	4
	Tormenta	2
Percepción	Objetivo	41
	Adjetivado	39
	Asombro	11
	Resignación	9
Consecuencias	Gestión	49
	No consta	33
	Enfermedad	10
	Rogativa	5
	Caridad	2
	Plaga	1
Afecciones	No indicado	28
	Construcción/reconstrucción	18
	Tráfico	17
	Cultivos	10
	Bosques	9
	Ríos	7
	Jardines	5
	Caza	3
	Ganados	3
Fuente documental	S. Ildefonso (AGP SGC)	53
	Epistolarios Ilustrados	34
	M. El Paular (AHN)	10
	Fondo mixto (BNE y otros)	3
	M. El Escorial (BRMSLE)	1

Elaboración propia

Las percepciones objetivas (41 %) y adjetivadas (39 %) son las mayoritarias en la descripción de lo sucedido, mientras que las de asombro (11 %) y resignación (9 %) son bastante menos frecuentes. La mayor cantidad de registros tienen como consecuencia alguna acción de gestión (49 %), seguido por no consta (33 %), situación que ocurre cuando hay una expresión espontánea del tipo de tiempo y no hay obligación de efectuar medida correctora o preventiva alguna.

Las afecciones más comunes son las que derivan de la construcción o rehabilitación de edificios, puentes y caminos (18 %), que resultan muy afectados por los temporales, junto con las derivadas del tráfico (17 %), ya que el tránsito por los caminos era con frecuencia interrumpido por avenidas de ríos o deterioros, no obstante, la mayor porción de datos (28 %) no tiene afección territorial concreta.

Los datos expuestos adquieren más relevancia cuando son cruzados entre sí mediante tablas de correspondencia. Todas las tablas utilizadas han sido validadas con la prueba de  $\chi^2$  ajustado a un valor de alfa inferior a 0,05, cuya hipótesis alternativa, opción que alcanzan todas ellas, significa que los datos no están distribuidos al azar, sino que muestran agrupaciones estadísticamente significativas (Tabla 4). Entre todas las tablas generadas, las que han sido analizadas en profundidad son siete, tres en el grupo meteoro, tres en el grupo fuente documental y una de conexión entre meteoro y fuente documental que se ha incluido en el último grupo.

Tabla 4. Resultados estadísticos de la prueba  $\chi^2$

Tabla cruzada	Valor	df	SAB
Meteoro/Percepción	123,884	24	0
Meteoro/Consecuencias	237,714	40	0
Meteoro/Afecciones	557,480	64	0
Meteoro/Fuente documental	155,292	32	0
Percepción/Afecciones	109,679	24	0
Percepción/Consecuencias	168,309	15	0
Percepción/Fuente documental	52,206	12	0
Consecuencias/Afecciones	492,118	40	0
Consecuencias/Fuente documental	383,618	20	0
Afecciones/Fuente documental	415,375	32	0

SAB = Significación asintótica bilateral

Elaboración propia

### 3.1. Tablas cruzadas con la variable Meteoro

#### 3.1.1. Combinación de Meteoro/Percepción

El temporal y la lluvia son descritos objetivamente o adjetivados en la mayoría de los casos (Tabla 5). Los meteoros que producen mayor asombro son hielo y nieve. El evento que causa mayor resignación es la sequía (34 %). Los eventos de calor, aunque son poco frecuentes, no suelen tener una calificación objetiva, al contrario del tiempo bueno, que casi siempre es valorado objetivamente. El viento es habitualmente objetivo o adjetivado, a pesar de los grandes destrozos que suele ocasionar en los bosques. Las tormentas tienen una cierta mayor tendencia a ser descritas con asombro.

Tabla 5. Tabla Meteoro/Percepción (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Objetivo	26	12	10	23	9	10	2	8	1
Adjetivado	22	19	19	21	3	7	2	1	7
Asombro	9	21	41	7	9	2	3	2	7
Resignación	23	9	17	9	34	2	2	0	4

Encabezados: 1 = Lluvia, 2 = Nieve, 3 = Hielo, 4 = Temporal, 5 = Sequía, 6 = Viento, 7 = Tormenta, 8 = Bueno, 9 = Calor

Elaboración propia

### 3.1.2. Combinación Meteor/Consecuencias

En la tabla cruzada Meteor/Consecuencias (Tabla 6) las rogativas se realizan mayoritariamente en situaciones de sequía (44 %), las que también están asociadas a plagas (57 %), en este caso de langosta. La enfermedad está asociada al hielo en 43 % de los casos y al calor en 14 %. La caridad está relacionada con temporal (64 %) y viento (18 %), puesto que la mayoría de los casos registrados se refieren a donaciones de leña para consumo doméstico en tiempos de otoño-invierno, cuando el viento produce abundante leña muerta en los bosques. La opción no consta está vinculada a lluvia (35 %) y a hielo (19 %), meteoros muy reportados en el caso de cartas personales, cuando los autores expresan su opinión con intención meramente informativa.

Tabla 6. Tabla Meteor/Consecuencias (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rogativa	26	11	11	7	44	0	0	0	0
Caridad	0	0	18	64	0	18	0	0	0
Enfermedad	8	8	43	0	2	16	10	0	14
Plaga	14	14	14	0	57	0	0	0	0
Gestión	17	22	12	10	2	25	7	5	0
No consta	35	9	19	3	3	14	5	4	9

Encabezados: 1 = Lluvia, 2 = Nieve, 3 = Hielo, 4 = Temporal, 5 = Sequía, 6 = Viento, 7 = Tormenta, 8 = Bueno, 9 = Calor

Elaboración propia

### 3.1.3. Combinación Meteor/Afecciones

Muchos de los problemas causados por la lluvia o temporales afectan a las construcciones (27 %) y al tráfico por caminos (35 % y 26 %). La nieve también afecta al tráfico (28 %) aunque la mayor influencia de este meteor se produce en la caza (40 %) (Tabla 7). El viento afecta a los árboles de bosques y jardines (51 % y 25 %), pero lo más destacado es la influencia de la sequía en cultivos y ganados (57 % y 35 %). La relativa importancia del tiempo bueno en la caza, jardines y construcción procede de informaciones sobre el progreso positivo de estas categorías en situaciones de bonanza meteorológica. No se han detectado afecciones concretas referentes al calor, salvo los de la incomodidad humana que este tipo de tiempo produce.

Tabla 7. Tabla Meteor/Afecciones (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bosques	4	10	16	51	0	16	2	0	0
Ríos	31	6	6	0	9	40	9	0	0
Construcción	27	17	10	3	3	31	0	10	0
Caza	0	40	27	0	0	27	0	7	0
Jardines	4	21	14	25	11	7	4	14	0
Ganados	18	12	29	0	6	0	35	0	0
Cultivos	19	8	11	0	0	4	57	2	0
Tráfico	35	28	9	1	0	26	0	1	0
Sin datos	23	9	31	1	1	12	5	3	15

Encabezados: 1 = Lluvia, 2 = Nieve, 3 = Hielo, 4 = Temporal, 5 = Sequía, 6 = Viento, 7 = Tormenta, 8 = Bueno, 9 = Calor

Elaboración propia

## 3.2. Tablas cruzadas con la variable Fuente documental

### 3.2.1. Combinación Meteor/Fuente documental

Los documentos procedentes de AGP (San Ildefonso) y de los Ilustrados son las que proporcionan información en todos los tipos de categorías de meteoros, aunque los primeros reportan más situaciones de temporal y nieve (23 % y 21 %) y los segundos de lluvia (32 %) y hielo (23 %). La sequía es más frecuente en el Monasterio de El Paular (25 %) y en los manuscritos de BNE (21 %). El alto porcentaje de hielo del Monasterio de El Escorial (50 %) procede de informaciones reiteradas sobre el daño que causa el hielo en cultivos y arbolado en el noroeste de la zona de estudio en las décadas segunda y tercera del siglo XVIII (Tabla 8).



Tabla 8. Tabla cruzada Meteoro/Fuente documental

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
San Ildefonso (AGP SGC)	16	21	14	23	5	3	13	5	1
M. El Paular (AHN)	15	17	13	27	25	0	0	2	0
M. El Escorial (BRMSLE)	33	0	50	0	17	0	0	0	0
Fondo mixto (BNE y otros)	29	7	14	0	21	14	0	14	0
Epistolarios Ilustrados (bivaldi.gva.es)	32	6	23	13	10	1	2	2	12

Encabezados: 1 = Lluvia, 2 = Nieve, 3 = Hielo, 4 = Temporal, 5 = Sequía, 6 = Viento, 7 = Tormenta, 8 = Bueno, 9 = Calor  
Elaboración propia

### 3.2.2. Combinación Fuente documental/Percepción

Todos los archivos muestran que la suma de datos objetivos y adjetivados es superior a 50 % (Tabla 9). La categoría resignación, relativamente elevada en el Monasterio de El Paular (25 %) y la de asombro de los manuscritos de la BNE (36 %), indican una mayor una mayor subjetivación de los hechos en estas fuentes, mientras que en los datos procedentes del Monasterio de El Escorial o San Ildefonso el porcentaje de estas categorías es muy pequeño o nulo. Una situación intermedia la presentan las cartas de Ilustrados con una cantidad similar de datos de asombro y resignación (13 % y 12 % respectivamente).

Tabla 9. Tabla cruzada Fuente documental/Percepción (%)

	Objetivo	Adjetivado	Asombro	Resignación
San Ildefonso (AGP SGC)	48	39	9	4
M. El Paular (AHN)	23	40	12	25
M. El Escorial (BRMSLE)	83	17	0	0
Fondo mixto (BNE y otros)	36	14	36	14
Epistolarios de Ilustrados (bivaldi.gva.es)	36	39	13	12

Elaboración propia

### 3.2.3. Combinación Fuente documental/Consecuencias

En la relación Archivo de procedencia/Consecuencias los resultados están muy distribuidos y reflejan muy bien las causas por las que los respectivos autores informan sobre eventos meteorológicos (Tabla 10). Los datos de rogativas dominan en los manuscritos de la Biblioteca Nacional y en las cartas de los frailes del Monasterio de El Paular (21 % del total de cada uno de los respectivos archivos), con menor número aparecen también las rogativas en las cartas de los Ilustrados (7 %). Por otra parte, los únicos datos de caridad que se han encontrado proceden de San Ildefonso (100 %). Las consecuencias en gestión se dan en todos los archivos, salvo en el de los Ilustrados, que acogen el mayor número de casos de enfermedad (23 %) y de los registros sin adscripción (68 %).

Tabla 10. Tabla Fuente documental/Consecuencias (%)

	Rogativa	Caridad	Enfermedad	Plaga	Gestión	No consta
San Ildefonso (AGP SGC)	0	4	1	1	82	11
M. El Paular (AHN)	21	0	12	2	50	15
M. El Escorial (BRMSLE)	0	0	0	0	67	33
Fondo mixto (BNE y otros)	21	0	0	0	21	57
Epistolarios de Ilustrados (bivaldi.gva.es)	7	0	23	2	0	68

Elaboración propia

### 3.2.4. Combinación Fuente documental/Afecciones

Existe una especialización temática en las afecciones, pues la mayor parte de los datos de bosques, construcciones, caza y jardines procede de San Ildefonso, mientras que los de sin datos proceden de los epistolarios Ilustrados. Los datos de cultivos proceden de todos los archivos y los de ganado y tráfico de San Ildefonso, Monasterio de El Paular e Ilustrados (Tabla 11).

Tabla 11. Tabla Fuente documental/Afecciones (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
San Ildefonso (AGP SGC)	16	10	32	5	10	1	4	11	9
M. El Paular (AHN)	0	8	0	0	0	21	27	35	10
M. El Escorial (BRMSLE)	50	0	0	0	0	0	33	17	0
Fondo mixto (BNE y otros)	0	7	21	14	0	0	29	0	29
Epistolarios de Ilustrados (bivaldi.gva.es)	0	1	1	0	0	1	12	23	63

Encabezado: 1 = Bosques, 2 = Ríos, 3 = Construcciones, 4 = Caza, 5 = Jardines, 6 = Ganados, 7 = Cultivos, 8 = Tráfico, 9 = Sin datos

Elaboración propia

### 3.3. Análisis del contenido de los textos

#### 3.3.1. Contexto cultural y científico

Los conocimientos que expresan los textos indican que todos los autores tenían alto nivel de instrucción y estaban al día de los avances en ciencias y de la naturaleza propios de la época. La reacción mayoritaria observada en los responsables territoriales ante los problemas causados por la meteorología son en primer lugar arreglar los deterioros, intentar comprender qué ha pasado y aplicar los remedios oportunos. El ambiente cultural y profesional en el que se mueven los autores de los textos es consistente con las descripciones objetivas o adjetivadas recogidas, con tres ejemplos principales: El primer ejemplo es la frecuencia de observaciones meteorológicas con mediciones instrumentales, pues, aunque hasta final del siglo XVIII no se organizan y publican observaciones sistemáticas y regulares de datos meteorológicos, es frecuente encontrar observaciones instrumentales de iniciativa individual, como la de Martínez Pingarrón a Mayans en 1767: "...con los sumos fríos i hielos que hemos experimentado, pues han sido cinco grados más fuertes que los del año pasado, según diversas observaciones, i ahora están los termómetros en la graduación del mayor frío del año pasado" (carta de M. Pingarrón a G. Mayans, 27 de Enero 1767)<sup>3</sup>, o las que realiza el jardinero del palacio de la Granja: "y el hielo tenía de grueso dos y media pulgadas francesas" (informe de J. Loenville, 5 junio de 1790) (AGP SGC nº13.662 de 1790).

El segundo ejemplo es la relación entre las enfermedades y los tipos de tiempo. Las observaciones meteorológicas regulares que empiezan a realizar los médicos se propagan hacia los círculos de escritores Ilustrados, que aun sin formación médica específica, las incluyen en sus cartas: "hemos tenido furiosos hielos y fríos intolerables de lo cual han resultado muchas enfermedades graves y muertes repentinas" (B. Jover a G. Mayans 17 de febrero de 1753)<sup>4</sup>.

El tercer ejemplo es la gestión sistemática y razonada de los bosques y montes asociados al sitio real de San Ildefonso. Se emprenden inventarios generales de los bosques (AGP SGC nº13.600) y repoblaciones en las matas y pinares con diversas especies arbóreas, más frecuentes hacia final de siglo (AGP SGC 13.607 de 1762; 13.639 de 1783; 13.715 de 1807). En muchos registros sobre repoblaciones experimentales hay constancia de una selección cuidadosa de especies y de los terrenos más idóneos, apoyándose con frecuencia en casos similares de otros países europeos: "... después han llegado a mis manos las obras de Duhamel de Monceau y he visto reconocido este método para los Reales Pinares" (informe del guarda mayor de pinares Pedro Sacristán de 30 de junio de 1807), (AGP SGC 13.715).

#### 3.3.2. Distribución temporal de los principales meteoros

Las agrupaciones temporales detectadas son útiles para la comprensión del significado conjunto de los datos (Tabla 12). En la sucesión temporal las variables lluvia, temporal, nieve, hielo y sequía se combinan para formar secuencias en las que dominan los tipos de tiempo más húmedos, secos o fríos. El grupo 1667-1699 es seco y frío por el alto porcentaje de sequías (37 %) y aunque hay abundantes nevadas (22 %) hay también abundantes noticias sobre deficiencias en cultivos y pastos. El grupo 1701-1713 es húmedo y relativamente templado, con 61 % de temporales, ningún registro de heladas y muy pocas sequías. Los grupos siguientes 1716-1741 y 1742-1799 son muy fríos, pues proporcionan abundantes datos de hielo y nieve, pero la diferencia entre los grupos 1716-1741 y 1742-1799 está en la abundancia de datos de sequías, 16 % y 8 % respectivamente, mayor en el primero de ellos.

<sup>3</sup> <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=50617>

<sup>4</sup> <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=53051>

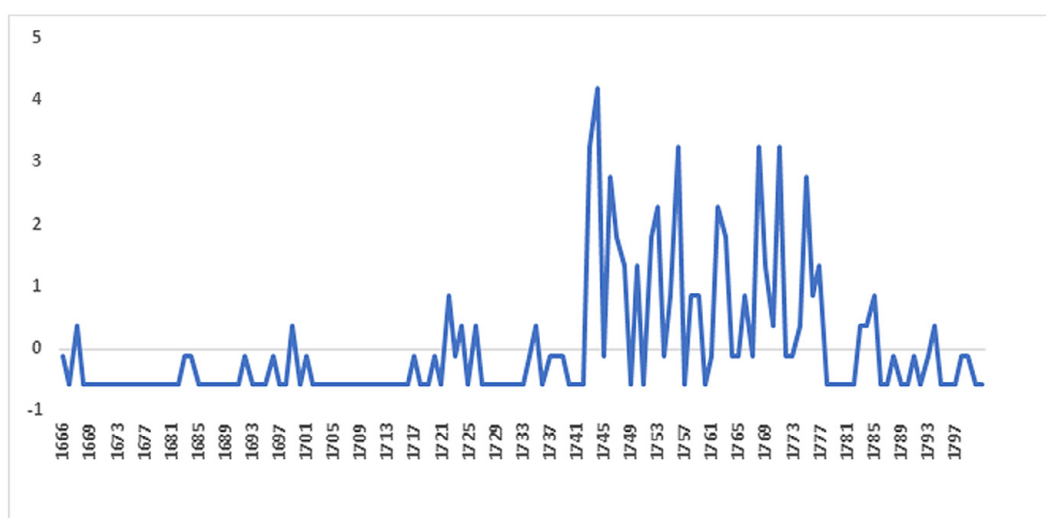
Tabla 12. Valores porcentuales de abundancia de meteoros por grupo de años

	Lluvia	Temporal	Nieve	Hielo	Sequía
1667-1699	19	15	22	7	37
1700-1713	26	61	0	4	9
1716-1741	18	38	14	14	16
1742-1799	28	21	20	24	8

Elaboración propia

La secuencia temporal conjunta normalizada de los meteoros de hielo y nieve está expresada en la Figura 2. En ella se aprecia un incremento de estos meteoros en los años 60 y final del siglo XVII, entre los años 20 y 30 del siglo XVIII y, de modo extraordinario, superando con frecuencia los 2 y 3 puntos sobre el valor normal, desde los años 40 al final del siglo XVIII. Algunos sucesos extraordinarios relacionados con esto eventos son:

Figura 2. Serie normal de casos de hielo y nieve por año



Elaboración propia

En 1698 se produce el registro de la nevada más importante de Madrid, con más de un metro de espesor (5 palmos) (Ayala Manrique & Armona y Murga, 1701-1800), mientras que en 1699 hay información en la Gaceta de Madrid de frío muy intensos, con vientos que impiden estar en el exterior durante los meses de octubre y noviembre<sup>5</sup>. También en Madrid en 1748 se cita una nevada de casi un metro de espesor (1 vara)<sup>6</sup>, y en 1752 hielo muy intenso: "...porque son extremados los yelos, sin aver forma de que llueva ni nieve" (M. Martínez Pingarrón a G. Mayans, 9 de diciembre de 1752)<sup>7</sup>, o en 1758: "...todo Madrid está hecho una loncha de hielo" (M. Martínez Pingarrón a G. Mayans, 4 de febrero de 1758)<sup>8</sup>, heladas que continúan en 1763, 1764, 1774.

En la localidad de La Granja situada en la vertiente norte de la sierra de Guadarrama, a 600 metros más de altitud que Madrid, las nevadas de un metro son habituales desde 1740, situación que, junto con el aumento de las heladas, provoca una gran demanda de leña, hasta el extremo que es necesario definir rígidamente la cantidad de leña asignada a cada dependencia o funcionario del palacio real de la Granja (Informes del marqués de Galiano de octubre de 1742 y 1747), (AGP SGC 13.5729).

Las sequías importantes aparecen regularmente espaciadas dentro de la serie. Considerando como sequías importantes aquellas que superan 2 puntos el valor normal de la serie, hay 4 iguales o superiores este valor, en 1669, 1683, 1699 y 1753 y 5 iguales o superiores a 1 punto en 1623, 1638, 1757, 1764 y 1775 (Figura 3). Las sequías del siglo XVII están más regularmente espaciadas que las del siglo XVIII, excepto la de 1753 que es la que registra mayor número de casos. El final de este siglo tiene datos de sequía más frecuentes, pero poco abundantes, que están intercalados con datos representados en la Figura 2.

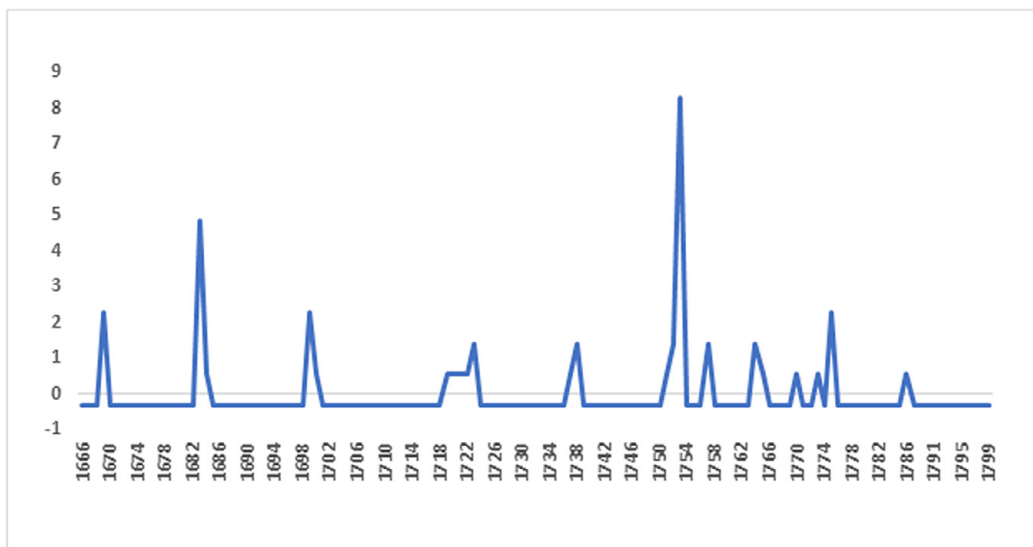
5 <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1700/017/A00068-00068.pdf>

6 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=52697>

7 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=50016>

8 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=50233>

Figura 3. Serie normalizada de sequías desde 1666



Elaboración propia

La sequía de 1683 está documentada en las cartas del Monasterio de El Paular, cuyos frailes escriben en marzo; “Grandes trabajos y mayores debemos temer si la sequedad tan grande y extraordinaria continua” y en abril del mismo año repiten: la sequedad se continúa y el calor es tal que parece que estamos en junio” (Fr. Juan de Mesa a Fr. Juan Bautista, 29/03/1683) y, en el mes de mayo, el mismo autor lamenta que no hay hierba en la sierra para el ganado (29/03/1683, AHN, Clero regular y seglar, papeles, nº 4.292). La información de San Ildefonso sobre la sequía de 1753 revela una situación de extrema escasez de cereal y pastos para el ganado, agravada por la imposibilidad de obtener harina en los molinos por falta de caudal de los ríos (Marqués de Galiano al secretario real Villademoros en 22 de mayo de 1753) (AGP SGC 13.590). La sequía de 1775 está documentada en las cartas de M. Pingarrón a Mayans de 2 y 6 de junio de 1775 desde Madrid: “Aquí estamos en rogativas públicas por agua, pues, aunque llovió algo, parece no basta”<sup>9</sup>. M. Pingarrón reporta también la sequía de 1765, que informa en abril: “Aquí han sobrevenido unos fríos i yelos tan crueles que han perdido las viñas i maltratado los campos”<sup>10</sup>, y continúa en otra carta de 26 de noviembre: “Aquí no llueve (aunque estos días cayó un rocío) i hace suma falta el agua”<sup>11</sup>.

## 4. Discusión de resultados

### 4.1. Interpretación del análisis de las tablas cruzadas

De modo general dominan las percepciones objetivas o adjetivadas porque la mayor parte de textos están escritos con intención de gestionar el territorio, pero con un análisis más profundo se observa que hay diferencia en las emociones reflejadas en los textos entre los meteoros habituales y los excepcionales. Las calificaciones objetivas o adjetivadas se dan preferentemente en descripciones sobre lluvias y temporales porque son meteoros habituales y bien asimilados colectivamente, a pesar de que son los que provocan el mayor número de incidencias, con afecciones en carreteras, tráfico o construcciones.

El asombro que causan la nieve o el hielo (Tabla 5) manifiesta lo extraordinario de estos fenómenos y lo anómalo de los mismos. La gran importancia que se da al hielo en el desarrollo de enfermedades (Tabla 6) se interpreta en el mismo sentido, pues se tiende a identificar como causante de enfermedades al meteoro más extraordinario. Los detalles de las descripciones indican que efectivamente eran muy intensos según la perspectiva actual.

La resignación es un tipo de percepción específicamente asociada con la sequía que, asimismo, según la tabla de Meteoro/Afecciones (Tabla 7) está relacionada con los cultivos y los pastos y según con la de Meteoro/Consecuencias (Tabla 6) con las rogativas. Existe, según todo ello, una fuerte conexión entre resignación, rogativas, cultivos y pastos con sequías, y opuestamente, una escasa proporción de las citadas categorías

9 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=51146>

10 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=50517>

11 <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=50540>

con los demás meteoros. Esto expresa la grave amenaza de las sequías desde una perspectiva humana y la gran fragilidad en la producción de alimentos que existía en la época considerada, pues lo que expresa esta situación es el temor cuando lo que acaece está por encima de la capacidad humana de controlar o minimizar.

La combinación de los resultados de las Tablas 7 y 11 refuerza el significado de las afecciones, pues los bosques, los ríos, las construcciones y los jardines son el objeto principal de observación meteorológica de San Ildefonso, ya que es una fuente asociada a la gestión y conservación del palacio, así como de los pinares y matas circundantes. El Monasterio de El Pualar se especializa en informaciones sobre ganado, cultivos y tráfico, por la gran cantidad de rentas de cereal y la abundante cabaña ganadera trashumante que poseía. La ausencia de afecciones de las fuentes ilustradas se debe a la nula capacidad de gestión de estos escritores en la reparación de daños y al convencimiento que el tipo de tiempo era una materia de información erudita que debía ser incluido en sus cartas, como muestra de capacidad observacional. El interés por el tráfico de en las cartas de los Ilustrados está justificado por las dificultades de llegada de los numerosos correos que escribían a través de caminos deteriorados por las inclemencias.

En general, los eventos extremos hacían muy difícil la vida cotidiana, pues había dificultades en el suministro de las fuentes de energía para el consumo doméstico o la industria, mientras que las plagas en montes y jardines arruinaban muchas especies arbóreas e impedían su crecimiento. Las plagas de langosta, destruyendo los cultivos de grandes extensiones del suelo peninsular, eran devastadoras y amenazaban gravemente las previsiones sobre los recursos disponibles.

En resumen, el asombro sería la primera reacción ante una meteorología excepcional si no se aprecian consecuencias graves o irreparables. Según la teoría sociológica el asombro, que en este caso está mezclado con sentimiento de sorpresa, favorece el desarrollo del pensamiento y está asociada a la admiración por la naturaleza y el interés por su estudio, pues abre la mente a nuevas posibilidades de ver y ejercitar la función cognoscente (Aldana Contardi, 2017; Fuentes, 2021; Indavera Stieben, 2013). Cuando hay evidencias de riesgos vitales y colectivos proyectados hacia el futuro la resignación es la emoción dominante, que por su carácter negativo paraliza individual y colectivamente.

Las percepciones de asombro y resignación aparecen con independencia del archivo de origen del documento, aunque son ligeramente más frecuentes en el siglo XVII. Tampoco parece estar clara una interpretación religiosa de los extremos meteorológicos, pues las actitudes de resignación, que son las reacciones más identificadas con creencias religiosas, no son específicas de las fuentes de este origen, sino que ocurren también en fuentes civiles (Tabla 9). Las rogativas también son citadas en todos los tipos de fuentes y son referidas como recurso ante situaciones meteorológicas muy duras, aunque sin demasiada confianza en su eficacia.

## 4.2. Contexto científico y cultural

Los conocimientos que expresan los textos indican que todos los autores tenían alto nivel de instrucción y estaban alineados con los avances de conocimiento de ciencias y de la naturaleza propios de la época. El ambiente cultural y profesional en el que se mueven los autores de los textos confirman que el interés por la observación e interpretación de los tipos de tiempo era razonado e informado. Esto es consistente con los numerosos artículos relacionados con la meteorología que se publican a lo largo del siglo XVIII, que demuestran que había un conocimiento explícito de los fundamentos físicos de los principales meteoros (García Hourcade, 2002).

La reacción mayoritaria observada en los responsables territoriales ante los problemas causados por las adversidades meteorológicas son arreglar los deterioros, intentar comprender qué ha pasado y aplicar los remedios oportunos. Sobre todo, tratan de saber y remediar racionalmente con los medios que tienen.

La preocupación de las fuentes ilustradas por las enfermedades se debe al convencimiento que existía en la época de que las enfermedades estaban vinculadas clima y, aunque los autores de este estudio no tenían formación médica, sus comentarios servían para comunicar el desarrollo de la ciencia meteorológica, al tiempo que replicaban las numerosas aportaciones en esta temática que se hacían desde las Reales Academias madrileñas de Medicina, Historia y Economía. Aunque la relación entre medicina y salud está establecida anteriormente, se desarrolla con más intensidad durante el siglo XVIII, en parte debido a la aportación de Fernández Navarrete en 1737-38 (Capel, 1999) y entronca con las teorías hipocráticas divulgadas por médicos valencianos, con quien G. Mayans mantenía una estrecha relación epistolar (Peset, 1972). La observación y la experiencia se convierten en la época en la base del estudio de las enfermedades, cuyo origen principal proviene, según se pensaba, de la variada calidad del aire atmosférico (García Fernández, 1787).

### 4.3. La secuencia temporal

La nieve y el hielo son relativamente más abundantes en el final del siglo XVII y segunda mitad del siglo XVIII. Las sequías más que concentrarse en determinados grupos de años están regularmente espaciadas, apareciendo como un fenómeno sobreimpuesto a las otras variables climáticas. Hay una buena coincidencia entre las sequías detectadas en los datos analizados y las encontradas en las referencias previas (Domínguez-Castro et al., 2010; Rodrigo et al., 2012; Ministerio para la Transición Ecológica [MITECO], 2013; Fragoso et al., 2018). Por ejemplo, la sequía de 1683 estaría encuadrada con el período de sequía 1680-1683 en el final del siglo XVII y las de 1752, 1753 y 1757 se relacionarían con el intenso periodo de sequía que ocurrió entre 1748 y 1757 coincidente con numerosos datos sobre escasez de abastecimientos y revueltas sociales. Es importante asimismo considerar la influencia de las plagas de langosta que ocurrieron lo largo de los siglos XVII y XVIII y se extendieron por gran parte de las regiones (Alberola Romá, 2012), que también alcanzaron el área de estudio y fueron responsables de carestía y falta de grano.

A lo largo del periodo analizado hubo abundantes acontecimientos extremos dominados por frío intenso, fuertes temporales de nieve y lluvia, junto con algún episodio de calor, que muestran un panorama de tipos de tiempo impredecible (Oliva et al., 2018; Burgdorf, 2021), cuyas repercusiones en el bienestar social, según aparecen en los datos recogidos, son más importantes en aspectos de detalle y en las clases desfavorecidas que en el conjunto social general, pues la época coincide con un gran desarrollo científico y cultural (Alberola Romá, 2015; Camenis & Rohr, 2018; Degroot, 2018).

El periodo frío del Maunder Mínium del final de siglo XVII ha quedado registrado aquí como caracterizado por intensos episodios de hielo y potentes nevadas. El primer tercio del siglo XVIII se caracterizó por unas temperaturas más templadas con ambiente más lluvioso, entre los que surgen fuertes episodios singulares de frío entre los años 20 y 30 de este siglo, en coincidencia con los hallazgos de Rodrigo et al. (2012; 2019). A partir de 1740 se acentúa la tendencia a un clima más rigurosamente frío con extensas nevadas (Alberola Romá, 2009), que está identificado en las referencias previas como periodo de Dalton Minimum, con un final de siglo muy húmedo, identificado en otras regiones peninsulares como oscilación de Maldá (Barriendos & Llasat, 2003).

Durante la PEH la actitud ante la variabilidad climática era expectante, promotora de iniciativas y de búsqueda de soluciones. La sociedad es consciente de la excepcionalidad de los tipos de tiempo que acontecen y de la irregularidad y descontrol del clima, pero responde, según los datos recogidos, con recursos técnicos o científicos, hasta el punto de que la excepcionalidad climática no limita, sino que promueve el interés por el conocimiento meteorológico. Lo observado es, en definitiva, que el cambio climático histórico estimula a una sociedad que sufre los inconvenientes producidos por el clima, pero no considera que este sea una amenaza para el futuro.

Para comprender mejor el significado y alcance de los resultados obtenidos se ha efectuado una comparación de los datos históricos con los contemporáneos sobre los sentimientos que en el momento actual hay sobre el cambio climático, a partir de la encuesta de Meira Cartea (2021) y teniendo en cuenta también los resultados de Lázaro Touza et al. (2019), Meira Cartea et al. (2011) y Heras-Hernández et al. (2018). La comparación se ha realizado seleccionando las categorías más afines identificables tanto en los datos históricos como contemporáneos, como está expresado en la Tabla 13.

Tabla 13. Equivalencias de emociones actuales e históricas

Emociones históricas	Emociones contemporáneas
Objetiva	Indiferencia
Adjetivada	Interés
Asombro	Esperanza/expectación
Resignación	Miedo

Elaboración propia

Los resultados porcentuales de cada uno de los casos están expuestos en la Tabla 14. En ellos se aprecia una similitud en los valores porcentuales de los datos históricos y contemporáneos en el interés y el asombro, una mayor importancia en el miedo en los datos contemporáneos y una indiferencia al cambio climático superior en el dato histórico.

Tabla 14. Porcentajes de emociones históricas y actuales

Emociones	Datos históricos (reescalados)	Datos Meira Cartea (2021) (reescalados)
Indiferencia	40	3
Interés	39	33
Asombro-Esperanza/expectación	11	17
Resignación-Miedo	10	43

Fuente: Meira Cartea (2021). Elaboración propia

La población contemporánea está mucho más concienciada de la ocurrencia del cambio, mantiene unos niveles similares a los del periodo histórico en porcentajes de interés y esperanza, pero abiertamente siente más miedo e inseguridad por el cambio que en el caso histórico. Así es que hay mucho más pesimismo e incertidumbre en el momento actual que en el pasado, posiblemente por el alto grado de conocimiento del problema entre la población y por incertidumbre sobre las consecuencias en el futuro (Adamson et al., 2018; Clayton et al., 2014).

## 5. Conclusiones

Las descripciones sobre los meteoros que se encuentran en los textos son indicativas de una gran capacidad de observación de los autores, en un momento en que el interés por la ciencia meteorológica ya había calado hondo en las capas instruidas de la sociedad, situación que cronológicamente está localizada en la época de paso desde la meteorología preinstrumental a la instrumental.

La respuesta a las adversidades asociadas a los extremos meteorológicos es racional en todas las fuentes consultadas. En el periodo de tiempo analizado las consecuencias de una meteorología adversa son materia de gestión y control. En lo observado hasta ahora en los datos consultados, los inconvenientes causados por las incidencias meteorológicas se tratan con todos los recursos técnicos y científicos que se tienen en cada momento histórico, no hay fatalismo ni oscurantismo en su tratamiento, ni siquiera en las instituciones religiosas.

Las descripciones objetivas o adjetivadas marcan la racionalidad y distancia con las que los autores de los textos afrontan los acontecimientos meteorológicos y son muy comunes en los textos formales de los gestores territoriales.

La percepción de asombro es más reveladora ante un clima cambiante, pues indica actitudes de casi admiración por de la fuerza de la naturaleza. El asombro señala la excepcionalidad de los meteoros más intensos, que son el hielo y la nieve, lo que permite intuir que, posiblemente, sea esta la actitud humana más común cuando no hay riesgos de importancia.

La resignación expresa las dificultades extremas que comprometen la vida de las personas y es la reacción humana esperada cuando algún elemento meteorológico amenaza gravemente a una colectividad. La interpretación del significado de las rogativas es doble, pues en los datos unas veces se presenta como una tradición de siglos y otras como el último recurso ante una catástrofe inminente, que canaliza el vértigo ante la llegada de lo peor.

La alteración del clima que hubo entre los siglos XVII y XVIII con abundancia de precipitaciones de nieve y de heladas, según manifiestan las referencias consultadas, está asociada a la oscilación climática de la Pequeña edad del Hielo (PEH). Las afecciones recogidas indican que efectivamente la PEH tuvo consecuencias en el déficit de materias primas agrario-ganaderas, en la falta de fuentes de energía, con degradación importante de los montes, y en la amenaza a la fauna silvestre.

No hubo una regresión social, porque este período coincide con un avance cultural, económico y político positivo en la sociedad española. La excepcionalidad de las situaciones meteorológicas durante el periodo estudiado facilitó el avance de los recursos técnicos y estimuló el conocimiento científico, concretado en el progreso de la meteorología como objeto de observación y como ciencia.

Queda confirmada la primera de las dos hipótesis iniciales sobre que los distintos eventos meteorológicos condicionan las reacciones humanas sobre ellos, pero no la segunda, porque no está claro que haya diferencia en las percepciones ante un mismo tipo de evento meteorológico en documentos procedentes de fuentes

de diverso tipo. Lo que si se aprecia son diferencias entre documentos formales emitidos por gestores de cualquier institución, que aportan datos objetivos o adjetivados y escritos personales o privados, que son los que contienen las valoraciones más espontáneas de asombro o resignación.

## **Financiación**

Esta investigación, basada en datos que se han ido recogiendo desde 1997 a la actualidad, no ha recibido subvención alguna ni ha estado integrada en ningún proyecto de investigación.

## **Agradecimientos**

Agradezco la asistencia e interés mostrado por el personal de todos los archivos que he utilizado, especialmente del Archivo General de Palacio, donde terminé la fase de consulta en los duros días de la pandemia.

Asimismo, agradezco los comentarios y sugerencias aportadas por los revisores/as del artículo, pues han ayudado a mejorar la versión final del texto.



## Referencias

- Adamson, G. C. D., Hannaford, M.F., & Rohland, E. (2018). Re-thinking the present: the role of a historical focus in climate change adaptation research. *Global environmental change*, 48, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.12.003>
- Alberola Romá, A. (2009). No puedo sujetar la pluma de frío, porque son extremados los yelos: El clima en la España de los reinados de Felipe V y Fernando VI a través de la correspondencia de algunos Ilustrados. *Investigaciones Geográficas*, 49, 65-88. <https://doi.org/10.14198/INGEO2009.49.04>
- Alberola Romá, A. (2012). Plagas de langosta y clima en la España del siglo XVIII. *Relaciones*, 129, 21-50.
- Alberola Romá, A. (2015). Tiempo, clima y enfermedad en la prensa española de la segunda mitad del siglo XVIII. Diarios meteorológicos y crónicas de desastres en el Memorial Literario. *El Argonauta español* (en línea), 12. <https://doi.org/10.4000/argonauta.2142>
- Aldana Contardi, L. (2017). El hombre como pregunta, asombro, esperanza. Una lectura latinoamericana de Platón: Arturo Andrés Roig. *Mutatis Mutandis, Revista Internacional de Filosofía*, 9, 139-161.
- Ayala Manrique, J.F. & Armona y Murga, J.A. (1701-1800). *Noticias de Madrid desde el año 1636 hasta el de 1738*. Biblioteca Nacional de España, Manuscritos MSS/Micro 9265. Biblioteca Digital Hispánica. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000137383&page=1>
- Barriendos, M. & Llasat, C. (2003). The case of the Maldá Anomaly in the Western Mediterranean Basin (AD 1760-1800): an example of a strong climatic variability. *Climatic change*, 61, 191-216. <https://doi.org/10.1023/A:1026327613698>
- Bericat Alastuey, E. (2000). La Sociología de la emoción y emoción de la sociología. *Papers. Revista de Sociología*, 62, 145-176. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v62n0.1070>
- Burgdorf, A. M. (2021). A global inventory of historical documentary evidence related to climate since the 15<sup>th</sup> century. *Climate of the Past Discussions*, December 2021. <https://doi.org/10.5194/cp-2021-165>
- Camenis, CH. & Rohr, CH. (2018). When the weather turned bad. The research of climate impacts on society and economy during the Little Ice Age in Europe. An overview. *Cuadernos de investigación geográfica*, 44, 99-114. <http://doi.org/10.18172/cig.3395>
- Calvo y Julian, V. (1770). *Discurso político, rústico y legal sobre labores, ganados y plantíos*. Oficina de Antonio Marin.
- Capel, H. (1999). Medicina y clima en España. *Revista de Geografía*, 32-33, 79-106.
- Clayton, S., Manning, C., & Hodge, C. (2014). *Beyond storms and droughts. The psychological impact of climate change*. American Psychological Association and Ecoamerica.
- Cerbantes, P. & Cerbantes M. A. (1687). *Recopilación de las Reales Ordenanzas y cédulas de los bosques reales de El Pardo, Aranjuez, Escorial, Balsain y otros*. Oficina de Melchor Álvarez. [https://books.google.es/books?id=5K\\_4IID9CTQC&hl=es](https://books.google.es/books?id=5K_4IID9CTQC&hl=es)
- Degroot, D. (2018). Climate change and society in the 15<sup>th</sup> to 18<sup>th</sup> centuries. *Wires Climate Change*, 9, e518. <https://doi.org/10.1002/wcc.518>
- Domínguez-Castro, F., García-Herrera, R., Ribera P., & Barriendos, M. (2010). A shift in the spatial pattern of Iberian droughts during the 17<sup>th</sup> century. *Climate of the past*, 6, 553-563. <https://doi.org/10.5194/cp-6-553-2010>
- España (S XVII-XVIII). *Reales provisiones y pragmáticas de Su Majestad*. BNE Manuscrito MSS.Micro /15620. Biblioteca Digital Hispánica. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000242215&page=1>
- España-Rey (1700-1746). *Cédula 1716-05-03 sobre la conservación de los montes, Plantíos y dehesas*. Reproducción digital del original conservado en la Biblioteca de la Universidad de Sevilla. <https://archive.org/details/A13604816>
- España-Rey (1746-1759a). *Ordenanza que su magestad (Dios le guarde) manda observar para la cría, conservación, plantíos, y cortas de los montes expedida en 31 de enero de 1748*. Librería del Mercurio, calle de la Montera, oficina de Juan de San Martin. BNE sala Cervantes.

- España-Rey (1746-1759b). *Real Decreto de Fernando VI, dirigido al Obispo Gobernador del Consejo, sobre las roturaciones hechas en perjuicio de la Cabaña Real, de ganados merinos y trashumantes*. Buen Retiro, 30 de diciembre de 1748. BNE Manuscrito MSS/11266/102. Biblioteca Digital Hispánica. <http://bdh.bne.es/bnearch/CompleteSearch.do?showYearItems=&field=todos&advanced=false&exact=on&textH=&completeText=&text=sobre+roturaciones&pageSize=1&pageSizeAbrv=30&pageNumber=1>
- Fragoso, M., Carraça, M., & Alcoforado M.J. (2018). Droughts in Portugal in the 18th century: A study based on newly found documentary data. *International Journal of climatology*, 8, 5522–5541. <https://doi.org/10.1002/joc.5745>
- Fuentes, J.L. (2021). El asombro: una emoción para el acceso a la sabiduría. *Revista española de Pedagogía*, 79, 278, 77-94. <https://doi.org/10.22550/REP79-1-2021-08>
- García Fernández, G. (1787). *Discurso que el doctor... leyó a la Academia Medica Matritense el jueves de mayo de 1784 sobre las enfermedades que podían producir las copiosas lluvias e inundaciones de aquel año*. Imprenta Antonio de Sancha.
- García Hourcade, J.L. (2002). *La meteorología en la España ilustrada y la obra de Vicente Alcalá Galiano*. Biblioteca de Ciencia y Artillería.
- Guedes Gondim, S. & Álvaro Estramiana, J.L. (2010). Naturaleza y cultura en el estudio de las emociones. *Revista Española de Sociología*, 13, 31-47.
- Heras-Hernández, F., Meira-Carrea P.A., & Benayas, J. (2018). ¿Observadores, víctimas o parte del problema? Explorando las imágenes afectivas del cambio climático obtenidas mediante asociaciones de palabras. *Psicología, Revista bilingüe de psicología ambiental*, 9(3), 1-29. <https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1483607>
- Indavera Stieben, L. (2013). La sorpresa, el asombro y la mano invisible de Júpiter. *Páginas de Filosofía*, XIV(17), 66-84.
- Lázaro Touza, L., González Enríquez, C., & Escribano Francés, G. (2019). *Los españoles ante el cambio climático*. Real Instituto Elcano.
- Meira Carrea, P.A., Arto Blanco, M., Heras Hernández, F., & Montero Souto (2011). *La sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos de la población española*. Fundación Mapfre.
- Meira Carrea, P.A. (Dir.). (2021). *La sociedad española ante el cambio climático. Percepción y comportamientos de la población*. IDEARA investigación y Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Valores normales y estadísticos de los observatorios meteorológicos principales (1971-2000)*. Volúmenes 3 y 4. MMA Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología.
- Ministerio para la Transición Ecológica. Centro de Estudios Hidrográficos (2013). *Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias de competencia de la Dirección General del Agua (2007-2011). Catálogo y publicación de sequías históricas, Informe único*. Centro de Estudios Hidrográficos. Clave: 42-405-1-082.
- Navarro, M. (1781). *Índice de las pragmáticas, Reales decretos y Autos acordados que se contienen en los once libros de la colección que se halla en la Contaduría del Consejo de Castilla, y que presentó al Príncipe de Asturias, hoy Carlos IV, el año de 1781: 1708-1780*. Biblioteca Nacional de España, Manuscritos MSS-Micro/10055. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000191528&page=1>
- Oliva, M., Ruiz-Fernández, J., Barriandos, M., Benito, G., Cuadrats, J.M., Domínguez-Castro, F., García-Ruiz, J.M., Giral S., Gómez-Ortiz, A., Hernández, A., López-Costas, O., López-Moreno, J.L., López-Sáez, J.A., Martínez-Cortizas, A., Moreno, A., Prohom, M., Saz, M.A., Serrano, E., Tejedor, E., Trigo, R., Valero-Garcés, B., & Vicente-Serrano, S.M. (2018). Little Ice Age in Iberian mountains. *Earth Science Reviews*, 177, 175-208. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.11.010>
- Peset, V. (1972). Gregorio Mayans. Epistolario, vol. 1, *Mayans y los médicos, estudio preliminar*. Biblioteca Valenciana digital. <https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=47722>
- Poma A. (2018). El papel de las emociones en la respuesta al cambio climático. *Interdisciplina*, 6(15), 191-124. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.15.63843>


- Rodrigo, F. S., Gómez-Navarro, J.J., & Montálvez Gómez, J.P. (2012). Climate variability in Andalusia (southern Spain) during the period 1701-1850 based on documentary sources: evaluation and comparison with climate model simulations. *Climate of the past*, 8, 117-133. <https://doi.org/10.5194/cp-8-117-2012>
- Rodrigo, F. S. (2019). The climate of Granada (southern Spain) during the first third of the 18th century (1706-1730) according to documentary sources. *Climate of the past*, 15, 647-659. <https://doi.org/10.5194/cp-15-647-2019>
- Russo, R. (2021). Una reflexión de opinión sobre el cambio climático. *Revista Difusiones*, 20, 2(1), 215-227.




# Percepción y adaptación de los municipios turísticos al aumento de la temperatura y las olas de calor: entre el desconocimiento y la inacción. El caso del Cap de Creus (Cataluña)

Perception and adaptation of the tourist municipalities to the increase in temperature and heat waves: between ignorance and inaction. The study case of Cap de Creus (Catalonia)

## AUTORÍA

**Ernest López Sirvent** 

Ajuntament de Girona, España.

**Anna Ribas Palom** 

Universitat de Girona, España.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.23750>

## CITACIÓN

López Sirvent, E. & Ribas Palom, A. (2023). Percepción y adaptación de los municipios turísticos al aumento de la temperatura y las olas de calor: entre el desconocimiento y la inacción. El caso del Cap de Creus (Cataluña). *Investigaciones Geográficas*, (80), 29-55. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23750>


## CORRESPONDENCIA

Ernest López Sirvent  
([ernestlopezsirvent@gmail.com](mailto:ernestlopezsirvent@gmail.com))

## HISTORIA

Recibido: 19 octubre 2022  
Aceptado: 24 febrero 2023  
Publicado: 19 julio 2023  
(Publicación anticipada: 28 abril 2023)

## TÉRMINOS

© la autoría  
 Este trabajo se publica bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional**

## Resumen

El cambio climático conlleva un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de los riesgos climáticos. El aumento de la temperatura y las olas de calor ya es el riesgo climático que causa más muertes en Europa y elevadas consecuencias económicas y en el medio natural. La administración local debe ser partícipe de una transición socioecológica justa y equitativa en los núcleos urbanos mediante la adaptación a los riesgos climáticos extremos. Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) pueden facilitarla y diversas ciudades europeas ya las están aplicando. Sin embargo, los municipios más pequeños se enfrentan a dificultades que les pueden relegar a un segundo plano. La literatura científica identifica diferentes incentivos y barreras durante las fases de elaboración de políticas de adaptación. El objetivo de este artículo es conocer la percepción de responsables técnicos y políticos sobre este riesgo climático, el nivel de adaptación mediante SbN de los municipios y cuáles son los incentivos y barreras que pueden darse en la región de la Costa Brava. Para ello, se han entrevistado a un total de siete personas entre cargos técnicos y electos de diferentes municipios del Cap de Creus (Alt Empordà, Cataluña). Se ha realizado el análisis con una metodología mixta de triangulación. Los principales resultados apuntan que el aumento de la temperatura y las olas de calor no se perciben como un riesgo muy preocupante y que las SbN son medidas de adaptación poco conocidas por la administración local a pesar de que se valoran como soluciones aptas para conseguir una buena adaptación.

**Palabras clave:** Riesgo climático; aumento de la temperatura; olas de calor; Soluciones basadas en la Naturaleza; adaptación; administración local; Cap de Creus.

## Abstract

Climate change leads to an increase in the frequency, duration and intensity of climate risks. Rising temperatures and heat waves constitute the climatic risk that causes the most deaths in Europe. More and more economic and natural implications are also being identified. Municipalities must guarantee a fair and equitable socio-ecological transition in urban centers through adaptation. Nature-based Solutions (NbS) can facilitate this and several European cities are already applying them. However, smaller municipalities may be left behind. The literature identifies different incentives and barriers during the phases of adaptation

policy making. The research objective of this paper is to determine the perception that technical and political managers have of this climate risk, the level of adaptation through NbS of the municipalities and the incentives and barriers that may arise in the Costa Brava Region. To do this this, seven public officials from different municipalities of Cap de Creus (Alt Empordà, Catalonia) have been interviewed. The analysis has been carried out with a mixed triangulation methodology. The main results indicate that the risk studied is not perceived as being of great concern. NbS are adaptation measures that are little known by municipalities but relevant measures in the adaption process. New incentives and barriers not identified in the literature have also emerged.

**Keywords:** Climate risk; rising temperature; heat waves; Nature-based Solutions; adaptation; municipality; Cap de Creus.

## 1. Introducción

La temperatura es una de las variables que mejor explica el fenómeno del cambio climático cómo consecuencia de las actividades humanas según sus sistemas socioeconómicos, productivos y de consumo (EEA, 2017; Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2014 y 2021). Según el IPCC (2021), las últimas cuatro décadas han sido cada una de ellas sucesivamente más caliente que la anterior. En el informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sobre el estado del clima mundial en 2021 que complementa el VI Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021), se confirma que los últimos siete años han sido los más cálidos de los que se tiene constancia. En 2021, la temperatura media mundial superó en aproximadamente  $1,11 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$  los niveles preindustriales y hay un 50% de probabilidades de que, por lo menos en uno de los próximos cinco años, la temperatura media anual del planeta supere transitoriamente en  $1,5^{\circ}\text{C}$  los niveles preindustriales. Asimismo, el aumento sostenido de la temperatura mundial continuará, y hay un 50 % de probabilidades de que en uno de los años del período 2022-2026 el calentamiento global supere en  $1,5^{\circ}\text{C}$  los niveles preindustriales. Los episodios de olas de calor y calor extremo que han afectado Europa el verano de 2022 son consecuencia directa del calentamiento planetario, y por cada aumento suplementario de este calentamiento, se espera que estos episodios se vuelvan más frecuentes, más intensos y duraderos, convirtiéndose en el riesgo climático que provoca más mortalidad en Europa (Agencia Europea de Medio Ambiente [EEA], 2017).

Las acciones para combatir los impactos del cambio climático van esencialmente en dos direcciones: la mitigación y la adaptación. Por adaptación se entiende la modificación de los sistemas naturales o humanos a fin de responder a los efectos actuales y futuros del cambio climático (Regions4, 2020; Sekulova et al., 2020). Estas modificaciones conllevan el desarrollo de una serie de estrategias y acciones que pretenden aumentar la resiliencia de las sociedades a los efectos del cambio climático y así reducir su vulnerabilidad (EEA, 2017). Unas estrategias y acciones que deben ser conocidas por el conjunto de la sociedad pero especialmente por parte de los responsables de su aplicación (Tàbara, 2016; Tàbara et al., 2008). Por lo que este trabajo pone el foco de atención en la administración pública local, en sus técnicos y cargos electos, y en las estrategias y medidas de adaptación que desde la escala local se están realizando o deberían realizarse para hacer frente al aumento de la temperatura y, en especial, una mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor.

Los objetivos de esta investigación son:

1. Describir y analizar el aumento de la temperatura y las olas de calor en el Cap de Creus.
2. Analizar la percepción de este riesgo climático por parte de los responsables técnicos y/o políticos de las administraciones locales del Cap de Creus.
3. Identificar qué tipo de medidas se han impulsado en el Cap de Creus hasta la fecha para adaptarse a este nuevo contexto de cambio climático y qué medidas se pueden o pretenden adoptar a corto-medio plazo.
4. Identificar y analizar las motivaciones y barreras existentes por parte de las administraciones locales para adoptar Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) frente al riesgo objeto de estudio.

Día tras día aumenta el interés y necesidad por incorporar políticas de adaptación al cambio climático (*mains-treaming climate change adaptation*) con la voluntad de promover el desarrollo y resiliencia urbana a nivel local. En este sentido, Wamsler et al. (2017) defienden que las estrategias de adaptación se deben aplicar a tres niveles (local, institucional e interinstitucional) con el fin de garantizar una implementación sostenible en el lugar donde se aplican. A nivel local, describen cuatro estrategias desde la resiliencia local con objetivos complementarios que deben ser aplicadas más como un ejercicio de inclusividad y flexibilidad que de efectividad de una sola medida (Wamsler et al., 2017):

- a) Reducir la exposición o cambiar de ubicación de bienes y personas a los riesgos climáticos (presentes y futuros),
- b) Reducir la vulnerabilidad de estas personas y bienes expuestos. Por ejemplo, creando ecosistemas que reduzcan su vulnerabilidad, como infraestructuras verdes que ayudan a reducir el impacto de las olas de calor,
- c) Asegurar una respuesta efectiva después de un desastre. Se refiere a preparar mecanismos y estructuras antes de que suceda un desastre, y
- d) Asegurar una recuperación efectiva después de un desastre. Se refiere a preparar mecanismos y estructuras de recuperación.

De esta manera, se pueden impulsar estrategias aquí llamadas generalistas, que son medidas de adaptación tanto preventivas como reactivas destinadas a reducir directamente la vulnerabilidad al riesgo climático en cuestión. Así, la instalación de aires acondicionados o actuaciones de mejora del comportamiento térmico en edificios son ejemplos de medidas preventivas, mientras que establecer sistemas de alerta a la población en episodios de calor o ajustar horarios de servicios municipales son consideradas medidas reactivas. Paralelamente, existen las llamadas Soluciones basadas en la Naturaleza (*Nature-based Solutions*) (Davis et al., 2018; European Commission, 2021b; Sekulova et al., 2020) que se caracterizan por su impacto multidimensional en el ecosistema. Las SbN han sido definidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como “actions to protect, sustainably manage and restore nature or modified ecosystems, which address societal challenges (e.g., climate change, food and water security or natural disasters) effectively and adaptively, while simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits” (Cohen-Shacham et al., 2016, p. 3). Por otro lado, la Comisión Europea las define como “Solutions that are inspired and supported by nature, which are cost-effective, simultaneously provide environmental, social and economic benefits and help build resilience. Such solutions bring more, and more diverse, nature and natural features and processes into cities, landscapes and seascapes, through locally adapted, resource-efficient and systemic interventions” (European Commission, 2021a).

Según Gutiérrez et al. (2017) estas soluciones pueden aplicarse a diferentes escalas, desde edificios, espacios públicos, masas de agua y sistemas de drenaje hasta infraestructuras lineales de transporte y espacios naturales y agrarios. En relación con estos ámbitos de aplicación y con el aumento de la temperatura y las olas de calor como riesgo de interés, las SbN que se consideran como más eficientes son (de menor a mayor impacto): a) sustitución del asfalto por pavimentos más permeables; b) azoteas verdes en los edificios, mobiliario urbano verde en el espacio público, construcción de lagos o renaturalización de ríos o arroyos, e intervención en espacios rurales y protegidos, y c) naturalización de espacios comunitarios en los edificios (cómo actuaciones en patios de manzana o “reverdecimiento” en espacios interbloques), en el espacio público (intervención en plazas, microclimas de agua, huertos urbanos, parques y bosques urbanos y renaturalización de solares) y en la movilidad (naturalización de las infraestructuras lineales de tráfico blando y de transporte de alta capacidad). Este conjunto de medidas son las consideradas por organismos como la European Environment Agency (EEA, 2021) y la European Commission (2021b) como las mejores para intervenir en los espacios urbanos a fin de combatir el aumento de la temperatura y las olas de calor. Por lo que resulta especialmente interesante abordar la problemática del aumento de la temperatura y las olas de calor desde la adaptación mediante SbN por parte de la administración local porque tienen un papel relevante e incidente en el territorio.

Sin embargo, Adger et al. (2007) y Van den Brink (2009) (citado en Uittenbroek et al., 2012) mencionan un total de seis barreras que dificultan las políticas locales de adaptación al cambio climático:

- *Límites físicos y ecológicos*: tiene que ver con la limitación de la capacidad adaptativa de los sistemas naturales.
- *Tecnológicas*: incapacidad de las tecnologías para ser transferibles a la situación concreta, para ser deseables culturalmente o viables económicamente.
- *Financieras*: falta de recursos económicos para implantarlas.
- *Cognitivas y de información*: relacionadas con la incertidumbre, la complejidad y falta de conocimiento acerca de un tema concreto.
- *Sociales y culturales*: resultado de la divergencia en puntos de vista, valores y creencias individuales o grupales.
- *Organizativos/ institucionales*: liderazgo incompetente, falta de soporte político, falta de presión pública y competencia con otros objetivos durante el proceso de elaboración de políticas.

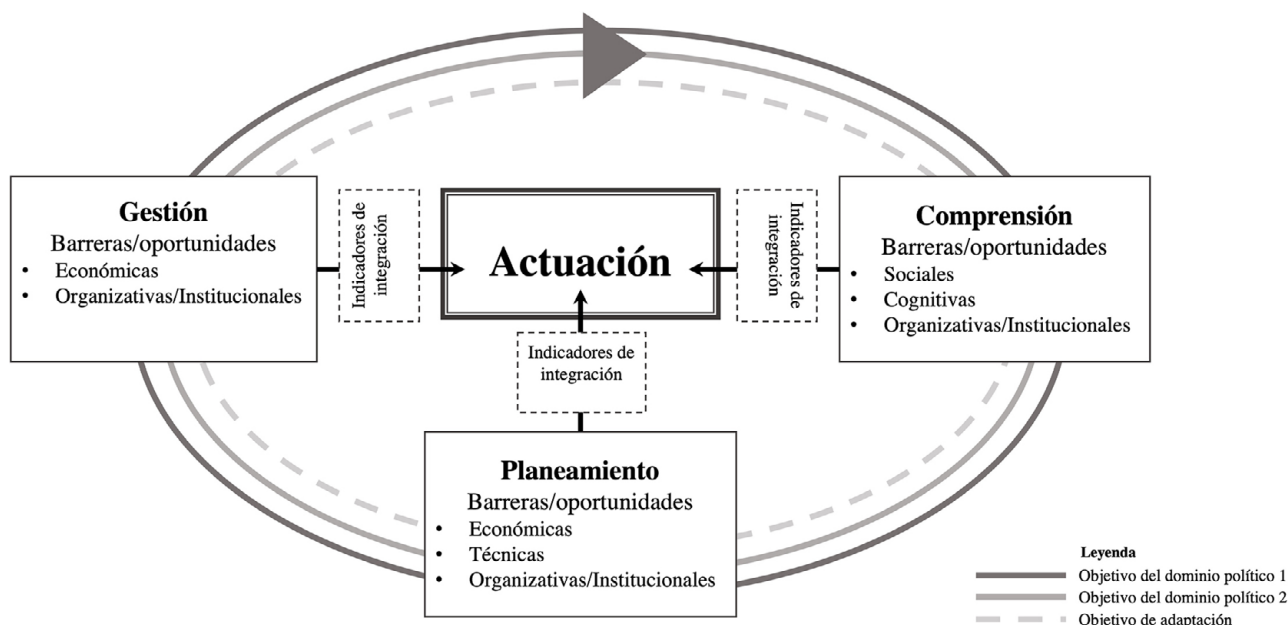
Pero también según Uittenbroek et al. (2012) estas mismas barreras pueden convertirse en muchas ocasiones en oportunidades, como por ejemplo la disponibilidad de recursos, un buen liderazgo, la existencia de soporte o presión política y pública, la innovación e incluso la ocurrencia de desastres naturales que pueden acelerar políticas de urgencia o concienciación.

Por último, en este proceso de elaboración de políticas de adaptación al cambio climático se pueden diferenciar 3 fases:

1. *Comprensión*: Documentos que incluyen las primeras intenciones y conceptualizaciones.
2. *Planeamiento*: Documentos que presentan alternativas o incluyen consideraciones técnicas, financieras y ambientales.
3. *Gestión*: Desarrollo de acuerdos o planes de mantenimiento.

En la Figura 1 se reúnen las diferentes barreras/oportunidades que se pueden dar en cada una de estas fases. Así, en la fase de comprensión las barreras/oportunidades que pueden darse son esencialmente sociales, cognitivas e institucionales o de organización. En una segunda fase de planeamiento, la barrera u oportunidad institucional se mantiene y desaparece la social y cognitiva para dejar sitio a la financiera y/o técnica. Finalmente, en la fase de gestión, las barreras/oportunidades susceptibles de surgir se vinculan al financiamiento y las dificultades institucionales/organizativas.

Figura 1. Fases en la elaboración de políticas para la adaptación climática



Fuente: Uittenbroek et al. (2012, p.403). Elaboración propia

Para el caso concreto de las SbN, recientemente la EEA (2021) ha recopilado las principales barreras y oportunidades existentes cuando se trata de adoptar las SbN como políticas de adaptación al cambio climático a nivel global y europeo. Así, la falta de coherencia entre SbN y una organización fragmentada de la gobernanza parecen ser las principales debilidades encontradas hasta ahora (Somarakis et al., 2019; Trémolet, 2019 citado en EEA, 2021). Consecuentemente, estas barreras se convierten en oportunidades de fomentar y mejorar la colaboración, las sinergias y el grado de articulación entre diferentes agendas políticas. Es necesario, pues, alinear los instrumentos de planificación y las corrientes dominantes de las SbN con el fin de reducir la carga de requerimientos y tramitaciones y así, facilitar la colaboración para implementar soluciones multifuncionales (Somarakis et al., 2019). También Somarakis et al. (2019) reclaman indicadores para evaluar y monitorear el progreso y efectividad de las políticas basadas en SbN, requerimiento este que ha encontrado respuesta reciente cuando en 2021 la UICN ha publicado una guía con 28 indicadores y herramientas de auto-evaluación de progreso y efectividad en las políticas SbN (EEA, 2021).

Hasta el momento, la mayoría de iniciativas de adaptación a escala local se están dando en grandes urbes de millones o centenares de miles de habitantes con una elevada capacidad de inversión y actuación (Runhaar et al., 2012). Sin embargo, las entidades locales o regionales más pequeñas en número de habitantes o capacidad de actuación también sufren las consecuencias del cambio climático, pero están quedando,



aparentemente, relegadas a un segundo plano (EEA, 2021). Investigaciones realizadas por Gómez Martín et al. (2017); Sauer et al. (2022) y Torres-Bagur et al. (2019) evidencian que especialmente el sector turístico y los propios turistas del litoral catalán perciben la gravedad del cambio climático y apoyan las políticas locales de adaptación que pudieran hacerse. Yendo un poco más allá, Nóbrega-Carriquiry et al. (2022) concluyen que la adaptación mediante SbN está bien aceptada por parte de la ciudadanía, también entre estos municipios de la Costa Brava.

El artículo se estructura en cuatro apartados aparte de esta introducción que incluye un breve estado de la cuestión entorno a los enfoques dominantes en las políticas locales de adaptación al aumento de la temperatura y las olas de calor y las oportunidades y barreras que existen para que lleguen a buen puerto. El segundo apartado muestra cuál es la metodología y los datos utilizados, además de las principales características sociodemográficas, urbanísticas y climáticas del caso de estudio, la unidad de paisaje del Cap de Creus. Seguidamente, se presentan los principales resultados del estudio, con cuatro apartados diferenciados: a) la percepción sobre los riesgos climáticos entre responsables municipales; b) el estado de las medidas de adaptación en relación con las olas de calor; c) el lugar que ocupan las Soluciones basadas en la Naturaleza para adaptarse al aumento de la temperatura; y d) las barreras y oportunidades existentes para implementar dichas soluciones. El cuarto apartado se dedica a la discusión de los resultados y, por último, las conclusiones.

## 2. Metodología

### 2.1. El Cap de Creus como área de estudio

La unidad del paisaje del Cap de Creus (19.084 hectáreas) situada en la comarca del Alt Empordà (Girona) incluye parcial o íntegramente 12 municipios: Cadaqués, Colera, Garriguella, Llançà, Palau-saverdera, Pau, el Port de la Selva, Portbou, Rabós d'Empordà, Roses, la Selva de Mar y Vilajuïga (Figura 2). En 2020 contaba con un total de 33.960 habitantes, un 60% más respecto tres décadas atrás. El segmento de población con más riesgo al aumento de la temperatura y las olas de calor (personas de más de 65 años), representa actualmente casi el 22% del total, cuatro puntos por encima de la media catalana para el mismo año (18%) (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2021). Para el año 2061 se espera que este grupo de edad represente entre un 29 y 31% del total de habitantes.

Además, el Alt Empordà, de fuerte implantación turística, constituye la quinta comarca catalana con mayor número de población estacional<sup>1</sup> con cerca de 18.000 personas (Instituto de Estadística de Cataluña [IDESCAT], 2016). En 2019 se contabilizaron más de 11 millones de pernoctaciones en la Costa Brava (IDESCAT, 2020). En el conjunto de municipios del Cap de Creus, hay 125 establecimientos turísticos entre hoteles (114), campings y hostales (11) lo que representa más 16.000 plazas de alojamiento turístico, además de más de 30.000 segundas residencias. Si se pondera que en cada residencia secundaria residen en los meses de verano una media de cuatro personas, el resultado son unas 120.000 personas. El conjunto de cifras obtenidas, hacen pensar que la población en verano en estas localidades se multiplica al menos por cuatro<sup>2</sup>.

Así, se trata de un turismo básicamente de sol y playa con alta sensibilidad respecto a las condiciones climáticas de la zona (Fraguell et al., 2016). Como se argumenta en el informe del Travel Research International Limited (2003) (citado en Ribas et al., 2008) se ha demostrado que las temperaturas por encima de los 31°C disminuyen el confort de las personas. En Rutty y Scott (2013) se establece a nivel mundial, el intervalo de 27-30°C como la temperatura ideal para el turismo de playa. Más allá del confort, se consideran los 33°C como el umbral que marca el riesgo en que el organismo no pueda transmitir calor sensible en el medio exterior (Fraguell et al., 2016). Esto conlleva, especialmente en las zonas turísticas, a adaptar los equipamientos e infraestructuras, muchas veces de forma artificial a través de, por ejemplo, la instalación de aires acondicionados (aumentando así los costes energéticos y el impacto ambiental derivado).

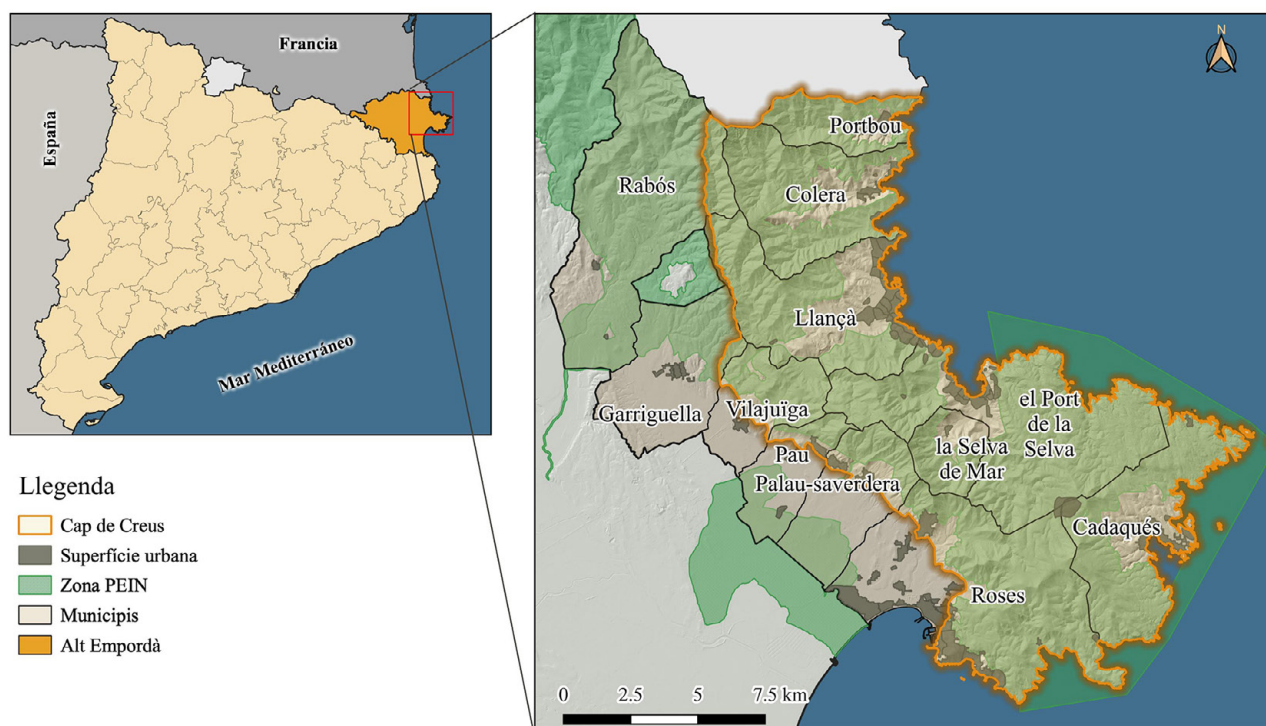
Según los mapas de anomalías de temperatura ofrecidos por el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), la serie de registros desde 2008 hasta 2020 presenta anomalías de temperatura más altas respecto a otras zonas costeras situadas más al sur de la provincia gerundense. Además, según Taulé (2021) las olas de calor son más presentes en el Alt Empordà que en el resto de Cataluña y se afirma que desde 1950 en Cabanes (Alt Empordà) la temperatura máxima en verano es de 5°C superior a la media de Cataluña por siglo.

1 La Estimación de la Población Estacional según IDESCAT (2016) "constituye una estimación de la cargas de población que soporta cada municipio (>5.000) y mide el número de personas que hay en un municipio de media anual y trimestral. En el cálculo se incluyen personas que tienen algún tipo de vínculo o relación con el municipio, ya sea que residen, trabajan, estudian o pasan algún periodo de tiempo".

2 En el Anexo 1 se puede consultar el número de establecimientos turísticos y segundas residencias existentes en cada municipio del área de estudio.

En el Alt Empordà los episodios de olas de calor recientes más destacados corresponden a los de los años 2003, 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2020, 2021 y 2022. Por ejemplo, en julio de 2015 se registraron temperaturas máximas diarias que sobrepasaron los 35°C e incluso en algunas comarcas gerundenses registraron las temperaturas más altas de toda España, en una ola de calor que duró 26 días en el conjunto del país (Agencia Estatal de Meteorología [AEMET], 2019; Martí, 2015). En 2018, destacó la elevada temperatura nocturna, como los 27,9°C alcanzados en Portbou el 2 de agosto (Hernández & Juanola, 2018). En verano de 2020, Protección Civil alertó de un episodio de calor con temperaturas máximas superiores a los 35°C durante el día o más de 20°C durante la noche como ocurrió en Roses (Batllte & Sacrest, 2020). En 2021 se registraron dos olas de calor, la primera entre el 12 y el 16 de junio, cosa que sorprendió al ser aun primavera y la segunda entre el 11 y el 15 de agosto. El día 14 de junio se registró en Portbou la temperatura mínima (TN) más alta de toda Cataluña con 29°C, un valor muy superior al que registró por ejemplo, Barcelona (26°C) donde el efecto de la isla de calor tiene un importante impacto (Taulé, 2021). El 14 de agosto, durante la segunda ola, en Roses se registró una temperatura máxima (TX) de 35,5°C (en la primera ola de calor se registró una TX de 35,8°C) (SMC, 2021). En 2022 se han sucedido tres olas de calor. La primera, durante la primavera, entre el 15 y 18 de junio, donde se registraron máximas de 38°C en Roses o mínimas de 25,2°C en Portbou. La tercera ola de calor duró más de diez días con temperaturas que no bajaban en algunas poblaciones de los 22°C (SMC, 2022). Como resultado, este ha sido el verano con mayor mortalidad asociada al aumento de la temperatura y las olas de calor en la comarcas gerundenses desde que se tienen registros, con 74 víctimas (hasta la fecha de 5 de agosto de 2022) superando así, el conjunto de víctimas de los últimos siete años registradas durante los meses de verano (Teixidor, 2022).

Figura 2. Localización geográfica de la unidad de paisaje del Cap de Creus



Fuente: Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales [CREAF], 2020; Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña [ICGC], 2022. Elaboración propia

## 2.2. Las entrevistas

Para abordar los objetivos principales planteados se establece un método de investigación mixto con mayor peso cualitativo y utilizando la triangulación como estrategia de articulación metodológica entre el método cuantitativo y cualitativo (López-Roldán & Fachelli, 2015). Concretamente, se opta por el tipo de diseño que proponen Creswell et al. (2003) (citado en López-Roldán & Fachelli, 2015), el diseño *concurrente basado en la anidación* (de técnicas). Como se refleja en la Figura 3, este diseño pretende unificar en una herramienta y en una única fase la obtención de datos (cualitativos-entrevista y cuantitativos-encuesta). Se combinan así técnicas de análisis de ambos métodos (cualitativos y cuantitativos) con el fin de medir aspectos diferentes,

pero complementarios del discurso y percepción de los entrevistados. El instrumento de recogida de datos se ha administrado a responsables de la planificación y gestión local competentes en el ámbito de estudio. Este instrumento se centra mayoritariamente en las estructuras de sentido a través del discurso del actor y a la vez se han introducido preguntas cerradas que van a tratarse estadísticamente.

La entrevista se estructura en 4 bloques de preguntas. El primero dedicado a la percepción del entrevistado sobre la problemática del aumento de la temperatura y las olas de calor en las zonas urbanas del municipio. El segundo bloque pregunta sobre la situación de las medidas adoptadas hasta el momento a fin de adaptarse al aumento de la temperatura y las olas de calor. El tercer bloque trata de los motivos para implementar (o no) dichas medidas. Finalmente, el cuarto bloque se centra en la valoración de la idoneidad y en los puntos fuertes y débiles de aplicar (o no) Soluciones basadas en la Naturaleza frente a este tipo de riesgo.

Por su carácter semiestructurado (Valles, 2009), las entrevistas partieron de un tópico concreto, pero, durante su realización, se incluyeron otros relacionados, con el objetivo que el entrevistado aportara no solo información, sino también ejemplos, experiencias y percepciones. Así, por ejemplo, al formular la pregunta ¿Cómo definiría una Solución basada en la Naturaleza? se preguntó también por las experiencias o conocimientos entorno a las SbN. Además, el proceso de análisis cualitativo contempló el modelo interactivo descrito por Huberman y Miles (2000) reforzado por la transcripción completa de todas las entrevistas. Su realización partió de un listado de códigos elaborados deductivamente a partir de las categorías identificadas en la literatura. Este libro de códigos funcionó como marco conceptual y guía durante el proceso de codificación. De esta manera, el primer ciclo de codificación se realizó siguiendo los procedimientos de codificación provisional y codificación conceptual (Miles et al., 2020) identificando fragmentos, frases, que correspondieran a lo definido conceptualmente en el libro de códigos inicial. Este tipo de codificación permite la revisión constante de los fragmentos identificados, en un proceso iterativo que busca la máxima correspondencia entre los códigos y las categorías. Asimismo, se ha dejado espacio para el uso de procedimientos inductivos que permitieran identificar categorías emergentes de los datos.

El tratamiento cuantitativo de los datos constituye una parte menor del análisis debido a la muestra reducida que contempla este tipo de método. Sin embargo, resultó ilustrativo y sintético para ordenar la afectación del cambio climático percibido en el municipio tanto en el presente como en el futuro, o la valoración de ciertas medidas de SbN. Con todo, se ha elaborado un análisis descriptivo de los resultados y se ha hecho inferencia estadística aplicando *el test de Wilcoxon* para ver si existen diferencias de medias entre diferentes ítems.

Poder dotar de *sentido* (cualitativo) los *hechos* (cuantitativo) y profundizar en el discurso de la problemática hace que el diseño *concurrente basado en la anidación* (de técnicas) cobre un especial interés y relevancia analítica. Las herramientas de análisis han sido los softwares MAXQDA v.12 mediante el método de cinco niveles QDA de Woolf y Silver (2018) para la parte cualitativa y SPSS v.25 para el análisis estadístico.

Finalmente, y de forma complementaria para profundizar en el trabajo de campo, se recopilaron fotográficamente, para cada uno de los municipios entrevistados, las soluciones adoptadas en general para combatir el aumento de la temperatura, los elementos relevantes de aplicación de SbN, y espacios que tienen margen de mejora para adaptarse al aumento de la temperatura y las olas de calor. Este reportaje fotográfico se realizó *a posteriori* de las entrevistas, con el fin de prestar especial atención en los elementos mencionados por los entrevistados durante su realización.

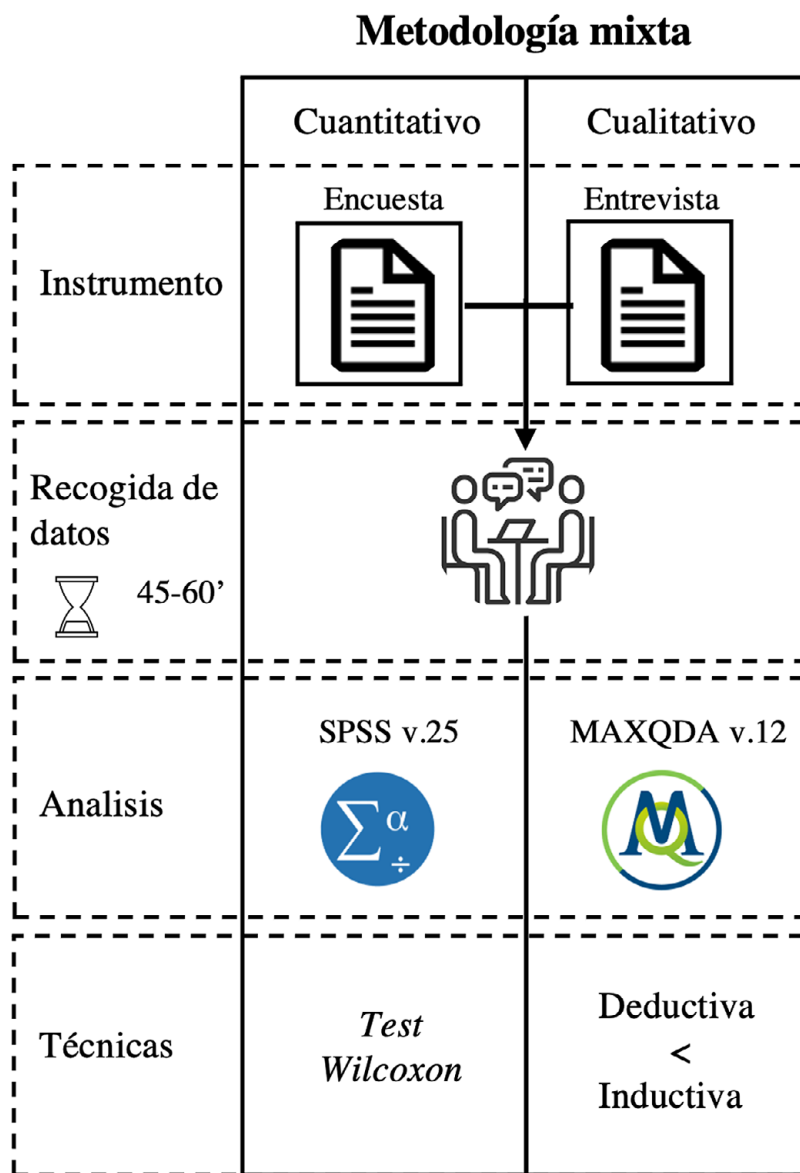
Atendiendo al número de administraciones locales implicadas, se establece una muestra teórica de 12 técnicos y/o cargos políticos municipales. La muestra se ha elaborado sobre la base de tres variables diferenciadas. En primer lugar, la variable geográfica (municipios de interior o costa). La segunda variable es demográfica, discierne según el tamaño de los municipios, si estos tienen más o menos de 1.000 habitantes en el año 2020<sup>3</sup>. Finalmente, la tercera variable es el grado de presión de la actividad turística del municipio<sup>4</sup>. Así, se han obtenido un total de ocho categorías (Figura 3), de las cuáles que sea de costa con menos de 1.000 habitantes con una presión turística baja y de los municipios de interior con más de 1.000 habitantes con presión turística no existe ningún municipio. A partir de esta muestra se ha establecido una jerarquía de municipios preferentes según su representatividad única en el cruce de variables (como son los casos de Portbou y Palau-savardera) o por su importancia demográfica, paisajística y/o turística (como el Port de la Selva, Roses y Cadaqués). Finalmente, Vilajuïga y Garriguella se eligieron porque los municipios de Pau,

<sup>3</sup> Se eligió el máximo de 1.000 habitantes a fin de tener una división paritaria de los municipios y así simplificar esta variable.

<sup>4</sup> Para establecer un criterio de selección y sobre la base de los datos ya disponibles, se ha dividido la población de 2020 por el sumatorio de plazas turísticas totales y las viviendas familiares de uso residencial. Si el resultado es menor que 1 indica que hay más plazas y viviendas turísticas que habitantes reales por lo que se puede considerar que existe una presión turística fuerte. Por lo contrario, si el resultado es mayor a 1 significa que el municipio tiene una presión turística menor.

Rabós d’Empordà y la Selva de Mar tenían un número muy reducido de habitantes, considerándose los dos últimos como micropueblos (población inferior a 500 habitantes).

Figura 3. Proceso metodológico



Elaboración propia

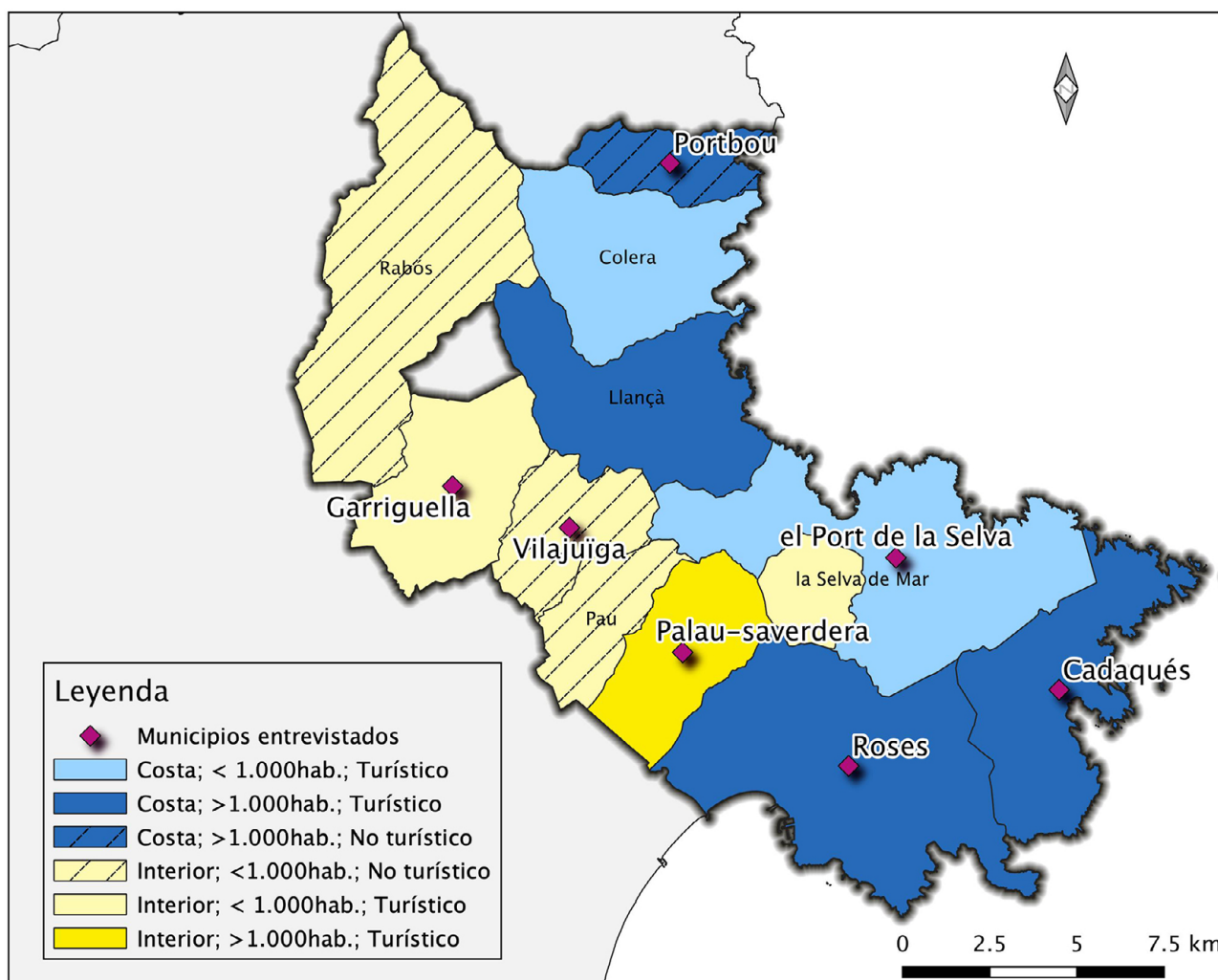
Una vez elaborada la muestra, se contactó con los responsables políticos y técnicos de cada ayuntamiento con el fin de concertar una entrevista. En la Figura 4 se ha representado la muestra teórica y real. Con todo, se ha entrevistado a la totalidad de la muestra planteada, lo que representa a 7 municipios con realidades geográficas, demográficas y turísticas diferentes para la misma unidad de paisaje. Las entrevistas se realizaron durante el mes de junio de 2021.<sup>5</sup>

Finalmente, para identificar las entrevistas conservando el anonimato de las personas entrevistadas y para facilitar su identificación en el proceso de análisis y redacción de resultados se han codificado asignando códigos identificativos y descriptivos derivados de la elaboración de la muestra.

Nota. En azul se muestran los municipios de costa y en amarillo los de interior. El tono de cada color muestra el tamaño del municipio (< o > a 1.000 habitantes). Finalmente, las líneas discontinuas diagonales indican de si se trata de un municipio no turístico o con menor vocación turística que los demás.

<sup>5</sup> En el Anexo 2 se ha añadido la composición de la muestra entrevistada y la codificación de cada caso para su identificación en el análisis cualitativo.

Figura 4. Muestra teórica y real



Fuente: ICGC (2022). Elaboración propia

### 3. Resultados

Se han realizado un total de 7 entrevistas a cargos técnicos y políticos de los 7 municipios objeto de estudio. Concretamente, se ha entrevistado a 1 alcalde, 1 técnica de medio ambiente; 2 ingenieros y 3 arquitectos o arquitectos técnicos. 6 de los entrevistados fueron hombres y 1 mujer. 6 entrevistas se realizaron de forma presencial en las dependencias del ayuntamiento en cuestión y solo una de forma telemática. La duración de las entrevistas fue de entre 45 y 70 minutos.

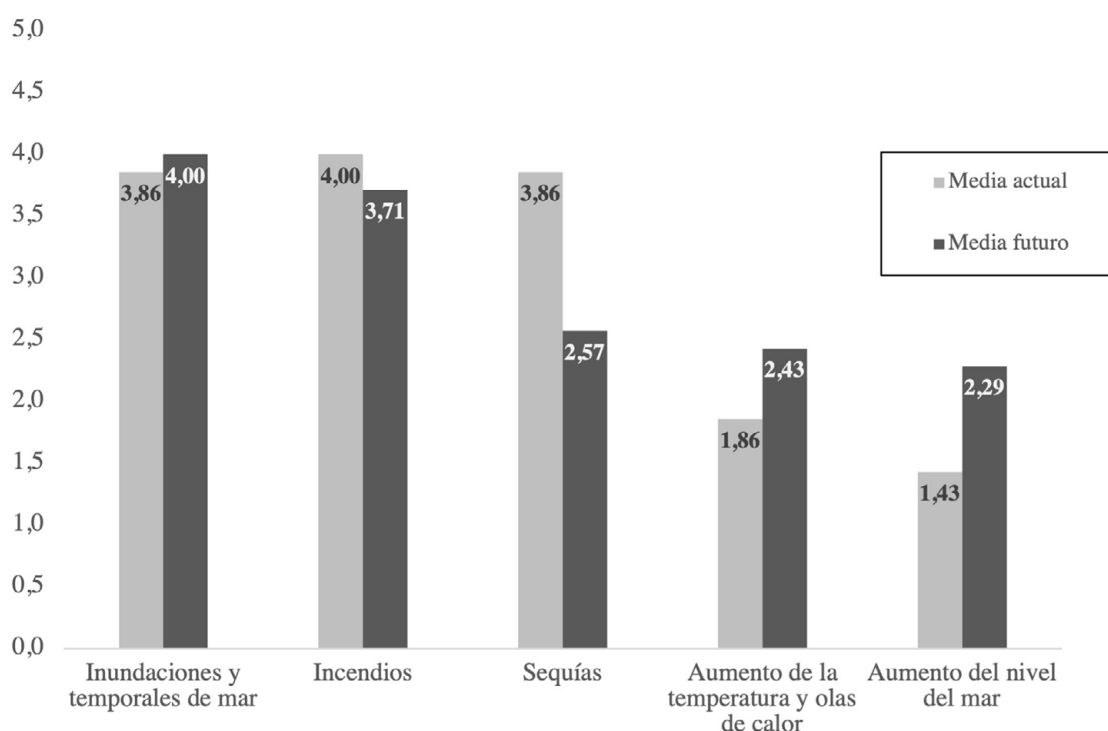
#### 3.1. Percepción sobre los riesgos climáticos que afectan al municipio

Actualmente, las sequías, las inundaciones y temporales de mar, pero especialmente los incendios forestales son para el 70% de los entrevistados un riesgo bastante o muy problemático para el municipio, con puntuaciones de entre 3,86 y 4 (donde en una escala Likert 1 es nada problemático y 5 muy problemático). Cuatro de los siete entrevistados recuerdan episodios de incendios forestales graves acaecidos en la zona. Contrariamente, el aumento de la temperatura y las olas de calor se perciben como poco problemáticos y obtienen puntuaciones medias inferiores a 2.

Por lo que respecta a la percepción de la incidencia que tendrán los riesgos climáticos en el futuro, las sequías ocupan un papel menos importante ya que se esperan mantener y/o mejorar las infraestructuras de abastecimiento de agua potable del municipio a través de la ejecución de actuaciones como la construcción de una planta de ósmosis o la conexión del municipio a la red de suministro de agua intermunicipal. Por el contrario, el aumento de la temperatura y las olas de calor se identifica como un tipo de riesgo que ganará

protagonismo a corto-medio plazo, especialmente en los municipios de interior. Sin embargo, continúa situándose en importancia por detrás de las sequías, los incendios forestales y las inundaciones. Para determinar si estas diferencias son significativas, se ha comparado la valoración media de afectación del riesgo climático entre presente y futuro mediante la prueba de Wilcoxon<sup>6</sup>. El resultado ha sido que, para todas las comparaciones, los valores Z presentaban un nivel significación muy superior a  $p < 0.05$  por lo que se ha aceptado la hipótesis nula que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias. Para finalizar este apartado, cabe destacar que los municipios no tienen la obligación de contar con planes de adaptación al cambio climático, sin embargo, todos los municipios entrevistados están adheridos al Plan de Acción para la Energía Sostenible y el Clima (PAESC). Este Plan está impulsado por la Diputación de Girona y establece las unidades del paisaje como las unidades de análisis y de actuación acción. En el momento que se realizaron las entrevistas, el PAESC del Cap de Creus aún estaba en fase de convocatoria para la participación de administraciones locales y sociedad civil. En el ámbito comarcal existe el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Alt Empordà por el cual no se preguntó explícitamente, pero ningún municipio le hizo referencia. Además, este plan no es vinculante para los municipios.

Figura 5. Media presente y futura de la percepción de los riesgos



Elaboración propia

### 3.2. Medidas de adaptación al aumento de la temperatura y las olas de calor

La Figura 6 indica el porcentaje de medidas genéricas seleccionadas que se llevan a cabo en la actualidad y aquellas que es muy probable que se lleven a cabo en los próximos años en los municipios entrevistados. Generalmente, las medidas reactivas contienen ítems con mayor consenso de aplicación que las medidas preventivas. Específicamente, entre las medidas reactivas actuales destaca que el 85,7% de los entrevistados han marcado la “Instalación de aires acondicionados en equipamientos municipales” y la “Reducción de la incidencia del sol mediante cortinas, toldos, etc”. O con un 71,4% la “Creación y/o ampliación de parques y zonas verdes”. Como medidas preventivas ninguna destaca especialmente: 4 de los 7 entrevistados han seleccionado el “Establecimiento de sistemas de alerta y comunicación con la población en episodios de calor” y el “Establecimiento de un protocolo de actuación para personas vulnerables en episodios de olas de calor”.

En cuanto a las medidas a implantar en los próximos años, la reducción de la incidencia del sol mediante cortinas y toldos continúa generando un mayor consenso y se incrementa la voluntad municipal de crear y

<sup>6</sup> Test para muestra no paramétricas, debido al tamaño de la muestra que es  $n=7$ .

ampliar los parques y zonas verdes (85,7% en ambos ítems). Además, la creación de refugios de agua ha sido seleccionada un 71,4% de las veces. Como medida preventiva, destaca que 5 de los 7 entrevistados afirman que continuarán o empezarán a “ajustar horarios y actividades de los servicios municipales”. Entre los principales motivos para tomar este tipo de medidas destacan especialmente la mejora del confort, la calidad urbana y la salud de las personas (7 menciones), la reducción del consumo energético y de la contaminación atmosférica (4 menciones), y de forma simbólica se ha mencionado la reducción de riesgo de incendios forestales (1 mención).

Las principales barreras observadas para la implantación de este tipo de medidas son, como se ha avanzado, la institucional (7 menciones), la cognitiva y de formación (4 menciones) y los límites físicos (1 mención). Finalmente, se han identificado 3 oportunidades relacionadas con la mejora económica y el aprovechamiento de infraestructuras actuales, como sería el proyecto de rehabilitación de la estación ferroviaria de Portbou.

### 3.3. Soluciones basadas en la Naturaleza para adaptarse al aumento de la temperatura

En la Figura 7 se describen las SbN más seleccionadas y sus respectivos ámbitos de actuación actuales y futuros. Sin embargo, estas no se aplican necesariamente con argumentos de adaptación al riesgo climático de estudio. Además, en el Anexo 4 se recopila un conjunto de imágenes que ilustran siete actuaciones de SbN ya implantadas en algunos de los municipios entrevistados.

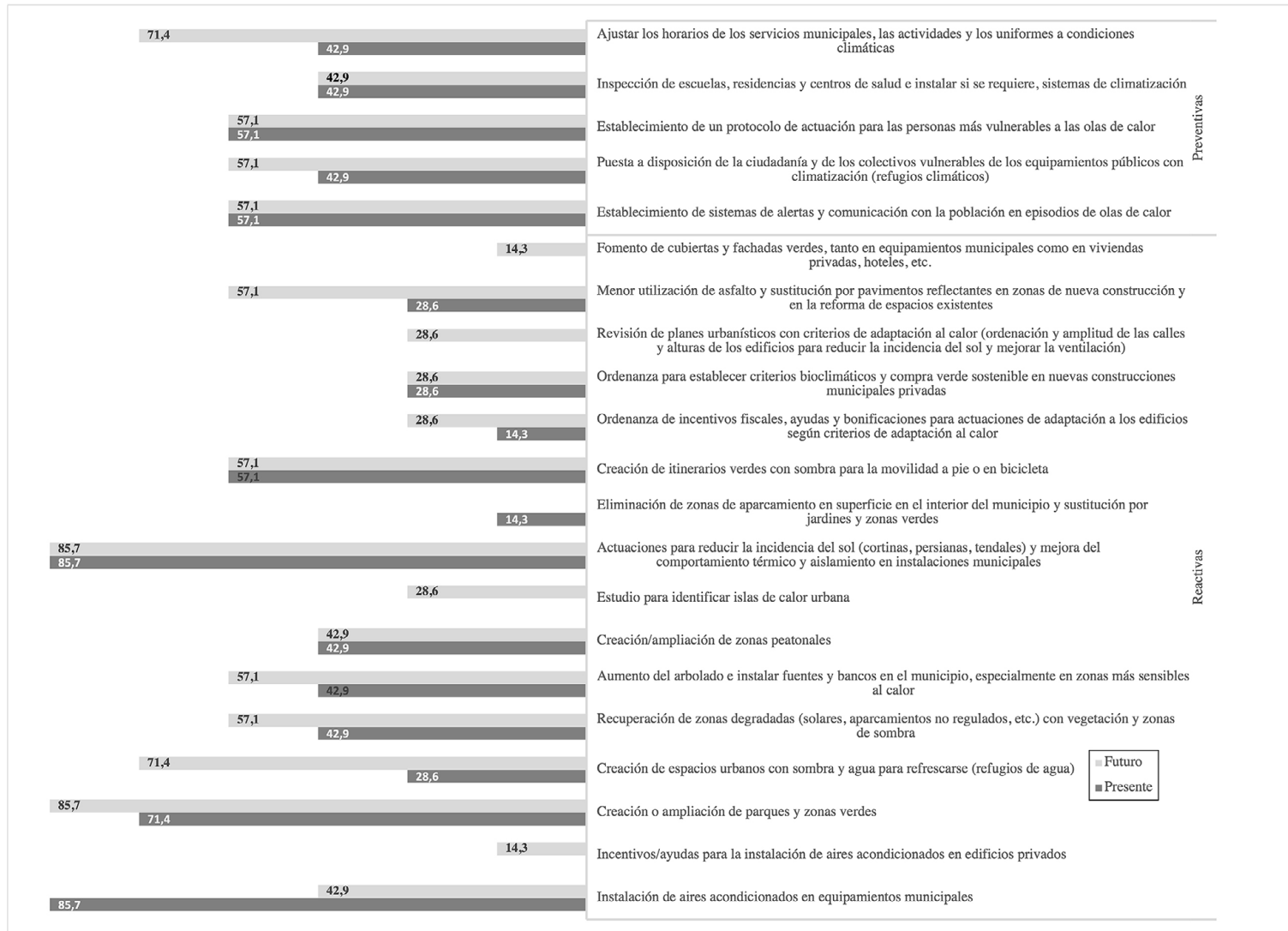
La medida que genera mayor consenso (85,7% de los entrevistados la ha seleccionado) es la preservación de los espacios naturales protegidos. Esta es una elección muy lógica ya que la totalidad de municipios pertenecen total o parcialmente al PEIN del Cap de Creus. Concretamente en las entrevistas se mencionaba el *Parc Natural del Cap de Creus* o *els Aiguamolls de l'Empordà* (esta última zona, no forma parte de la unidad de análisis, pero sí que forma parte de alguno de los municipios entrevistados). La segunda medida más seleccionada es el pavimento permeable (57,1%). Esta medida pertenece al principal ámbito de actuación que es el espacio público (ámbito que concentra el 40% de las medidas seleccionadas). En algunos municipios, como sería el de Cadaqués, el pavimento permeable se considera un elemento arquitectónico e histórico-cultural a preservar.

Se han seleccionado dos medidas con el 42,9% de respuestas: parques y bosques urbanos; renaturalización de solares y espacios de oportunidad (ambas medidas se dan en el espacio público); naturalización de infraestructuras de tráfico blando (ámbito de infraestructuras que representa el 7,5%); renaturalización de ríos y arroyos (ámbito de masas de agua que representa el 12,5% del total).

En lo que respecta a las medidas seleccionadas para implementar a corto-medio plazo, el espacio público aglutina la mitad de todas las preferencias. Tal es así, que las 3 medidas más seleccionadas por el 71,4% de los entrevistados corresponden a este ámbito. Estas medidas son los pavimentos permeables, las plazas confortables y el mobiliario verde urbano. En este sentido, se describe una intención de aumentar la calidad urbana de los municipios a través de estas SbN. En el 57,1% de las entrevistas se han seleccionado cuatro medidas: la primera, los espacios naturales protegidos que disminuyen su importancia tanto como medida como en el ámbito (pasa a representar el 16% del total de medidas seleccionadas). El descenso se debe a que es una medida que ya existe en todos los municipios y se considera suficientemente extendida por lo que solo debe conservarse sin necesidad de ampliarse. De vuelta al espacio público, en segundo lugar, se encuentra la renaturalización de espacios de oportunidad, que son consecuencia de planes que están en perspectiva de ejecutarse o de terminarse. En tercer lugar, los huertos urbanos se consideran una buena opción por los beneficios sociales que pueden aportar, aunque no se contemple como una medida muy importante a fomentar ya que en la mayoría de los municipios ya es accesible para las personas tener un huerto particular. Como cuarta medida, las cubiertas verdes se ven con buenos ojos como medida a fomentar a corto-medio plazo. Este aumento hace que el ámbito de los edificios represente cerca del 20% de las medidas a impulsar.

En el tercer bloque de medidas más seleccionadas por el 43% de los entrevistados, son los parques y bosques urbanos y la renaturalización de ríos y arroyos.

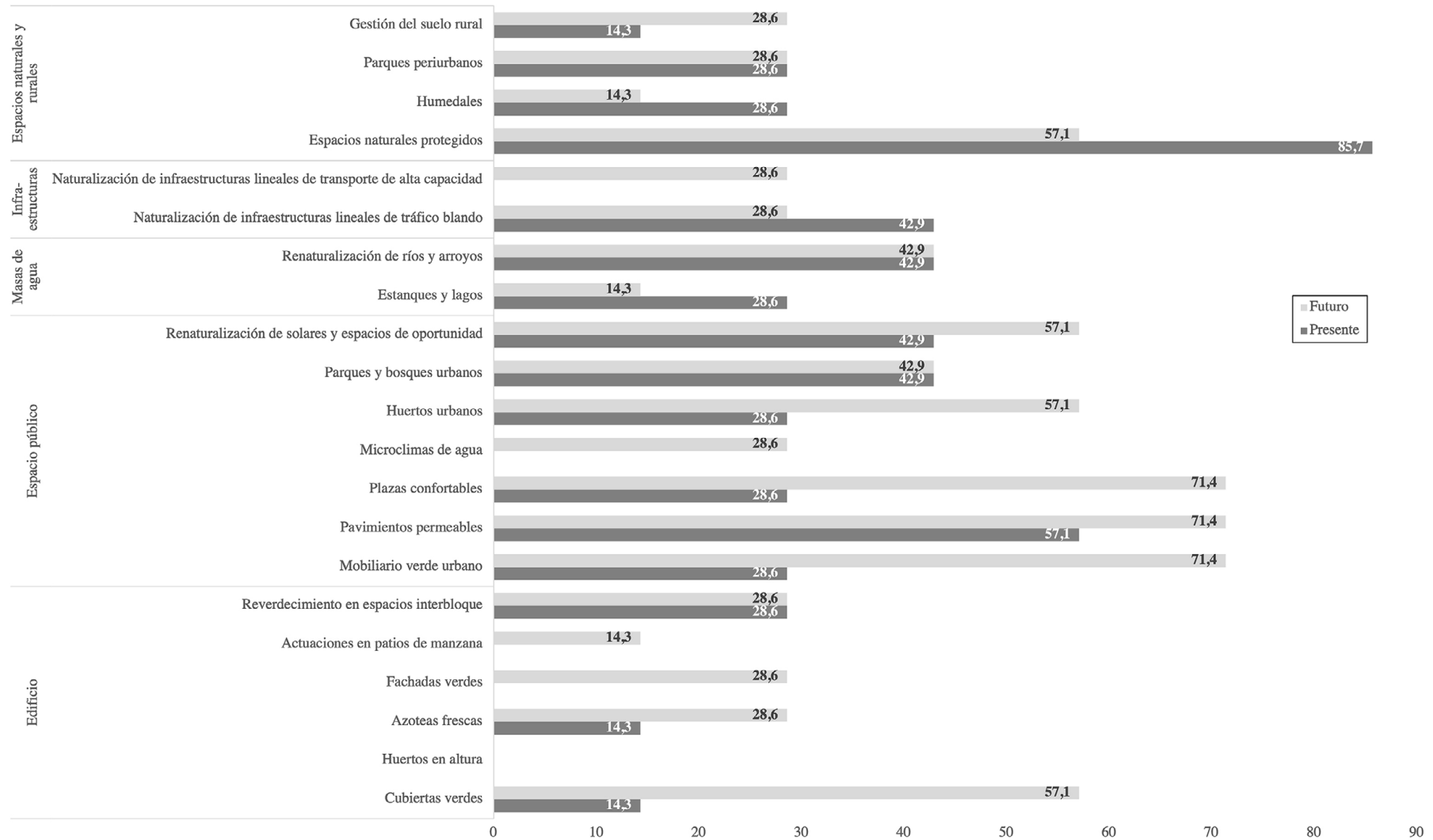
Figura 6. Porcentaje de medidas reactivas y preventivas en el presente y futuro para adaptarse al aumento de la temperatura y las olas de calor



Elaboración propia



Figura 7. Porcentaje de SbN seleccionadas en el presente y futuro por ámbito de actuación



Elaboración propia

### 3.4. Oportunidades y barreras para implementar SbN

En este apartado se reúnen y describen las oportunidades y barreras que se han detectado en el proceso de análisis de datos para el caso concreto de las SbN. Globalmente, se han identificado casi el doble de barreras (53) que oportunidades (29)<sup>7</sup>.

#### 3.4.1. Oportunidades (29)

*Oportunidades sociales y culturales (10)*: Es una de las principales oportunidades que se mencionan. El aumento percibido de la concienciación ambiental por parte de la ciudadanía y la buena acogida social de medidas que signifiquen aumentar el verde urbano en los municipios es el principal motivo sociocultural para implementar SbN. Otro elemento destacado, más de índole cultural, es poder dar valor a la flora autóctona debido a las condiciones climáticas de la región. Finalmente, un aspecto que converge entre la concienciación ambiental de la ciudadanía y la recuperación y puesta en valor de flora autóctona es la existencia y fomento de entidades ciudadanas que buscan mejorar la calidad urbana mediante la plantación de variedades de especies locales como la Buganvilla (*Bougainvillea*).

*Oportunidades patrimoniales (9)*: Es el único tipo de oportunidad que se ha generado inductivamente por su relevancia en el transcurso de las entrevistas. Se refiere a la puesta en valor de elementos patrimoniales en el conjunto de los municipios mediante o con el soporte de SbN. El aumento de vegetación a partir de mobiliario urbano verde, la construcción de plazas confortables o microclimas de agua contribuyen a la potencialización patrimonial y turística de iglesias o zonas de culto u otros edificios históricos. La reparación y mantenimiento de calles con pavimentos permeables ya sea de nueva implementación o por restauración responde a necesidades histórico-patrimoniales y de identidad, como es el caso de *es rastell*<sup>8</sup> en Cadaqués. Otra medida enfocada a la renaturalización de ríos y arroyos ha sido la restauración ambiental de “la riera de la Trencada” en Roses. Esta riera transcurre al lado de la Ciutadella, activo histórico-patrimonial y reclamo turístico de primer orden en el municipio.

*Oportunidades organizativas/institucionales (6)*: La posibilidad de mancomunar servicios entre municipios y así emprender acciones conjuntas de adaptación/mitigación es una oportunidad reiteradamente repetida por los entrevistados. También las directrices y normativas supramunicipales en ocasiones fuerzan a los municipios a emprender medidas de adaptación. En este sentido la ayuda técnica de estructuras administrativas superiores representa una oportunidad de colaboración y mejora entre administraciones, en especial para los municipios más pequeños. Finalmente, la gestión política y la normativa municipal en ciertas ocasiones se conciben como una oportunidad para implementar SbN.

*Oportunidades financieras (3)*: Ligado a la colaboración interadministrativa se admite que cada vez existen más recursos y subvenciones para adaptarse a los efectos del cambio climático y que las medidas SbN representan una oportunidad para obtener recursos regionales, estatales e incluso europeos destinados a este fin.

*Oportunidades cognitivas y de formación (1)*: En una ocasión se ha mencionado que si los técnicos conocen y están a favor de estas medidas puede resultar menos difícil implementarlas.

Comparativamente las *oportunidades sociales y culturales* se han mencionado más en municipios con elevada presión turística y de más de 1.000 habitantes. Con estas mismas características y añadiendo la zona de costa se han mencionado las *oportunidades patrimoniales*; las *organizativas/institucionales* y las *financieras*. Finalmente, las oportunidades cognitivas y de formación se han detectado esencialmente en municipios de interior y con menos de 1.000 habitantes.

#### 3.4.2. Barreras (53)

*Barreras organizativas/Institucionales (15)*: Se perciben como la principal barrera para aplicar SbN. Sin embargo, es una barrera con múltiples caras. Las estructuras administrativas supramunicipales se consideran rígidas, contradictorias y con poco margen de maniobra por parte de los entes municipales. La multitud de administraciones que se ven implicadas en la ordenación y gestión territorial y ambiental de un municipio pueden acabar por dejar al municipio en un punto muerto. Es el caso de Portbou donde por sus particulares características territoriales y sociopolíticas (encajado entre el mar, la frontera con Francia y la estación

<sup>7</sup> El número entre paréntesis corresponde al total de codificaciones de cada uno de los tipos.

<sup>8</sup> Es rastell es un tipo de pavimento realizado con piedras colocadas verticalmente y característico de las calles con fuerte pendiente.

ferroviaria), se encuentra inmerso en unos procesos administrativos dificultosos y complejos. A esta rigidez cabe añadirle los *tempos* administrativos que dificultan el proceso de elaboración de políticas de adaptación. En el peor de los casos incitan directamente a no realizar políticas o medidas que necesitan tiempo para cumplir los objetivos. Estos *tempos* también afectan la redacción o las modificaciones de los Planes de Ordenación Urbanística Municipal (POUM), que se consideran el principal impedimento a la aplicación de las SbN, y que pueden llegar a ser contradictorios con los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático. Por ejemplo, en algunos municipios el POUM no permite la creación de huertos urbanos.

Por otro lado, una casuística de los municipios pequeños es que necesitan siempre de soporte técnico externo, lo que en muchas ocasiones provoca que se prioricen las acciones a corto plazo en lugar de la planificación de estrategias de futuro. Esta es una de las razones por las que el aumento de la temperatura y las olas de calor no es un riesgo climático percibido como muy preocupante por buena parte de los entrevistados. En la vida cotidiana de los municipios se sufre mucho más el impacto de las sequías, los incendios forestales (agraviados por el aumento de la temperatura y las olas de calor) e inundaciones, por lo que las medidas que se fomentan suelen ir en esta dirección y ser de forma reactiva. Finalmente, la falta de voluntad y gestión política también es considerada una barrera importante.

*Límites físicos y ecológicos (9):* Al inicio de este artículo, en el apartado de presentación de la zona de estudio, ya se han comentado una serie de peculiaridades físicas de la unidad de paisaje del Cap de Creus. Unas peculiaridades que se perciben para la mayoría de los entrevistados como barreras difíciles de superar. Condiciones climáticas, como los períodos de sequías o el viento de tramontana, dificultan que algunos tipos de SbN (como las cubiertas y/o fachadas vegetales o los microclimas de agua) se consideren en este sentido como poco viables de promover. Además, los condicionantes orográficos del área de estudio (pequeñas colinas por un lado y mar limitado por pronunciados acantilados por el otro), hace que la “falta de espacio físico” para determinadas medidas de adaptación sea percibido como un inconveniente por parte de los municipios de costa.

*Barreras financieras (5):* Los recursos económicos también son una barrera percibida de forma generalizada por el 70% de los entrevistados. En ocasiones se debe a razones coyunturales de los consistorios, como la propia situación económica o el tamaño del municipio. En otras ocasiones, se considera que las SbN pueden resultar más costosas, sobre todo de mantenimiento, que otros tipos de medidas, aunque no cumplan los mismos objetivos de adaptación al aumento de la temperatura.

*Barreras patrimoniales (5):* Al igual que las oportunidades patrimoniales, estas barreras son resultado del proceso inductivo. En oposición a las oportunidades, este tipo de barrera dificulta la implementación de medidas debido a aspectos estéticos o patrimoniales incluidos en el POUM. Este es un caso particular y exclusivo de Cadaqués. El paisaje pintoresco de este municipio está blindado por el POUM para que así continúe siendo y no se puedan llevar a cabo (aunque se quisieran) medidas como fachadas o cubiertas verdes. Incluso, hasta la fecha resulta difícil tomar medidas directas de mitigación al cambio climático y transición energética, por ejemplo, la instalación de paneles fotovoltaicos destinados al autoconsumo.

*Barreras sociales y culturales (5):* Estas barreras se refieren a la concepción que la ciudadanía percibe de los cambios, en ocasiones, como algo a evitar. En algunas entrevistas las SbN se han considerado soluciones innovadoras, una concepción reforzada por el desconocimiento de este tipo de medidas. Este desconocimiento sumado a la alteración de la estética tradicional de los edificios de la zona que pueden conllevar por ejemplo las cubiertas vegetales hace que se considere que la población no aceptaría este tipo de soluciones. Cuando los elementos sociales y culturales son considerados una oportunidad, el ámbito de actuación suele ser el espacio público, en cambio cuando la cultura es una barrera, las medidas que se toman en consideración son las que corresponden al ámbito de los edificios. Sin embargo, también se afirma que algunos colectivos sociales tampoco verían con buenos ojos la peatonalización de algunos tramos urbanos.

*Barreras tecnológicas (2):* La tecnológica representa la barrera menos importante de todas, únicamente ha aparecido en dos ocasiones en una misma entrevista. La concepción de esta barrera también se sustenta en el desconocimiento de las SbN y en la suposición que, si son soluciones que requieran mucha especialización técnica, no solo formativa sino también tecnológica, esto puede ser un elemento que juegue en contra para aplicar ciertas medidas.

Las 7 barreras identificadas tienen pesos diferentes según las características de los municipios. Así, la principal barrera, la *organizativa/institucional* ha presentado una contribución de las codificaciones superior en los municipios de costa y de más de 1.000 habitantes. La barrera *cognitiva y de información* es más presente en municipios de interior, con presión turística alta y con más de 1.000 habitantes. Los *límites físicos*

y ecológicos son una barrera característica de municipios de costa con alta presión turística y con un número elevado de habitantes. En cuarto lugar, la distribución de la barrera *patrimonial* no es muy representativa ya que solo pertenece al municipio de Cadaqués. Las barreras *financieras* y las *sociales y culturales* se manifiestan en municipios de interior. Finalmente, la barrera *tecnológica* solo responde al caso de Roses.

### 3.4.3. Fases en la elaboración de políticas de adaptación basadas en SbN

Las distintas oportunidades y barreras ya comentadas se manifiestan en alguna de las fases de elaboración de políticas de adaptación descritas por Uittenbroek, et al. (2012). Las fases son tres, una primera de comprensión (con 27 codificaciones), una intermedia de planeamiento (25) y una última de gestión (14).

Con todo, el mayor número de oportunidades se da en la fase de comprensión y son las de tipo social y cultural relacionadas especialmente con la buena acogida de este tipo de medidas. que también se encuentran en la segunda fase, el planeamiento. Esta segunda fase, contempla también oportunidades en el ámbito organizativo/institucional que pasan especialmente por el hecho de que hay planes especiales que a veces favorecen las SbN o que administraciones superiores impulsan unas directrices marcadas y claras que pueden facilitar el trabajo. Esta oportunidad organizativa también suma con la patrimonial en la fase final, la de gestión. En el primer caso, se trata de una oportunidad de poder mancomunar servicios de gestión entre municipios vecinos. En el caso patrimonial, en ocasiones se fuerza a los técnicos a gestionar el espacio público de forma respetuosa con el patrimonio histórico. Cabe recordar que las SbN consisten en “renaturalizar” espacios antropizados. Los elementos históricos suelen estar menos antropizados que los modernos, como puede ser el caso de las calles pavimentadas con la técnica d’*es rastell*. Por esta razón, el componente histórico patrimonial resulta clave. Aun así, y como se ha visto, también puede ser una limitación.

En el lado de las barreras y el planeamiento, se observa que las dos grandes barreras son sociales/culturales y cognitivas/información. Las primeras se refieren a posibles reticencias por parte de la ciudadanía que no está dispuesta a realizar cambios. Las segundas, aún más numerosas, se refieren al desconocimiento por parte de los entrevistado de las SbN, de las dudas que estas generan en aspectos de aplicabilidad por la idiosincrasia de la zona, cuestiones climáticas, preferencias de los técnicos, etc. En el planeamiento, se detectan un gran número y diversidad de barreras. Las organizativas/institucionales son las más preocupantes y numerosas. Estas se refieren esencialmente a las limitaciones de los POUM y otras normativas, a los *tempos* administrativos y a la multiplicidad de administraciones que pueden intervenir en una zona determinada. Por lo que se refiere a los límites físicos y ecológicos mayoritariamente se dan en esta fase de planeamiento que impiden llevar a cabo ciertas políticas de adaptación. Finalmente, las barreras en la fase de gestión se han encontrado en la parte organizativa e institucional y en las limitaciones cognitivas e informativas. En el primer caso, se refiere a la gestión política influenciada en muchas ocasiones porque algunas medidas requieren de más tiempo que las propias legislaciones para cumplir sus objetivos y pueden no ser prioritarias. También se refiere a la contradicción entre políticas o intereses de gestión de diferentes administraciones. En el caso de la barrera cognitiva informativa, el propio desconocimiento a veces de las SbN o del concepto de renaturalización puede llevar a la fase de gestión como problemática. Estas confusiones también dan pie a barreras políticas o económicas.

## 4. Discusión

Los resultados obtenidos indican que el aumento de la temperatura y las olas de calor no se perciben como un riesgo prioritario dentro del conjunto de riesgos que afectan a los municipios estudiados. A pesar que se identifican algunos impactos directos e indirectos en la salud humana (Basagaña et al., 2011; Cramer, Guiot, Fader, et al., 2018; Regions4, 2020), como los problemas que puede ocasionar especialmente en las personas mayores, no se percibe como un factor importante de mortalidad asociado a los efectos del cambio climático (Vicedo-Cabrera et al., 2021). Tampoco se vinculan estos riesgos a las condiciones socioeconómicas de los grupos sociales del área de estudio (Tatart & Augusto, 2018), ni a sus tendencias y perspectivas demográficas basadas en la pirámide poblacional y en el índice de dependencia de la gente mayor superior a la media de Cataluña. Los impactos económicos cuestan mucho de identificar más allá del impacto positivo sobre el alargamiento de la temporada turística de verano (Regions4, 2020; Ribas et al., 2008). Un hecho relativamente obvio y comprensible, debido a la estructura económica del área de estudio basada casi exclusivamente en el sector turístico. No se ha identificado ningún impacto negativo en el confort climático que pueda afectar al turismo, por lo que se refuerza la idea de Lopes et al. (2021) que el turismo presenta unos intervalos de confort climático más amplios que los residentes locales. Por lo que respecta a los impactos en el medio natural (Kendon et al., 2014; Mueller & Seneviratne, 2012) sí que se identifican impactos negativos

con mayor claridad. Estas diferencias en la identificación de los impactos pueden atribuirse en buena medida, a la formación técnica de los entrevistados.

Los entrevistados han coincidido en relacionar directamente el aumento global de la temperatura con el aumento de los episodios de incendios forestales, inundaciones y temporales de mar y sequías (por este orden). Estos tres riesgos climáticos se conciben como amenazas reales para los municipios tanto en el presente como en el futuro, sin alterar significativamente su orden de importancia, pero sí que se cree que agudizarán su intensidad y aumentarán su frecuencia. En este punto converge la perspectiva *glocalista* de Gupta et al. (2007), donde se identifica un aumento de la temperatura global con unos impactos o riesgos climáticos locales (Cramer, Guiot, & Marini, 2018; EEA, 2017; IPCC, 2021).

En lo que respecta a la adaptación al aumento de la temperatura y las olas de calor, cabe recordar la importancia presente y futura de las medidas de adaptación tanto genéricas como las SbN. Según Davis et al. (2018), el 70% de las SbN llevadas a cabo por la administración pública son a escala municipal. En las entrevistas realizadas se ha reflejado que la tendencia es aumentar el número de medidas de adaptación quedando en una media de entre 8 (SbN) y 10 (genéricas) medidas por municipio. En este sentido, los resultados se sitúan lejos de lo que afirma la EEA (2021) y la European Comision (2021b) acerca que las SbN son las mejores medidas para intervenir en los espacios urbanos para combatir el aumento de la temperatura y las olas de calor. Este hecho puede atribuirse a dos factores. El primero es el desconocimiento de las SbN entre los responsables de los municipios entrevistados. El segundo factor es el bajo interés que prestan la EEA y EC acerca de la renaturalización como medida de adaptación en el caso de poblaciones medianas o pequeñas.

Respecto a medidas genéricas, es importante destacar que se han seleccionado más medidas reactivas que preventivas, y que la selección (presente y/o futura) tanto de unas como de otras suele ser por obligación normativa. La falta de prevención o de no planificación a la adaptación al aumento de la temperatura y las olas de calor, en otras palabras, la reacción como principal acción para combatir los riesgos climáticos, suele asociarse a aspectos como la falta de tiempo, la alta carga de trabajo, la falta de personal cualificado y, finalmente, a una priorización hacia los riesgos climáticos más preocupantes (entre los cuáles no figura el aumento de la temperatura y las olas de calor).

Ya en la elección de las SbN, la medida más seleccionada ha sido el pavimento permeable, el cual, según Gutiérrez et al. (2017) es la medida con menor impacto para combatir el aumento de la temperatura y las olas de calor. Sin embargo, sí que tienen un impacto positivo destacado los parques urbanos y las plazas confortables que también han sido seleccionadas por su buena acogida entre los ciudadanos. Esta evidencia concuerda a la perfección por los resultados obtenidos por Nóbrega-Carriquiry et al. (2022) para el caso de estudio del delta del río Tordera. Con un impacto intermedio, se ha seleccionado el mobiliario urbano verde y los espacios naturales protegidos. Esta última medida se ha elegido a consecuencia que gran parte del territorio de Cap de Creus se encuentra en espacios PEIN (Plan de Espacios de Interés Natural). La eficacia de esta selección no se debe a las medidas *per se* y no se deben considerar de forma inconexa entre ellas. Sino más bien, el verdadero potencial de las medidas recae en su combinación, en su aplicación de forma holística (Davis et al., 2018; EEA, 2021). En otras palabras, los pavimentos permeables, en sí mismos no tienen mucho efecto en combatir el aumento de las temperaturas, pero combinados con un parque urbano pueden revertir en una disminución considerable de la temperatura allí donde se apliquen. Este hecho contribuye a reforzar la realidad que según EEA (2021) las medidas de adaptación en general y las SbN en particular se desarrollan actualmente en las ciudades grandes y medianas, dejando atrás a pueblos y ciudades pequeñas en las dinámicas de adaptación.

En cuanto a los ámbitos de actuación presentados por Gutiérrez et al. (2017) tiene sentido que al tratarse de la administración local, el espacio público sea el ámbito con mayor número de medidas seleccionadas ya que es el ámbito sobre el que se concentran más competencias municipales. Sin embargo, los edificios juegan también un papel destacado en el proceso de adaptación. En esta dirección se han seleccionado para el futuro más SbN en este ámbito, tanto pensando en edificios públicos, como en dar soporte a los demás agentes involucrados en este ámbito de actuación.

Por otro lado, el mayor número de barreras identificadas corresponden a las institucionales u organizativas, especialmente en los municipios de más de 1.000 habitantes. Esto concuerda a la perfección con los resultados obtenidos en investigaciones similares (EEA, 2021; Lehmann et al., 2015; Uittenbroek et al., 2012). Dentro de estas barreras institucionales y organizativas destaca la importancia del liderazgo político y la mayor o menor predisposición de los técnicos a este tipo de medidas. Esto es lo que Somarakis et al. (2019) y Trémolet (2019) (citado en EEA, 2021) anuncian como organización de la gobernanza fragmentada

y es una de las principales barreras actualmente identificadas para la adaptación. Otros estudios de caso, como los llevados a cabo por Gómez Martín et al. (2017) y Torres-Bagur et al. (2019) para el sector turístico catalán, coinciden plenamente en ello. Otro aspecto de esta barrera que mencionan los autores y que se ha identificado en este trabajo, es la poca alineación existente entre instrumentos de planificación y la gran carga de requerimientos y tramitaciones asociada. En el contexto de este trabajo se traduce en la normativa municipal a través de los POUM, la diversidad de administraciones con agendas políticas diferentes que intervienen en el proceso de adaptación y la excesiva carga de requerimientos y tramitaciones percibidas que demoran los proyectos y desgastan a sus impulsores. Sin embargo, la norma y el multinivel de las diferentes administraciones también son una oportunidad identificada tanto en la literatura como en este trabajo. En el discurso general, la respuesta de la Diputación de Girona a las directrices europeas se ve útil y necesaria. Otra oportunidad, es la buena acogida que tienen en general las SbN entre las personas. Una buena acogida que puede ser fruto del aumento de la concienciación social acerca del cambio climático (y sus impactos) y la necesidad de planificar los municipios de acuerdo con los principios de adaptación y mitigación de este cambio climático (Tàbara, 2016). Además, la relación con la naturaleza tiene beneficios sociales y psicológicos para las personas (Ribeiro et al., 2021).

Finalmente, las barreras y las oportunidades aparecen en momentos concretos de las tres fases de elaboración de políticas de adaptación. Los resultados obtenidos no difieren mucho de lo expuesto por Uittenbroek et al. (2012). Así, en la fase de comprensión se dan la mayoría de las oportunidades y barreras sociales y culturales, las cognitivas y en menor medida las organizativas. Estas últimas han cobrado mucha importancia en la fase de planeamiento al igual que las financieras y tecnológicas, aunque estas dos en este trabajo representan una proporción pequeña. Más importante en esta fase son los límites ecológicos que los autores excluyen del análisis por no poderse convertir en una oportunidad. Finalmente, en la fase de gestión, las barreras y/u oportunidades organizativas/institucionales y financieras siguen teniendo un peso relevante. En cuando a la barrera/opportunidad patrimonial que se ha creado inductivamente, tiene un carácter transversal y puede darse en cualquiera de las tres fases. Sin embargo, destaca en la de comprensión como oportunidad y en el planeamiento como barrera.

## 5. Conclusiones

En los últimos 20 años se han registrado ocho olas de calor en el Cap de Creus. Las últimas han sido en 2022, con dos olas de calor de una duración de 5 días, una a finales de primavera con TN de hasta 29°C y otra en el período final de la canícula con TM registradas en el litoral de 35,5°C. La previsión es que vayan a más en su frecuencia, duración e intensidad, llegando a producirse entre 3 y 6 olas de calor entre 2020 y 2052 y hasta una ola de calor anual en un escenario RCP 8.5 a partir de 2068. Sin embargo, los responsables técnicos y/o políticos consideran este riesgo como secundario frente a otros riesgos más preocupantes (incendios, inundaciones, sequía), tanto en la actualidad como a corto-medio plazo.

Existen diferencias remarcables entre municipios de costa e interior a la hora de valorar el aumento de la temperatura y las olas de calor. Los de interior lo consideran un riesgo más importante que los de costa. En general, se considera que este riesgo va en aumento en estos últimos años. Por parte de la administración municipal se ha detectado cierta dificultad de concebir el futuro climático de la región, en cuánto a la magnitud del cambio climático y sobre todo de visualizar el conjunto de efectos que puede conllevar el aumento de la temperatura y las olas de calor. A esta dificultad cabe añadirle la confusión entre los conceptos de adaptación y mitigación. Una confusión que ha interferido, en ocasiones, en la valoración otorgada a las medidas planteadas.

De media, siempre se toman (o se tiene pensado tomar) dos medidas más de las genéricas que de las SbN. Temporalmente, dentro de cada tipo de medida (SbN o genérica) se pretenden tomar dos medidas más en el futuro respecto a las tomadas hasta el presente. Aunque las diferencias no son estadísticamente significativas debido al tamaño de la muestra, existe una intención clara a la adaptación. Las SbN más seleccionadas tanto en el presente como en el futuro corresponden al ámbito del espacio público, aquel ámbito con mayores competencias por parte de la administración municipal. Las cinco medidas consideradas como más eficaces y aplicables son: pavimento permeable, parques urbanos, plazas confortables, mobiliario urbano verde y espacios naturales protegidos. Esta última medida juega un papel relevante ya que gran parte del territorio de los municipios forma parte de un parque natural protegido. La combinación de estas medidas ha de permitir personalizar el proceso adaptativo según las necesidades y posibilidades de la zona de estudio. Las fachadas verdes, las cubiertas vegetales y las actuaciones en patios de manzana son medidas que no se han seleccionado para aplicar en el presente, ya que se consideran más urbanas. Sin embargo, se

ha constatado que existen en algunos municipios. En cualquier caso, el objetivo principal para tomar las medidas seleccionadas se relaciona con la reducción de la vulnerabilidad al riesgo estudiado.

La preferencia actual por las medidas genéricas frente a las SbN puede explicarse por dos razones. La primera, las medidas genéricas son más diversas y, además, en gran medida se toman por cumplimiento con las normativas vigentes. La segunda razón es el desconocimiento general del concepto de SbN y su impacto más allá de reducir el aumento de la temperatura y las olas de calor. Las SbN llevadas a cabo hasta el presente nunca se han aplicado teniendo en cuenta que son SbN. Este hecho también puede ser una ventaja, ya que evidencia que son medidas transversales y versátiles que pueden aplicarse desde diferentes ópticas de gestión. Se han identificado casi el doble de barreras que de oportunidades. Empezando por estas últimas, el aspecto social/cultural es en general positivo ya que este tipo de soluciones son percibidas por los entrevistados como positivas por el conjunto de la ciudadanía debido al aumento de la concienciación ambiental y los beneficios sociopsicológicos de la naturalización. Otra oportunidad es la económica a través de las ayudas nacionales y/o europeas para adaptarse y mitigar el cambio climático. También, se ha detectado una oportunidad/barrera adicional a la que ofrece la literatura científica. Se trata del aspecto patrimonial, que juega un papel relevante a la hora de querer mejorar un espacio mediante la naturalización de este, o, por el contrario, puede limitar la intervención por la presión estética del lugar.

En cuanto a las barreras, la mayoría son organizaciones/institucionales, concretamente, las normativas derivadas de la planificación urbanística (POUM), los trámites administrativos y la gestión política. También los límites físicos asociados a la orografía en los municipios de costa son una barrera a tener en cuenta, especialmente en los municipios turísticos. En tercer lugar, hay que recordar que las barreras cognitivas/formación conllevan la falta de conocimiento de las SbN. Esta barrera es más común en los municipios de interior que de costa, y entre los municipios de interior, es más común en aquellos que son turísticos. Dentro de las diferentes fases de elaboración de las políticas de adaptación, esta falta de conocimiento junto con los aspectos sociales y culturales, como la reticencia a lo desconocido (especialmente en los municipios de interior) puede explicar que la fase de comprensión sea la que presenta un mayor número de barreras. También la oportunidad social/cultural ya comentada es más presente en aquellos municipios turísticos. Los límites físicos, los institucionales/organización y los cognitivos/información ya comentados definen la fase de planeamiento. Estos dos últimos también protagonizan la fase de gestión, en la que la parte financiera puede jugar un papel relevante, tanto por la falta generalizada de fondos como por la visión que se dan nuevas subvenciones para adaptarse a los efectos asociados al cambio climático.

En definitiva, el presente artículo pone de manifiesto el desconocimiento de las administraciones locales entrevistadas acerca de la adaptación climática mediante SbN. Esto significa que queda un largo camino por recorrer con el fin de renaturalizar pequeñas poblaciones turísticas de la Costa Brava que se verán seriamente afectadas por el aumento de la temperatura y las olas de calor. Este artículo aporta más conocimiento reflexivo al ya existente acerca del debate de la adaptación climática en pequeños municipios turísticos de la Costa Brava. Además, abre la puerta a un riesgo climático poco estudiado, como es el aumento de la temperatura y las olas de calor, especialmente en esta zona donde los estudios realizados hasta ahora se caracterizan por poner el foco casi exclusivamente en otros riesgos climático como son las sequías o las inundaciones y temporales de mar. Con todo, este artículo aporta evidencias suficientes para enfatizar que las administraciones locales deben y deberán, cada vez más, dar respuestas consistentes a los impactos negativos que ocasiona el aumento de la temperatura y las olas de calor.

Para futuras investigaciones, puede resultar interesante ampliar las entrevistas a diferentes unidades de paisaje del territorio catalán y comparar así, los resultados según sus características climáticas y socioecológicas. También manteniendo el criterio de elegir municipios con un número reducido de habitantes, para no generar siempre conocimiento y soluciones desde la visión de la ciudad. Finalmente, el aumento de la temperatura y las olas de calor es un riesgo climático creciente y con el que se tendrá que convivir con total seguridad. Conocer bien sus impactos por parte de los gestores y técnicos públicos es fundamental para que las barreras que dificultan el proceso de adaptación se conviertan en oportunidades para generar territorios *habitables* para toda la sociedad.

## Financiación

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i "Adaptación a los riesgos asociados al cambio climático en espacios turísticos del litoral mediterráneo: percepción, incentivos y barreras (RISKadapT), Referencia del proyecto PID2019-104480GB-100, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/.

## Anexos

Anexo 1. Número de establecimientos turísticos y segundas residencias en los municipios del Cap de Creus<sup>9</sup>

Municipio	Tipo	Hoteles, pensiones y hostales		Campings		Rural		Total (2019)		Viviendas familiares no principales
		Establecimientos	Plazas	Establecimientos	Plazas	Establecimientos	Plazas	Establecimientos	Plazas	
Cadaqués		28	1200	1	630	0	0	29	1830	2344
Colera		3	69	1	720	0	0	4	789	833
Garriguella		2	36	1	645	10	78	13	759	113
Llançà		14	594	1	420	0	0	15	1014	6861
Palau-saverdera		2	30	0	0	3	31	5	61	218
Pau		2	50	0	0	1	7	3	57	73
Port de la Selva, el		10	320	3	1908	0	0	13	2228	1631
Portbou		4	118	0	0	0	0	4	118	525
Rabós d'Empordà		0	0	0	0	2	13	2	13	95
Roses		47	6948	4	2358	0	0	51	9306	17863
Selva de Mar, la		1	26	0	0	0	0	1	26	175
Vilajuïga		1	60	0	0	1	8	2	68	98
<b>Total</b>		<b>114</b>	<b>9451</b>	<b>11</b>	<b>6681</b>	<b>17</b>	<b>137</b>	<b>142</b>	<b>16269</b>	<b>30829</b>

Fuente: datos IDESCAT (2020b). Elaboración propia

Anexo 2. Codificación de las entrevistas realizadas y composición de la muestra de personas entrevistadas

Código	Número	Cargo				Género		Años en el cargo	Zona geográfica (ZG)		Presión turística (PTU)		Tamaño (T)	
		Técnico/a MA (TMA)	Arquitecto/a aparejador (AQ)	Alcalde/sa (AL)	Ingeniero/a (E)	F	M		Interior (I)	Costa (C)	Alta (A)	Baja (B)	Pequeño (P)	Grande (G)
1_E_M15_CAG	1				X			15		X	X			X
2_AL_M2_IBP	2			X				2	X			X	X	
3_AQ_M20_IAP	3		X					20	X		X		X	
4_TMA_F6_IAG	4	X				X		6	X		X			X
5_AQ_M10_CBG	5		X				X	10		X		X		X
6_AQ_M10_CAP	6		X				X	10		X	X		X	
7_E_M1_CAG	7				X		X	1		X	X			X

Elaboración propia

<sup>9</sup> Los datos referentes a hoteles, pensiones y hostales corresponden al año 2019 y el de segundas residencias a 2011.



Anexo 3. Libro de códigos utilizado para el análisis. Visión a través de MAXQDA

Leyenda

Código
Sub-código
Sub-código del Sub-código

1. Riesgos naturales
Diferencias entre el presente y futuro
Aumento del nivel del mar
Aumento de temperatura y olas de calor
Sequías
Incendios forestales
Inundaciones y temporales de mar
2. Impactos cambio climático
Impacto positivo
Impacto negativo
3. Unidad de paisaje
Similitudes
Diferencias
4. Impactos presentes aumento temperatura y olas de calor
Impacto negativo
Impacto positivo
5. Impactos futuros al aumento de temperaturas y olas de calor
Impacto negativo
Impacto positivo
6. Plan de Adaptación al Cambio Climático
Redacción Plan de adaptación
PAESC
7. Medidas de adaptación generales
Motivos principales para tomar medidas generales
Oportunidades
Barreras
Reactivas
Preventivas
8. Conocimiento SbN
9. Significado SbN
10. Utilidad SbN
11. Medidas SbN presente
Cubiertas verdes
Huertos en altura
Azoteas frescas
Fachadas verdes
Actuaciones en patios de manzana
Reverdecimiento de espacios interbloque
Mobiliario urbano verde
Pavimentos permeables
Plazas confortables
Microclimas de agua
Huertos urbanos
Parques y bosques urbanos
Renaturalización de solares y espacios de oportunidad
Estanques y lagos
Renaturalización de ríos y arroyos
Naturalización de infraestructuras lineales de tráfico blando
Naturalización de infraestructuras lineales de transporte de alt
Espacios naturales protegidos
Humedales
Parques periurbanos
Gestión del suelo rural
12. Medidas SbN futuro
Cubiertas verdes
Huertos en altura
Azoteas frescas

Fachadas verdes
Actuaciones en patios de manzana
Reverdecimiento de espacios interbloque
Mobiliario urbano verde
Pavimentos permeables
Plazas confortables
Microclimas de agua
Huertos urbanos
Parques y bosques urbanos
Renaturalización de espacios de oportunidad
Estanques y lagos
Renaturalización de ríos y arroyos
Naturalización de infraestructuras lineales de tráfico blando
Naturalización de infraestructuras lineales de tráfico blando
Pavimentos permeables
Naturalización de infraestructuras lineales de transporte de alta capacidad
Espacios naturales protegidos
Humedales
Parques periurbanos
Gestión del suelo rural
<b>13. Oportunidades SBN</b>
Límites físicos o ecológicos
Tecnológica
Social y cultural
Cognitiva y de formación
Organizativas/institucionales
<b>14. Beneficios SBN</b>
<b>Ambientales</b>
Reducción de la temperatura ambiente
Mejora del ciclo hidrológico
Mejora calidad del agua
Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión
Mejora calidad del aire
Mejora de la calidad y confort acústico
Biodiversidad
Almacenamiento de carbono
<b>Sociales</b>
Salud y calidad de vida
Recreo y educación ambiental. Puesta en valor del espacio para e
Regeneración de zonas degradadas y potencial reducción de criminalidad
<b>Económicos</b>
Reducción de la demanda energética
Empleo local
Incremento del valor del suelo y la propiedad
<b>15. Barreras SBN</b>
Límites físicos y ecológicos
Tecnológicos
Sociales y culturales
Cognitivas y de información
Organizativos/institucionales
<b>16. Inconvenientes aplicación SBN</b>
Liberación a causa de las olas de calor de componentes biológico
Efectos de gentrificación
Aumento de los efectos negativos del polen en la población alérgica
Uso de pesticidas/insecticidas
<b>17. Fases de elaboración de políticas de adaptación</b>
Comprensión
Planeamiento
Gestión
<b>18. Aproximaciones para aplicar las SBN</b>
Reducir la exposición
Reducir vulnerabilidad
Respuesta efectiva ante un desastre
Recuperación efectiva ante un desastre

Elaboración propia

Anexo 4. Imágenes de las SbN ya aplicadas en el área de estudio

Ámbito: Edificios

Medida:

Fachada verde



Edificio privado (Garriguella)

Fotografía de Ernest López Sirvent

Cubierta Verde



Museo de la Ciutadella (Roses)

Fotografía de Ernest López Sirvent

“Reverdecimiento” de espacio interbloque



Jardines del Mas de les Figueres (Roses)

Fotografía de [Emporda.info](http://Emporda.info)

Ámbito: Espacio público

Medida:

Mobiliario verde urbano



Rambla Catalunya (Portbou)

Fotografía de Ernest López Sirvent

Renaturalización espacio oportunidad



Torre de nidificación *Falco naumanni* en Puig de Llorí (Palau-Savardera)

[Paisatges Vius](http://PaisatgesVius.com) - Torre de nidificación Puig de Llorí

Ámbito: Espacio público

Medida:

Pavimento permeable



Es Rastell en Plaça Doctor Trèmol (Cadaqués)

Fotografía de Ernest López Sirvent

Ámbito: Masas de agua

Renaturalización de ríos y arroyos



Riera Ginjolars (Roses)

Fotografía de Ernest López Sirvent

## Referencias

- Agencia Estatal de Meteorología. (2019). *Olas de calor en España desde 1975* (Issue 1645). [http://www.aemet.es/ca/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/olascalor](http://www.aemet.es/ca/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olascalor)
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator based report* (Issue 1). <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2021). *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction*. <https://doi.org/10.2800/919315>
- Basagaña, X., Sartini, C., Barrera-gómez, J., Dadvand, P., Cunillera, J., Ostro, B., Sunyer, J., & Medina-Ramón, M. (2011). Heat Waves and Cause-specific Mortality at all Ages. *Epidemiology*, 22(6), 765–772. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31823031c5>
- Batlle, E., & Sacrest, C. (2020, July 29). Nits tropicals arreu de la província i termòmetres per sobre dels 35 graus. *Diari de Girona*. <https://www.diaridegirona.cat/comarques/2020/07/28/nits-tropicals-arreu-provincia-i-48697419.html>
- Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales. (2020). *Mapa de cobertes del sòl de Catalunya*. <http://www.creaf.uab.es/mcsc/index.htm>
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, A., Lange, M. A., Lionello, P., Llasat, M. C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M. N., & Xoplaki, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11), 972–980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Cramer, W., Guiot, J., & Marini, K. (2018). *Risks associated to climate and environmental changes in the Mediterranean region. A preliminary assessment by the MedECC Network*. <https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-booklet.pdf>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. In IUCN. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>
- Davis, M., Abhold, K., Mederake, L., & Knoblauch, D. (2018). *Nature-Based Solutions in European and National Policy Frameworks*. May, 52. <https://naturvation.eu/result/nature-based-solutions-european-and-national-policy-frameworks>
- European Commission. (2021a). *Nature-based Solutions*. [https://rea.ec.europa.eu/funding-and-grants/horizon-europe-cluster-6-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment/nature-based-solutions\\_en](https://rea.ec.europa.eu/funding-and-grants/horizon-europe-cluster-6-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment/nature-based-solutions_en)
- European Commission. (2021b). *Science for Environment Policy: The solution is in nature* (Issue Future Brief 24). <https://doi.org/10.2779/00625>
- Fraguell, R. M., Gómez, M. B., Llurdés, J. C., Martí, C., Ribas, A., & Saurí, D. (2016). Turisme. In Institut d'Estudis Catalans; Generalitat de Catalunya (Ed.), *Tercer Informe Sobre el Canvi Climàtic a Catalunya* (1st ed., pp. 383–407).
- Gómez Martín, M. B., Armesto López, X. A., & Cors Iglesias, M. (2017). Percepción del cambio climático y respuestas locales de adaptación: el caso del turismo rural. *Cuadernos de Turismo*, 39, 287. <https://doi.org/10.6018/turismo.39.290571>
- Gupta, J., van der Leeuw, K., & de Moel, H. (2007). Climate change: a 'glocal' problem requiring 'glocal' action. *Environmental Sciences*, 4(3), 139–148. <https://doi.org/10.1080/15693430701742677>
- Gutiérrez, L., García, G., & García, I. (2017). 'Soluciones Naturales' para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. <https://www.steam.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/documentacion/2017/klimatek-soluciones-naturales-para-la-adaptacion-al-cambio-climatico-en-el-ambito-local-de-la-comunidad-autonoma-del-pais-vasco/>
- Hernández, A., & Juanola, A. (2018, August 2). L'onada de calor converteix les nits en tropicals per sobre dels 20 graus. *Diari de Girona*. <https://www.diaridegirona.cat/comarques/2018/08/02/girona-pais-tropical/927985.html>

- Huberman, M., & Miles, M. (2000). Métodos para el manejo y el análisis de datos. In U. de G. El colegio de Sonora (Ed.), *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en investigación social* (pp. 253–301).
- Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña. (2022). *Cartografía vectorial*. <https://www.icgc.cat/es/Descargas/Cartografia-vectorial>
- Instituto de Estadística de Cataluña. (2016). *Estimacions de població estacional*. <https://www.idescat.cat/pub/?id=epe>
- Instituto de Estadística de Cataluña. (2020). *Ocupació en establiments hotelers. Marques turístiques*. <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=552>
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Municipios*. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=33788#!tabs-tabla>
- Kendon, E. J., Roberts, N. M., Fowler, H. J., Roberts, M. J., Chan, S. C., & Senior, C. A. (2014). Heavier summer downpours with climate change revealed by weather forecast resolution model. *Nature Climate Change*, 4(7), 570–576. <https://doi.org/10.1038/nclimate2258>
- Lehmann, P., Brenck, M., Gebhardt, O., Schaller, S., & Süßbauer, E. (2015). Barriers and opportunities for urban adaptation planning: analytical framework and evidence from cities in Latin America and Germany. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(1), 75–97. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9480-0>
- Lopes, H. S., Remoaldo, P. C., Ribeiro, V., & Martín-Vide, J. (2021). Perceptions of human thermal comfort in an urban tourism destination – A case study of Porto (Portugal). *Building and Environment*, 205(July). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108246>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Perspectivas metodológicas y diseños mixtos. In *Metodologia de la Investigació Social Cuantitativa*. Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. <https://doi.org/10.1344/rezyd2018.17.13>
- Martí, X. (2015, July 6). Les comarques gironines registren les temperatures més altes de tot l'Estat. *Diari de Girona*. <https://www.diaridegirona.cat/comarques/2015/07/06/comarques-gironines-registren-temperatures-mes/733141.html>
- Miles, M., Huberman, M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative Data Analysis. A method Sourcebook* (4th ed.). SAGE.
- Mueller, B., & Seneviratne, S. I. (2012). Hot days induced by precipitation deficits at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(31), 12398–12403. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204330109>
- Nóblega-Carriquiry, A., March, H., & Sauri, D. (2022). Community Acceptance of Nature-Based Solutions in the Delta of the Tordera River, Catalonia. *Land*, 11(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/land11040579>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2014). Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. (Vol. 53, Issue 9, p. 1132). Cambridge.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Summary for Policymakers* (Vol. 18, Issues 3–4). <https://doi.org/10.1260/095830507781076194>
- Regions4. (2020). *RegionsAdapt Brief Report* (Vol. Regions4). <https://regions4.org/publications/regionsadapt-brief-report-2020/>
- Ribas, A., Calbó, J., Llausàs, A., & López, J. A. (2008). *Avaluació dels efectes del canvi climàtic a la Costa Brava* (Issue 1). [https://www.cilma.cat/wp-content/uploads/2010/09/avaluacio\\_dels\\_efectes\\_del\\_canvi\\_climatic\\_a\\_la\\_costa\\_brava\\_1a\\_part\\_institut\\_de\\_medi\\_ambient\\_de\\_la\\_universitat\\_de\\_girona\\_2008.pdf](https://www.cilma.cat/wp-content/uploads/2010/09/avaluacio_dels_efectes_del_canvi_climatic_a_la_costa_brava_1a_part_institut_de_medi_ambient_de_la_universitat_de_girona_2008.pdf)
- Ribeiro, A. I., Triguero-Mas, M., Jardim Santos, C., Gómez-Nieto, A., Cole, H., Anguelovski, I., Silva, F. M., & Baró, F. (2021). Exposure to nature and mental health outcomes during COVID-19 lockdown. A comparison between Portugal and Spain. *Environment International*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106664>

- Runhaar, H., Mees, H., Wardekker, A., van der Sluijs, J., & Driessen, P. P. J. (2012). Adaptation to climate change-related risks in Dutch urban areas: Stimuli and barriers. *Regional Environmental Change*, 12(4), 777–790. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0292-7>
- Rutty, M., & Scott, D. (2013). Differential climate preferences of international beach tourists. *Climate Research*, 57(3), 259–269. <https://doi.org/10.3354/cr01183>
- Sauer, I., Roca, E., & Villares, M. (2022). Beach Users' Perceptions of Coastal Regeneration Projects as An Adaptation Strategy in The Western Mediterranean. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 46(3), 418–441. <https://doi.org/10.1177/1096348019889112>
- Sekulova, F., Baró, F., Campos, L., & Llabrés, A. (2020). *Les solucions basades en la natura en l'àmbit municipal* (Primera). Diputació de Barcelona.
- Servei Meteorològic de Catalunya. (2021). *Estacions automàtiques*. <https://www.meteo.cat/observacions/xema/dades?codi=D6&dia=2021-06-14T00:00Z>
- Servei Meteorològic de Catalunya. (2022). *Observatori*. <https://www.meteo.cat/observacions/xema/dades?codi=D4&dia=2022-07-25T00:00Z>
- Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (2019). *ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook*. ThinkNature project funded by the EU Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 730338. <https://doi.org/10.26225/jerv-w202>
- Tàbara, J. (2016). Percepció i comunicació del coneixement sobre el canvi climàtic a Catalunya. In Institut d'Estudis Catalans; Generalitat de Catalunya (Ed.), *Tercer Informe Sobre el Canvi Climàtic a Catalunya* (1st ed., pp. 558–578).
- Tàbara, J., Breton, F., Llasat, M., Oltra, C., Serra, A., Sala, R., Solà, R., Trujillo, A., & Tous, C. (2008). *Percepció pública i política del canvi climàtic a Catalunya* (1st ed.). Consell Assessor per Desenvolupament Sostenible.
- Tataret, M., & Angusto, J. (2018). *Una anàlisi del progrés social a la demarcació de Girona* (1st ed.). F. C. Europa. <https://www.catalunyaeuropa.net/ca/publicacions/129/sinergies-entre-el-progrés-social-i-els-ods-el-cas-de-la-demarcació-de-girona.html>
- Taulé, G. (2021, July 25). Les onades de calor sovintegen més a l'Alt Empordà en els últims anys respecte a la resta de Catalunya. *El Diari de Girona*.
- Teixidor, L. (2022, August 5). L'estiu més mortífer per la calor a Girona. *Diari de Girona*. [https://www.diaridegirona.cat/comarques/2022/08/05/l-estiu-mes-mortifer-per-73083288.html?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=autonewsletter&utm\\_content=Titulars\\_del\\_dia&pnextid=XOU15kFA6ChLy1HE\\_YrPB0QU.gA2wOgr\\_I5KHP0GNYj](https://www.diaridegirona.cat/comarques/2022/08/05/l-estiu-mes-mortifer-per-73083288.html?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=autonewsletter&utm_content=Titulars_del_dia&pnextid=XOU15kFA6ChLy1HE_YrPB0QU.gA2wOgr_I5KHP0GNYj)
- Torres-Bagur, M., Ribas Palom, A., & Vila-Subirós, J. (2019). Perceptions of climate change and water availability in the Mediterranean tourist sector: A case study of the Muga River basin (Girona, Spain). *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 11(4), 552–569. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-10-2018-0070>
- Uittenbroek, C. J., Janssen-Jansen, L. B., & Runhaar, H. A. C. (2012). Mainstreaming climate adaptation into urban planning: Overcoming barriers, seizing opportunities and evaluating the results in two Dutch case studies. *Regional Environmental Change*, 13(2), 399–411. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0348-8>
- Valles, M. (2009). Entrevistas cualitativas. In Centro de Investigaciones Sociológicas (Ed.), *Cuadernos Metodológicos* (1st ed.). <https://libreria.cis.es/libros/entrevistas-cualitativas/9788474763423/>
- Vicedo-Cabrera, A. M., Scovronick, N., Sera, F., Royé, D., Schneider, R., Tobias, A., Astrom, C., Guo, Y., Honda, Y., Hondula, D., Abrutzky, R., Tong, S., Huber, V., & Gasparrini, A. (2021). The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>
- Wamsler, C., Pauleit, S., Zölch, T., Schetke, S., & Mascarenhas, A. (2017). Mainstreaming Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation in Urban Governance and Planning. In N. Kabisch, J. Stadler, H. Korn, & A. Bonn (Eds.), *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas* (1st ed., pp. 257–273). Springer Open. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- Wolf, N., & Silver, C. (2018). *Qualitative Analysis using MAXQDA. The five level QDA Method* (Taylor & Francis (ed.)). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315268569>





# Assessment of landscape visual fragility in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves (southern Spain)

## Evaluación de la fragilidad visual del paisaje en el Espacio Protegido Sierra de las Nieves (sur de España)

### AUTHORSHIP


**Mario Menjibar-Romero** 

Geomorphology and Soils Laboratory, Habitat, Territory and Digitization Institute, University of Malaga, Spain.

**Ricardo Remond** 

Faculty of Geography, University of Havana, Cuba.

**Juan Francisco**

**Martínez-Murillo** 

Geomorphology and Soils Laboratory, Habitat, Territory and Digitization Institute, University of Malaga, Spain.

Department of Geography, University of Malaga, Spain.

### DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.25021>

### CITATION

Menjibar-Romero, M., Remond, R., & Martínez-Murillo, J. F. (2023). Assessment of landscape visual fragility in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves (southern Spain). *Investigaciones Geográficas*, (80), 57-79. <https://doi.org/10.14198/INGEO.25021>

### CORRESPONDENCE

Mario Menjibar-Romero ([mariomenjibar@uma.es](mailto:mariomenjibar@uma.es))

### HISTORY


Received: 26 April 2023

Accepted: 26 June 2023

Published: 19 July 2023

### TERMS

© by the authors

 This work is published under a license [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Abstract

Visual fragility is a fundamental analysis of landscape quality, especially for protected natural areas highly valued for their biodiversity, geodiversity and cultural heritage. This is the case of the Sierra de las Nieves Protected Natural Area, located in southern Spain, declared a national park in 2021 and which brings together outstanding natural systems. Its aesthetic character is a key point for both the local population and visitors, so phenomena such as fire pose a territorial threat. This study analyses which are the most fragile landscapes from a visual point of view. Thus, using spatial analysis techniques in GIS, the landscape units were delimited and their visual fragility was evaluated considering a 5x5m DEM of spatial resolution and defining visual basins from geolocated points along the road network, which included paved roads, unpaved roads and official trails of the study area. The results indicate a broad spatial variability in visual fragility depending on the observation point, throughout the natural area, although the landscapes with the highly valued forests of *Abies pinsapo* Boiss. and *Quercus alpestris* showed the greatest fragility, especially those located in the central, southern and eastern sectors over 900 m above sea level. These results contribute to managing the areas most exposed to threats with a visual impact, such as fire, which can negatively influence the aesthetic character of the landscapes of the Sierra de las Nieves.

**Keywords:** Landscape units; visual fragility; road network; natural protected area; Sierra de las Nieves.

## Resumen

La fragilidad visual es un análisis fundamental en la calidad del paisaje, especialmente, para espacios naturales protegidos muy valorados por su biodiversidad, geodiversidad y patrimonio cultural. Este es el caso del Espacio Natural Protegido de la Sierra de las Nieves, situado en el sur de España, declarado parque nacional en 2021, que reúne sistemas naturales destacados. Su carácter estético es un punto clave tanto para la población local como para los visitantes por lo que fenómenos como el fuego suponen una amenaza territorial. Este estudio analiza cuáles son los paisajes más frágiles desde el punto de vista visual. Así, utilizando técnicas de análisis espacial en SIG, se delimitaron sus unidades de paisaje y se evaluó la fragilidad visual de estas, considerando un MDE de 5x5m de resolución espacial y definiendo cuencas visuales desde

puntos geolocalizados a lo largo de la red viaria, que consideraba carreteras asfaltadas, caminos sin asfaltar y senderos oficiales del espacio natural. Los resultados indican una gran variabilidad espacial en la fragilidad visual dependiente del punto de observación, en todo el espacio natural, si bien los paisajes con bosques muy valorados de *Abies pinsapo* Boiss. y *Quercus alpestris* mostraron la mayor fragilidad, especialmente, aquéllos localizados en los sectores central, meridional y oriental por encima de 900 m.s.n.m. Estos resultados contribuyen a gestionar las zonas más expuestas a amenazas con impacto visual, como es el fuego, que pueden influir negativamente en el carácter estético de los paisajes de la Sierra de las Nieves.

**Palabras claves:** Unidad de paisaje; fragilidad visual; red viaria; espacio natural protegido; Sierra de las Nieves.

## 1. Introduction

Studies on landscape analysis are usually faced following a dual approach: i) the total landscape or phenosystem analysed based on indirect methods such as inventory, description, and distribution of the inter-related landscape components (reliefs, vegetation, hydrology, etc), and their features (slopes, orientation, etc.); ii) the visual aspect of the landscape or cryptosystem based on indirect methods assessing either the natural environment with aesthetic criteria of beauty or forms perception (García-Quintana et al., 2005; Klauko et al., 2017; Martínez-Graña & Valdés, 2016). The land management planning should be based on the carrying capacity of the territory, determining the different levels of protection required for important natural features, obtaining input from human activities as prescribed the resilience or land use grade integrating the results with environmental values (Bastin et al., 2013; Martínez-Graña et al., 2019; Nativi et al., 2013). A significant environmental impact, especially in nature protected areas, is linear infrastructure (e.g., roads, power lines, pipelines, forest paths, hiking trails, etc.) but also climate change (Gutiérrez-Hernández et al., 2018) and wildfires (Ojeda et al., 2021), especially in Mediterranean environments. All of them may affect the environmental quality of areas with high biodiversity and geodiversity, but also of cultural heritage, so an active management by public administration is fully desirable (Martínez-Graña et al., 2014; Samarasinghe & Strickert, 2013).

The European Landscape Convention (2000) signified the methodological review of the relationships between land observable components in an accessible way by the average subject and their current spatio-temporal composition. Thus, the approach to landscapes from the scientific perspective incorporated features, which are aesthetically identified by the observer (Saeidi et al., 2017; Vallina Rodríguez, 2020). Landscape is no longer seen and treated as a combination of sciences but is placed above them to become a universal way of observing the environment. This study adopted the conception of landscape made by Cancer (1994), which defines it as a set of visible or invisible facts, from which the observer perceives, at a given moment, a global result of a territory. Thus, if the landscape has an evident exteriorization of visual character, it seems coherent to consider in its analysis also the observer himself and the evocations or sensations of aesthetic nature that he perceives. Faced with these new challenges posed by the field of knowledge on landscape, the sciences, and more specifically the geographical sciences, reacted decades ago with the emergence (Hermes et al., 2018) of new techniques and procedures of valuation and aesthetic and/or environmental objectification of the perceived landscape, that is, the visual landscape.

The determinations that can be made about visual quality from any scientific discipline are among the most difficult aspects to quantify in terms of the quality of the visual experience with regard to the environment, since their calculations must constantly balance naturalness and the preservation of pre-eminent values (Franch-Pardo & Cancer, 2017). All these estimates, of course, are theoretical level, but they have an empirical reflection based on specific landscapes, with multiple and varied interests for the population, and where it will be necessary to consider the uses that are or may be developed in these landscapes (Vallina Rodríguez, 2020). Two are the components that will generally be used in the determination of the overall value of landscape quality: quality and visual fragility, both of which can be evaluated by means of direct or indirect methodologies. This research will only consider visual fragility as a basis for landscape assessment, understood as the degree of susceptibility to deterioration through the incidence of certain actions (Dos Santos Pires, 2011). Thus, the visual fragility of landscape may be used as a criterion for evaluating its vulnerability to human activity or any other risk factors causing the loss of its pre-existing visual quality may be one feasible approach. In fact, there have been conducted scientific studies dealing with this concept to assess the impact of linear infrastructures (Martínez-Graña et al., 2019), rapid changes in vegetation cover (Scarfò et al., 2013), and wildfires (Ojeda et al., 2021).

In natural protected areas, it is a key issue delimiting and inventorying which natural systems are more exposed to threats leading to decrease biodiversity and geodiversity. However, those areas are usually highly valued from an aesthetic point of view by both locals and visitors alike as well. The study of the aesthetic-visual dimension of landscapes has been extensively approached by numerous authors, among whom the Anglo-American school of "Landscape planning and architecture" stands out first (Linton, 1968; Litton, 1972; M. Laurie, 1983; I. C. Laurie, 1975; Lovejoy, 1973; McHarg, 1969; Zube, 1976; Ramos et al. 1976). In subsequent decades, various methodological approaches applied to land use planning have emerged with authors such as Aramburu Maqua & Escribano Bombín (2014). The development of informatics and computers since the second half of the 1980s allowed one constant expansion of knowledge in this field and the possibility of making a quantitative treatment to a wide variety of data (Sang et al., 2016; Parrilla Alcalá et al., 2005; David et al., 2013; Giolito & Meyer, 2016; Vallina Rodríguez, 2020). Through the quantification of visual fragility, the degree of deterioration of the landscape properties can be obtained depending on the type of activity that affects it. The methodology to be followed for this quantification has been addressed by numerous authors from different points of view (Fischer, 1995; Bishop, 2002, 2003; Turner & Gardner, 2001).

The Natural Protected Area of Sierra de las Nieves (NPA Sierra de las Nieves, in advance) has recently become member of the Spanish National Park Network because of the existence of remarkable natural systems, especially, those of fir forest (*Abies pinsapo* Boiss.), pine forest in peridotites relieves, and high mountain oaks (BOE, 2021). But this territory is not only outstanding due to the ecological values, but also for remarkable aesthetic values for the local population and visitors. Besides, it is in a region of a wide variety of threats such as climate change with implications to the type and vegetation cover, wildfires, water resources, and sudden land use changes (Delgado-Peña et al., 2017; Martínez-Murillo et al., 2016). Accordingly, it is justified the aim of this study as the assessment of the visual fragility in the landscape units from the NPA Sierra de las Nieves. Namely, the specific objectives are the following: i) describing landscape units in the study area; and ii) determining the visual fragility of the landscape units considering visual basins from road network including main and unpaved roads, and trails because of their great use by tourist and local population to visit and moving around the NPA Sierra de las Nieves.

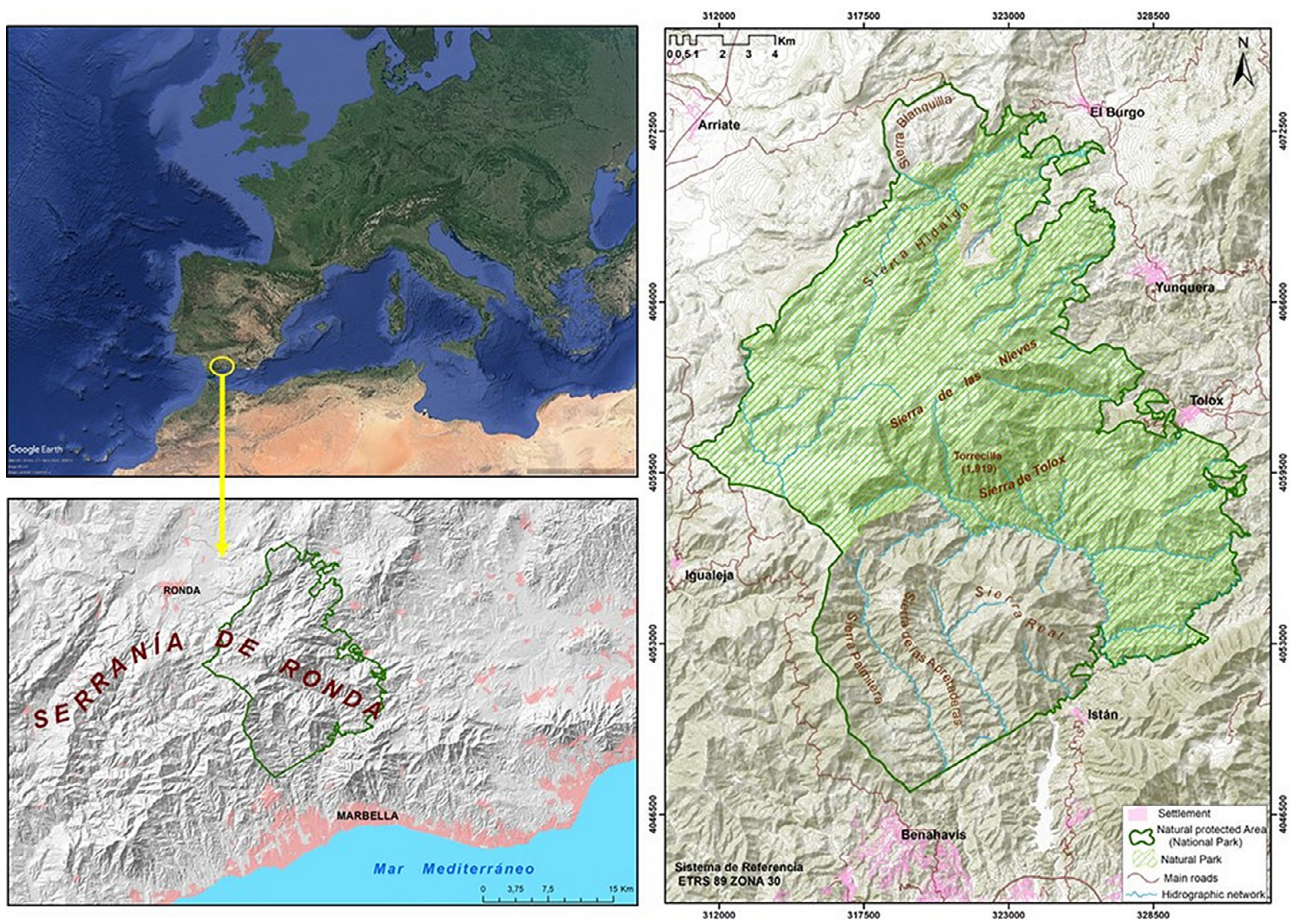
## 2. Methodology

### 2.1. Study area

The NPA Sierra de las Nieves includes both the territory declared as a Natural Park in 1989 and National Park in 2021, located in southern Spain (Figure 1), namely, closed to Marbella urban area in the West Coast of the Province of Málaga. In total, the NPA has a total area of 29,576.76 ha (National Park: 22,979.76 ha, Natural Park: 6,597.00) (MITECO, 2023). The geographic area of the NPA covers a territory integrated into the Serranía de Ronda, pouring into three watersheds: Guadalhorce, Verde, and Guadiaro rivers. The relief is structurally controlled in a series of orographic accidents, with altitudes that generally range between 300 and 2,000 m.a.s.l. (maximum altitude: Torrecilla Peak, 1,919 m.a.s.l.). This complex orography is resolved either in deep stream valleys towards the southern area, where peridotite and schist lithologies dominate, and mountain ridges on the northern one. Both are separated by a raised massif and plateau in the central sector, crowned by the Torrecilla Peak, all constituted fundamentally by calcareous rocks, affected by strong jointing and karstic processes.

According to the climatic classification proposed by Olmedo-Cobo & Gómez-Zotano (2017) for the Serranía de Ronda, the NPA is characterized by a Mediterranean climate but with spatial differences due to altitude and exposure to humid westerly winds: i) subhumid to humid oceanic Mediterranean climate at the lowest and southern altitudes near the coast; ii) mid-mountain coastal humid oceanic Mediterranean climate in western; iii) hyper-humid to humid semi-oceanic Mediterranean climate in western upper areas; iv) Mediterranean subhumid to humid semi-continental climate in the lowest altitudes in its eastern and north-eastern sectors; humid semi-continental Mediterranean climate in the centre and northern areas; and iv) hyperhumid semi-continental Mediterranean climate above 1,500 m.a.s.l. In general, rainfalls present an altitudinal gradient of increase but also from East to West, with averages ranging from 500 mm y<sup>-1</sup> on the lowest and east-facing slopes, towards the Gualdahorce river valley, to more than 1,300 mm y<sup>-1</sup> in the areas exposed to humid Atlantic air masses and above 1,500 m.a.s.l. Meanwhile, average temperatures are highly affected by altitude, proximity to the sea and exposure, with average values ranging from 15.5-18.0 °C at the lowest altitudes near the coast and lowest eastern slopes to less than 6-9°C above 1,500 m.a.s.l.

Figure 1. Location and limits of the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



Source: BOE (2021), Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul (2023), Google Earth Pro, and geodata available in Centro de Descargas del CNIG and Red Ambiental de Andalucía (2023)

The orographic, geological and climatic diversity translates into a wide variety of natural systems. As stated in the Declaration of the Sierra de las Nieves National Park (BOE, 2021), among those stands out (Figure 2): “fir forests”, with a massive and outstanding presence of *Abies pinsapo* Boiss., distributed mainly in the central and northern sector of the NPA; “peridotite black pine forests of the western *Malacitano* biogeographical sector” in the peridotite relieves, “Eurasian junipers”, “cork oaks” in the schistose metamorphic relieves with abundant rainfall; and the “high altitude shrubs and prairies” in the high and central sector plateau massif, providing a high mountain landscape. However, since we are dealing with an eminently Mediterranean mountain, these natural systems are not exempt from the human footprint which has been carved since prehistoric times, with the passage of different cultures and civilizations that have taken advantage of the territory resources. Massive felling trees to obtain charcoal as well as shipbuilding, grazing activity, and fire have been shaping agents of the current landscape, introducing changes in the composition, physiognomy and structure of the vegetation cover, in the geomorphological system, especially, due to the action of surface runoff waters and the consequent erosive processes, and in soils that have suffered remarkable processes of degradation and desertification.

Figure 2. Views of the main natural systems in the Natural Protected Area of Sierra de las Nieves: Fir forest of *Abies pinsapo* Boiss. (top), pine forests in peridotite relieves (middle), and pastures and disperse deciduous oaks (*Quercus alpestris*) in higher altitudes (bottom)



Photographs by authors

## 2.2. Data

Data to delimit the landscape units as well as the spatial analysis of visual fragility is included in Table 1. Vector and raster layers related to topography, geology, climate, and land uses were retrieved from public cartographic databases. This information was completed with data published in scientific journals and field campaigns.

Table 1. Variables and data source

Source	Type of data	Data
National Geographic Institute (IGN)	Vector and raster layers	DEM (resolution, 25 m). 2022-aerial photo.
Geological and Mining Institute of Spain (IGME)	Vector layer	Geological map.
Environmental Data Network of Andalucía (REDIAM)	Vector layers	Limit of protected natural area. Hydrographic network. Land use (2018-SIPNA). Road, unpaved road, and trail networks.
Scientific publications	Bibliographic data bases	Publications about geographical settings, climate, and landscape.
Field work	Mapping	Validation of maps.

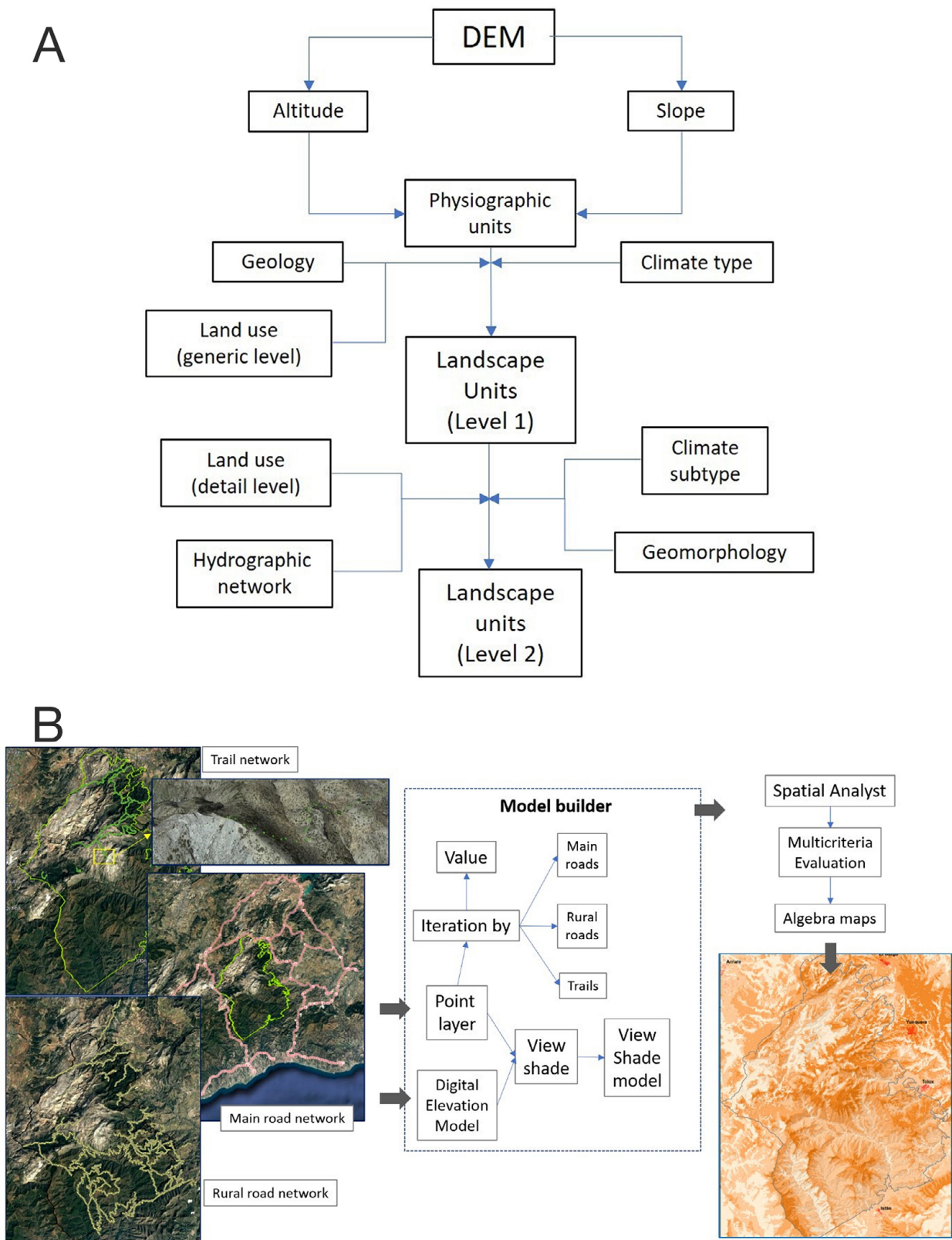
Own elaboration

## 2.3. Delimitation of landscape units

To delimit, inventory, and describe the landscape, there have been proposed numerous methods, especially from the cartographic point of view with the development of geographic information technologies during the last three decades. In a systematic review, Simensen et al. (2018) found three methodological strategies to delimit landscape units: i) evaluation approaches of the holistic nature of the landscape; ii) landscape characterization methods based on the a priori selection of geo-ecological properties and land use; and iii) approach to the biophysical characterization of the landscape, which largely relies on statistical analysis to identify variation gradients in the presence and/or absence of landscape elements and properties. In accordance with those authors, this study can be included in the second one strategy. Indeed, this one was selected because of three main reasons: i) the great variety of topographical, geological, climatological, and land use and vegetation features in the study area, ii) the freely available spatial data of these variables in public digital repositories, and iii) major objectivity in the mapping process.

In the classification and mapping of landscape units, different procedures can be used based on the analysis of different thematic maps in GIS (Quintela, 1995; Priego-Santander et al., 2003; Ramón et al., 2009). This approach constitutes from the practical point of view one of the most complicated aspects in all landscape research, due to the hierarchy that must be taken into account in the natural components and the very nature of the data and its dissimilar representations in the GIS. In the present work the map of landscape units is made according to the initial scheme proposed by Quintela (1995). The method is based on the superimposition of different vector layers of each of the selected variables, at two levels of spatial approximation. The superposition leads to the generation of a new cartographic product, which is in turn refined based on two criteria: i) the minimum mappable area; and ii) the expert criterion for the spatial reorganization of the new topologies generated according to attributes. The resulting maps of landscape units is based on the superpositions of geodata files (vector type) delimited in two spatial scale of approach ( $E=1:100.000$  -generic level- and  $E=1:25.000$  -detail level-). Once the landscape units are obtained in both spatial approaches, calculations of their extension and perimeter are made, as well as their geo-ecological description. Figure 3A and 3B shows the methodological flow followed to delimit the landscape units and determine the visual fragility in this study, respectively. Firstly, at the generic approach, the physiographic units are defined based on topographical attributes. Secondly, these units are superimposed to geology and climate spatial units, obtaining what can be considered as structural landscape units. Finally, these ones are featured from the land use and land cover point of view. In a second approach, the detail one, the generic landscape units are thoroughly described and delimited adding other variables: hydrographic network, geomorphological landforms, climatic subtypes, and detailed land use and land cover. As the landscape units are mapped at both spatial approaches, a database of units and associated features is constructed.

Figure 3. Flow chart of the methodology to delimit landscape units (3A, top) and quantify and map the visual fragility (3B, bottom)



Own elaboration

### 2.4. Spatial analysis of visual fragility

The spatial analysis of visual fragility was performed as shown in Figure 3B. The procedure was conducted using the 3D-Analyst package for ArcMap 10.8.2. Firstly, the road network was selected including paved and

unpaved roads, and official trails. This road network was selected based on the following criterion: i) due to technical constraints, only the closest road network to the study area and those within it were selected to not operate with a large amount of spatial data, and ii) only the official trails from the NPA Sierra de las Nieves established by their land managers. After the selection of the road network, a number of observation points were generated at an equidistance of 100 metres along these one and used to delimit visual basins based on one 5-metres of spatial resolution DEM; the selection of multiple observation points was required because it was assumed that the potential observers were in motion along the road network. The procedure resulted in raster maps of visual basins from each observatory points. An important issue to solve was the above-mentioned repeated generation of visibility analysis. For this purpose, it was necessary to design a model in a GIS environment, which linked the analysis performed with the maps involved in the process, allowing it to be repeated from each observation point and integrating the result in a single final map through the sum of the models obtained from each observation point in raster format. The following step consisted in the integration of those maps in a one final raster of visual basins using Multicriteria Evaluation techniques (MCE) per each road network (main roads, unpaved roads, and trails). Due to the lack of data about daily mean intensity in the road network, the weight given in the MCE for each of them was equalled to 1/3. This described process was applied similarly to the three networks of paved and unpaved roads, and official trails to make comparable the results.

Regarding the measurement of visual fragility, the fragility values were calculated for each cell of the viewshed to build the visual fragility map covering the visible areas from the observation points defined in each network. In order not to build maps with either many different classes of visual fragility, a simple scoring system was adopted with 4-classes of fragility based on the classification of the original data of visual fragility according to natural breaks: 0 = null, 1 = low, 2 = medium, and 3 = high. Namely, the visual fragility map shows the number of times a 25m<sup>2</sup> cell (given that a 5x5 m spatial resolution DEM has been used as a basis) is visible from the considered road network (including paved and unpaved roads and official trails), on a continuous scale from zero to one and then reclassified into 4 intervals based on Jenks' natural cut-off algorithm.

Finally, to determine the specific visual fragility of each landscape unit an overlay mapping procedure was performed resulting in quantitative data of different degrees of fragility for each one of those units. This let analyse both global and specific visual fragility of the PNA and their landscape units. To do this, it was used the spatial analyst tool 'Extract point value from raster' in ArGIS 10.8.2.

### 3. Results

#### 3.1. The landscape units in the Natural Protected Area of Sierra de las Nieves

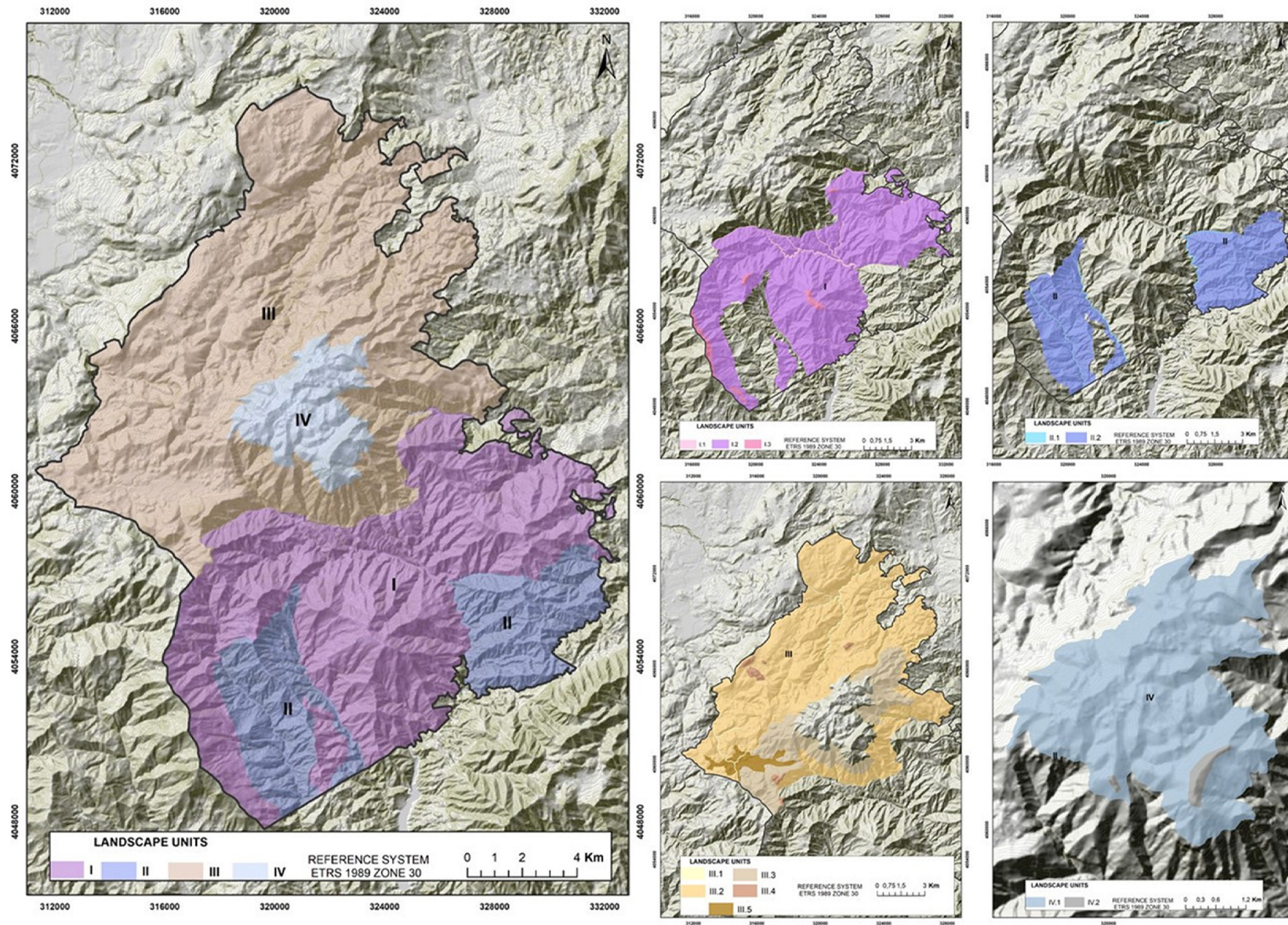
The NPA Sierra de las Nieves has been divided into 4 landscape units at level 1 (E = 1:100,000) (Figure 4). Each of these four units occupy a relative area equal to: unit I, 34.4%; unit II, 13.2%; unit III, 46.4%, and unit IV, 6.0%. The variety of the geological substratum and the climatic variability introduced by altitude and exposure, which impose their influence on the composition and development of the vegetation cover, differentiated the landscape units. Also, Figure 4 includes the landscape units at level 2 with more detail.

The geo-ecological features of the landscape units at level 1 and 2 are the followings:

- Unit I: *medium altitude mountains of plutonic bedrock with incised valleys, oceanic Mediterranean climate, and forestry land use.*
- Unit I.1: *thalwegs and channels in mid mountain valleys, 300-1,500 m.a.s.l., moderate to steep slopes; bedrock of peridotite and serpentinite; humid oceanic Mediterranean climate; vegetation: riparian vegetation; denudative relief, fluvial processes and morphologies; land use: forestry.*
- Unit I.2: *hillslopes in mid mountains, 300-1,500 m.a.s.l., moderate to steep slopes; bedrock of peridotite and serpentinite; humid oceanic Mediterranean climate; vegetation: forest (conifers: *Pinus pinaster*); denudative relief, hillslope and fluvial processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.*
- Unit I.3: *summits in mid mountains, 600-1,500 m.a.s.l., slight to moderate slopes; bedrock of peridotite and serpentinite; hyper-humid oceanic Mediterranean climate; vegetation: prairies and rock outcrops, and sparse shrub; denudative relief, hillslope and gravitational processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.*



Figure 4. Maps including units at level 1 and 2 of approach in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



Own elaboration

-Unit II: medium altitude mountains of metamorphic bedrock with incised valleys, oceanic Mediterranean climate, and forestry land use.

-Unit II.1: thalwegs and channels in mid mountain valleys, 300-1,500 m.a.s.l., moderate slopes; bedrock of schist and gneiss; humid and subhumid oceanic Mediterranean climate in hillslopes and valley bottom, respectively; vegetation: riparian vegetation; denudative relief, fluvial processes and morphologies; land use: forestry.

-Unit II.2: hillslope mid mountains, 300-1,500 m.a.s.l., moderate slopes; bedrock of schist and gneiss; humid and subhumid oceanic Mediterranean climate in hillslopes and valley bottom, respectively; vegetation: mixed forests (quercineae: *Quercus suber* and *Quercus faginea*; conifers: *Pinus halepensis* and *Pinus pinaster*) and shrubs; denudative relief, hillslope and fluvial processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit III: medium altitude mountains of calcareous bedrock, structural relief, semi-continental Mediterranean climate, and forestry land use.

-Unit III.1: thalwegs and channels in mid mountain valleys, 600-1,000 m.a.s.l., moderate slopes; calcareous bedrock; humid and subhumid oceanic Mediterranean climate in hillslopes and valley bottom, respectively; vegetation: riparian vegetation; structural relief, and fluvial processes and morphologies; land use: forestry.

-Unit III.2: hillslope mid mountains, 600-1,000 m.a.s.l., moderate to steep slopes; calcareous bedrock; semi-continental and subhumid Mediterranean climate in mid altitudes and West facing hillslopes, respectively; vegetation: mixed forests (quercineae: *Quercus suber* and *Quercus faginea*; conifers: *Pinus pinaster* and *Abies pinsapo* Boiss.) and shrubs; structural relief, karstic processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit III.3: hillslope mid mountains, 800-1,100 m.a.s.l., steep slopes; calcareous bedrock; humid and subhumid semi-continental Mediterranean climate in low altitudes and East facing hillslopes, respectively; vegetation: mixed forests (quercineae: *Quercus suber* and *Quercus faginea*; conifers: *Pinus pinaster* and *Sylvestris* and *Abies pinsapo* Boiss.) and shrubs; structural relief, hillslope and karstic processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit III.4: summits and ridges of mid mountains, 1,100-1,500 m.a.s.l., slight to moderate and steep slopes; calcareous bedrock; humid and subhumid semi-continental Mediterranean climate in mid altitudes and West facing hillslopes and in low altitudes and East facing, respectively; vegetation: rock outcrops, prairies, and sparse shrub; structural relief, hillslope and karstic processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit III.5: high plateaus, 1,100-1,200 m.a.s.l., flat to low slopes; calcareous bedrock; humid and subhumid semi-continental Mediterranean climate in mid altitudes and West facing hillslopes and in low altitudes and East facing, respectively; vegetation: mixed forests (quercineae: *Quercus ilex* and *Quercus faginea*; conifers: *Abies pinsapo* Boiss.), and shrubs; structural relief, karstic and fluvial processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit IV: High Mountain of calcareous rocks, structural relief, semi-continental Mediterranean climate, and forestry land use.

-Unit IV.1: hillslopes and high plateaus, >1,500 m.a.s.l., moderate slopes; calcareous bedrock; hyperhumid semi-continental Mediterranean climate; vegetation: prairies and open forest (quercineae: *Quercus alpestris*; conifers: *Abies pinsapo* Boiss.); structural relief, and karstic, fluvial, and periglacial processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

-Unit IV.2: summits and ridges, >1,800 m.a.s.l., slight to moderate and steep slopes; calcareous bedrock; hyperhumid semi-continental Mediterranean climate; no vegetation, rock outcrops; structural relief, and hillslope, and periglacial processes and morphologies; land use: forestry and extensive grazing.

### 3.2. Visual fragility of the landscape units from Sierra de las Nieves

In general, when the total visual fragility is taken into account (the sum of visual fragility calculated from the observation points along the paved roads, unpaved roads, and official trails) the NPA Sierra de las Nieves is mainly characterised by visual fragility degrees of 1 and 2 covering 2/3 of its extension (37.9 and 33.7%, respectively). Meanwhile, both null and class 3 (the highest fragility) affect about 14% of the study area. When considering the relative surface area at level 1, the landscape unit with the highest class of visual fragility is the unit IV followed by III, I, and II: 45.6%, 14.3%, 13.4%, and 0.6%, respectively. On the contrary, the order in the landscape units when the null fragility is highlighted: unit III, 21.4%, unit II, 21.0%, unit IV, 6.3%, and

unit I, 3.8%. These data can be divided into the corresponding relative areas (percentage) with regard to each landscape sub-unit at level 2 (Table 2, 3, 4 and 5, and Figure 6, 7, 8 and 9). So, these tables show the relative areas in percentage that correspond to each fragility class respect to the total area occupied by either a certain unit or subunit landscape. When considering the total visual fragility, in the unit I, the sub-unit I.2 is the most exposed to highest visual fragility as well as in the unit II, where this corresponds to the sub-unit II.2. In the landscape unit III, the sub-unit III.2 also showed the highest values of relative surface at all classes, while the sub-unit IV.1 did it in the IV one. Similar trends can be observed per sub-unit landscape when considering separately the visual fragility from the paved road, unpaved road, and official trail networks.

Table 2. Relative surface area (%) in each landscape with different classes of total visual fragility, from the lowest (1) to the highest (4) class

Landscape unit		Visual fragility class			
		Null	1	2	3
I	I.1	0.4	0.9	0.02	0.0
	I.2	3.4	43.9	37.3	11.7
	I.3	0.0	0.05	0.6	1.7
	Total	3.8	44.9	37.9	13.4
II	II.1	1.6	0.9	0.05	0.0
	II.2	19.4	60.8	16.5	0.6
	Total	21.0	61.7	16.6	0.6
III	III.1	0.8	0.6	0.2	0.04
	III.2	19.1	27.5	26.6	8.9
	III.3	1.3	3.9	7.3	4.9
	III.4	0.03	0.2	0.5	0.4
	III.5	0.2	0.6	2.1	0.02
	Total	21.4	27.5	36.6	14.3
IV	IV.1	6.0	22.9	25.0	43.3
	IV.2	0.0	0.001	0.1	2.2
	Total	6.0	22.9	25.6	45.5

Own elaboration

Table 3. Relative surface area (%) with different classes of visual fragility from the main roads in each landscape unit

Landscape unit		Visual fragility class			
		Null	1	2	3
I	I.1	1.3	0.02	0.001	0.0
	I.2	65.4	7.2	14.1	9.6
	I.3	0.4	0.3	0.9	0.8
	Total	67.0	7.5	15.0	10.5
II	II.1	2.6	0.0	0.0	0.0
	II.2	86.4	4.6	6.1	0.6
	Total	89.0	4.6	6.1	0.6
III	III.1	1.4	0.04	0.03	0.1
	III.2	52.3	10.3	8.1	6.4
	III.3	9.1	1.1	3.2	4.0
	III.4	0.2	0.2	0.4	0.2
	III.5	2.9	0.0	0.004	0.0
	Total	65.9	11.6	11.8	10.7
IV	IV.1	30.1	7.9	18.9	40.7
	IV.2	0.1	0.1	0.1	2.1
	Total	30.2	8.0	19.0	42.8

Own elaboration

Table 4. Relative surface area (%) with different classes of visual fragility from the unpaved roads in each landscape unit

Landscape unit		Visual fragility class			
		Null	1	2	3
I	I.1	1.3	0.02	0.001	0.0
	I.2	65.4	7.2	14.1	9.6
	I.3	0.4	0.3	0.9	0.8
	Total	67.0	7.5	15.0	10.5
II	II.1	2.6	0.0	0.0	0.0
	II.2	86.4	4.4	6.1	0.6
	Total	89.0	4.4	6.1	0.6
III	III.1	1.4	0.04	0.03	0.1
	III.2	52.3	10.3	8.1	6.4
	III.3	9.1	1.1	3.2	4.0
	III.4	0.2	0.2	0.4	0.2
	III.5	2.9	0.0	0.004	0.0
	Total	65.9	11.6	11.8	10.7
IV	IV.1	30.1	7.9	18.9	40.7
	IV.2	0.1	0.01	0.1	2.1
	Total	30.2	7.9	19.0	42.8

Own elaboration

Table 5. Relative surface area (%) with different classes of visual fragility from the official national park trails in each landscape unit

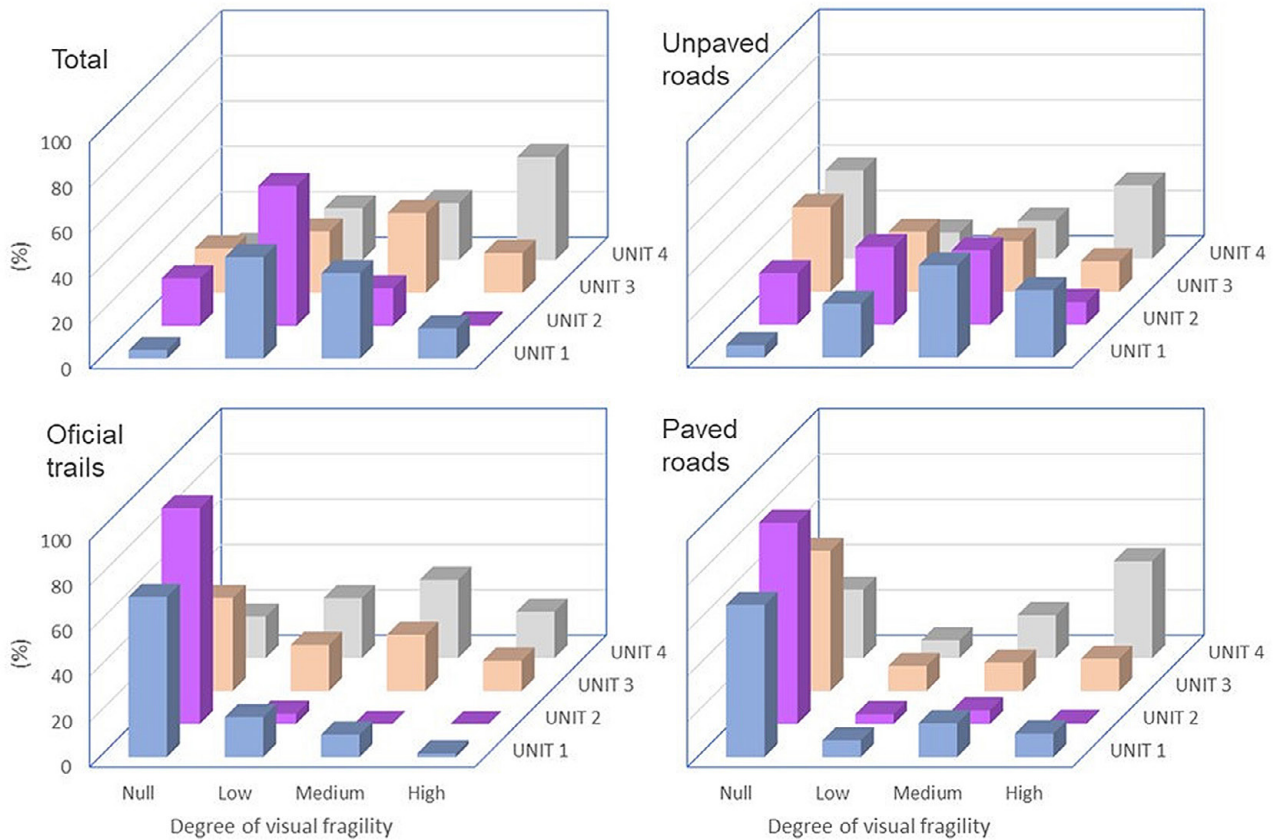
Landscape unit		Visual fragility class			
		Null	1	2	3
I	I.1	1.2	0.1	0.02	0.0
	I.2	69.2	16.9	8.5	1.7
	I.3	0.3	0.6	1.5	0.0
	Total	70.6	17.7	10.0	1.7
II	II.1	2.6	0.1	0.0	0.0
	II.2	92.8	4.5	0.1	0.0
	Total	95.4	4.5	0.1	0.0
III	III.1	1.0	0.4	0.2	0.02
	III.2	36.6	15.4	16.1	8.9
	III.3	5.8	3.4	4.9	3.3
	III.4	0.3	0.2	0.4	0.3
	III.5	0.4	0.3	2.1	0.1
	Total	44.0	19.7	23.7	12.6
IV	IV.1	18.3	26.1	34.1	19.2
	IV.2	0.1	0.4	0.5	1.3
	Total	18.4	26.5	34.6	20.5

Own elaboration

Figures 6, 7, 8 and 9 shows the maps for each visual fragility analysed considering unpaved and paved roads and official trails of NPA Sierra de las Nieves, and the sum of all these, respectively. Globally, landscapes localised in upper areas as well as along the perimeter of the NPA are the most visually fragile, whilst those in valley bottoms and inner depressions the lesser. This is especially clear when only visual fragility from main roads is considered because there is only one crossing the NPA in its northern area. However, this is

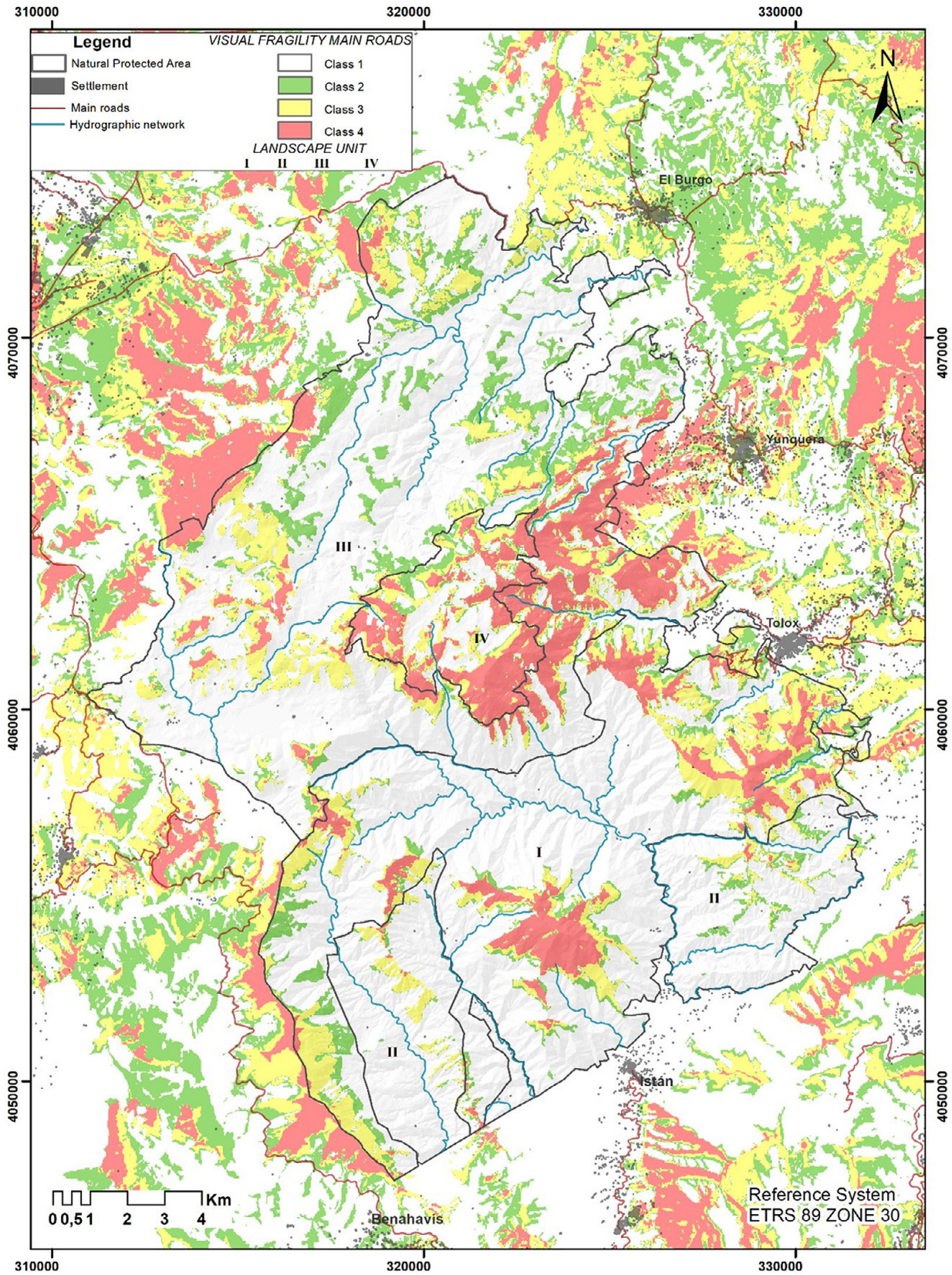
not the case for the other two networks considered in the analysis. The rural roads are more common in the eastern and southern area in the NPA, so the landscape located in these ones are those with higher levels of visual fragility. In the case of the official trails, the north-eastern area is the most fragile, besides the upper landscapes which are crossed with two very populated trails in the NPA. Those landscape units including summits and territories above 900 m.a.s.l tend to have the most exposed areas and therefore the highest visual fragility classes, especially, in the centre, southern and eastern areas of the NPA when considering the total fragility.

Figure 5. Comparison of relative surface areas (%) affected by different degrees of visual fragility considering total, main roads, unpaved roads, and trail networks



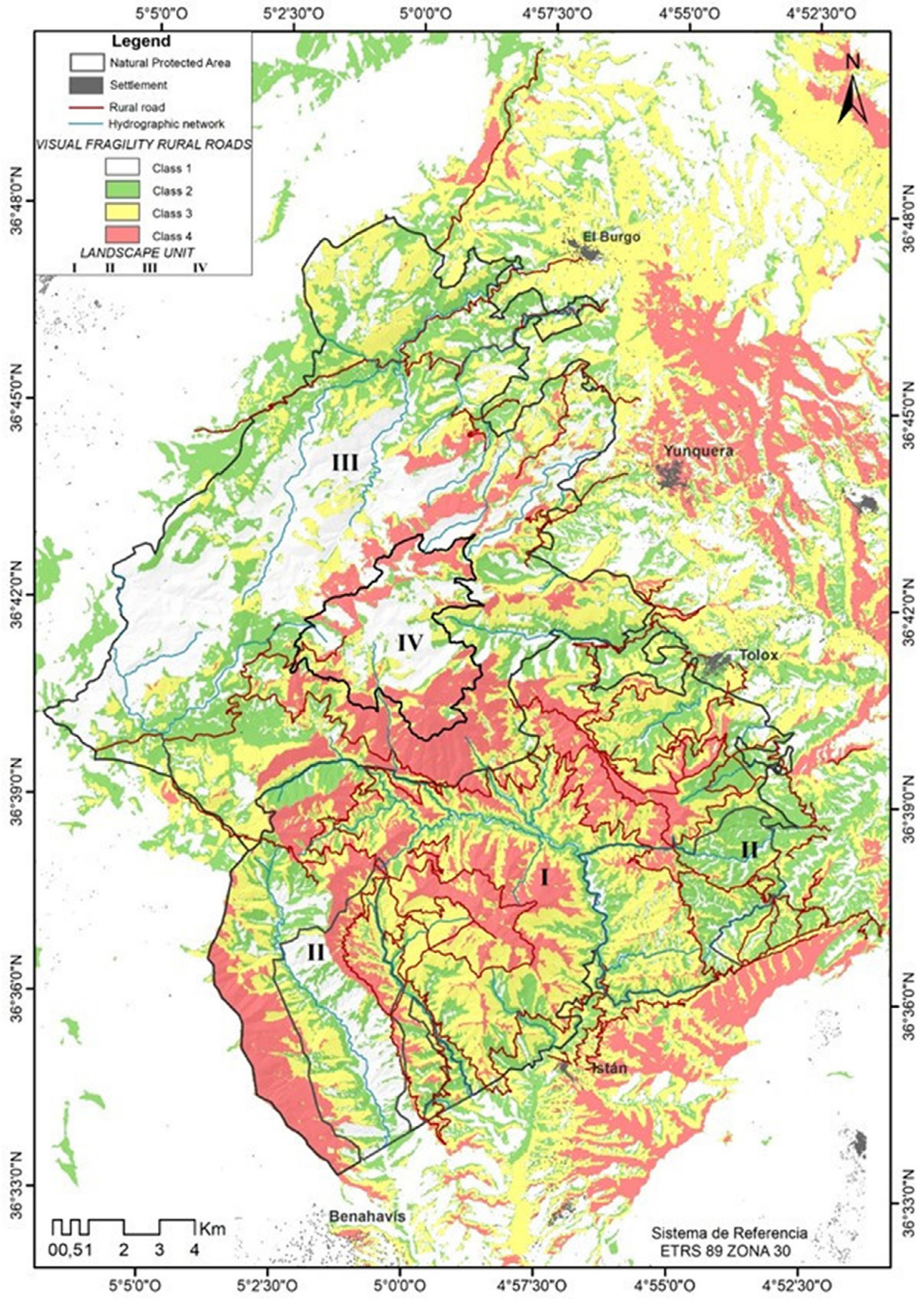
Own elaboration

Figure 6. Spatial variability of the visual fragility considering the paved road network in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



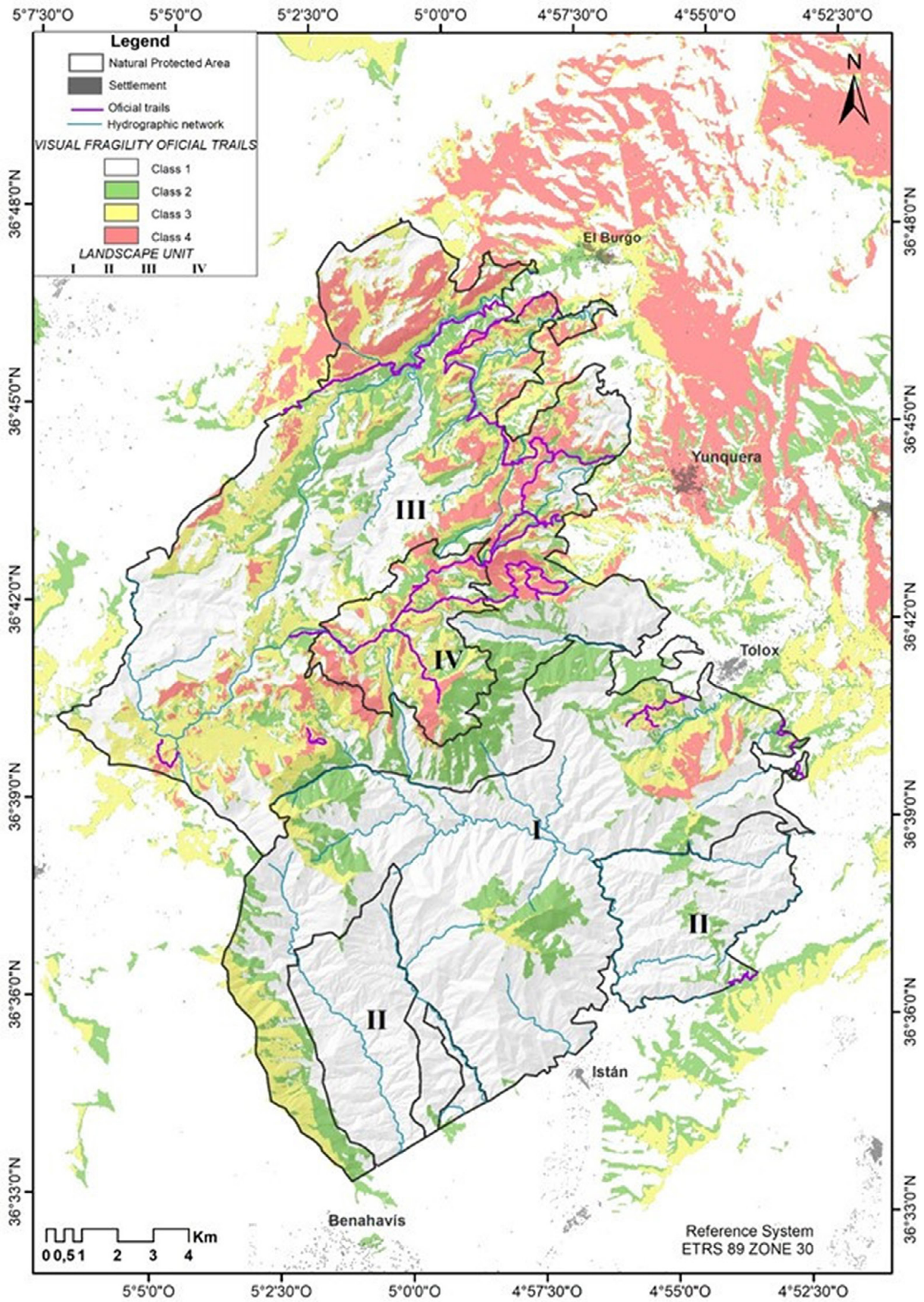
Own elaboration

Figure 7. Spatial variability of the visual fragility considering the unpaved road network in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



Own elaboration

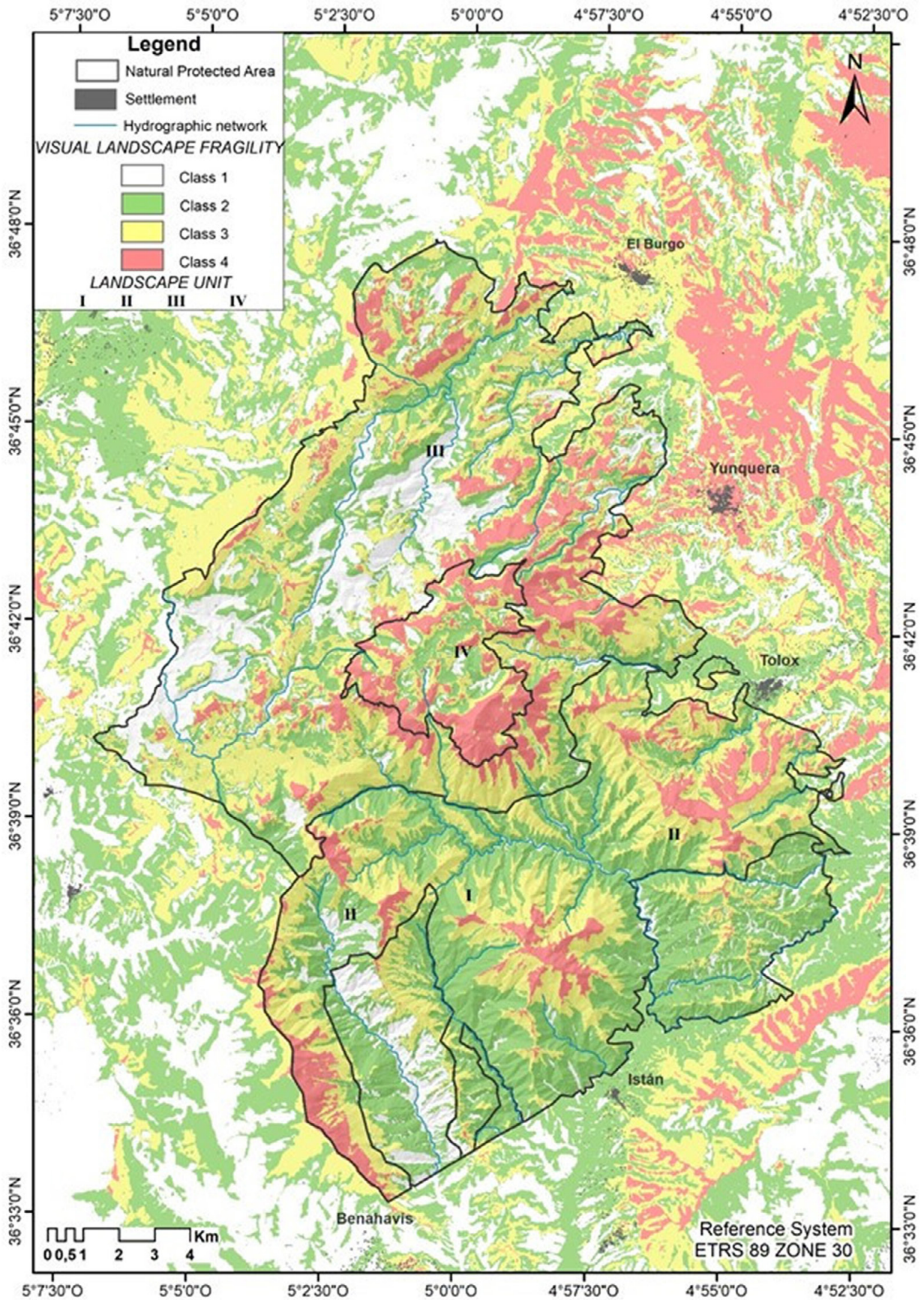
Figure 8. Spatial variability of the visual fragility considering the official trail network in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



Own elaboration



Figure 9. Spatial variability of the total visual fragility in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves



Own elaboration

## 4. Discussion

### 4.1 Delimitation of the landscape units

European Council (2000) established in 'The European Landscape Convention' the basis to identify the landscapes of the ratifying countries, to analyse their characteristics, to identify the forces and pressures that may impact them, and to implement strategies for landscape management, planning and protection. These challenging tasks implied the development of systematised knowledge about the variation at the range of spatial scales that define the landscape level, i.e. a typology of landscapes (Simensen et al., 2018). Landscape classified in types and delimited in spatial units is understood better from its complexity, variation and typologies point of views (Christian, 1958; Antrop & Van Eetvelde, 2017). Any system for spatial landscape characterisation inevitably implies a strong simplification of the almost infinite variability in landscapes, into spatial units suitable for communication in management and research (Bunce et al., 1996; Hazeu et al., 2011; Simensen et al., 2018).

Simensen et al. (2018) pointed out the multidimensional structure of the physical landscape makes all approaches involving classification artificial. The reason is found in drawing boundaries in a basically continuous environment, with its correspondingly continuous change in composition of landscape elements. There are plenty of approaches to describe the structure of the landscape, what is a per se a proof that no single correct characterisation method exists (Hettner, 1928; Simensen et al., 2018). Thus, choice of characterisation method and spatial resolution should rely on user needs, and which information is available with full area coverage.

The procedure applied in this study to delimit and classify the structure of the landscape in PNA Sierra de las Nieves focussed on its structural and more stable components by means of spatial analyst techniques in a GIS environment. Topography, geology, and geomorphology features are combined to delimit units of relief. Over these ones climate and watersheds are overlapped to obtain the final landscape structure units. Finally, the based-expert decision was applied to revise each unit and drawn their finally limits. Once this procedure was finished, all units at both level of approaching were inventoried and described considering their main land uses and vegetation types. This methodological strategy let define the structural components of landscape, which remain more stable in time, besides the characterization of their most changeable attributes, vegetation and human activity. The procedure was previously applied in studies dealing with touristic areas (Remond-Noa et al., 2022) but also with purpose for environmental and degradational process monitoring (Sillero-Medina et al., 2020) and landscape assessment (Serrano Giné, 2013).

### 4.2. The visual fragility of the landscape units in Sierra de las Nieves

Commonly, landscape researchers divide in two different types its study (Antrop, 2000; Bastian, 2008; Brabyn, 2009; Sarlöv Herlin, 2016): i) one approach to landscape characterisation based on biophysical features, which define it as tangible and physically delineated areas, adopted by physical geographers and landscape ecologists, and ii) another dealing with the character assessment of landscape units. The latter tradition contrasts definitions of landscape commonly used in landscape ecology and which are dependent on human perception and sociocultural relations to areas. This concept is implicit in the definition of landscape highlighted in the Landscape European Convention (European Council, 2000).

It is argued that approaching to the character of landscapes requires to make one previous biophysical inventory and mapping procedures. This is desirable to contribute to landscape management unifying the biophysical features and human perception as proposed in the Geography-Territory-Landscape method (Bertrand, 1968; Arias-García et al., 2018). These procedures may contribute positively to achieve a complete assessment of the landscape quality, which is based on both specific quality and visual fragility analysis. This study focusses on the fragility of landscape units from NPA Sierra de las Nieves. As visual fragility analysis is understood as the sensitivity of landscape to changes caused by human activity (Martínez-Béjar et al., 2001; Strevens et al., 2008). According to Alonso et al. (1986), this concept addresses the integrated effect on landscape quality of changes in its specific properties. In accordance with Scarfò et al. (2013), we identified three physical properties of the landscape that influence its visibility in the study area: i) the slope of the visible areas from the observer points, ii) the average height of the observer points in comparison with the average height of the visible areas, and iii) the distance of the observer points from the visible areas.

The analysis of all path networks (including main roads, rural roads, and trails) is vital for the land management in natural protected areas due two reasons: firstly, those may be places where threats for biodiversity and wildlife

occur, and, secondly, local population and visitors use them to transit, so any impact in the landscape may imply a damage from the aesthetically point of view. Thus, landscape assessment (i.e., both quality and visual fragility) facilitate to select the path of least environmental impact from any starting point (Martínez-Graña et al., 2019).

The spatial analysis in this study let extract the degree of visual fragility per pixel in the NPA Sierra de las Nieves in 4-levels of approach: main roads, rural roads, official trails, and total sum. This let highlight the most visual fragility areas in the Sierra de las Nieves landscape and serve as basic spatial data for management purposes to either avoid and minimize possible impactful activities as well as give special attention to sudden phenomena (e.g., wildfire). So, the spatial data of visual fragility could help to reduce the impacts on the landscape, especially those of an ascetic nature, which are one of the most valued by the local population and visitors.

## 5. Conclusions

This study dealt with the assessment of the visual fragility in the landscape units from the Natural Protected Area Sierra de las Nieves. This NPA is of an outstanding value in the context of the western Mediterranean mountains owing to the existence of unique natural systems, especially, those of fir forests with *Abies pinsapo* Boiss. and pine forests on peridotites relieves. As Mediterranean mountain, the NPA Sierra de las Nieves is exposed to threats as wildfires and global warming with direct impacts on the landscape and, thus, in its aesthetic character. Besides biodiversity and geodiversity, this is one is a key issue for the NPA management because it becomes a valued input for local population and visitors, so the visual fragility analysis is demanded. As main conclusions the following ones may be addressed:

- 1) 4-landscape units were mapped in the Sierra de las Nieves. Structural components as relief and climate played a key role in the mapping procedure, whilst vegetation and land uses influenced more in the differentiation of landscape sub-units. The main units with regard the occupied area were those of 'high mountain of calcareous rocks, structural relief, semi-continental Mediterranean climate, and forestry land use' (unit IV) and of 'medium altitude mountains of plutonic bedrock with incised valleys, oceanic Mediterranean climate, and forestry land use' (unit I). Nevertheless, it is also remarkable the unit characterised by high-mid altitude mountain environment (unit V) owing to its very similar landscape to those found in other mountain areas but at higher altitude in the Mediterranean region.
- 2) The visual fragility analysis shed light on the most exposed area in the NPA from the observation points along the considered road network. In this regard, those landscape units including territories with altitude higher than 900 m.a.s.l. achieved the highest total visual fragility, especially, in the centre, southern, and eastern areas of the NPA. Although the three networks of observation points presented very visually fragile areas, those of rural roads and official trails must receive more attention in the NPA management because the most fragile areas from their observation points corresponded in many cases with landscape units of remarkable biodiversity, geodiversity, and cultural values, especially, due to the presence of either fir forests of *Abies pinsapo* Boiss. or high mountain opened forests of *Quercus alpestris*.
- 3) The landscape units delimited with the described methodology let the differentiation between types of landscapes in a very precise form. Also, it let inventory and describe thoroughly vegetation and land uses in a subsequent procedure step. In the case of the visual fragility methodology, this is feasible to apply in other regions because it follows a systematic and chained procedure using spatial data that is increasingly available and freely accessible through online repositories.

Further researches must be conducted, especially, those dealing with global quality landscape analysis focussed on more specific landscape components as previous step to propose mitigations solutions to reduce the impact of threats that can affect negatively the landscape, a main economic resource for the region where the NPA Sierra de las Nieves is located. Especially, it would be of great contribution to go deep into the spatial impact analysis of common threats in Mediterranean mountains (for instance, land use and land cover changes in very short period: e.g. fire, modification of cultivation type).

## Financial support

This work was supported by the Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 [project ref. UMA20-FEDERJA-097/EGeoland, 2020]; and the II Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Málaga [Project ref. B3-2020\_05, 2020].

## References

- Alonso, S.G., Aguiló, M., & Ramos, A. (1986). Visual impact assessment methodology for industrial development site review in Spain. In R.C. Samrdon, J.F. Palmer, & J.P. Felleman (Eds.), *Foundations for visual project analysis* (pp. 277-305). Wiley.
- Antrop, M. & Van Eetvelde, V. (2017). *Landscape Perspectives: the holistic nature of landscape*. Springer (Landscape Series, 23). <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1183-6>
- Antrop, M. (2000). Geography and landscape science. *Belgeo, Revue belge de géographie*, 1–2–3–4. <http://dx.doi.org/10.4000/belgeo.13975>
- Aramburu Maqua, M.P. & Escribano Bombín, R. (2014). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico* (4<sup>th</sup> ed.). Fundación Conde del Valle de Salazar (E.T.S.I. de Montes) y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Arias-García, J., Gómez-Zotano, J., & Delgado-Peña, J.J. (2018). Classifying landscape in endorheic basins: a methodological approach for the implementation of the European landscape convention. *European Journal of Geography*, 8-2, 55–77. <https://ojs.eurogeojournal.eu/showPaper.php?id=986>
- Bastin L., Cornford D., Jones R., Heuvelink B.M., Pebesma E., Stasch C., Nativi S., Mazzetti P., & Williams M. (2013). Managing uncertainty in integrated environmental modelling: The Uncert Web framework. *Environmental Modelling & Software*, 39, 116-134. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.02.008>
- Bastian, O. (2008). *Landscape classification between fact and fiction*. Paper Presented at the Conference Warsaw University and Polish Association of Landscape Ecology, Warszawa Pol ska Asocjacja Ekologii Krajobrazu.
- Bertrand, G. (1968). Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen*, 39-3, 249–272. <https://doi.org/10.3406/rgpso.1968.4553>
- Bishop, I.D. (2002). Determination of Thresholds of Visual Impact: The Case of Wind Turbines. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 29-5. <https://doi.org/10.1068/b12854>
- Bishop, I.D. (2003). Assessment of Visual Qualities, Impacts, and Behaviours, in the Landscape, by Using Measures of Visibility. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 30-5. <https://doi.org/10.1068/b12956>
- BOE (2021). Ley 9/2021, de 1 de julio, de declaración del Parque Nacional Sierra de las Nieves. Madrid: Boletín Oficial del Estado. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10958](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10958)
- Brabyn, L. (2009). Classifying landscape character. *Landscape Research*, 34(3), 299–321. <http://dx.doi.org/10.1080/01426390802371202>
- Bunce, R.G.H., Barr, C.J., Clarke, R.T., Howard, D.C., & Lane, .M.J. (1996). ITE Merlewood land classification of Great Britain. *Journal of Biogeography*, 23, 625–634. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1996.tb00023.x>
- Cancer, L. (1994). Aproximación crítica a las teorías más representativas de la ciencia del paisaje. *Geographicalia*, 31, 17-34.
- Christian, C.S. (1958). *The concept of land units and land systems*. Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress.
- Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul (2023). Proyecto de Decreto XX/2022, por el que se declara el Espacio Natural de la Sierra de las Nieves y se crean y regulan sus órganos de gestión y participación. <https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-11/Primer%20Borrador%20%20E2%80%9CTexto%20sometido%20a%20informaci%C3%B3n%20P%C3%ABlica%20E2%80%9D.pdf>
- David O., Ascough J.C., Lloyd W., Green T.R., Rojas K.W., Leavesley G.H., & Ahuja L.R. (2013). A software engineering perspective on environmental modelling framework design: The Object Modeling System. *Environmental Modelling & Software*, 39, 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.03.006>

- Delgado Peña, J.J., Remond, R., & Martínez Murillo, J.F. (2017). Fragilidad visual del paisaje asociada a la dinámica temporal de los castaños en Faraján (España). *Cuadernos Geográficos*, 56, 116-135. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5375/5849>
- Dos Santos Pires, P. (2011). Marco teórico-metodológico de los estudios del paisaje. Perspectivas de aplicación en la planificación del turismo. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 20, Article 522541. <https://www.redalyc.org/pdf/1807/180717583001.pdf>
- European Council (2000). *European Landscape Convention*. <http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/landscape/versionsconvention/spanish.pdf>
- Fisher, F. M. (1995). An Exploration of Probable Viewsheds in Landscape Planning. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 22. <https://doi.org/10.1068/b220527>
- Franch- Pardo, I. & Cáncer, L. (2017). El componente visual en la cartografía del paisaje. Aptitud paisajística para la protección en la cuenca del río Chiquito (Morelia, Michoacán). *Investigaciones Geográficas*, 93, 1-19. <https://doi.org/10.14350/riq.54730>
- García-Quintana A., Martín-Duque J.F., González-Martín J.A., García-Hidalgo J.F., Pedraza J., Herranz P., Rincón R., & Estévez H. (2005). Geology and rural landscapes in Central Spain (Guadalajara, Castilla-La Mancha). *Environmental Geology*, 47, 782-794.
- Giolito, E. R. D. R., & Meyer, Y. (2016). *Valoración de la calidad y fragilidad del paisaje en la bahía de Pasaia, Gipuzkoa. Un análisis con técnicas SIG. Aplicaciones geotecnológicas para el desarrollo económico sostenible*. Oral communication at the XVII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, Asociación de Geógrafos Españoles.
- Gutiérrez-Hernández, O., Cámara Artigas, R., & García, L.V. (2018). Regeneración de los pinsapares béticos. Análisis de tendencia interanual y estacional del NDVI. *Pirineos*, 173, e035. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2018.173002>
- Hazeu, G.W., Metzger, M.J., Múcher, C.A., Perez-Soba, M., Renetzeder, C., & Andersen, E. (2011). European environmental stratifications and typologies: an overview. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 142, 29-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.009>
- Hermes, J., Van Berkel, D., Burkhard, B., Plieninger, T., Fagerholm, N., Haaren, C., & Albert, C. (2018). Assessment and valuation of recreational ecosystem services of landscapes. *Ecosystem services*, 31, 289-295. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.04.011>
- Hettner, A. (1928). *Die Oberflächenformen Des Festlandes: Probleme Und Methoden Der Morphologie*. Teubner (Vol. 4). <https://doi.org/10.1007/978-3-663-16087-8>
- Klauco M., Gregorova B., Koleda P., Stankov U., Markovic V., & Lemenkova P., (2017). Land planning as a support for sustainable development based on tourism: a case study of Slovak rural region. *Environmental Engineering and Management Journal*, 16, 449-458. <https://doi.org/10.30638/eemj.2017.045>
- Laurie, I. C. (1975). Literary manuscript sources: A query. *The Bibliothek: A Scottish Journal of Bibliography and Allied Topics*, 7, 115. <https://search.proquest.com/openview/86656b232923b6354aa77ceef8d97a71/1?pq-origsite5gscholar&cbl51817457>
- Laurie, M. (1983). *Introducción a la arquitectura del paisaje*. Ed. Gustavo Gilli.
- Linton, D. L. (1968). The assessment of scenery as a natural resource. *Scottish Geographical Magazine*, 84, 219-238. <https://doi.org/10.1080/00369226808736099>
- Litton, R. (1972). Aesthetic dimensions of the landscape. In J. V. Krutilla (Ed.), *Natural Environments. Studies in theoretical and applied analysis. Resources for the future* (pp. 262-291). John Hopkins University Press.
- Lovejoy, D. (1973). *Land use and landscape planning*. Publisher Barnes & Noble Language English. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID5US201300514857>
- Martínez-Béjar, R., Ibáñez-Cruz, F., Compton, P., & Cao, T.M. (2001). An easy-maintenance, reusable approach for building knowledge-based systems: application to landscape assessment. *Expert Systems with Applications*, 20, 153-162. [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(00\)00055-5](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(00)00055-5)

- Martínez-Graña, A.M., Goy, J.L., De Bustamante I., & Zazo C., (2014). Characterization of environmental impact on resources, using strategic assessment of environmental impact and management of natural spaces of “Las Batuecas-Sierra de Francia” and “Quilamas” (Salamanca, Spain). *Environmental Earth Sciences*, 71, 39-51, 9–51. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2692-5>
- Martínez-Graña, A.M. & Valdés V. (2016). Remote Sensing and GIS Applied to the Landscape for the Environmental Restoration of Urbanizations by Means of 3D Virtual Reconstruction and Visualization (Salamanca, Spain). *International Journal of Geo-Information*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/ijgi5010002>
- Martínez-Graña, A.M., Silva, P., Valdés V., & Elez, J. (2019). Paths for linear infrastructure in “Las Batuecas-Sierra de Francia” and “Quilamas” Nature Parks (Central System, Salamanca, Spain). *Environmental Engineering and Management Journal*, 18, 991-999. <https://doi.org/10.30638/eemj.2019.096>
- Martínez-Murillo, J.F., Remond, R., Hueso-González, P., & Ruiz-Sinoga, J.D. (2016). Resiliencia de la cubierta vegetal en un área de montaña mediterránea afectada por el fuego: el caso del incendio de río verde (provincia de Málaga, sur de España). *Pirineos*, 171, e024. <http://dx.doi.org/10.3989/pirineos.2016.171008>
- McHarg, I.L. (1969). *Design with nature*. American Museum of Natural History. <https://periodicos.ufba.br/index.php/rua/article/download/3162/2273>
- MITECO. (2023). *Parque Nacional Sierra de las Nieves*. <https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/red-parques-nacionales/parques-nacionales/sierra-de-las-nieves/>
- Nativi S., Mazzetti P. & Geller G.N., (2013). Environmental model access and interoperability: The GEO Model Web initiative. *Environmental Modelling & Software*, 39, 214-228. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.03.007>
- Olmedo Cobo, J. & Gómez Zotano, J. (2017). Los climas de la Serranía de Ronda: una propuesta de clasificación. *Takurunna*, 6-7, 23-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6188994>
- Ojeda, C.G., Jaque Castillo, E., & Fernández Castillo, S. (2021). Postwildfire Landscape Identity in Mediterranean Ecosystems: Three Study Cases from the Coastal Range of Central Chile. *Annals of the American Association of Geographers*, 111, 1692-1704. <https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1850228>
- Parrilla Alcalá, E., Márquez Pérez, J., & Rodríguez Díaz, V. (2005). Establecimiento de la fragilidad visual del paisaje mediante SIG en el entorno del PN de La Breña y Marismas del Barbate (Cádiz, España): Aproximación metodológica. <http://hdl.handle.net/11441/53298>
- Priego-Santander, A.G., Isunza-Vera, E., Luna-Gonzalez, N. & Perez-Damian., J.L. (2003). Tipos morfométricos del relieve de Mexico, a escala 1:250 000. Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. INE, SEMARNAT. [http://mapas.ine.gob.mx/est\\_vertical.htm](http://mapas.ine.gob.mx/est_vertical.htm)
- Quintela, J. (1995). *El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el empleo de los SIG* [Doctoral Thesis, Universidad de La Habana].
- Ramos, A., Ramos, F., Cifuentes, P., & Fernandez-Cañadas, M. (1976). Visual landscape evaluation, a grid technique. *Landscape Planning*, 3, 67-88. [https://doi.org/10.1016/0304-3924\(76\)90103-9](https://doi.org/10.1016/0304-3924(76)90103-9)
- Ramón, A., Salinas, E., & Remond, R. (2009). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba, Geografía y Sistemas de Información Geográfica. *GeoSIG*, 1, 95-108.
- Remond-Noa, R., González-Sousa, R., Cámara-García, F.L., Cabrera, N., Quintana-Cortina, C., & Martínez-Murillo, J.F. (2022). Modelling land use changes and impacts on the visual fragility of a UNESCO Landscape Heritage Site (Viñales, Cuba). In P. Pereira, E. Gomes, & J. Rocha (Eds.), *Mapping and Forecasting Land Use. The Present and Future of Planning* (pp. 265-297). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90947-1.00006-5>
- Saeidi, S., Mohammadzadeh, M., Salmanmahiny, A., & Mirkarimi, S. (2017). Performance evaluation of multiple methods for landscape aesthetic suitability mapping: A comparative study between Multi-Criteria Evaluation, Logistic Regression and Multi-Layer Perceptron neural network. *Land Use Policy*, 67, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.014>

- Scarfò, F., Mercurio, R., & del Peso, C. (2013). Assessing visual impacts of forest operations on a landscape in the Serre Regional Park of southern Italy. *Landscape Ecology Engineering*, 9, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11355-011-0168-x>
- Samarasinghe S., & Strickert G., (2013). Mixed-method integration and advances in fuzzy cognitive maps for computational policy simulations for natural hazard mitigation. *Environmental Modelling & Software*, 39, 188-200. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.06.008>
- Sang, N., Gold, C., & Miller, D. (2016). The topological viewshed: Embedding topological pointers into digital terrain models to improve GIS capability for visual landscape analysis. *International Journal of Digital Earth*, 9, 11851205. <http://dx.doi.org/10.1080/17538947.2016.1192229>
- Sarlöv Herlin, I. (2016). Exploring the national contexts and cultural ideas that preceded the landscape character assessment method in England. *Landscape Research*, 41, 175–185. <http://dx.doi.org/10.1080/01426397.2015.1135317>
- Serrano Giné, D. (2013). Tipología y organización del paisaje en Muntanyes d'Ordal (Barcelona). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 61, 195-214. <https://doi.org/10.21138/bage.1541>
- Sillero-Medina, J.A., Pérez-González, M.E., Martínez-Murillo, J.F., & Ruiz-Sinoga, J.D. (2020). Factors affecting eco-geomorphological dynamics in two contrasting Mediterranean environments. *Geomorphology*, 352, e106996. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106996>
- Simensen, T., Halvorsen, R., & Erikstad, L. (2018). Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy*, 75, 557–569. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.022>
- Stevens T.C., Puotinen M.L., & Whelan R.J., (2008). Powerline easements: Ecological impacts and contribution to habitat fragmentation from linear features. *Pacific Conservation Biology*, 14, 159-168. <https://doi.org/10.1071/PC080159>
- Turner, M.G., & Gardner, R.H. (2001). *Landscape ecology in theory and practice*. Springer.
- Vallina Rodríguez, A. (2020). Análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama mediante procedimientos indirectos: EMC y SIG. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 40, 183-215. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.69338>
- Zube, E. H. (1976). *Perception of landscape and land use. Human behavior and environment*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2550-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2550-5_3)





# Teledetección aplicada al análisis de los impactos ecosistémicos generados por los incendios del año 2020 en la provincia de Córdoba, Argentina, e identificación de áreas prioritarias de restauración

Remote sensing applied to the analysis of ecosystem impacts generated by the fires in the year 2020 in the province of Córdoba, Argentina, and identification of priority areas for restoration

## AUTORÍA

**Hebert Castillo** 

Ordenamiento Territorial, Conservación Internacional, Perú.

**Pablo Baldassini** 

Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

LART-IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.23754>

## CITACIÓN

Castillo, H. & Baldassini, P. (2023). Teledetección aplicada al análisis de los impactos ecosistémicos generados por los incendios del año 2020 en la provincia de Córdoba, Argentina, e identificación de áreas prioritarias de restauración. *Investigaciones Geográficas*, (80), 81-105. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23754>

## CORRESPONDENCIA

Hebert Castillo ([hcastillo@conservation.org](mailto:hcastillo@conservation.org))

## HISTORIA

Recibido: 19 octubre 2022


Aceptado: 21 febrero 2023

Publicado: 19 julio 2023

(Publicación anticipada: 6 abril 2023)

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

El fuego es uno de los eventos destructivos más frecuentes y el principal causante de alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) identificar el área afectada por incendios ocurridos en la provincia de Córdoba, Argentina, entre agosto y septiembre de 2020, 2) analizar su impacto sobre cuatro variables ecosistémicas: la productividad primaria neta aérea (PPNA), la evapotranspiración (ET), el albedo y la temperatura superficial (LST), y 3) identificar áreas prioritarias para su restauración mediante un análisis multicriterio. Se usaron imágenes Sentinel-2 y productos MODIS utilizando la plataforma Google Earth Engine. El fuego afectó 109.307 hectáreas, de las cuales el 40% presentaron una severidad moderada a alta. La ET fue la variable más afectada, disminuyendo hasta un 24,8% respecto a la situación promedio prefuego. La LST y la PPNA mostraron un impacto moderado, registrando cambios extremos de 10,2% y 10,6%, respectivamente. Se identificaron cuatro áreas prioritarias para restauración. Las áreas con baja prioridad representaron el 50% del área total quemada, mientras que las áreas con alta prioridad representaron solo el 7%. Este trabajo permitió generar información de gran importancia para la implementación de políticas públicas destinadas a garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas.

**Palabras clave:** funcionamiento ecosistémico; NDVI; NBR; severidad del incendio; análisis multicriterio; áreas prioritarias para restauración; Córdoba.

## Abstract

Fire is one of the most frequent destructive events across the world and the main cause of alterations in the functioning of ecosystems, shifting the patterns of matter and energy exchange with the atmosphere. The objectives of this paper are: 1) to identify the area affected by fires in the province of Córdoba, Argentina, between August and September 2020, 2) to analyze the impacts through four ecosystem variables: the aerial net primary productivity (ANPP), evapotranspiration (ET), albedo, and land surface temperature (LST), and 3) to identify priority areas for restoration through multicriteria analysis. We have used Sentinel-2 images and MODIS products through the Google Earth Engine platform. Fires affected 109,307 hectares, of which 40% exhibited a moderate to high severity. ET was the most affected variable, decreasing by up to

24.8% compared to the pre-fire average situation. The impact on LST and PPNA was found to be moderate, with extreme changes of 10.2% and 10.6%, respectively. We have identified four priority areas for restoration. The low priority areas represent 50% of the total burned area, while high priority areas represent just 7%. This paper provides highly useful information for implementing public policies aimed at guaranteeing the sustainability of these ecosystems.

**Keywords:** ecosystem functioning; NDVI; NBR; burn severity; multicriteria analysis; priority areas for restoration; Córdoba.

## 1. Introducción

El fuego es uno de los eventos más frecuentes alrededor del mundo y el principal causante de alteraciones sobre los ecosistemas (Di Bella et al., 2006, 2011; Roy et al., 2006; De Santis & Chuvieco, 2007; Escuin et al., 2008; Hall et al., 2008). Desde el punto de vista ecológico, este fenómeno afecta el funcionamiento ecosistémico a través de la modificación de los flujos de intercambio de materia y energía entre la comunidad biótica y la atmósfera (Gould et al., 2002; Paruelo, 2008). A su vez, modifica los patrones de regeneración (Costa et al., 2017), forjando a que las distintas especies vegetales dependan de su composición y fisionomía, así como también de las partes vivas (raíces, tallos, etc.) que el fuego no consumió (Torres et al., 2013). Este aspecto depende del grado e intensidad con el que ocurre el incendio, al cual se lo denomina severidad (De Santis & Chuvieco, 2007). La medición de la severidad del incendio y, a su vez, el estudio del impacto ecosistémico en enormes extensiones del territorio es muy difícil de estudiar en el campo e implica costos demasiado elevados (De Santis & Chuvieco, 2007; Escuin et al., 2008; Hall et al., 2008). Sin embargo, la teledetección surge como una alternativa y herramienta ideal para este tipo de análisis (Di Bella et al., 2006; Kokaly et al., 2007; De Santis & Chuvieco, 2007; Escuin et al., 2008; Hall et al., 2008; Mitri & Gitas, 2013), dado que permiten disponer de una cobertura completa del territorio utilizando un mismo protocolo de observación (Paruelo, 2008).

A lo largo de los años, se han empleado distintas metodologías basadas en la teledetección satelital para identificar las áreas afectadas por los incendios, estimar su severidad y analizar los cambios en el funcionamiento ecosistémico. Diversos índices espectrales, calculados a partir de la información registrada por sensores remotos en distintas porciones del espectro electromagnético, han sido desarrollados para tal fin. El NBR (*Normalized Burn Ratio*, en inglés), por ejemplo, ha sido ampliamente explorado y posicionado como el índice estándar para la estimación de la severidad del incendio (De Santis & Chuvieco, 2007; Escuin et al., 2008; Szpakowski & Jensen, 2019). El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI, por sus siglas en inglés), por su parte, es uno de los índices espectrales más utilizados (Pettorelli et al., 2005), dado que es un estimador de la productividad primaria neta aérea (PPNA) (Paruelo, 2008), una variable integradora del funcionamiento ecosistémico (McNaughton et al., 1989). Otras variables biofísicas características del funcionamiento ecosistémico, como la evapotranspiración (ET), la temperatura superficial (LST, del inglés *Land Surface Temperature*) y el albedo, también pueden ser estimadas a través de datos satelitales (Alcaraz-Segura et al., 2009). Particularmente, el sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*, en inglés), provee estimaciones espacialmente explícitas de dichas variables mediante sus diversos productos derivados (Justice et al., 2002; Pérez-Luque et al., 2014).

El uso de la teledetección en el estudio de los incendios ha permitido conocer su dinámica (también dominio régimen), con la finalidad de comprender cuándo, dónde y con qué frecuencia ocurren (Lentile et al., 2006; Argañaraz et al., 2015a; Chuvieco et al., 2020; Barmpoutis et al., 2020) y, a partir de ello, establecer políticas de monitoreo, manejo y mitigación (Lentile et al., 2006; Chuvieco et al., 2020; Gale et al., 2021). En Argentina, la mayor concentración de incendios ocurre en el norte del país (Di Bella et al., 2006, 2011), y con mayor frecuencia, en las montañas de las Sierras de la provincia de Córdoba (Argañaraz et al., 2015a, 2015b). Según la UNCiencia (Agencia de Comunicación Pública de la Ciencia, Arte y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba), los incendios han afectado al 58% de la vegetación serrana (1,6 millones de hectáreas) durante el periodo 1987–2018<sup>1</sup>. Los tipos de cobertura natural mayormente afectados han sido pastizales, arbustos y bosques (Verzino et al., 2005; Di Bella et al., 2011; Argañaraz et al., 2015a). Estos incendios tienen grandes probabilidades de que sean originados por el hombre, ya sea accidentalmente por negligencia o generados de manera intencionada (Di Bella et al., 2011).

<sup>1</sup> <https://unciencia.unc.edu.ar/medioambiente/el-instituto-gulich-cartografio-los-incendios-que-afectaron-las-sierras-de-cordoba-entre-1987-y-2018>

Si bien la provincia de Córdoba ha mostrado una reducción en el número de incendios a partir del año 2003, como consecuencia de la creación del Plan Provincial de Manejo del Fuego en el año 1999 (Argañaraz et al., 2015a), el incendio ocurrido en el año 2020 resultó ser uno de los de mayor envergadura en los últimos años (Mari et al., 2021). A raíz de esto, resulta necesario la implementación de planes de restauración ecológica postfuego que permitan recuperar la integridad fisonómica y funcional de los ecosistemas afectados (Rodríguez, et al., 2009; Cabello et al., 2012; Argañaraz et al., 2015a). Por esta razón, conocer qué áreas resultan prioritarias para gestionar actividades de restauración es fundamental a la hora de la toma de decisiones y la asignación racional y efectiva de los recursos disponibles (Groves et al., 2002). Diferentes estudios se han realizado combinando múltiples criterios y enfoques para la recuperación y conservación del ecosistema (Esmail & Geneletti, 2018). Por ejemplo, Espelta et al. (2003) usaron criterios ecológicos y económicos para la restauración de bosque de pinos que fueron afectados por incendios en el noreste de España. Así mismo,, Orsi y Geneletti (2010), identificaron áreas prioritarias para la restauración del paisaje forestal en Chiapas (México), a través de la combinación de información ecológica y socioeconómica. Jaimes et al. (2012), por su parte, identificaron zonas prioritarias para las plantaciones de árboles en el Estado de México combinando información ambiental, económica y social. Por último, Valente et al. (2017) y Lopes et al. (2020), analizaron áreas prioritarias para restauración, ambos con el objetivo de la conservación del recurso agua en Brasil, utilizando como criterio, en el primer caso, la cercanía de áreas urbanas a parches de vegetación y a ríos y, en el segundo caso, la cercanía al bosque y a cuerpos de agua, la pendiente del terreno y la erodabilidad del suelo.

La evaluación multicriterio (EMC) es una de las metodologías más adecuadas para la identificación de áreas prioritarias en la gestión del territorio (Mendoza & Martins, 2006; Uribe et al., 2014; Lopes et al., 2020; Valente et al., 2021). Esta metodología está basada en la habilidad de caracterizar el paisaje mediante diversas variables, criterios o atributos e integrar opiniones de expertos y del público interesado para establecer ponderaciones diferenciales según su importancia relativa que, finalmente, definirán las mejores alternativas de decisión (Uribe et al., 2014; Valente et al., 2017, 2021; Lopes et al., 2020). Estos procedimientos comúnmente se desarrollan a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que proveen herramientas ideales para este tipo de análisis (Uribe et al., 2014; Valente et al., 2017). La EMC se ha utilizado ampliamente con diversas finalidades y objetivos, entre las que se destacan la gestión del agua, la planificación del uso del suelo, la restauración del bosque, la provisión de servicios ecosistémicos, entre otros (Uribe et al., 2014; Valente et al., 2017, 2021; Lopes et al., 2020).

Este trabajo tuvo como objetivos: (1) identificar las áreas afectadas por los incendios ocurridos entre agosto y setiembre del 2020 en la provincia de Córdoba, Argentina, y su grado de severidad, (2) analizar y cuantificar el impacto postfuego sobre diversas variables características del funcionamiento ecosistémico (PPNA, ET, albedo y LST), y (3) identificar y proponer, a través de la integración de diversas variables en un análisis de evaluación multicriterio, áreas prioritarias de restauración.

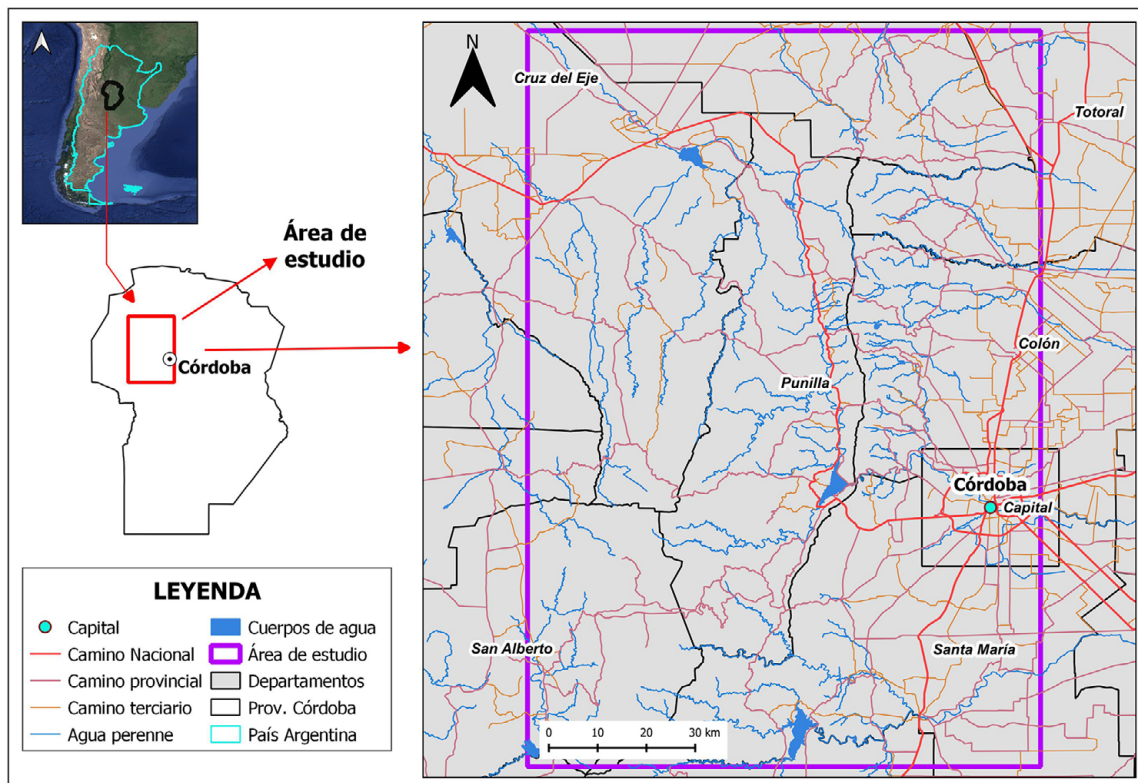
## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio abarcó una extensión de 13.527 km<sup>2</sup> y se localizó al noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Incluyó total o parcialmente los departamentos de Cruz del Eje, Ischilín, Totoral, Punilla, Colón, Santa María, Córdoba capital, San Alberto, Minas, Pocho y Calamuchita (Figura 1). La región bajo estudio se caracteriza por presentar un clima cálido templado a subtropical con una temperatura media anual de 17,4 °C, mostrando variaciones entre 16 °C (noreste) a 19 °C (noroeste y este) (Carranza et al., 2015; Mateos et al., 2019). La precipitación media anual es 790 mm, la cual se concentra durante los meses más cálidos (entre octubre y mayo), presentando una estación seca durante el invierno (Cabido et al., 2018; Mateos et al., 2019).

La vegetación comprende características propias de los dominios de la región Chaqueña y el Espinal, los dos grandes ecosistemas de bosque seco estacional (Cabido et al., 2018). El primero, está compuesto por bosques xerofíticos y matorrales ubicados en zonas bajas y montañosas; algunas especies son: *Prosopis spp.*, *Acacia spp.*, *Alchemilla pinnata*, *Festuca circinata*, etc. (Argañaraz et al., 2015a; Cabido et al., 2018). El segundo, está conformado por bosques, matorrales y pastizales, cuyas especies dominantes son: *Prosopis alba*, *Celtis ehrenbergiana*, *Acacia sp.*, *Geoffraea decorticans*, etc. (Noy-Meir et al., 2012; Cabido et al., 2018). Los niveles altitudinales en el área de estudio comprenden cerca de los 500 metros hasta aproximadamente 2.300 m.s.n.m. En esta área se encuentra la principal cadena de montañas de las Sierras de Córdoba, la cual presenta más del 30% predominancia de pendiente promedio (Cabido et al., 1987).

Figura 1. Ubicación espacial del área de estudio en la provincia de Córdoba, Argentina



Se incluyó total o parcialmente los departamentos de Cruz del Eje, Ischilín, Totoral, Punilla, Colón, Santa María, Córdoba capital, San Alberto, Minas, Pocho y Calamuchita, abarcando una superficie de 13.527 km<sup>2</sup>.

Elaboración propia

## 2.2. Información satelital y vectorial

Se utilizaron imágenes provistas por el satélite Sentinel-2 (sensor *MultiSpectral Instrument* – MSI), que es una misión del programa Copérnico de la Agencia Espacial Europea (ESA, por su sigla en inglés) (Tabla 3). Esta misión comprende una constelación de dos satélites de órbita polar (Sentinel-2A y 2B) y proveen imágenes de libre acceso compuestas por 13 bandas espectrales, con un periodo de revisita de 5 días (Claverie et al., 2018). Estas imágenes satelitales fueron utilizadas para la identificación y estimación del área afectada por los incendios ocurridos entre agosto y setiembre del 2020. Por otro lado, el análisis del impacto causado por los incendios sobre las variables de funcionamiento ecosistémico, tales como PPNA, ET, albedo y LST, fue realizado mediante la utilización de diversos productos derivados del sensor MODIS, el cual posee alta resolución temporal (1-2 días) y provee información de libre acceso desde el año 2000 hasta la actualidad (Lopresti et al., 2015). Así mismo, tiene una resolución espectral de 36 bandas, y presenta resoluciones espaciales de 250m, 500m y 1km según el producto (Barnes et al., 2003; Hutchison, 2003; Xiong et al., 2009; Casey et al., 2017). A continuación, se describen los productos utilizados de MODIS:

**a. MOD13Q1.v006:** este producto presenta una resolución espacial de 250 m y provee información de dos índices de vegetación, NDVI y EVI (*Enhanced Vegetation Index*, en inglés) cada 16 días. Dentro de esta ventana temporal, cada píxel de la imagen corresponde al mejor valor de todos los registrados (Didan & Munoz, 2015). Para este estudio solo se utilizó el NDVI, a través del uso de la banda NDVI. A esta banda se le aplicó un factor de escala multiplicándola por 0,0001 para obtener valores entre -1 y 1.

**b. MOD16A2.v006:** este producto provee estimaciones de evapotranspiración acumulada cada 8 días con una resolución espacial de 500 m. Es construido a partir de la integración de datos meteorológicos, de propiedades de la vegetación (e.g. transpiración, resistencia aerodinámica, etc.), albedo y coberturas del suelo, utilizando de base el modelo de Monteith (Allen et al., 1998). Este producto está expresado en Kg/m<sup>2</sup>.8 días (Mu et al., 2013; Running et al., 2017). La banda utilizada de este producto fue la ET, a la cual se la multiplicó por el factor de escala 0,1 y luego por 0,125 para convertir los valores acumulados de evapotranspiración cada 8 días a valores diarios medios (mm/día).

**c. MOD43A3.v006:** este producto provee información de albedo de la superficie a una resolución espacial de 500 m, y es generado diariamente mediante algoritmos que usan observaciones (18 por día) libre de nubes (Wang et al., 2018). Se usó la banda Albedo\_BSA\_shortwave, a la cual se la multiplicó por un factor de escala de 0,001 para obtener valores de 0 a 1.

**d. MOD11A2.v006:** el producto de temperatura superficial es generado para periodos de 8 días. Resulta del promedio de todas las observaciones sin contaminación por nubes, producido a una resolución espacial de 1 km (Wan, 2013; De Andrade et al., 2021). La banda utilizada fue la LST\_Day\_1km, la cual se multiplicó por un factor de escala de 0,02 y se le restó 273,15 para convertir de grados Kelvin (°K) a grados Celsius (°C).

También se utilizó el producto *Copernicus Global Land Cover* (CGLC) del año 2019, el cual provee gratuitamente mapas globales de cobertura del suelo a una resolución espacial de 100 m y con una exactitud global del 80% para cada continente (Buchhorn et al., 2020). Este producto permitió identificar y cuantificar los tipos de cobertura presentes en el área de estudio y, a su vez, analizar cuáles se vieron más afectados por los incendios. Así mismo, se utilizó la información del *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que es generada a través de procesamientos y técnicas que involucra la interferometría del radar de apertura sintética (SAR, por su sigla en inglés), denominado *Interferometric SAR* o InSAR (Farr et al., 2007). El producto SRTM provee información topográfica o altitudinal a nivel global representada en un modelo digital de elevación (DEM, por su sigla en inglés) con una resolución espacial de 30 m. A partir de este producto, se calculó la pendiente del terreno. A su vez, se utilizó el producto de densidad poblacional a nivel global llamado *Gridded Population of the World* (GPW), el cual provee información de la distribución poblacional para los años 2000, 2005, 2010 y 2020 a 1 km de resolución espacial, basado en la extrapolación de datos censales del 2010 e información cartográfica proveniente de distintas organizaciones e institutos de estadística nacional (Doxsey-Whitefield et al., 2015). La información derivada de ambos productos fue incluida en el análisis de evaluación multicriterio (EMC) para la identificación de áreas prioritarias para restauración.

Al mismo tiempo, se utilizó información vectorial de poblados, caminos, ríos y cuerpos de agua que fueron obtenidos del Instituto Geográfico Nacional de la Argentina (IGN) de forma gratuita, a través del módulo Información Geoespacial<sup>2</sup>. Estos datos vectoriales también fueron utilizados en el análisis de EMC. Todo el procesamiento fue realizado en la plataforma *Google Earth Engine* (GEE) (Gorelick et al., 2017), la cual proporciona acceso a una gran cantidad de bases de datos geoespaciales e imágenes satelitales de acceso libre permitiendo, a su vez, realizar diversos análisis y procedimientos geoespaciales en la nube (Amani et al., 2020).

## 2.3. Procesamiento de la información

### 2.3.1. Identificación de los incendios

Los incendios ocurrieron entre agosto y septiembre del año 2020 en el área de estudio, por lo tanto, se utilizaron dos periodos correspondientes al pre-incendio y post-incendio empleando imágenes Sentinel-2. El primer periodo fue compuesto entre el 15/06/2020 y el 15/08/2020 y, el segundo, entre el 15/09/2020 y el 31/10/2020. En ambos casos se seleccionaron imágenes que presentaban menos del 20% de nubosidad. Posteriormente, se aplicaron filtros de calidad a las imágenes usando el producto *Sentinel-2 Cloud Probability*, creado por la librería "sentinel2-cloud-detector" que detecta las nubes automáticamente<sup>3</sup>, así como las bandas espectrales B8A y B9, que corresponden al borde del rojo 4 (Red Edge 4) y vapor de agua (Water Vapor), respectivamente. Estos filtros permitieron eliminar aquellos píxeles que presentaban nubes y vapor de agua. Seguidamente, se realizó un mosaico por periodo (pre- y post-incendio) de las imágenes filtradas. El mosaico es un procedimiento de integración temporal de píxeles de todas las imágenes seleccionadas que poseen buena calidad de información (libre de nubes, sombras, vapor de agua, etc.). Los píxeles de la imagen integrada corresponden a la primera imagen del periodo que presenta información (Li et al., 2004).

Luego se procedió a calcular un índice espectral con la finalidad de identificar y cuantificar la superficie quemada por los incendios. Se calculó el índice NBR a partir de la siguiente ecuación:

$$NBR = (\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}) \quad \text{ecuación (1)}$$

donde ( $\rho_{NIR}$ ) y ( $\rho_{SWIR}$ ) corresponden a la reflectancia en el infrarrojo cercano e infrarrojo medio respectivamente.

<sup>2</sup> <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>

<sup>3</sup> <https://github.com/sentinel-hub/sentinel2-cloud-detector>

Este índice espectral ha sido frecuentemente utilizado para el mapeo y discriminación de áreas quemadas y para caracterizar su severidad (Epting et al., 2005; Roy et al., 2006; Escuin et al., 2008; Veraverbeke et al., 2011; Grandis et al., 2014; Szpakowski & Jensen, 2019). Para identificar las áreas quemadas, se calcularon dos valores de NBR correspondientes al pre y post-incendio. Posteriormente, se calculó la diferencia entre ambos como:

$$dNBR = NBR_{pre-incendio} - NBR_{post-incendio} \quad \text{ecuación (2)}$$

Luego se clasificaron los niveles de severidad del incendio a través de la aplicación de umbrales de diferencia propuestos por Key y Benson (1999) y la USGS (*United States Geological Survey*, en inglés). Los umbrales establecidos fueron 0,27 y 2.

El resultado del área quemada identificada fue filtrado espacialmente a través del uso de la función denominada *Connected Pixel Count* (CPC) del GEE, y se aplicó, además, una máscara generada ad hoc para disminuir y eliminar los falsos positivos, es decir, los píxeles erróneamente identificados como quemados. El CPC es una función que cuantifica el grado de conectividad entre píxeles vecinos que comparten el mismo valor, haciendo que aquellos que no cumplen dicha condición sean eliminados (MapBiomas, 2022). En este estudio se aplicó una conectividad de 12 píxeles, descartando aquellas áreas quemadas menores a 0,12 hectáreas.

### 2.3.2. Severidad del incendio

A partir de la imagen de dNBR, se identificaron distintos grados de severidad del incendio mediante la categorización en clases en base a valores umbrales preestablecidos propuestos por Key y Benson (1999) y la USGS (Tabla 1). Este índice se relaciona fuertemente con la severidad del incendio y con diferentes aspectos de la evolución de la vegetación (De Santis & Chuvieco, 2007; Escuin et al., 2008). Los valores entre -0,5 y -0,25, así como entre -0,25 y -0,10 fueron identificados como recrecimiento alto y bajo, respectivamente. El rango entre -0,1 y 0,099, fue identificado como no quemado; los valores entre 0,1 y 0,269, como severidad baja; entre 0,27 y 0,439, como severidad baja-moderada; los valores entre 0,44 y 0,659, como severidad moderada-alta; y, por último, los valores iguales o mayores a 0,66, se identificaron como severidad alta.

Tabla 1. Clases y rangos de severidad del incendio

Clases de severidad	Rangos de valores dNBR
Recrecimiento alto	-0,500 a -0,251
Recrecimiento bajo	-0,250 a -0,101
No quemado	-0,100 a 0,099
Severidad Baja	0,1 a 0,269
Severidad baja-moderada	0,270 a 0,439
Severidad moderada-alta	0,440 a 0,659
Severidad alta	≥0,660

Identificación niveles de severidad del incendio aplicando umbrales propuestos por Key y Benson (1999) y United States Geological Survey (USGS).

Fuente: USGS. Elaboración propia

### 2.3.3. Funcionamiento ecosistémico

Para evaluar el impacto de los incendios en el funcionamiento ecosistémico, se calcularon y compararon los valores promedios de NDVI, ET, albedo y LST para la situación preincendio y postincendio en cada una de las clases de severidad identificadas. Para caracterizar el funcionamiento pre-incendio se estableció el periodo desde el 01/11/2014 hasta el 31/03/2020, con la intención de capturar el comportamiento promedio de cada variable ecosistémica y así analizar cómo varían luego del evento de fuego. Este periodo permitiría contemplar la variabilidad climática y del funcionamiento de la vegetación en el área de estudio previo al incendio y así ser utilizado como referencia. Para la caracterización post-incendio se estableció el periodo 01/11/2020 hasta el 31/03/2021, correspondiendo al periodo con información disponible al momento de realizar el trabajo. De todas maneras, considerar un periodo de tiempo post-incendio más largo podría suavizar los impactos observados debido al proceso de recuperación de la vegetación, tanto estructural como funcional, al considerar una ventana temporal más amplia. Para cada uno de los periodos solo se consideró la información de los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. Se consideró este periodo para caracterizar los cambios

en el funcionamiento en el momento de mayor actividad de la vegetación (coincidente con la época húmeda) y evitar incluir variaciones en la fenología asociadas con la época seca que pudieran enmascarar o atenuar los cambios en las variables ecosistémicas analizadas. Todos los productos MODIS utilizados fueron filtrados por calidad utilizando la banda correspondiente con dicha información, buscando enmascarar píxeles con información distorsionada debido a la presencia de sombras, nubes y/o aerosoles. Finalmente, se calcularon los valores promedios y la desviación estándar de todos los píxeles por nivel de severidad y para cada producto de MODIS, tanto para el periodo pre-incendio como para el periodo post-incendio. Se analizaron los cambios absolutos y relativos de cada variable funcional entre la situación pre y postfuego.

#### 2.3.4. Áreas prioritarias para restauración

Para la determinación de las áreas prioritarias de restauración (APR) en el área de estudio se aplicó un análisis multicriterio (Tabla 2), en donde se contemplaron diversas variables dispuestas en formato vectorial y ráster (ver sección 2.2). Dentro de los primeros se incluyeron poblados, caminos viales (nacionales, provinciales y terciarios), ríos y cuerpos de agua, los cuales fueron obtenidos del Instituto Geográfico Nacional de Argentina (Figura 2 y Tabla 3). Dentro de los segundos se incluyó el producto de severidad del incendio (baja-moderada, moderada-alta y alta) generado en la sección 2.3.2, la pendiente del terreno (calculada a partir del DEM – SRTM V3), la densidad poblacional (GPW) y el producto global de tipos de uso y cobertura del suelo de Copérnico (CGLC). La inclusión de estas variables se basó en la disponibilidad de información espacialmente explícita de libre disponibilidad.

Tabla 2. Criterios y valoración asignada a cada variable utilizada en la EMC

Variables		Criterio	Valor min.	Valor máx.			
Social	Poblados	Alto riesgo de salud de poblados más cercanos al incendio.	578,20	19.775,52	-	-	-
	Densidad poblacional	Mayor importancia a poblaciones más cercanas al incendio por presentar alto riesgo de muerte.	8,403	130,1998	-	-	-
	Caminos	Los caminos más cercanos al incendio brindan facilidades para la mitigación y restauración y por tanto tienen mayor importancia.	705,578	26.175,215	-	-	-
Ambiental	Ríos y cuerpos de agua	Las fuentes naturales de agua más cercanas al incendio son vulnerables a la degradación de su calidad.	63,541	11.967,477	-	-	-
	Pendiente	Las áreas con mayor pendiente son vulnerables a deslizamientos	0	31,73	-	-	-
			<b>SBM</b>	<b>SMA</b>	<b>SA</b>	-	-
	Severidad del incendio	La severidad alta de los incendios tiene mayor potencia e intensidad conduciendo a la degradación de un ecosistema.	0,333	0,667	1	-	-
	Tipos de cobertura	Las vegetaciones con mayor biomasa aérea son más importantes	0,2	0,4	0,6	0,8	1
			<b>Vegetación herbácea</b>	<b>Humedal herbáceo</b>	<b>Arbustos</b>	<b>Bosque Abierto</b>	<b>Bosque Cerrado</b>

Se muestran los valores mínimos y máximos con los cuales se generó el escalado de 0 a 1 para las variables de poblados, densidad poblacional, caminos, ríos y cuerpos de agua, y pendiente. La asignación de valores para las variables de severidad del incendio y tipos de cobertura también fueron de 0 a 1. SBM = Severidad baja-moderada, SMA = Severidad moderada-alta y SA = severidad alta.

Elaboración propia

Con respecto a los caminos viales, se consideró otorgarle un mayor peso relativo a la categoría nacional y menor valor a la categoría terciaria. Este criterio se basó en que los caminos nacionales suelen ser más transitados y, por ende, están en mejores condiciones respecto al trazado y al tipo de pavimento que el resto. De esta manera, brindan mayor firmeza y seguridad a los vehículos motorizados, como así también velocidad de circulación. Por tanto, los valores de importancia asignados fueron de 0,5, 0,35 y 0,15 para las categorías nacional, provincial y terciaria, respectivamente. Luego, se calcularon las distancias a cada uno de estos caminos, a los poblados, a ríos y a cuerpos de agua, contemplando 50 km de radio.

Posteriormente, para cada una de las variables de distancia, se calcularon los percentiles 1 y 99, con la finalidad de eliminar valores anormales y muy extremos. A partir de estos valores, se aplicó un escalado de la siguiente manera:

$$X_{i.esc} = (X_i - p_1) / (p_{99} - p_1) \tag{ecuación (3)}$$

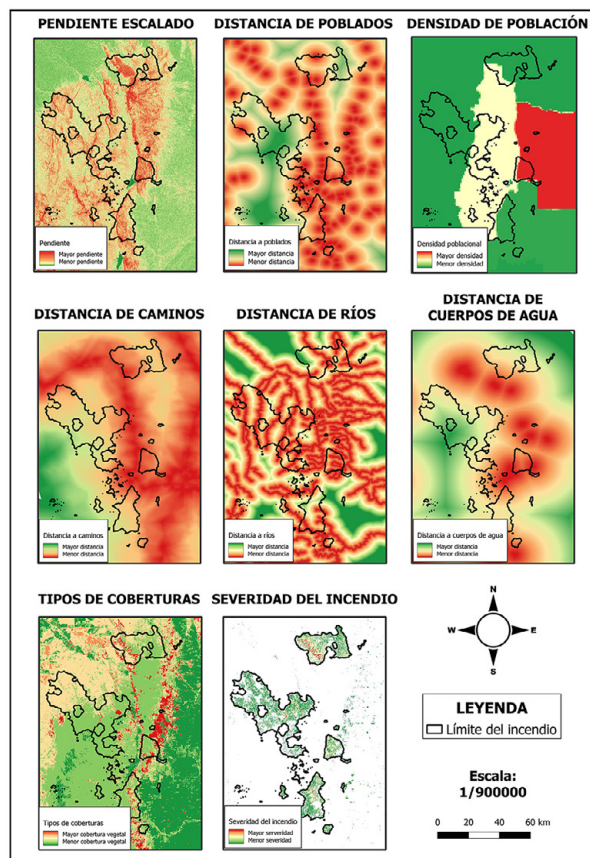
donde  $X_{i.esc}$  = variable  $i$  escalada,  $X_i$  = variable  $i$ ,  $p_1$  = percentil 1 de la variable  $i$ , y  $p_{99}$  = percentil 99 de la variable  $i$  para que la información de cada variable se encuentre en el rango de 0 a 1. Posteriormente, los valores negativos y superiores a 1 fueron igualados a 0 y 1, respectivamente.

De esta manera, fue posible integrar y combinar distintos tipos de variables que cuantifican atributos con diferentes escalas y unidades de medición. Se les concedió un mayor valor e importancia relativa a las distancias más cercanas que a las más alejadas. Esto se debe a que, por un lado, la cercanía de los poblados y fuentes de agua natural al área quemada involucra un mayor riesgo para las personas y de las fuentes de agua, conduciendo a problemas en la salud, en el primer caso, y degradación de su calidad en el segundo caso. Por otro lado, los caminos que se encuentran más cercanos al área quemada son enormemente útiles y necesarios para el desplazamiento óptimo en el proceso de restauración de dichas áreas afectadas por el incendio. De esta manera se les aplicó un reescalado a todas las variables de distancia, con el fin de invertir la relación —es decir, para que los sitios más cercanos tengan un mayor valor—. Para ello, se creó una capa ráster con un valor constante para todos los píxeles igual a 1, a la cual se le sustrajeron los valores de la imagen escalada de la siguiente manera:

$$X_{inv} = R_c - X_i \tag{ecuación (4)}$$

donde  $X_{inv}$  es la variable invertida,  $R_c$  es el ráster constante de valor 1, y  $X_i$  corresponde a los valores de distancia de la variable de interés. En el caso de los poblados, no solo se contempló la distancia a los mismos, sino también la densidad de población. Así, ambas variables escaladas (distancia y densidad de población) fueron multiplicadas entre sí, con el fin de que las áreas más próximas y con mayor densidad de población dispongan de mayor importancia. Al mismo tiempo, poblados cercanos, pero con baja densidad poblacional tendrían menor importancia.

Figura 2. Capas de información utilizada para la identificación de áreas prioritarias para la restauración



Todos los valores se encuentran escalados de 0 a 1, donde las tonalidades de color rojo representan los valores cercanos a 1 y, las tonalidades de color verde, valores cercanos a 0. En línea negra se indica la delimitación del área afectada por el incendio.

Elaboración propia



Tabla 3. Información satelital y vectorial utilizada

Formato	Capa de información	Descripción	GEE	Fuente
Ráster	Sentinel-2 MSI L2A	Satélite Sentinel-2, sensor MSI, con nivel de procesamiento L2A. Es una misión satelital del programa Copérnico de la Agencia Espacial Europea (ESA).	ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2")	Copernicus Open Access Hub <a href="https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home">https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home</a>
	Copernicus Global Land Cover (CGLC)	Producto de tipos de uso y cobertura a nivel global, con una resolución espacial de 100 m.	ee.ImageCollection("COPERNICUS/Landcover/100m/Proba-V-C3/Global")	Copernicus Global Land Service <a href="https://lcviewer.vito.be/2015">https://lcviewer.vito.be/2015</a>
	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM V3)	Modelo de elevación digital topográfico de 1 arco-segundo (~30m de resolución espacial), perteneciente a la misión de la NASA, NGA y agencias espaciales italiana y alemana.	ee.Image("USGS/SRTMGL1_003")	NASA Earth Data – Open access for open science <a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=SRTM">https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=SRTM</a>
	MOD13Q1 V006	Producto MODIS, contiene información de los índices de vegetación NDVI y EVI, generado a partir de una composición de 16 días a 250 m de resolución espacial.	ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD13Q1")	NASA Earth Data – Open access for open science <a href="https://lpdaac.usgs.gov/product_search/?collections=Combined+MODIS&amp;collections=Tertra+MODIS&amp;collections=Aqua+MODIS&amp;status=Operational&amp;view=list">https://lpdaac.usgs.gov/product_search/?collections=Combined+MODIS&amp;collections=Tertra+MODIS&amp;collections=Aqua+MODIS&amp;status=Operational&amp;view=list</a>
	MOD16A2 v006	Producto MODIS, contiene información de ET acumulada cada 8 días a 500 m de resolución espacial. Está expresado en de kg/m <sup>2</sup> .8-días	ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD16A2")	
	MCD43A3 v006	Producto MODIS, contiene información de albedo de 15 días a 500 m de resolución espacial.	ee.ImageCollection("MODIS/006/MCD43A3")	
	MOD11A2 v006	Producto MODIS, contiene información de LST promedio de 8 días a 1 km de resolución espacial.	ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD11A2")	
Gridded Population of the World (GPW)	Densidad poblacional a nivel global de 1 km de resolución espacial. Es un modelo construido a partir de datos censales para los años 2000, 2005, 2010 y 2020.	ee.ImageCollection("CIESIN/GPWv411/GPW_Population_Density")	Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) <a href="https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v4-population-density-rev11">https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v4-population-density-rev11</a>	
Vector	Poblados	Contiene información de tipo punto de todas las localidades de Argentina, categorizados por departamento y provincias.	---	Instituto Geográfico Nacional (IGN) <a href="https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGoespacial/CapasSIG">https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGoespacial/CapasSIG</a>
	Caminos	Contiene información de tipo línea de todos los caminos nacionales, provinciales, terciarios y otras categorías.	---	
	Ríos y cuerpos de agua	Contiene información de tipo línea y polígono correspondientes a las aguas continentales como corrientes de agua, canales, embalses, diques, etc.	---	

Se indican las capas de información y una breve descripción, como así también el nombre de la colección correspondiente en GEE y la fuente o institución involucrada.

Elaboración propia

Al producto de severidad del incendio se le asignó un mayor valor e importancia a la clase de severidad alta, ya que se observó que incendios con mayor potencia e intensidad presentan un mayor impacto y daño en el ecosistema, afectando más fuertemente las diversas variables que caracterizan el funcionamiento ecosistémico —ver sección 3.2—. Por otra parte, se calculó la pendiente de cada uno de los píxeles a partir del modelo digital de elevación SRTM V3, utilizando para ello la banda *elevation* de 30m y la función *slope* del GEE. Luego, se realizó el escalado a partir del cálculo de los percentiles 1 y 99, considerando que mayores pendientes tienen mayor importancia, ya que son más proclives a sufrir erosiones o aludes, que conducen a pérdidas de potenciales del suelo, cambios de la estética y estructura del paisaje y en la biodiversidad. Respecto a los tipos de cobertura del CGLC, fueron considerados de mayor importancia relativa las coberturas vegetales naturales que presentaban mayor biomasa aérea, mientras que a aquellas coberturas que presentaban menor biomasa o eran de carácter antrópicas y no presentaban vegetación, les fueron asignados los menores pesos. Los pesos relativos fueron 0 (cultivos agrícolas, urbano, áreas no vegetadas y cuerpos de agua), 0,2 (vegetación herbácea), 0,4 (humedal herbáceo), 0,6 (arbustos), 0,8 (bosque abierto) y 1 (bosque cerrado).

Seguidamente, las APR se determinaron como la suma de los productos de cada variable escalada y el peso relativo asignado, el cual fue de 0,25 para cada una de ellas, calculándose de la siguiente manera:

$$APR = \sum W_i X_{i,esc} \quad \text{ecuación (5)}$$

donde APR son las áreas prioritarias para restauración,  $W_i$  es el peso relativo asignado para cada variable, y  $X_{i,esc}$  es la variable  $i$  escalada. Para el caso de los vectores rasterizados, el peso general fue de 0,25 considerando como una sola variable a poblados, caminos, ríos y cuerpos de agua. A partir de esto, el peso fue distribuido equitativamente, asignando un valor de 0,0833 para poblados y caminos. En el caso de ríos y cuerpos de agua, ya que ambos son fuentes de agua, el peso 0,0833 se dividió en dos para asignar el valor 0,04165 a cada uno. La ponderación diferencial de las variables permitiría dar mayor o menor importancia a determinadas variables y, por lo tanto, presentar más o menos injerencia en la definición de las APR. Sin embargo, en la mayoría de los casos esa ponderación suele tener una impronta subjetiva, es decir, responde a intereses de las personas, a sus valoraciones, a su conocimiento sobre la temática, etc. En este trabajo, no se ha incluido la posición o el interés de los diferentes actores implicados ni el proceso de consulta a expertos, y también se ha decidido no realizar ningún tipo de valoración subjetiva de las variables, por lo cual a cada una de ellas le fue asignado equitativamente el mismo peso relativo a fin de que el resultado final sea lo más objetivo posible.

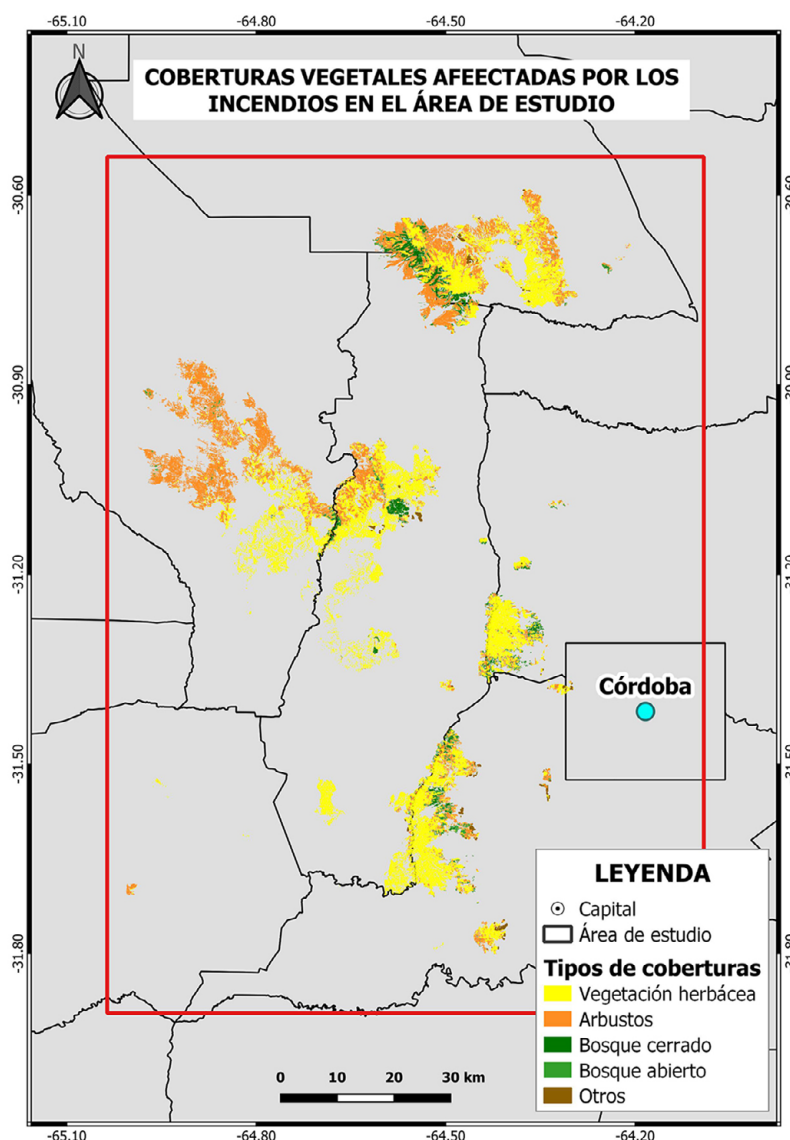
Por último, el producto de APR obtenido fue escalado nuevamente de 0 a 1, debido a que presentaba un rango de variación más acotado, es decir, el valor mínimo era mayor a 0 y el valor máximo era menor a 1. Posteriormente, el producto de APR se reclasificó en cuatro (4) clases según los siguientes valores:  $>0$  y  $<0,25$  (muy baja),  $\geq 0,25$  y  $<0,50$  (baja),  $\geq 0,50$  y  $<0,75$  (moderada) y  $\geq 0,75$  y  $\leq 1$  (alta). Para cada una de estas clases se estimaron las superficies absolutas y relativas.

### 3. Resultados

#### 3.1. Área quemada, vegetación afectada y estimación de la severidad del incendio

El área afectada por los incendios ocurridos entre agosto y septiembre del año 2020 en la provincia de Córdoba fue de 109.307 ha, comprendiendo un 8% del área de estudio (Figura 4). Estos incendios afectaron los departamentos de Ischilín, Punilla, Cruz del Eje, Colón, Santa María y San Alberto. Así mismo, la vegetación herbácea y arbustiva fueron los tipos de vegetación más afectados, comprendiendo una superficie de 61.558 (56,3%) y 39.244 (35,9%) ha, respectivamente (Figura 5 y Tabla 4). Los bosques cerrados y abiertos tuvieron menor superficie afectada, siendo alrededor de 5.499 (5%) y 2.640 (2,5%) ha, respectivamente (Figura 3 y Tabla 4). Otros tipos de coberturas, como cultivos y áreas urbanas sumaron un total de 365 ha (0,3%) (Figura 3 y Tabla 4), lo que probablemente estén asociados a errores en la caracterización y que no hayan sido realmente afectados por los incendios.

Figura 3. Coberturas vegetales afectadas por los incendios en el área de estudio



El mapa muestra la distribución espacial de las coberturas vegetales quemadas.  
Elaboración propia

Tabla 4. Superficie y porcentaje de coberturas vegetales afectadas por los incendios en el área de estudio

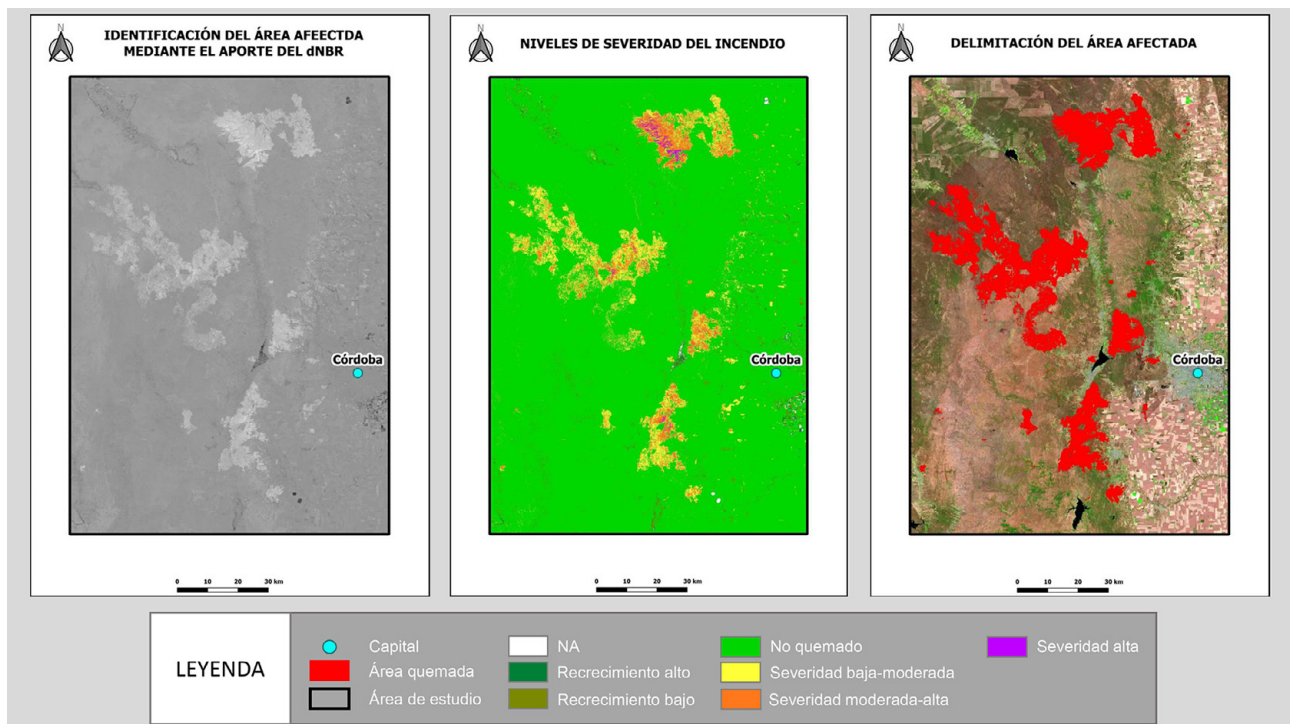
N°	Tipos de coberturas	Área de vegetación quemada (ha)	Área (ha) de vegetación en el área de estudio	Proporción de vegetación quemada (%)
1	Vegetación herbácea	61.558	587.974	56,3
2	Arbustos	39.244	353.781	35,9
3	Bosque cerrado	5.499	57.919	5,0
4	Bosque abierto	2.640	42.177	2,5
5	Otras coberturas	365	287.701	0,3
	<b>Total</b>	<b>109.307</b>	<b>1.329.552</b>	<b>100</b>

Elaboración propia

Con respecto a la estimación de la severidad del incendio en el área de estudio, se identificaron seis niveles de severidad: recrecimiento alto, recrecimiento bajo, no quemado, severidad moderada-baja, severidad moderada-alta y severidad alta (Figura 4). El recrecimiento alto y bajo, y no quemado correspondieron a las zonas no afectadas por el incendio; sin embargo, la severidad baja, también se reclasificó agregándose a la

clase no quemado, debido a que mostró una sobreestimación del área quemada (Anexo 1). La razón de esta reclasificación se debe a que el índice NBR es sensible a ciertas características de la superficie que podrían corresponder con vegetación sana, generando así confusiones en la clasificación de la severidad del incendio (Miller & Thode, 2007; Axel, 2018). Las clases de severidad baja-moderada, moderada-alta y alta, correspondieron a las zonas afectadas por el incendio. Las mismas identificaron de manera muy clara toda el área quemada, presentando mucho menos superficie que la clase severidad baja. Las superficies estimadas para estas 3 clases fueron 65.558 (60%), 40.532 (37%) y 3.217 (3%) ha para las clases de severidad baja-moderada, moderada-alta y alta, respectivamente (Tabla 5). Respecto a los tipos de coberturas afectadas por la severidad baja-moderada, se observó que la vegetación herbácea fue la más afectada (60,64%), seguida de los arbustos (35,32%) (Tabla 5). En la misma sintonía, la severidad moderada-alta también afectó en mayor proporción a la vegetación herbácea (51,44%) y los arbustos (34,71%). Por último, la severidad alta afectó en mayor magnitud al bosque cerrado (50,31%), mientras que gradualmente en menor magnitud a los arbustos, vegetación herbácea y bosque abierto, (24,86%, 14,10% y 10,74%, respectivamente).

Figura 4. Mapa de niveles o clases de severidad de los incendios



Identificación de las clases de severidad de los incendios ocurridos en el área de estudio entre agosto y septiembre de 2020. Elaboración propia

Tabla 5. Grado de severidad y tipos de vegetación afectada

N°	Grado de severidad	Área (ha)	%	Vegetación herbácea	Arbustos	Bosque cerrado	Bosque abierto	Otras coberturas
1	Severidad baja-moderada	65.558	60%	60,64%	35,32%	2,18%	1,42%	0,44%
2	Severidad moderada-alta	40.532	37%	51,44%	38,71%	3,41%	6,30%	0,14%
3	Severidad alta	3.217	3%	14,10%	24,86%	10,74%	50,31%	0%
	<b>Total</b>	<b>109,307</b>	<b>100</b>					

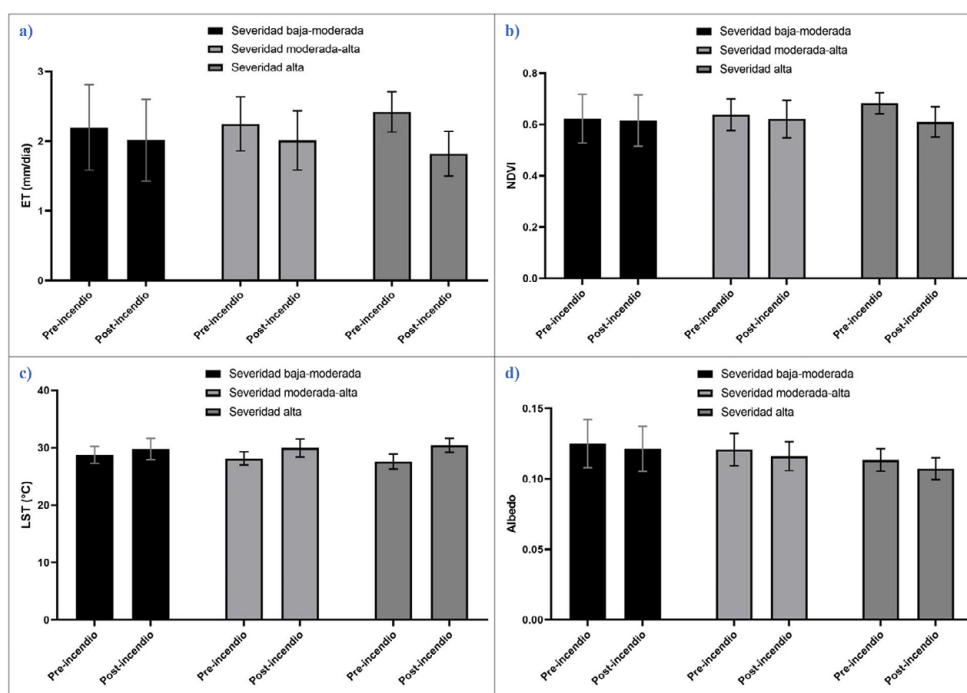
Áreas y proporciones estimadas para cada clase de severidad y tipos de cobertura con respecto a la superficie total quemada en el área de estudio. Elaboración propia

### 3.2. Impacto sobre el funcionamiento ecosistémico

La evapotranspiración (ET) fue una de las variables más afectadas por los incendios, observándose disminuciones promedio del 8,4% (0,19 mm/día), 10,5% (0,24 mm/día) y 24,8% (0,40 mm/día) para las severidades

baja-moderada, moderada-alta y alta, respectivamente (Figura 5a). Así mismo, el NDVI y la LST tuvieron un efecto moderado en zonas donde los incendios tuvieron una severidad alta, mostrando cambios promedio del 10,6% (0,072) y 10,2% (2,81 °C), respectivamente (Figuras 5b y 5c). Por su parte, el albedo mostró un impacto mucho menor en comparación con las demás variables biofísicas, observándose variaciones promedio en torno al 3,1% (0,0038), 3,8% (0,0046) y 5,4% (0,0061) para las severidades baja-moderada, moderada-alta y alta, respectivamente (Figura 5d). El nivel de severidad de los incendios mostró una relación inversa con las variables biofísicas analizadas, es decir, mientras mayor fue la severidad, los valores de las variables disminuyeron con mayor magnitud. Sin embargo, no ocurrió así con la LST, sino que esta variable mostró una relación positiva. Así, la LST aumentó alrededor de 3° C en las zonas con mayor severidad, mientras que, en las zonas con baja severidad solo aumentó poco más de 1° (Tabla 6).

Figura 5. Variables del funcionamiento ecosistémico vs severidad del incendio



Impacto de los distintos niveles de severidad del incendio sobre a) la ET, b) el NDVI, c) la LST, y d) el albedo.

Elaboración propia

Tabla 6. Impactos de los incendios en las variables del funcionamiento ecosistémico

Funcionamiento ecosistémico	Severidad baja-moderada		Severidad moderada-alta		Severidad alta	
	Pre-incendio	Post-incendio	Pre-incendio	Post-incendio	Pre-incendio	Post-incendio
	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.
Abedo	0,125	0,1212	0,1207	0,1161	0,1133	0,1072
Δ Albedo	-0,0038 (3,1%)		-0,0046 (3,8%)		-0,0061 (5,4%)	
ET	2,199 mm/día	2,014 mm/día	2,248 mm/día	2,011 mm/día	2,420 mm/día	1,820 mm/día
Δ ET	-0,185 mm/día (8,4%)		-0,237 mm/día (10,5 %)		-0,4 mm/día (24,8%)	
NDVI	0,623	0,615	0,638	0,621	0,682	0,610
Δ NDVI	-0,008 (2,3%)		-0,017 (2,7%)		-0,072 (10,6%)	
LST	28,78° C	29,79° C	28,14° C	29,96° C	27,61° C	30,42° C
Δ LST	1,01° C (3,5%)		1,82° C (6,5%)		2,81° C (10,2%)	

Alteraciones ocasionadas por los incendios sobre distintas variables del funcionamiento ecosistémico a lo largo de un gradiente de severidad. El símbolo Δ representa la diferencia entre el pre-incendio y el post-incendio, indicada de manera relativa (en %) y en forma absoluta.

Elaboración propia

### 3.2. Identificación de las Áreas Prioritarias para Restauración

Se identificaron un total de cuatro (4) categorías de áreas prioritarias para la restauración de la superficie quemada, las cuales fueron categorizadas como muy baja, baja, moderada y alta (Figura 6). La categoría baja presentó la mayor extensión superficial, abarcando 54.676 ha, que correspondió al 50% del área quemada (Tabla 7). Por el contrario, la categoría alta mostró la menor superficie, con un total de 7.697 ha (7%). También se observó que las áreas con mayor prioridad estuvieron asignadas a zonas generalmente compuestas por arbustos y bosques naturales (cerrados y abiertos), mientras que las áreas cubiertas por pastizal mostraron una baja prioridad de restauración. Adicionalmente, se relacionaron las APR con los 3 tipos de severidad del incendio (Figura 7 y 8), donde se observó que las prioridades “muy baja” y “baja” abarcaron mayor superficie del incendio con severidad baja-moderada. La prioridad moderada estuvo relacionada en mayor proporción con la severidad moderada-alta, mientras que la prioridad alta estuvo mayormente relacionada con las severidades moderada-alta y muy alta (Figura 7 y 8).

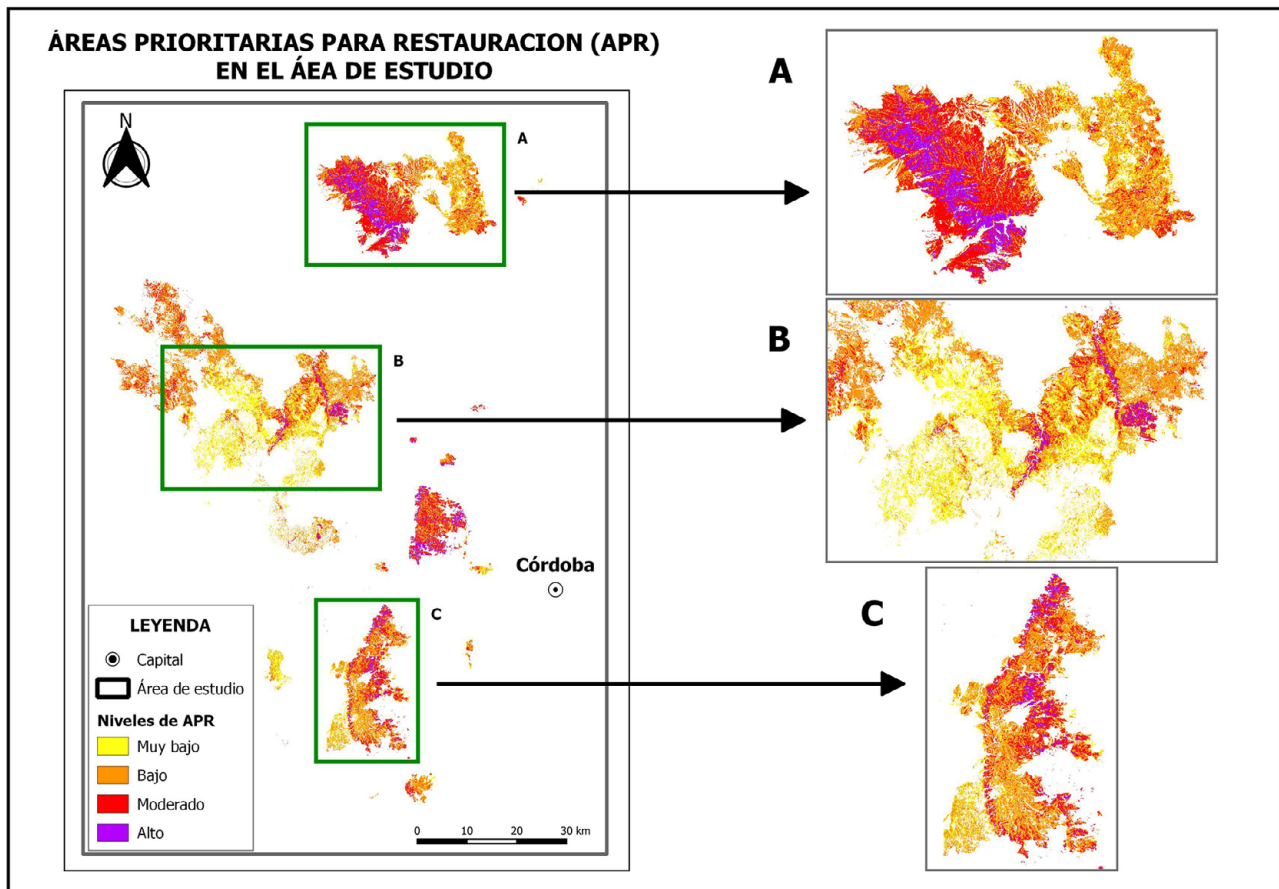
Tabla 7. Proporción de los niveles de prioridad identificados

N°	Niveles de prioridad	Área (ha)	%
1	Alta prioridad	7.697	7
2	Moderada prioridad	27.827	25,5
3	Baja prioridad	54.677	50
4	Muy baja prioridad	19.101	17,5
<b>Total</b>		<b>109.302</b>	<b>100</b>

Superficie (en ha) definida para cada nivel de prioridad de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación multicriterio.

Elaboración propia

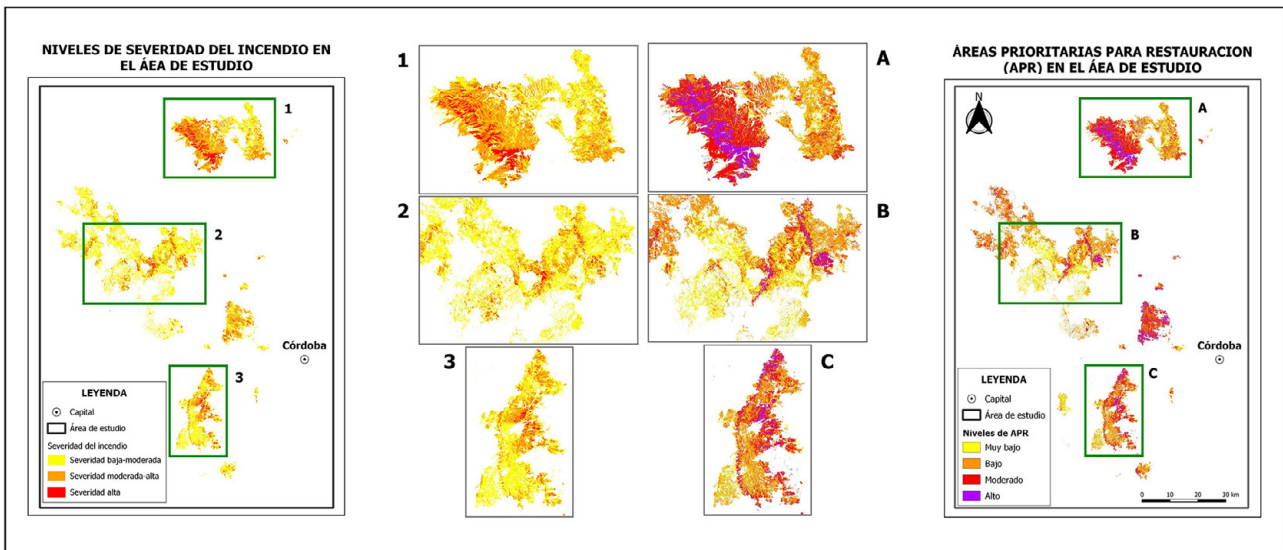
Figura 6. Identificación de áreas prioritarias para restauración (APR)



Las tonalidades desde amarillo a morado representan los niveles de prioridad desde muy bajo a alto. Los mapas A, B y C muestran un panorama más detallado de las APR.

Elaboración propia

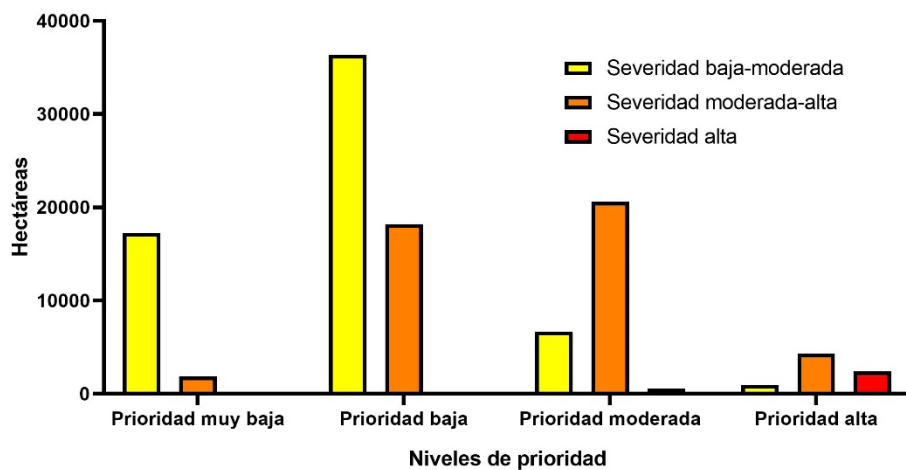
Figura 7. Comparación entre las APR y la severidad del incendio



El mapa ubicado a la izquierda muestra los niveles de severidad del incendio: baja-moderada (amarillo), moderada-alta (naranja) y alta (rojo). El mapa del lado derecho son los niveles de prioridad para restauración: muy bajo (amarillo), bajo (naranja), moderado (rojo) y alto (púrpura). Así mismo, se muestran 3 zonas enmarcadas de color verde con mayor nivel de detalle para ambos mapas.

Elaboración propia

Figura 8. Relación entre las áreas prioritarias para restauración (APR) y la severidad del incendio



Las barras de color amarillo, naranja y rojo corresponden a los grados de severidad bajo-moderado, moderado-alto y alto, respectivamente, las cuales están agrupadas por cada nivel de prioridad desde muy bajo a alto.

Elaboración propia

## 4. Discusión de resultados

### 4.1. Alteraciones en el funcionamiento ecosistémico

La ET mostró una importante sensibilidad a la intensidad de los incendios, donde cambios drásticos en los patrones de la ET suceden cuando la severidad del incendio se incrementa (Nolan et al., 2014; Poon & Kinoshita, 2018a, 2018b). Similares resultados fueron observados por Poon y Minoshita (2018a) en los bosques semiáridos de Nuevo México (USA), donde la ET anual disminuyó hasta un 36% en áreas severamente afectadas por los incendios. Del mismo modo, Nolan et al. (2014) observaron, con posterioridad al incendio en bosques de eucaliptos, una reducción del 41% de la ET promedio en áreas con alta severidad. Ma et al. (2020), por su parte, hallaron una disminución del 50% de la ET en áreas con alta severidad en los bosques de la Sierra Nevada, California (USA). En la misma sintonía, Roche et al. (2020) identificaron, en áreas con alta severidad, una reducción mayor al 30% de la ET en un ecosistema compuesto por pastizales, coníferas y pinos de las cuencas de Yuba y American (California, USA). Aunque estos estudios se centraron

principalmente en evaluar los impactos de los incendios en sistemas leñosos, los mismos mostraron disminuciones en el mismo sentido que lo observado en este trabajo, aunque con mayores magnitudes.

Por otro lado, se observó una alta correlación entre las variaciones en la ET y el NDVI, la LST y el albedo, al igual que lo registrado en otros trabajos (Lo Seen Chong et al., 1993; Szilagyi et al., 1998; Krishnan et al., 2012; Sun et al., 2016; Poon & Minoshita, 2018b; Ma et al., 2020). Por ejemplo, Beringer et al. (2003) observaron una disminución cercana al 30% en la ET y del 58% en el albedo, en áreas con severidad moderada. Veraverbeke et al. (2012), por su parte, observaron una disminución del 60% en el NDVI, del 29% en el albedo y un aumento de 8 °C en la LST en áreas con alta severidad. Del mismo modo, Yakimov y Ponomarev (2020) notaron un incremento de hasta 5 °C en la LST en áreas con mayor severidad. Si bien se observa que las variaciones en el NDVI, en la ET, el albedo y la LST de estos estudios fueron mucho más altas en contraste con los encontrados en este trabajo, el comportamiento de las variables como consecuencia del incendio fue bastante similar, es decir, se observó una mayor variación conjunta de las diferentes variables biofísicas a medida que la severidad del incendio fue más alta. Las menores alteraciones en las variables biofísicas observadas en este trabajo podrían estar asociadas a múltiples factores, entre los que se destaca el tipo de vegetación presente en el área de estudio, la resolución espacial del producto satelital utilizado y el nivel de severidad del incendio. En primer lugar, la mayoría de los trabajos analizados se centraron en el estudio de sistemas leñosos, los cuales ocupan una superficie acotada en este trabajo (7.5% entre bosques cerrados y abiertos, Tabla 4). Los pastizales y arbustos, coberturas predominantes en el área de estudio, fueron los tipos de vegetación predominantemente afectados por los incendios y, seguramente, presenten menores variaciones en su funcionamiento producto del fuego. En segundo lugar, en este trabajo se han utilizado resoluciones espaciales de 250 m, 500 m y 1 km (MODIS) para describir los cambios en el funcionamiento ecosistémico bajo distintos niveles de severidad del incendio, los cuales fueron caracterizados con una escala espacial de 10 m (Sentinel 2). Esta diferencia en la resolución espacial de observación seguramente haya generado la inclusión de píxeles que no hayan sido afectados por el incendio, o que lo hayan hecho con un nivel de severidad distinto. En tercer y último lugar, la mayoría de los estudios se han centrado en evaluar el impacto de incendios de gran magnitud y severidad, los cuales han representado una superficie muy marginal en este trabajo (alrededor del 3%, Tabla 5).

Analizar las modificaciones del funcionamiento ecosistémico como consecuencia de los incendios permite conocer la magnitud del daño desde un enfoque ecológico, más aún cuando se estudia el impacto sobre diversas variables biofísicas. Esto brinda un panorama esencial cuando se trata de reparar el daño y recuperar el estado inicial del ecosistema. A modo de ejemplo, ya que la ET fue la variable más afectada por el incendio, ésta tiene un rol fundamental en el intercambio de energía y agua, así como también, en la generación de servicios a nivel de cuenca, tales como, calidad del agua, control de la inundación, almacenamiento de carbono y nitrógeno (Courault et al., 2005; Li et al., 2009; Krishnan et al., 2012; Nosetto et al., 2012; Sun et al., 2016; Zhang et al., 2016; Poon & Minoshita, 2018a, 2018b). De esta manera, los patrones de decrecimiento observados en la ET podrían tener consecuencias directas sobre otros flujos de agua, tales como la escorrentía, repercutiendo sobre el rendimiento hídrico de la cuenca (Poon & Minoshita, 2018a, 2018b). El decrecimiento del NDVI, por su parte, al estar relacionado con la PPNA, fenología y biomasa aérea (Di Bella et al., 2004; Fernández-Buces et al., 2006; Alcaraz-Segura et al., 2009), podría conducir a una reducción de la biodiversidad biológica, principalmente de herbívoros e indirectamente en predadores, ya que los primeros buscan alimentarse del forraje el cual depende de la fenología y la productividad de la vegetación, y los segundos, persiguen el movimiento que realizan los herbívoros (Remelgado et al., 2018; Sun et al., 2021). Por otro lado, las variaciones en el albedo pueden conducir a un enfriamiento o calentamiento del clima local, ya que está vinculado con la cantidad de radiación solar absorbida por la superficie (Tian et al., 2004; Charlson et al., 2007; Schwaiger & Bird, 2010; Houspanossian et al., 2017). Según Houspanossian et al. (2013, 2017), la reducción de la vegetación genera una menor absorción de radiación solar y, como consecuencia, un incremento del albedo, lo cual se traduce en un enfriamiento del clima local. Sin embargo, en este trabajo se observó que el albedo en la situación postfuego disminuyó. Estas diferencias, en primer lugar, podrían deberse a que estos autores analizaron las alteraciones en el albedo a causa del reemplazo de bosques secos por cultivos, el cual fue marginalmente afectado por los incendios, siendo la vegetación herbácea y arbustiva las que sufrieron mayor alteración. En segundo lugar, podría deberse a la mayor absorción de la radiación por parte del material carbonizado a raíz de los incendios, causando una disminución significativa en el albedo durante un corto periodo de tiempo después del evento de fuego (Veraverbeke et al., 2012). El incremento de la LST puede conducir a una menor humedad del aire en épocas de verano, alteraciones en el periodo de lluvias, aceleraciones en el proceso de erosión y mineralización, excesiva pérdida de nutrientes del suelo, entre otros (Hesslerová et al., 2013). Asimismo, otras consecuencias pueden repercutir sobre la fisiología,



distribución, fenología y adaptación en animales y plantas, como, por ejemplo, cambios en el metabolismo y desarrollo en mamíferos, alteraciones en la fotosíntesis de la vegetación, migraciones drásticas de especies sobre nuevos territorios, entre otros (Hughes, 2000).

Por último, el análisis de la recuperación de la vegetación postfuego, junto con la determinación del periodo de tiempo necesario para el restablecimiento de las funciones ecosistémicas, es un aspecto importante que no ha sido abordado en el trabajo por la poca información disponible luego de la ocurrencia del incendio analizado. Para ello sería necesario considerar no solo un amplio periodo de tiempo después del evento de fuego, sino también identificar y seleccionar áreas que se hayan quemado por única vez o, al menos, que no se hayan vuelto a quemar luego del evento de fuego considerado. Este aspecto resulta fundamental para el diseño y la ejecución de planes o programas de restauración asistida de un ecosistema en particular, ya que brindaría información de relevancia respecto a la rapidez o el periodo de tiempo requerido para que se recupere el funcionamiento natural de la vegetación.

#### 4.2. Propuesta de áreas prioritarias para restauración

Las áreas con vegetación más densa fueron identificadas como prioridad alta, lo cual resultaría razonable y adecuado invertir mayores recursos logísticos para las actividades de restauración en este tipo de ecosistemas, debido a que los bosques proporcionan mayor biomasa y capacidad de enfriamiento de la temperatura superficial y captura de CO<sub>2</sub> (Houspanossian et al., 2013; Nosetto et al., 2020). Si bien en este análisis de identificación de APR no se incorporó la opinión de expertos, la cual tiene un valor importante en este tipo de trabajos (Esmail & Geneletti, 2018; Lopes et al., 2020), los resultados mostraron una asignación lógica y coherente de las áreas prioritarias. Los resultados aquí observados se encuentran en línea con los obtenidos por Orsi y Geneletti (2010), quienes identificaron mayores prioridades de restauración en zonas próximas a bosques y áreas protegidas. Asimismo, Valente et al. (2017) asignaron mayores prioridades a zonas cercanas a parches de bosque y ríos. Por su parte, Lopes et al. (2020), bajo un enfoque de conservación del recurso hídrico y el soporte de expertos, identificaron áreas con alta prioridad en zonas colindantes con bosques y con alta susceptibilidad a la erosión. Sin embargo, Valente et al. (2021) determinaron altas prioridades en áreas con bosque nativo, pasturas y agricultura, a pesar de que en su análisis se incorporó la participación de expertos. Esto podría deberse a que el trabajo se realizó en un contexto y escenario diferente, es decir, en áreas bajo mayor presión antrópica en el uso del suelo y sobreuso del recurso hídrico.

Si bien existen diferencias metodológicas entre los trabajos anteriores que aplicaron EMC y el aquí abordado en cuanto a la información biofísica y social utilizada, los resultados obtenidos respecto a las APR fueron muy similares. La metodología empleada es sólida y precisa para la designación óptima y equitativa de los recursos durante el proceso de restauración. Sin embargo, los resultados de las APR se podrían mejorar incorporando la opinión de expertos, la participación de los actores afectados y el uso de otras variables, tanto socioeconómicas, como biofísicas y logísticas. Por ejemplo, Valente et al. (2021) incluyeron la participación de 12 técnicos expertos de diferentes instituciones (Universidades, organizaciones privadas, Institutos de Investigación, etc.) para la selección de criterios y la asignación de su importancia relativa. De todas maneras, la información provista en nuestro trabajo puede resultar relevante y de utilidad para los tomadores de decisiones, quienes podrían socializarlos con la población interesada y asentada alrededor de la zona afectada por el incendio, para luego reajustar y, posteriormente, diseñar las acciones de mitigación y restauración. Sumado a esto, la implementación de sinergias entre distintas instituciones públicas y privadas es fundamental cuando se trata de ejecutar acciones eficaces de rápida acción y control, con el fin de recuperar el funcionamiento del ecosistema.

Finalmente, resulta importante resaltar el rol de las especies forestales que son más adecuadas para el proceso de restauración, un aspecto clave a considerar. Resultaría de gran utilidad poder identificar y caracterizar especies forestales que, por su capacidad de adaptación, crecimiento y regeneración, podrían utilizarse para restaurar funcionalmente y de manera rápida las áreas afectadas por los incendios. Esto resulta de interés principalmente en áreas donde se producen eventos de incendio de gran magnitud y severidad, y en zonas donde los mismos se desarrollan con alta frecuencia (Pausas & Keeley, 2014; Jaureguiberry et al., 2021). Adicionalmente, la identificación de especies según su potencial semillero postfuego (Gould et al., 2002) es otro tema de gran importancia. Existen especies que poseen alta producción de semillas y juegan un rol fundamental en la proliferación. Por lo tanto, se tendría que recabar información a campo para identificar la existencia de "árboles semilleros" o la posibilidad de adaptar especies con dicho potencial con el fin de restaurar los ecosistemas afectados por el fuego.

## 5. Conclusiones

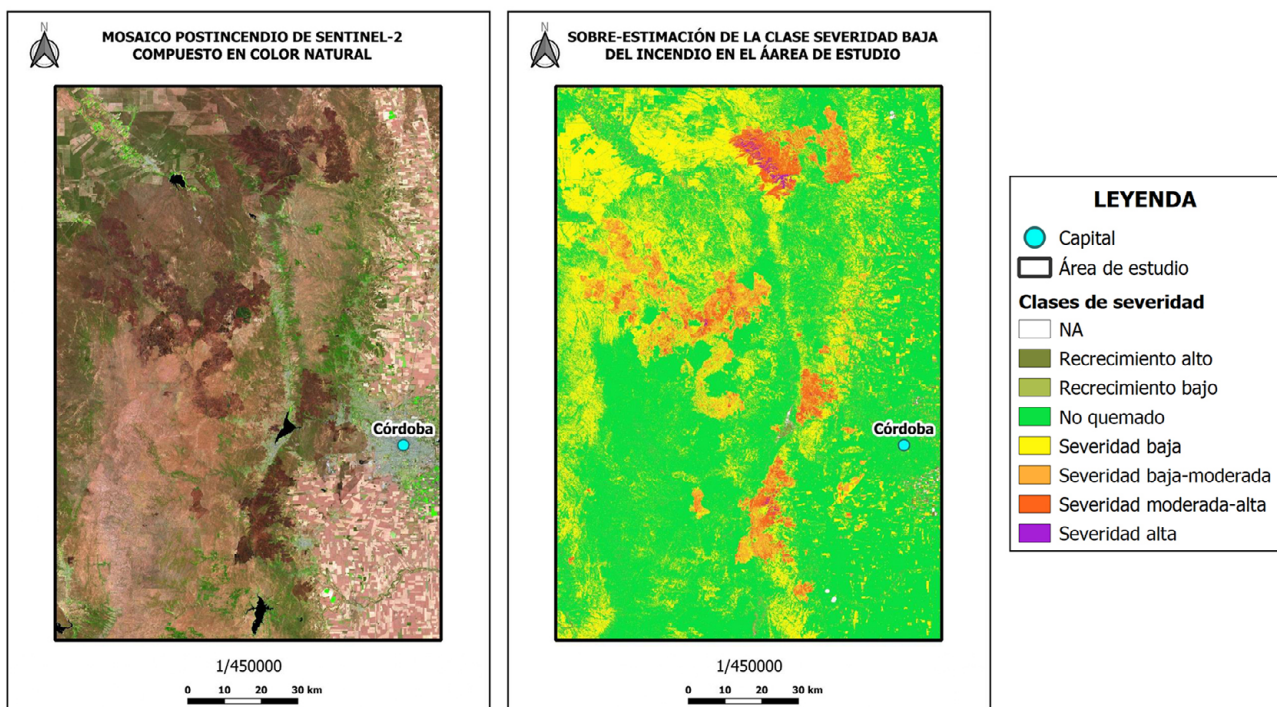
En este trabajo se pudo identificar la severidad de los incendios ocurridos en la provincia de Córdoba durante los meses de agosto y septiembre del año 2020, y cuantificar el impacto de los incendios sobre el funcionamiento ecosistémico a través de información provista por sensores remotos. La variable más afectada en el área de estudio fue la ET, seguida por el NDVI (como proxy de la PPNA) y la LST, mostrando el albedo una variación más sutil. A su vez, se identificaron cuatro categorías de prioridad para la restauración postfuego en el área de estudio. Las zonas con prioridad alta tuvieron la menor extensión superficial, representando tan solo el 7% del área quemada. Estas zonas de mayor prioridad coincidieron con las áreas bajo presencia de bosques naturales (cerrados y abiertos) y de vegetación arbustiva. La mayor extensión superficial fue para la prioridad baja, que representó el 50% del área, asociada principalmente con la distribución de los pastizales naturales. La información derivada de sensores remotos proporciona una alternativa sólida para la caracterización de los incendios y aporta información de vital importancia para la toma de decisiones, contribuyendo así a la asignación racional de los recursos limitantes para la restauración de las áreas afectadas. A su vez, los resultados derivados en este trabajo resultan de gran relevancia para la implementación de políticas públicas destinadas a garantizar la sustentabilidad de estos ecosistemas.

## Agradecimientos

A la Universidad de Buenos Aires y al CONICET por contribuir en la realización de este trabajo. A Thiago y a Manu.

## Anexos

Anexo 1. Identificación de las clases de severidad de los incendios ocurridos en el área de estudio entre agosto y septiembre de 2020



En el mapa de la derecha se observa la superficie quemada identificada por la clase de severidad baja en el área de estudio, comprendiendo vastas áreas donde no ocurrieron incendios. Esto a su vez, se puede contrastar con el mapa de la izquierda donde se ve en tonos amarillos oscuros las cicatrices del incendio.

Elaboración propia

## Referencias

- Alcaraz-Segura, D., Cabello, J., Paruelo, J. M., & Delibes, M. (2009). Use of descriptors of ecosystems functioning for monitoring a national park network: a remote sensing approach. *Environmental Management*, (43), 38-48. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9154-y>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. *FAO irrigation and drainage paper no. 56*. FAO, Rome. [http://www.avwatermaster.org/filingdocs/195/70653/172618e\\_5xAGWax8.pdf](http://www.avwatermaster.org/filingdocs/195/70653/172618e_5xAGWax8.pdf)
- Argañaraz, J. P., Pizarro, G. G., Zak, M., & Bellis, L. M. (2015a). Fire regime, climate, and vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. *Fire Ecology*, (11), 55-73. <https://doi.org/10.4996/fireecology.1101055>
- Argañaraz, J. P., Pizarro, G. G., Zak, M., Landi, M. A., & Bellis, L. M. (2015b). Human and biophysical drivers of fires in Semiarid Chaco mountains of Central Argentina. *Science of the Total Environment*, (550), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.081>
- Amani, M., Member, Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., Kakooei, A. M., Mirmazloumi, S. M., Moghaddam, S. H. A., Mahdavi, S., Ghahremanloo, M., Parsian, S., Wu, Q., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: a comprehensive review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, (13), 1-25. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3021052>
- Axel, A. C. (2018). Burned area mapping of an escape fire into tropical dry forest in western Madagascar using multi-season Landsat OLI data. *Remote Sensing*, (10), 1-17. <https://doi.org/10.3390/rs10030371>
- Barpoutis, P., Papaioannou, P., Dimitropoulos, K., & Grammalidis, N. (2020). A review on early forest fire detection systems using optical remote sensing. *Sensors*, (20), 6442. <https://doi.org/10.3390/s20226442>
- Barnes, W., Xiong, X., Guenther, B., & Salomonson, V. (2003). Development, characterization, and performance of the EOS MODIS sensors. *Proceedings of SPIE*, (5151), 337-345. <https://doi.org/10.1117/12.504818>
- Beringer, J., Hutley, L. B., Tapper, N. J., Coutts, A., Kerley, A., & Grady, A. P. O. (2003). Fire impacts on surface heat, moisture, and carbon fluxes from tropical savanna in northern Australia. *International Journal of Wildland Fire*, (12), 333-340. <https://doi.org/10.1071/WF03023>
- Buchhorn, M., Lesiv, M., Tsendbazar, N. E., Herold, M., Bertels, L., & Smets, B. (2020). Copernicus global land cover layers – Collection 2. *Remote Sensing*, (12), 1-14. <https://doi.org/10.3390/rs12061044>
- Cabello, J., Fernández, N., Alcaraz-Segura, D., Oyonarte, C., Piñeiro, G., Altesor, A., Delibes, M., & Paruelo, J. M. (2012). The ecosystem functioning dimension in conservation: insights from remote sensing. *Biodiversity and Conservation*, (21), 3287-3305. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0370-7>
- Cabido, M., Breimer, R., & Vega, G. (1987). Plant communities and associated soil types in a High Plateau of a Cordoba mountains, central Argentina. *Mountain Research and Development*, (7), 25-42. <https://www.jstor.org/stable/3673322>
- Cabido, M., Zeballos, S. R., Zak, M., Carranza, M. L., Giorgis, M. A., Cantero, J. J., & Acosta, A. T. R. (2018). Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Appl Veg Sci.*, (21), 298-311. <https://doi.org/10.1111/avsc.12369>
- Carranza, M. L., Hoyos, L., Frate, L., Acosta, A. T. R., & Cabido, M. (2015). Measuring forest fragmentation using multitemporal forest cover maps: Forest loss and spatial pattern analysis in the Gran Chaco central Argentina. *Landscape and Urban Planning*, (142), 238-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.08.006>
- Casey, K., Polashenki, C. M., Chen, J., & Tedesco, M. (2017). Impact of MODIS sensor calibration updates on Greenland ice sheet surface reflectance and albedo trends. *The Cryosphere Discussions*, (38), 1-24. <https://doi.org/10.5194/tc-2017-38>
- Charlson, R. J., Ackerman, A. S., Bender, F. A-M., Anderson, T. L., & Liu, Z. (2007). On the climate forcing consequences of the albedo continuum between cloudy and clear air. *Tellus*, (59), 715-727. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0889.2007.00297.x>

- Chuvieco, E., Aguado, I., Salas, J., García, M., Yebra, M., & Olivia, P. (2020). Satellite remote sensing contributions to wildland fire science and management. *Current Forestry Reports*, (6), 81-96. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00116-5>
- Claverie, M., Ju, J., Masek, J. G., Dungan, J. L., Vermote, E. F., Roger, J-C., Skakun, S. V., & Justice, C. (2018). The harmonize Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. *Remote Sensing of Environment*, (219), 145-161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.09.002>
- Courault, D., Seguin, B., & Olioso, A. (2005). Review on estimation of evapotranspiration from remote sensing data: From empirical to numerical modelling approaches. *Irrigation and Drainage Systems*, (19), 223-249. <https://doi.org/10.1007/s10795-005-5186-0>
- Costa, M. B., De Menezes, L. F. T., & Nascimento, M. T. (2017). Post-fire regeneration in seasonally dry tropical forest fragments in southeastern Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, (89), 2687-2695. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160728>
- De Andrade, M. D., Delgado, R. C., da Costa de Menezes, S. J. M., Rodrigues, R. A., Teodoro, P. E., Junior, C. A. J., & Pereira, M. G. (2021). Evaluation of the MOD11A2 product for canopy temperature monitoring in the Brazilian Atlantic Forest. *Environmental Monitoring Assessment*, 193(45), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08788-z>
- De Santis, A., & Chuvieco, E. (2007). Burn Severity estimation from remotely sensed data: performance of simulation versus empirical models. *Remote Sensing of Environment*, (108), 422-435. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.11.022>
- Di Bella, C. M., Paruelo, J. M., Becerra, J. E., Bacour, C., & Baret, F. (2004). Effect of senescent leaves on NDVI-based estimates of fAPAR: Experimental and modelling evidences. *International Journal of Remote Sensing*, 25(33), 5415-55427. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160412331269724>
- Di Bella, C. M., Jobbágy, E. G., Paruelo, J. M., & Pinnok, S. (2006). Continental fire density patterns in South America. *Global Ecology and Biogeography*, (15), 192-199. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00225.x>
- Di Bella, C. M., Fischer, M. A., & Jobbágy, E. G. (2011). Fire patterns in north-eastern Argentina: influences of climate and land use/cover. *International Journal of Remote Sensing*, (32), 4961-4971. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2010.494167>
- Didan, K., & Munoz, A. B. (2015). MODIS Vegetation Index User's Guide (MODIS13 Series). *Vegetation Index and Phenology Lab*, 3.10, 1-33. Enlace: [https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS\\_VI\\_UsersGuide\\_June\\_2015\\_C6.pdf](https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS_VI_UsersGuide_June_2015_C6.pdf)
- Doxsey-Whitefield, E., MacManus, K., Adamo, S. B., Pistolesi, J. S., Olena, B., & Baptista, S. R. (2015). Taking advantage of the improved availability of census data: a first look at the gridded population of the world, versión 4. *Papers in Applied Geography*, (1), 226-234. <http://dx.doi.org/10.1080/23754931.2015.1014272>
- Epting, J., Verbyla, D., & Sorbel, B. (2005). Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. *Remote Sensing of Environment*, (96), 328-339. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.03.002>
- Escuin, S., Navarro, R., & Fernández, P. (2008). Fire severity assessment by using NBR (Normalize Burn Ratio) and NDVI (Normalize Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing*, (29), 1053-1073. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160701281072>
- Esmail, B. A., & Geneletti, D. (2018). Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications. *Methods in Ecology and Evolution*, (9), 42-53. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12899>
- Espelta, J. M., Retana, J., & Habrouk, A. (2003). An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *Forest Ecology and Management*, (180), 185-198. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00599-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00599-6)
- Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., M., Oskin, M., Burbank, D., & Alsdorf, D. (2007). The shuttle radar topography mission. *Reviews of Geophysics* (45), 1-33. <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>

- Fernández-Buces, N., Siebe, C., Cram, S., & Palacio, J. L. (2006). Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texcoco, Mexico. *Journal of Arid Environments*, (65), 644-667. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.005>
- Gale, M. G., Cary, G. J., Van Dijk, A. I. J. M., & Yebra, M. (2021). Forest fire fuel through the lens of remote sensing: Review of approaches, challenges and future directions in the remote sensing of biotic determinants of fire behavior. *Remote Sensing of Environment*, (255), 112282. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112282>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixonb, M., Ilyushchenko, S., Thaub, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Gould K. A., Fredericksen, T. S., Morales, F., Kennard, D., Putz, F. E., Mostacedo, B., & Toledo, M. (2002). Post-fire tree regeneration in lowland Bolivia: implication for fire management. *Forest Ecology and Management*, (165), 225-234. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00620-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00620-X).
- Grandis, C. G., Brandi, C. G., Picciani, A. L., & Finola, A. 2014. Análisis de la amenaza antrópica como componente del riesgo ambiental: estudio de las variaciones sufridas en la vegetación en un área de las Sierras de Comechingones afectada por incendios forestales, Achiras, prov. de Córdoba. *Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Humanas*, (9), 125-145. <http://hdl.handle.net/11336/34484>
- Groves, C. R., Jensen, D. B., Valutis, L. L., Redford, K. H., Shaffer, M. L., Scott, J. M., Baumgartner, J. V., Higgins, J. V., Beck, M. W., & Anderson, M. G. (2002). Planning for biodiversity conservation: Putting conservation science into practice. *BioScience*, (52), 499-512. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0499:PFB CPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0499:PFB CPC]2.0.CO;2)
- Hall, R. J., Freeburn, J. T., de Groot, W. J., Pritchard, J. M., Lynham, T. J., & Landry, R. (2008). Remote sensing of burn severity: experience from western Canada boreal fires. *International Journal of Wildland Fire*, (17), 476-489. <https://doi.org/10.1071/WF08013>
- Hesslerová, P., Pokorný, J., Brom, J., & Rejšková-Procházková, A. (2013). Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. *Ecological Engineering*, (54), 145-154. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.036>
- Houspanossian, J., Giménez, R., Jobbágy, E., & Noretto, M. 2017. Surface albedo raise in the South American Chaco: combined effects of deforestation and agricultural changes. *Agricultural and Forest Meteorology*, (232), 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.08.015>
- Houspanossian, J., Noretto, M., & Jobbágy, E. (2013). Radiation Budget changes with dry forest clearing in temperate Argentina. *Global Change Biology*, (19), 1211-1222. <https://doi.org/10.1111/gcb.12121>
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution*, (15), 1-6. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01764-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01764-4)
- Hutchison, K. D. (2003). Applications of MODIS satellite data and products for monitoring air quality in the state of Texas. *Atmospheric Environment*, (37), 2403-2412. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00128-6](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00128-6)
- Jaimes, N. B. P., Sendra, J. B., Delgado, M. G., Plata, R. F., Némiga, X. A., & Solís, L. R. M. (2012). Determination of optimal zones for forest plantations in the State of Mexico using multi-criteria spatial analysis and GIS. *Journal of Geographic Information System*, (4), 204-218. <http://dx.doi.org/10.4236/jgis.2012.43025>
- Jaureguiberry, P., Argañaraz, J. P., & Giorgis, M. A. (2021). Incendios en la provincial de Córdoba: La urgencia de un abordaje integral. *Revista de Comunicación de las Ciencias de la Tierra* (5), 2618-2122. <https://www.researchgate.net/publication/353558283> Incendios en la Provincia de Cordoba la urgencia de un abordaje integral
- Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Vermote, E. F., Masuoka, E., Wolfe, R. E., Saleous, N., Roy, D. P., & Morisette, J. T. (2002). An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment* (83), 3-15. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00084-6)
- Key, C. H., & Benson, N. (1999). Measuring and remote sensing of burn severity: the CBI and NBR. *Proceedings Joint Fire Science Conference and Workshop*, (2), 1. <https://www.researchgate.net/publication/241687936>

- Kokaly, F. R., Barnaby, W. R., Sandra, L. H., & King, T. V. V. (2007). Characterization of post-fire Surface cover, soils, and burn severity at the Cerro Grande Fire, New Mexico, using hyperspectral and multispectral remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, (106), 305-325. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.08.006>
- Krishnan, P., Meyers, T. P., Scott, R. L., Kennedy, L., & Heuer, M. (2012). Energy exchange and evapotranspiration over two temperate semi-arid grasslands in North America. *Agricultural and Forest Meteorology*, (153), 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.09.017>
- Lentile, L. B., Holden, Z. A., Smith, A. M. S., Falkowski, M. J., Hudak, A. T., Morgan, P., Lewis, S. A., Gessler, P. E., & Benson, N. C. (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *International Journal of Wildland Fire*, (15), 319-345. <https://doi.org/10.1071/WF05097>
- Li, M., Liew, S. C., & Kwoh. (2004). Automated production of cloud-free and cloud-shadow-free image mosaics from cloudy satellite imagery. *Centre of Remote Imaging, Sensing and Processing, National University of Singapore*, 1-5. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.184.3612&rep=rep1&type=pdf>
- Li, Z. L., Tang, R., Wang, Z., Bi, Y., Zhou, C., Tang, B., Yan, G., & Zhang, X. (2009). A review of current methodologies for regional evapotranspiration estimation from remotely sensed data. *Sensors* (9), 3801-3853. <https://doi.org/10.3390/s90503801>
- Lo Seen Chong, D., Mougin, E., & Gastellu-Etcheberry, J. P. (1993). Relating the global vegetation index to net primary productivity and actual evapotranspiration over Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 14(8), 1517-1546. <http://dx.doi.org/10.1080/01431169308953984>
- Lopes, T. R., Moura, L. B., Nasimento, J. G., Junior, L. S. F., Zolin, C. A., Duarte, S. N., Folegatti, M. & V., Santos, O. N. A. (2020). Priority areas for forest restoration aiming at the maintenance of water resources in a basin in the Cerrado/Amazon ecotone, Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, (101), 102630. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102630>
- Lopresti, M. F., Di Bella, C. M., & Degioanni, A. J. (2015). Relationship between MODIS-NDVI data and wheat yield: a case study in Northern Buenos Aires province, Argentina. *Information Processing in Agriculture S2214-3173(15)00027-X*. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.06.001>
- Ma, Q., Bales, R. C., Rungee, J., Conklin, M. H., Collins, B. M., & Goulden, M. L. (2020). Wildfire controls on evapotranspiration in California's Sierra Nevada. *Journal of Hydrology*, (590), 125364. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125364>
- MAPBIOMAS. (2022). MapBiomass general "Handbook": Algorithm Theoretical Basis Document (ATDB). Collection 6, version 1.0 [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Metodologia/ATBD\\_Collection\\_6\\_v1\\_January\\_2022.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Metodologia/ATBD_Collection_6_v1_January_2022.pdf)
- Mari, N. A., Ahumada, M., & Pons, D. (2021). Incendios en la provincial de Córdoba: año 2020. Proyecto: Prevención y evaluación de la emergencia y Desastre Agropecuario – componente 1.6.2.3.PE.I064. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9591>
- Mateos, A. C., Amarillo, A. C., Busso, T., & Carreras, H. A. (2019). Influence of meteorological variables and forest fires events on air quality in an urban area (Córdoba, Argentina). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, (77), 171-179. <https://doi.org/10.1007/s00244-019-00618-9>
- Mendoza, G. A., & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *Forest Ecology and Management*, (230), 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.03.023>
- McNaughton, S., Oesterheld, M., Frank, D. A., & Williams, K. J. (1989). Ecosystem-level patterns of primary productivity and herbivory in terrestrial habitats. *Nature* (341), 142-144. <https://doi.org/10.1038/341142a0>
- Miller, J. D., & Thode, A. E. (2007). Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sensing of Environment*, (109), 66-80. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.12.006>
- Mitri, G. H., & Gitas, I. Z. (2013). Mapping post-fire forest regeneration and vegetation recovery using a combination of very high spatial resolution and hyperspectral satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, (20), 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.09.001>

- Mu, Q., Heinsch, F. A., Zhao, M., & Running, S. W. (2013). Development of a global evapotranspiration based on MODIS and global meteorology data. *Remote Sensing of Environment*, (111), 519-536. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.04.015>
- Nolan, R. H., Lane, P. N. J., Benyon, R. G., Bradstock, R. A., & Mitchell, P. J. (2014). Changes in evapotranspiration following wildfire in resprouting eucalypt forests. *Ecohydrology*, (7), 1363-1377. <https://doi.org/10.1002/eco.1463>
- Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Brizuela, A. B., & Jackson, R. B. (2012). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (154), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.008>
- Nosetto, M. D., Toledo, E. L., Magliano, P. N., Figuerola, P., Blanco, L. J., & Jobbágy, E. G. (2020). Constrasting CO<sub>2</sub> and water vapour fluxes in dry forest and pasture sites of Central Argentina. *Ecohydrology*, (13), 1-15. <https://doi.org/10.1002/eco.2244>
- Noy-Meir, I., Mascó, M., Giorgis, M. A., Gurvich, D. E., Perazzolo, D., & Ruiz, G. (2012). Estructura y diversidad de dos fragmentos del bosque de Espinal en Córdoba, un ecosistema amenazado. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 47(1-2), 119-133.
- Orsi, F., & Geneletti, D. (2010). Identifying priority areas for forest Landscape Restoration in Chiapas (Mexico): An operational approach combining ecological and socioeconomic criteria. *Landscape and Urban Planning*, (94), 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.014>
- Paruelo, J. M. (2008). La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. *Ecosistemas*, 17(3), 4-22. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/83>
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2014). Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, (204), 55-65. <https://doi.org/10.1111/nph.12921>
- Pérez-Luque, A. J., Pérez-Pérez, R., Bonet-García, F. J., & Magaña, P. J. (2014). An ontological system based on MODIS images to assess ecosystem functioning of Natura 2000 habitats: A case study for *Quercus pyrenaica* forests. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, (37), 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.09.003>
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J.-M., Turker, C. J., & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *TRENDS in Ecology and Evolution*, (20), 503-510. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011>
- Poon, P. K., & Kinoshita, A. M. (2018a). Spatial and temporal evapotranspiration trends after wildfire in semi-arid landscapes. *Journal of Hydrology*, (559), 71-83. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.023>
- Poon, P. K., & Kinoshita, A. M. (2018b). Estimating evapotranspiration in a post-fire environment using remote sensing and machine learning. *Remote Sensing*, 10(1728), 1-15. <https://doi.org/10.3390/rs10111728>
- Remelgado, R., Leutner, B., Safi, K., Sonnenschein, R., Kuebert, C., & Wegmann, M. (2018). Linking animal movement and remote sensing-mapping resource suitability from a remote sensing perspective. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4(3), 211-224. <https://doi.org/10.1002/rse2.70>
- Roche, J. W., Ma, Q., Rungee, J., & Bales, R. C. (2020). Evapotranspiration mapping for forest management in California's Sierra Nevada. *Frontiers in Forest and Global Change*, (3), 1-14. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00069>
- Rodriguez, J. M., Estrabou, C., Fenoglio, R., Robbiati, F., Salas, M. C., & Quiroga, G. (2009). Recuperación post-fuego de la comunidad de líquenes epífitos en la provincia de Córdoba, Argentina. *Acta bot. bras.*, (23), 854-859. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2005.858485>
- Roy, D. P., Boschetti, L., & Trigg, S. N. (2006). Remote sensing of fire severity: assessing the performance of normalized burn ratio. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, (3), 112-116. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2005.858485>
- Running, S. W., Mu, Q., Zhao, M., & Moreno, A. (2017). User's guide MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product (NASA MOD13A2/A3). *NASA Earth Observing System MODIS Land Algorithm*, (1.5), 1-34. [https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/QA\\_WWW/forPage/user\\_guide/MOD16UsersGuide2016V1.52017May23.pdf](https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/QA_WWW/forPage/user_guide/MOD16UsersGuide2016V1.52017May23.pdf)

- Sun, C., Beirne, C., Burgar, J. M., Howey, T., Fisher, J., & Burton, C. (2021). Simultaneously monitoring of vegetation dynamics and wildlife activity with camera traps to assess habitat change. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 7(4), 666-684. <https://doi.org/10.1002/rse2.222>
- Schwaiger, H. P., & Bird, D. N. (2010). Integration of albedo effects caused by land use change into the climate balance: Should we still account in greenhouse gas units? *Forest Ecology and Management*, (260), 278-286. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.12.002>
- Sun, Z., Wang, Q., Batkhisig, O., & Ouyang, Z. (2016). Relationship between evapotranspiration and land surface temperature under energy-and water limited conditions in dry and cold climates. *Advances in Meteorology* <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1835487>
- Szilagyi, J., Rundquist, D. C., & Gosselin, D. C. (1998). NDVI relationship to monthly evaporation. *Geophysical Research Letters*, (25), 1753-1756. <https://doi.org/10.1029/98GL01176>
- Szpakowski, D. M., & Jensen, J. L. R. (2019). A review of the applications of remote sensing in fire ecology. *Remote Sensing*, (11), 2638. <https://doi.org/10.3390/rs11222638>
- Tian, Y., Dickinson, R. E., Zhou, L., Myneni, R. B., Friedl, M., Schaaf, C. B., Carroll, M., & Gao, F. (2004). Land boundary conditions from MODIS data and consequences for the albedo of a climate model. *Geophysical Research Letters*, (31), L05504. <https://doi.org/10.1029/2003GL019104>
- Torres, R. C., Giorgis, M. A., Trillo, C., Volkmann, L., Demaio, P., Heredia, J., & Renison, D. (2013). Post-fire recovery occurs overwhelmingly by resprouting in the Serrano forest of Central Argentina. *Austral Ecology*, (39), 346-354. <https://doi.org/10.1111/aec.12084>
- Uribe, D., Geneletti, D., del Castillo, R. F., & Orsi, F. (2014). Integrating stakeholder preferences and GIS-based multicriteria análisis to identify forest landscape restoration priorities. *Sustainability*, (6), 935-951. <https://doi.org/10.3390/su6020935>
- Valente, R. A., Petean, F. C. S., & Vettorazzi, C. A. (2017). Multicriteria decision análisis for prioritizing areas for forest restoration. *CERNE* (23), 53-60. <https://doi.org/10.1590/01047760201723012258>
- Valente, R. A., de Mello, K., Metedieri, J. F., & Américo, C. (2021). A multicriteria evaluation approach to set forest restoration priorities base don wáter ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, (285), 112049. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112049>
- Veraverbeke, S., Lhermitte, S., Verstraeten, W. W., & Goossens, R. (2011). Evaluation of pre/post-fire differenced spectral indices for assessing burn severity in a Mediterranean environment with Landsat Thematic Mapper. *International Journal of Remote Sensing*, 32(12), 3521-3537. <https://doi.org/10.1080/01431161003752430>
- Veraverbeke, S., Verstraeten, W. W., Lhermitte, Stefaan., Van De Kerchove, R., & Goossens, R. (2012). Assessment of post-fire changes in land surface temperature and surface albedo, and their relation with fire-burn severity using multitemporal MODIS imagery. *International Journal of Wildland fire*, (21), 243-256. <http://dx.doi.org/10.1071/WF10075>
- Verzino, G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Reartes, S. R., & Nobile, R. (2005). Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, Sierras de Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada* (4), 25-34. <https://doi.org/10.21704/rea.v4i1-2.294>
- Wan, Z. (2013). Collection-6 MODIS land surface temperature products user's guide. ERI, University of California, Santa Bárbara. [https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11\\_User\\_Guide\\_V6.pdf](https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6.pdf)
- Wang, Z., Schaaf, C. B., Sun, Q., Shuai, Y., & Román, M. (2018). Capturing rapid land surface dynamics with collection V006 MODIS BRDF/NBAR/Albedo (MCD43) products. *Remote Sensing of Environment*, (207), 50-64. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.001>
- Xiong, X., Chiang, K., Sun, J., Barnes, W. L., Guenther, B., & Salomonson V. V. (2009). NASA EOS Terra and Aqua MODIS on-orbit performance. *Advances in Space Research*, (43), 413-422. <https://doi.org/doi:10.1016/j.asr.2008.04.008>
- Yakimov, N., & Ponomarev, E. (2020). Dynamics of post-fire effects in larch forests of Central Siberia based on satellite data. *E3S Web of Conferences* (149), 03008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014903008>




Zhang, K., Kimball, J., & Running, S. W. (2016). A review of remote sensing based actual evapotranspiration estimation. *WIREs Water*, (3), 834-853. <https://doi.org/10.1002/wat2.1168>



# Metodología para el análisis de la frecuencia de cuerpos de agua someros en la región pampeana, Argentina

## Methodology for the analysis of the frequency of shallow water bodies in the Pampean region, Argentina

### AUTORÍA

Nicolás Emanuel Vidal Quini 

Universidad Nacional del Sur - CONICET.  
Departamento de Geografía y Turismo, 12 de Octubre y San Juan, B8000BFW, Bahía Blanca, Argentina.

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO),  
Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET,  
B8000BFW, Bahía Blanca, Argentina. Florida  
8000 (Camino La Carrindanga km 7,5)  
Complejo CCT CONICET Bahía Blanca,  
Edificio E1.

Alejandra Mabel Geraldi 

Universidad Nacional del Sur - CONICET.  
Departamento de Geografía y Turismo, 12 de Octubre y San Juan, B8000BFW, Bahía Blanca, Argentina.

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO),  
Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET,  
B8000BFW, Bahía Blanca, Argentina. Florida  
8000 (Camino La Carrindanga km 7,5) Complejo  
CCT CONICET Bahía Blanca, Edificio E1.

### DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.23410>

### CITACIÓN

Vidal Quini, N. E. & Geraldi, A. M. (2023). Metodología para el análisis de la frecuencia de cuerpos de agua someros en la región pampeana, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, (80), 107-127. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23410>

### CORRESPONDENCIA


Nicolás Emanuel Vidal Quini  
([nicolasvidalquini@gmail.com](mailto:nicolasvidalquini@gmail.com))

### HISTORIA

Recibido: 26 agosto 2022  
Aceptado: 22 marzo 2023  
Publicado: 19 julio 2023  
(Publicación anticipada: 18 mayo 2023)

### TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Los cuerpos de agua someros pampeanos en Argentina poseen una estrecha relación ante la variación del régimen de precipitaciones y temperaturas. Estos ecosistemas son fundamentales en destacados procesos ambientales, pero se desconoce su presencia y servicios ambientales. En las últimas décadas se acentuaron las amenazas de los efectos de la variabilidad climática y las actividades agrícolas que intervienen y modifican la hidrografía regional. El objetivo del presente trabajo es monitorear la evolución de cuerpos de agua y su relación con la variabilidad climática durante un período de tiempo de 35 años a partir de imágenes de satélite y datos meteorológicos. Se pretende estudiar su dinámica en función de los cambios en las temperaturas y precipitaciones. Se trabajó con la colección histórica Landsat durante el período 1986-2021 en relación con datos climáticos por medio de un análisis de regresión ANCOVA y un índice climático de evapotranspiración-precipitación. Los resultados obtenidos han permitido identificar la distribución en la cuenca de cuerpos de agua semipermanentes destacando que las temperaturas poseen un efecto de magnitud más fuerte que las precipitaciones que determinaría su presencia o desecación. La metodología propuesta enmarca la necesidad de generar este tipo de información acerca de la respuesta del sistema hidrográfico ante potenciales amenazas e identificación de vulnerabilidades.

**Palabras clave:** cuerpos de agua someros; variabilidad climática; tele-detección; escenarios hidrográficos; región Pampeana.

## Abstract

The shallow lakes of the Pampa region in Argentina are highly prone to variability in temperature and precipitation regime. These ecosystems are fundamental in environmental processes, but their presence and environmental services are unknown. Climate variability and agricultural activities have threatened them in recent decades by intervening and modifying the regional hydrography. This study seeks to monitor the evolution of shallow lakes and their relationship with climate variability over a period of 35 years using satellite imagery and meteorological data. It aims to study the dynamics in accordance with the change in temperature and precipitations. The historical collection of Landsat for 1986-2021 related to climate data through an ANCOVA analysis and a climate index of evapotranspiration-precipitation have been used. The

results allow us to identify the distribution in the basin of the shallow lakes as semi-permanent, emphasizing that temperatures have a more substantial effect than the precipitations that would determine their presence or drying out. The proposed methodology frames the need to generate this type of information about the response of the hydrographic system to potential hazard and the identification of vulnerabilities.

**Keywords:** shallow lakes; climatic variability; remote sensing; hydrographic scenarios; Pampa region.

## 1. Introducción

En las últimas décadas se han desarrollado intervenciones en el marco estructural de la hidrografía de la cuenca mediante obras hidráulicas para mitigar los efectos de la variabilidad climática, en especial durante períodos húmedos donde inundaciones han afectado a la población y sistemas productivos agrícolas-ganaderos. Esta situación ha promovido diferentes escenarios en el paisaje hídrico debido a que la variación del régimen de temperaturas y precipitaciones generan una fuerte dependencia en el estado de los sistemas de humedales ante la variabilidad climática. A su vez, en contextos agrícolas con suelos altamente productivos, los cambios de usos de suelo por procesos de extensión de la superficie cultivada inducen a transformaciones territoriales (Paruelo et al., 2006; Maldonado, 2019; Somoza et al., 2020) que comprometen a los humedales y proponen diferentes situaciones ambientales ante procesos de contracción y dilatación en los cuerpos de agua someros semi-permanentes y permanentes, sequías e inundaciones, alteraciones en la calidad de agua, entre otros (Miraglia, 1996; Quirós et al., 2002; Quirós et al., 2006; Gerdali 2009; Contreras et al., 2021). En este entorno, los cuerpos someros de agua como lagunas, charcas y bañados poseen un rol fundamental para los ciclos hidrológicos, biogeoquímicos, biodiversidad, cantidad de agua disponible (Downing et al., 2006; Schindler, 2009; Downing, 2010; Gerdali et al., 2011; McDonald et al., 2012; Matthew et al., 2016) y en el desarrollo de actividades vinculadas a la agricultura, recreación y ocio y, el consumo del recurso por parte de los asentamientos poblacionales (Monachesi, 1995; Oficina de vinculación científico-legislativa, 2021) siendo componentes esenciales en el territorio.

Sin embargo, en la actualidad existe un desconocimiento acerca de los humedales en la región pampeana en aspectos de su configuración espacial, situación y aportes de servicios ecosistémicos lo cual induce al desconocimiento de sus funciones ambientales. Estos ecosistemas se constituyen como atenuadores de las condiciones climáticas extremas con alto valor paisajístico y sus propiedades funcionales difícilmente pueden ser concebidos sino en el contexto de la matriz que los rodea (Kandus & Minotti, 2019a). Dichos cuerpos de agua someros refieren a lagunas someras, charcas y bañados donde muchas tasas y procesos son más intensos, complejos o abundantes que en lagos más grandes (Downing, 2010). Es por ello, que el conocimiento de su identificación y configuración espacial en relación a la respuesta ante eventos climáticos resulta crucial en el aspecto funcional de los ecosistemas y pone énfasis como unidad natural de gestión ambiental (Kandus & Minotti, 2019b).

Dichos ecosistemas se conforman como recurso hídrico fundamental para las actividades antropogénicas en la región pampeana (Gerdali et al., 2011). En la cuenca fluvio-lacustre Encadenadas del Oeste ubicada en esta región, la escasez o el exceso hídrico traen diversos escenarios complejos. Durante una época de déficit hídrico se compromete la disponibilidad de agua por la desecación de humedales y el avance agrícola se expande sobre estos y sus áreas de influencia. Sin embargo, cuando ocurren precipitaciones excesivas, las bajas pendientes influyen en la escorrentía pues los movimientos horizontales del agua se ralentizan y se dificulta la evacuación de los excedentes hídricos (Gerdali, 2009; Barragán & Gerdali, 2018).

En el pasado, existieron inundaciones y anegamientos que generaron grandes consecuencias socio-ambientales (Scarpati et al., 2008; Gerdali, 2009), en especial, sobre los asentamientos ubicados en la ribera de las lagunas Encadenadas del Oeste en el sector terminal de la cuenca. Estos son los cuerpos de agua someros más grandes de la región (Inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires, 2019) y son utilizados para actividades productivas, de ocio y recreación, abastecimiento, entre otras. Por este motivo, se ha intervenido y modificado los sistemas fluviales de la cuenca para abastecimiento del agua mediante la regulación de arroyos, canalizaciones y desecamientos que cumplen distintas funcionalidades según el período climático (Quirós et al., 2006).

La detección remota o teledetección brinda actualmente una gran cantidad de información espacio-temporal para el monitoreo de la situación hídrica en cuencas hidrográficas, cuerpos someros y humedales en referencia a sus aspectos ecológicos en lugares de difícil acceso en campo (Salvia et al., 2009; Borro et al.,

2014; Guo et al., 2017; Kandus et al., 2018; Xia et al., 2019; Solana et al., 2021). Actualmente, los estudios de riesgo y vulnerabilidad, causados por los efectos de la variabilidad climática, se pueden arribar desde la construcción de índices a partir de sensores satelitales (Murray et al., 2018; Sandi et al., 2019). Los índices espectrales han evolucionado y se han mejorado en función de las características de los sensores que obtienen las imágenes. El *Normalized Difference Water Index* (NDWI) ha sido ampliamente utilizado para la detección de cuerpos de agua y zonas con alto contenido de humedad lo cual resulta importante para monitoreo de distintos tipos de humedales como lagunas someras, charcas, bañados, ríos, arroyos, entre otros (Fisher et al., 2016; Huang et al., 2018; Laffeuillade et al., 2020).

La información obtenida mediante índices espectrales permite conocer los cambios en el funcionamiento de los ambientes y cuando se les relaciona con los parámetros climáticos son indicadores importantes de la modificación de los sistemas hídricos (Barragán & Geraldí, 2018; Vidal Quini & Geraldí, 2021). Actualmente, existen diferentes métodos para el análisis de parámetros climáticos y su respectiva variabilidad como el Standardised Precipitation – Evapotranspiration Index (SPEI), el cual es un índice multiescalar para detectar, monitorear y analizar episodios climáticos. Permite identificar el inicio y final con sus respectivas intensidades y la característica multiescalar otorga la posibilidad de la identificación de diferentes tipos de sequía y su impacto (Vicente-Serrano et al., 2010; Beguería et al., 2014; Stagge et al., 2015). Este índice ha sido utilizado en diversos estudios de análisis de la variabilidad climática (Sohn et al., 2013; Hernandez & Uddameri, 2014; Spinoni et al., 2019). La importancia radica en que el complemento de información obtenida por sensores remotos e información de parámetros climáticos mediante índices y datos meteorológicos *in situ* permiten realizar estudios de manera integral. De esta manera es posible interpretar la significancia de variables meteorológicas sobre sistemas de cuerpos de agua someros.

El objetivo del presente trabajo es monitorear la evolución de cuerpos de agua someros en relación con la variabilidad climática durante un período de tiempo 35 años a partir de imágenes de satélite y datos meteorológicos. Se pretende estudiar y analizar su distribución en un conjunto de subcuencas pertenecientes a la cuenca Encadenadas del Oeste ubicada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Además, se estudia su dinámica en función de los cambios en las temperaturas y precipitaciones.

## 2. Metodología

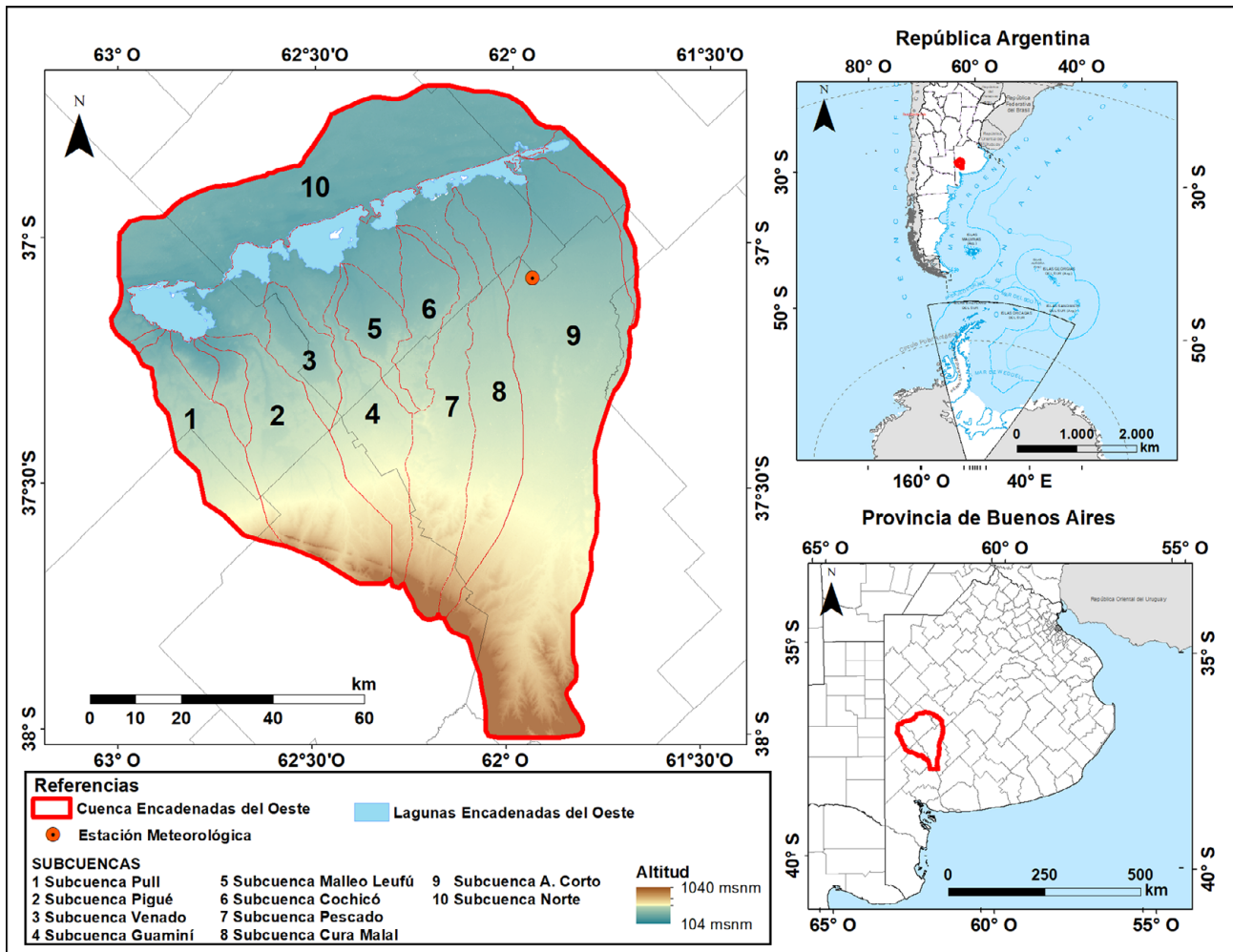
### 2.1. Área de estudio

La región pampeana donde se localiza el área de estudio es una de las planicies más grandes del mundo. Inmersa en ella la cuenca Encadenadas del Oeste (Figura 1) ubicada al sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, tiene una superficie de 1.116.480 hectáreas y la conforman distintas subcuencas de formas alargadas y oblongas. El sistema se caracteriza por contener grandes planicies con cuerpos de agua someros de profundidad media menores a 8 metros y sistemas de humedales aún no reconocidos y que económicamente cumplen un papel importante en las actividades agropecuarias y turísticas que constituyen la fuente de desarrollo de muchas localidades (Geraldí, 2009). Dicha cuenca está conformada por un conjunto de subcuencas oblongas y alargadas (Tabla 1) en las cuales discurren arroyos permanentes y estacionales que nacen en las Sierras de la Ventana (1.200 msnm) y desembocan en el sector más bajo (80 msnm) que corresponde a las lagunas.

Caracteriza al sistema un clima meso termal templado con una estación de invierno y otra de verano bien marcadas según la clasificación de Koppen y presenta características climáticas de transición. Las precipitaciones en la zona rondan los 800 mm de promedio anual, lo que varía significativamente en las diferentes décadas según registros históricos (Geraldí, 2009). A su vez, en las tendencias, existen variaciones estacionales anuales de temperaturas y precipitaciones las cuales se concentran en el semestre cálido duplicando al semestre invernal (Geraldí, 2009) La topografía y las pendientes de baja energía condicionan los movimientos de agua ralentizando el drenaje y provocando cambios profundos en los sistemas hídricos tanto en épocas de precipitaciones intensas como de sequía.

Para la realización de este estudio se optó por un método basado en análisis de frecuencias en relación a la variabilidad climática. Esto es debido a la gran variación del régimen de precipitaciones y temperaturas que define la presencia o desecación de los sistemas de cuerpos someros y en algunos casos es difícil identificarlos.

Figura 1. Área de estudio. Cuenca Encadenadas del Oeste y subcuencas



Fuente: Información geométrica del Instituto Geográfico Nacional y modelo digital de elevación Alos Palsar. Elaboración propia

Tabla 1. Superficies de las subcuencas en el área de estudio

Subcuencas	Arroyo Corto	Cochicó	Cura Malal	Pescado	Guaminí	Malleo Leufú	Norte	Pigüé	Pull	Venado
Superficie en hectáreas	289.362	33.397	82.963	79.191	60.512	27.000	201.176	99.856	75.106	29.303

Fuente: Geraldí, 2009. Elaboración propia

## 2.2. Recopilación de datos

La discriminación y monitoreo de cuerpos de agua, así como la elevada humedad en superficie se llevó adelante por medio del cálculo del índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) propuesto por Mcfeeters (1996). Para ello, se seleccionó el período de tiempo 1986-2021 y se trabajó con imágenes provenientes de las colecciones históricas de Landsat calibradas en reflectancia de superficie desde la plataforma Google Engine Code. Se aplicaron filtros de geometría correspondientes a las entidades geométricas de las subcuencas en formato shapefile, filtros de fechas estacionales de zonas templadas que refieren a las fechas del intervalo que ocupa el verano, otoño, invierno y la primavera y, máscaras de nubes. La Tabla 2 muestra la descripción de los sensores y procesamientos utilizados.

En primer lugar, a las colecciones de imágenes históricas Landsat se les aplicaron los filtros temporales estacionales de los cuáles se obtuvieron medianas para obtener una única imagen representativa de cada estación (verano, otoño, invierno y primavera) por año de la secuencia temporal 1986-2021. Luego, se realizaron recortes a escala subcuenca a partir de las entidades geométricas y como resultado se adquirieron en

total 310 productos representativos para el verano, 310 en otoño, 300 en invierno y 300 en primavera. En el proceso siguiente, se efectuó el cálculo del NDWI a cada producto y se extrajeron del índice aquellos valores mayores a 0 ( $NDWI > 0$ ) que está fuertemente relacionado con el contenido de agua en superficie y/o alto contenido de humedad, por lo que son ideales para aproximaciones de la presencia y ausencia de cuerpos de agua.

Tabla 2. Descripción de datos y tratamiento de imágenes Landsat

Datos	Tiempo de adquisición	Path / Row	Nivel de procesamiento	Máscaras	Resolución espacial	Fuente	NDWI
Landsat 5 TM	1986-2013	226/085 – 226/086	Landsat 5, Collection 1, Tier 1	Bitmask for QA_PIXEL: Bit 2, Bit 3 y Bit 4	30 m x 30 m	Google Engine Code - USGS	$\frac{Banda\ 2 - Banda\ 4}{Banda\ 2 + Banda\ 4}$
Landsat 8 OLI	2014-2021	226/085 – 226/086	Landsat 8, Collection 2, Tier 2	Bitmask for QA_PIXEL: Bit 2, Bit 3 y Bit 4	30 m x 30 m	Google Engine Code - USGS	$\frac{Banda\ 3 - Banda\ 5}{Banda\ 3 + Banda\ 5}$

Elaboración propia

Con esta información se generó una matriz de datos estacionales anual en función del número de píxeles que cumplen la condición ( $NDWI > 0$ ) para cada subcuenca. Se estimó la superficie en hectáreas (ha) y se calcularon los valores anómalos de la serie de tiempo mediante el cálculo del promedio de cantidad de hectáreas por estación provenientes del condicional. El cálculo de anomalías ( $ca$ ) incluye aquellos periodos por estación que resultaron en valores por encima de la media del conjunto de datos ( $ca_H$ ) y por debajo ( $ca_S$ ). Estos se subdividieron en dos grupos, se extrajeron y se usaron como dos nuevos subconjuntos de datos para el cálculo de la frecuencia.

### 2.3. Frecuencia de la presencia de agua

Dada la importante variabilidad de escenarios hidrográficos en el área de estudio, una imagen o conjunto disperso no sería adecuado para representar cuerpos de agua poco profundos. Para ello, se estimó la frecuencia de píxeles  $ca$  a partir del conjunto de datos  $ca_H$  y  $ca_S$  según la propuesta de Borro et al. (2014) y su posterior representación en frecuencias. Se realizó el tratamiento de ráster mediante el software Qgis 3.18.2 y se obtuvo la frecuencia de inundaciones asociada a cuerpos de agua someros como lagunas someras, humedales, bañados y charcas.

$$FRECUCENCIA\ ca_{H\ o\ S} = \frac{\sum_{i=1}^{N_s} ca_{ij}}{N_s}$$

Donde  $FRECUCENCIA\ ca_H$  o  $FRECUCENCIA\ ca_S$  es el valor de frecuencia de presencia de agua superficial del píxel  $j$  para el conjunto  $s$  y representa la proporción de imágenes  $i$  con  $ca_H$  o  $ca_S$  igual a 1 en el píxel  $j$  ( $ca_{ij}$ ) sobre el número total de imágenes en el conjunto analizado  $N_s$ . Por lo tanto, un píxel  $j$  que es igual a 1 en cada capa del conjunto de datos estacionales  $s$  tenía un valor de 1 en  $FRECUCENCIA\ ca_H$  o  $FRECUCENCIA\ ca_S$  (el píxel siempre estuvo con el valor del agua en superficie). En cambio, un píxel que fuera igual a 0 en todos los  $ca_{ij}$  del conjunto de datos  $s$  tiene un valor de 0 en los resultados de  $FRECUCENCIA\ ca_H$  o  $FRECUCENCIA\ ca_S$ .

Cada frecuencia estacional de  $ca_H$  o  $ca_S$  se categorizó en una segmentación de clases que describe el grado de presencia de agua permanente en cada píxel: Permanentemente con agua ( $1 > ca_{H\ o\ S} > 0,8$ ), generalmente con agua ( $0,8 > ca_{H\ o\ S} > 0,6$ ), regularmente con agua ( $0,6 > ca_{H\ o\ S} > 0,4$ ), ocasionalmente con agua ( $0,4 > ca_{H\ o\ S} > 0$ ). Los píxeles clasificados como ocasionalmente con agua podrían estar inundados o ser áreas cubiertas con vegetación densa con mucha humedad en la cubierta (Borro et al., 2014).

### 2.4. Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI)

Para el análisis de los periodos se aplicó el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI) que consiste en un índice de sequías multiescalar basado en datos climáticos mensuales (Vicente-Serrano et al., 2010). Este índice proviene de la combinación de dos índices: SPI, índice de sequía basada en precipitaciones (Mckee et al., 1993) que determina a través del tiempo el déficit de lluvia para una región y en un período de tiempo dado y PDSI, índice de sequía en relación a temperaturas (Palmer, 1965) que se

basa en el concepto demanda y oferta de las condiciones de humedad del suelo donde se tiene en cuenta el déficit entre la precipitación real y la precipitación necesaria para mantener las condiciones de humedad climática o normal. El SPEI utiliza la diferencia mensual (o semanal) entre la precipitación y la potencial evapotranspiración. Esto representa un balance hídrico climático simple que se calcula en diferentes escalas de tiempo y se encuentra categorizado en distintas condiciones de sequía y humedad de acuerdo a los valores que se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Categoría del índice estandarizado de precipitación – evapotranspiración (SPEI)

Clases	SPEI
Extremadamente Húmedo	> 2
Muy Húmedo	1,5 a 1,99
Moderadamente Húmedo	1 a 1,49
Casi Normal	-0,99 a 0,99
Moderadamente Seco	-1,49 a -1
Muy Seco	-1,5 a -1,99
Extremadamente Seco	< -2

Fuente: Vicente-Serrano et al., 2010. SPEI Global Drought Monitor (<https://spei.csic.es/index.html>). Elaboración propia

Para este método se trabajó con un tiempo-escala de 3 meses para detectar cambios estacionales durante la serie temporal 1986-2021. Las escalas temporales de corto y mediano plazo como la de 3 meses refleja condiciones de humedad a corto y mediano plazo y proporciona información estacional. Comparar con secuencias de datos meteorológicos *in situ* es importante para evitar interpretaciones erróneas en el análisis de sequías (Svoboda et al., 2012). Esto permite relacionar los períodos húmedos y secos con las variaciones estacionales de los cuerpos de agua someros (Vicente-Serrano et al., 2010) en el área de estudio.

## 2.5. Datos meteorológicos *in situ*, SPEI y NDWI

Se utilizaron datos meteorológicos de precipitación y temperatura provenientes de una estación meteorológica ubicada en el noreste de la cuenca (Figura 1). Se calcularon las medias del ingreso estacional de precipitaciones y temperaturas con el fin de relacionarlas con las frecuencias de elevada humedad y/o presencia de agua establecidas por el NDWI estacional que de aquí se reconsideran como frecuencias de hectáreas con agua.

Para estimar la relación entre hectáreas con agua, temperatura y precipitaciones, en la serie de tiempo se realizaron regresiones lineales y se estableció un modelo lineal general de covarianza (ANCOVA) utilizando el paquete stats de la versión R 2021.09.1. Este análisis contempla la variación de los datos entre los diferentes años. El modelo considera las hectáreas con agua como variable respuesta (Y) y tres variables predictoras que incluyen temperatura (variable numérica continua), precipitación (variable numérica continua) y años (variable categórica). Se utilizó una configuración de rectas paralelas para los distintos años, obteniendo una pendiente general para las rectas de regresión en cada grupo.

$$Y_{ij} = \alpha_i + \beta_1 T_{ij} + \beta_2 P_{ij} \quad i \in \{1, \dots, n \text{ años}\} \quad j \in \{1, \dots, n \text{ total}\}$$

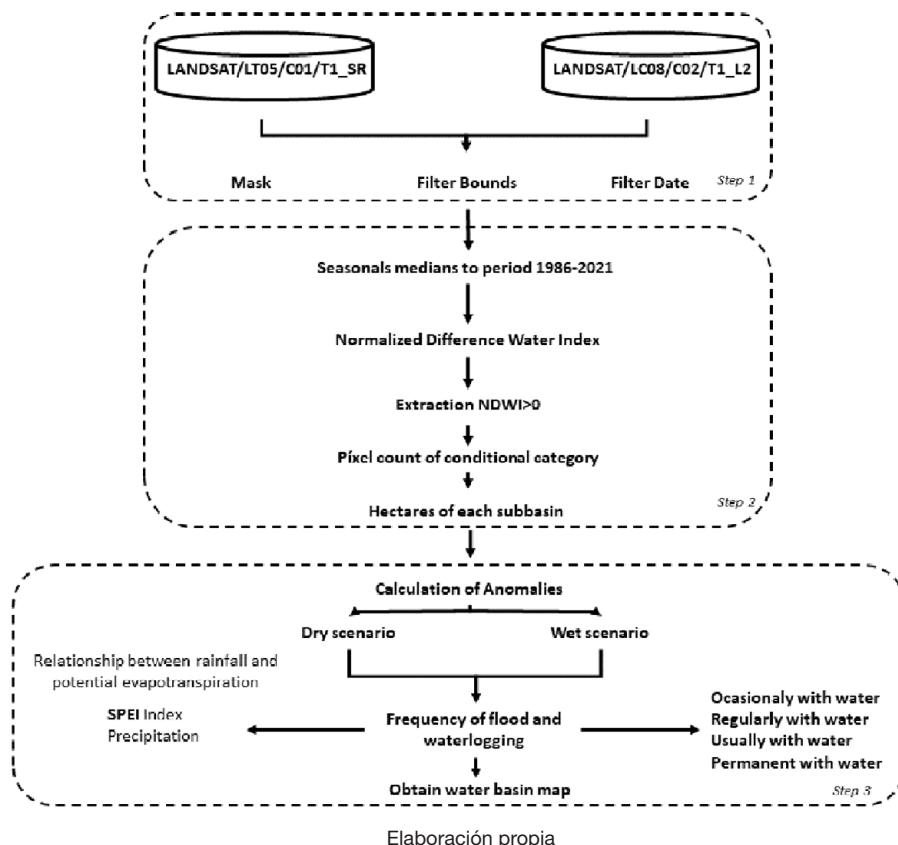
Donde  $\alpha$  corresponde a la ordenada al origen (una para cada año),  $\beta_1$  a la pendiente para temperaturas,  $\beta_2$  a la pendiente para precipitaciones,  $i \in \{1, \dots, n \text{ años}\}$  es el número total de años y  $j \in \{1, \dots, n \text{ total}\}$  es el número total de observaciones.

Luego, se ajustó el modelo y se evaluó la importancia relativa entre precipitaciones y temperatura a través de test-F. Los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron evaluados visualmente utilizando QQplot y un gráfico de residuales versus ajustados. Con base en ello se aplicó una transformación raíz cuadrada a la variable respuesta.

En la Figura 2 se describe el diagrama metodológico del tratamiento de datos:



Figura 2. Diagrama metodológico para el tratamiento de imágenes y su relación con SPEI y datos meteorológicos en el período de tiempo 1986-2021



### 3. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de los índices de agua y el cálculo de frecuencias de los subconjuntos ( $ca_H$ ) y ( $ca_S$ ) evidencian distintos escenarios hidrográficos húmedos y secos con importantes contrastes.

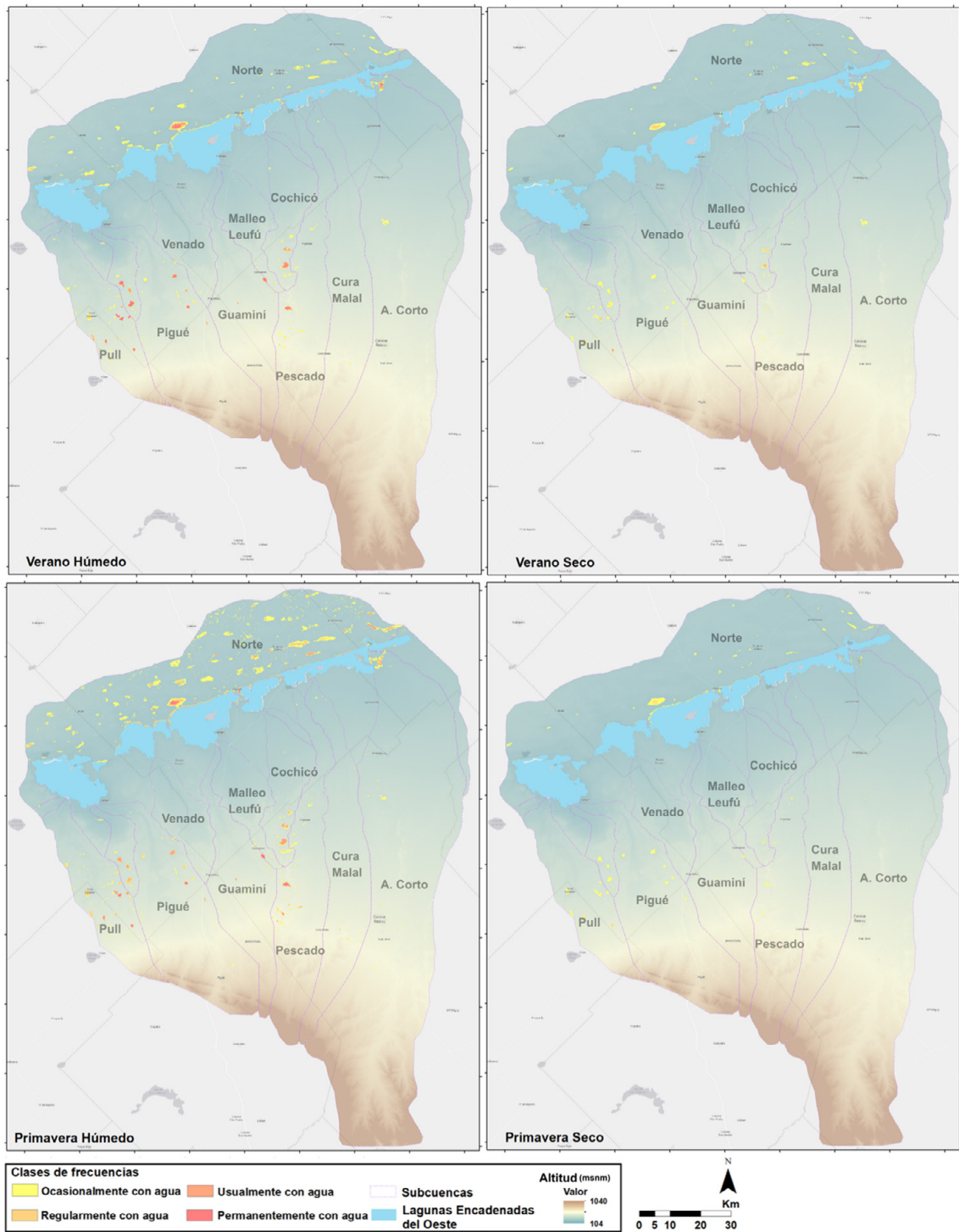
Durante los escenarios húmedos, la primavera y el verano (septiembre a marzo), presentan cuerpos de agua someros con alta frecuencia como agua permanente o regular y que ocurre en áreas intermedanasas en la subcuenca norte y, en las subcuencas fluviales de Pull, Pigüé, Cochicó y Cura Malal (Figuras 3 y 4). Sin embargo, en los escenarios secos estas estaciones revelan poca cantidad de cuerpos de agua con condiciones de frecuencias bajas dado su desecación siendo el verano un período crítico.

En las estaciones frías (marzo a septiembre) la cantidad de frecuencias medias y altas aumentan siendo el invierno donde se observa la mayor cantidad de cuerpos de agua. En las subcuencas A. Corto, Pescado y Cura Malal se registran frecuencias bajas y medias. A su vez, en la subcuenca Norte aparecen importantes aumentos de áreas con baja frecuencia asociadas a la alta infiltración en zonas intermedanasas. En las subcuencas Pigüé, Pull y Cochicó se distinguen altas frecuencias y mayores superficies de agua.

En la Figura 5 se sintetiza la evolución y cantidad de hectáreas con agua totales durante la serie de tiempo para cada subcuenca. En el verano la tendencia indica que las superficies con agua no superan las 5.000 hectáreas a excepción de los años 1986, 1987, 1988, 2017 y 2018. En cuanto a los períodos con valores mínimos resultan entre los años 1994-1995 y 2009-2013. En el otoño se registra una tendencia similar al verano con abundancia de superficies menores a 5.000 hectáreas, pero con aumentos más significantes entre los años 1986-1988. Los mínimos se encuentran entre 1992-1993, 2002-2003 y 2008-2012.

Durante el invierno se presenta un importante aumento durante toda la secuencia temporal. A excepción de la década del 2000, los valores oscilan entre las 5.000 y 10.000 ha únicamente superadas en el año 1993 y 2017. Los mínimos se establecen en los años 1990 y el período 2008-2012. En la primavera las hectáreas decrecen con respecto al invierno y oscilan por debajo de las 5.000 ha. En los años 1986, 1987, 1993, 1998, 2016, 2017 y 2018 se advierten importantes incrementos. Los mínimos se registran en los años 1989, 1994, 1995 y el período 2007-2012.

Figura 3. Escenarios hidrográficos según estaciones cálidas del año

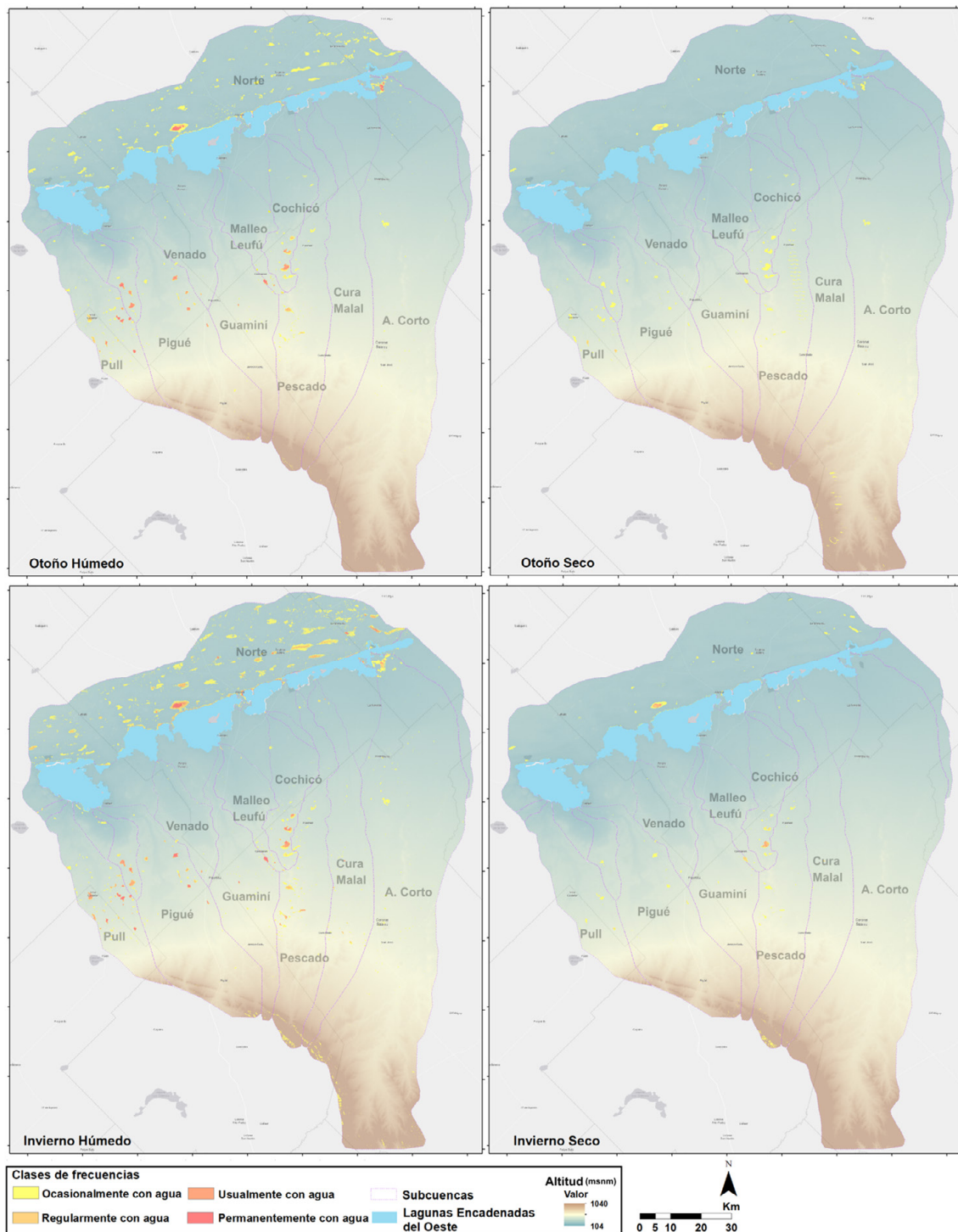


Elaboración propia

Es importante destacar que en la serie temporal se advierte que los predomios de la cantidad de hectáreas corresponden a las subcuencas Norte y Pull. Sin embargo, durante la última década se registran nuevos aumentos de superficie en las subcuencas orientales.

Un análisis más detallado en relación a la variabilidad para períodos húmedos y secos en los cuerpos de agua se presenta en la Tabla 4 que contiene la distribución de la sumatoria de frecuencias acumuladas para cada categoría en período húmedo y seco. Estos resultados muestran los patrones estacionales y la variabilidad en espacio-tiempo de sus comportamientos en donde la mayor cantidad de hectáreas totales refleja que mayor es la permanencia de agua en un lugar.

Figura 4. Escenarios hidrográficos según estaciones frías del año



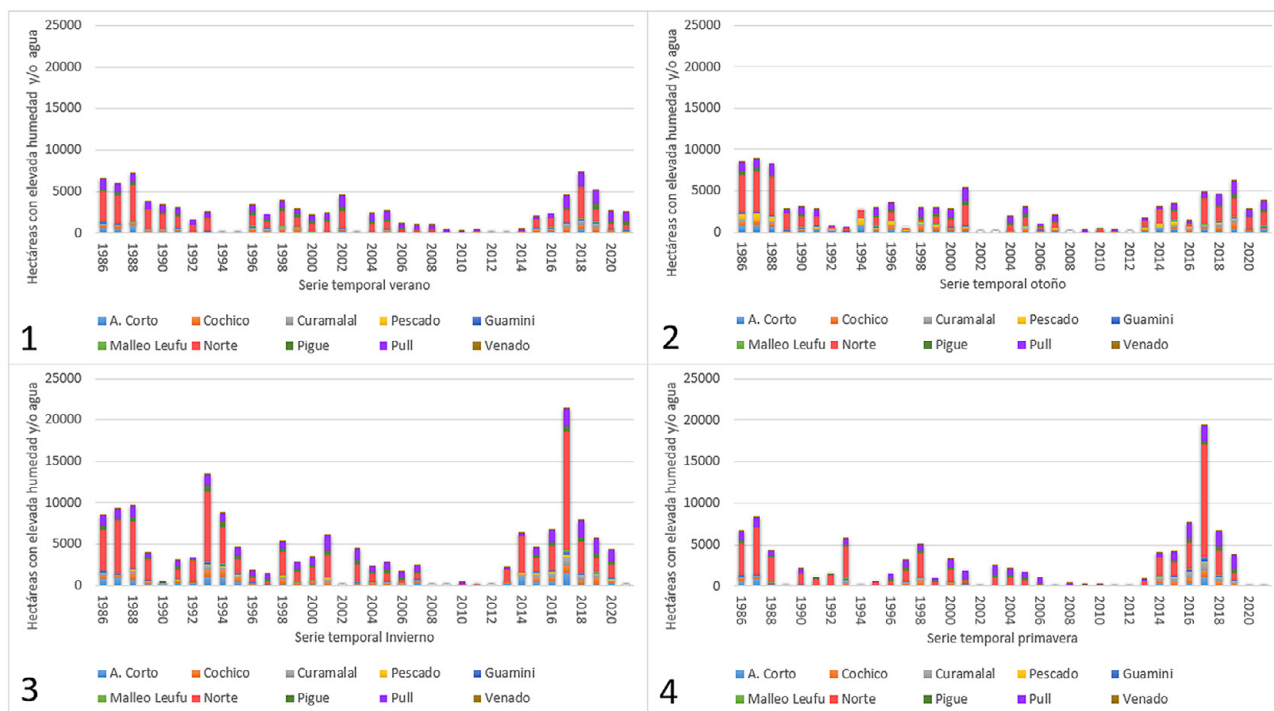
Elaboración propia

En la categoría “ocasionalmente con agua” el invierno húmedo posee el máximo de hectáreas con agua en conjunto con la primavera húmeda pero las cantidades superiores a 20.000 hectáreas refieren a importantes crecimientos ocurridos en el año 2017 como se observa en la Figura 5. En escenarios secos, los máximos se expresan en otoño e invierno con marcada diferencia entre las estaciones cálidas.

La categoría “regularmente con agua” presenta máximos en invierno y primavera durante escenarios húmedos y, en escenarios secos, el invierno se destaca con marcada diferencia respecto al resto de las estaciones siendo la primavera la época más crítica. Para la categoría “usualmente con agua” la tendencia se vuelve a repetir en escenarios húmedos respecto a la categoría anterior y el mínimo se presenta en otoño.

Sin embargo, durante escenarios secos los valores descienden y, solamente el verano y el invierno superan valores a 80 ha. En cuanto a las categorías con frecuencias altas, en escenarios húmedos el máximo ocurre en verano e invierno y en escenarios secos se registran valores críticos donde la primavera es la más afectada.

Figura 5. Variación estacional de hectáreas inundadas durante la serie temporal 1986-2021



1) verano. 2) otoño. 3) invierno. 4) primavera.

Elaboración propia

Es importante considerar que en la sumatoria de categorías si se eliminan los efectos asociados a la categoría “ocasionalmente con agua” los resultados indican que los máximos de los escenarios húmedos ocurren en invierno y primavera y, el mínimo en otoño. En escenarios secos los máximos corresponden a invierno duplicando al verano quien es el contiguo y en la primavera se registra el mínimo.

Tabla 4. Cantidades de hectáreas de frecuencias acumuladas por categoría para cada estación húmeda y seca

Frecuencias Estacionales	Verano Húmedo	Verano Seco	Otoño Húmedo	Otoño Seco	Invierno Húmedo	Invierno Seco	Primavera Húmedo	Primavera Seco
Ocasionalmente con agua	9.645,2	5.482	13.016,5	10.596,7	23.874,3	7.906,9	20.327,4	5.769,5
Regularmente con agua	1.332,6	479,7	1.332,6	306,7	3.576,4	896,9	2.892,9	261,2
Usualmente con agua	1.357,8	82	1.549,4	3,6	2.390	119,4	2.063,3	27,4
Permanentemente con agua	1.623,2	8,2	1.041,7	0,4	1.360,8	5,1	702,7	0
Total de agua en las subcuencas	13.958,9	6.052,1	16.940,3	10.907,6	31.201,6	8.928,4	25.986,5	6.058,2
Total de agua en las subcuencas sin la categoría “Ocasionalmente con agua”	4.313,7	570	3923,8	310,8	7.327,3	1.021,5	5.659	288,7

Elaboración propia

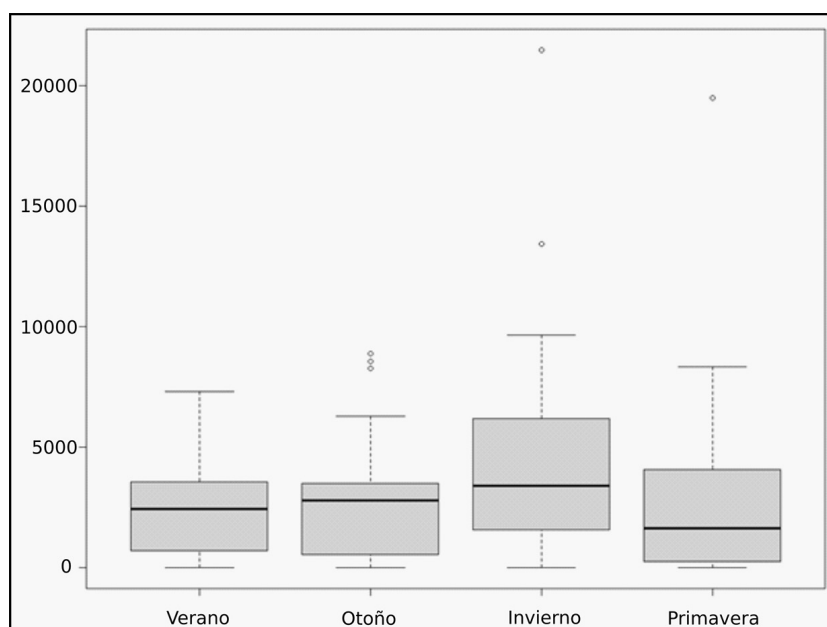
Respecto a las variaciones en hectáreas presentadas, la Tabla 5 manifiesta parámetros estadísticos y el contexto estacional de temperaturas y precipitaciones. El ingreso de precipitaciones medias aumenta en primavera y en verano se evidencia la máxima al igual que las temperaturas durante el intervalo de tiempo 1998-2020. Sin embargo, los máximos de valores medios de hectáreas ocurren en invierno casi duplicando a los valores de las otras estaciones que oscilan muy similares. En el diagrama de la Figura 6 se indican dichas tendencias para cada estación y evidencia que las máximas variaciones de rango acontecen en invierno y primavera, pero esta última estación con una mediana mínima respecto a otras.

Tabla 5. Medias de temperatura, precipitación obtenidas de estación meteorológica *in situ* y cantidad de hectáreas con agua según estación del año

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
<b>Media temperatura</b>	21,8 °C	12,33 °C	8,97 °C	17,32 °C
<b>Media precipitaciones</b>	321,05 mm	177,72 mm	125,72 mm	264,11 mm
<b>Media de hectáreas con agua</b>	2.553,8 ha	2.774 ha	4.430 ha	2.814,9 ha
<b>Media de hectáreas con agua (1998-2020)</b>	2.176,4 ha	2.280,1 ha	3.794,6 ha	2.754,4 ha
<b>1 Cuartil</b>	836,5 ha	558 ha	1.612 ha	256,8 ha
<b>Mediana</b>	2.434,6	2.775 ha	3.401 ha	1.627,2 ha
<b>3 Cuartil</b>	3.475 ha	3.438 ha	6.130 ha	4.034,5 ha
<b>Máximos</b>	7.311,4 ha	8.892 ha	21.483 ha	19.485,5 ha
<b>Mínimos</b>	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha

Elaboración propia

Figura 6. Diagrama de cajas estacional de cantidad de hectáreas con agua durante el período 1986-2020



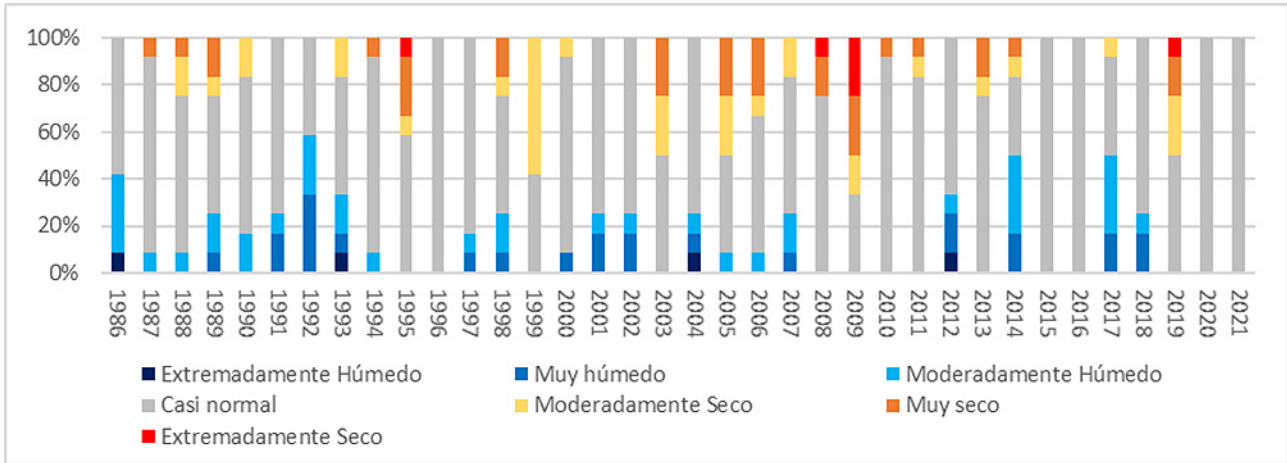
Elaboración propia

Además de la estacionalidad, los cambios en la presencia y/o desecación de los cuerpos de agua se atribuyen al impacto de intensidad y prolongación de diferentes situaciones de la variabilidad climática. Esto constituye un factor interesante de análisis en función de las situaciones hidrográficas. En el SPEI de escala 3 meses (Figura 7), los años 1999, 2003, 2005, 2009 y 2019 presentan un 50 % o más de condiciones secas siendo el año 2009 el que posee mayores intensidades. A su vez, los años 1988, 2006, 2008, 2010, 2011, 2013 son superiores con respecto al porcentaje de situaciones húmedas, pero son años donde predominan condiciones normales. Por otro lado, los años 1992, 2014 y 2017 poseen 50 % o más de condiciones húmedas y los años 1991, 1993, 1997, 2001, 2002, 2004, 2007, 2012 y 2018 son superiores con respecto al porcentaje de situaciones secas, pero con cantidades menores al 50 % de dichas situaciones.

En la misma línea que el análisis del índice, la Figura 8 y 9 indican las situaciones estacionales de hectáreas con agua con respecto a las condiciones de precipitaciones y temperaturas obtenidas de la estación meteorológica. En las estaciones cálidas existe una mayor cantidad de déficit de hectáreas con agua con mayor prolongación de esta tendencia con respecto a estaciones frías. Durante los veranos se indican 5 períodos con temperaturas por sobre precipitaciones con tiempo de extensión máximos a 3 años y 4 períodos durante las primaveras, pero con mayor prolongación en el tiempo. Dichos períodos resultan críticos dado

que cuando ocurre estas condiciones climáticas las hectáreas con agua indican déficit y aun cuando las anomalías de temperatura superan 0,5° C afectan considerablemente la situación hidrográfica.

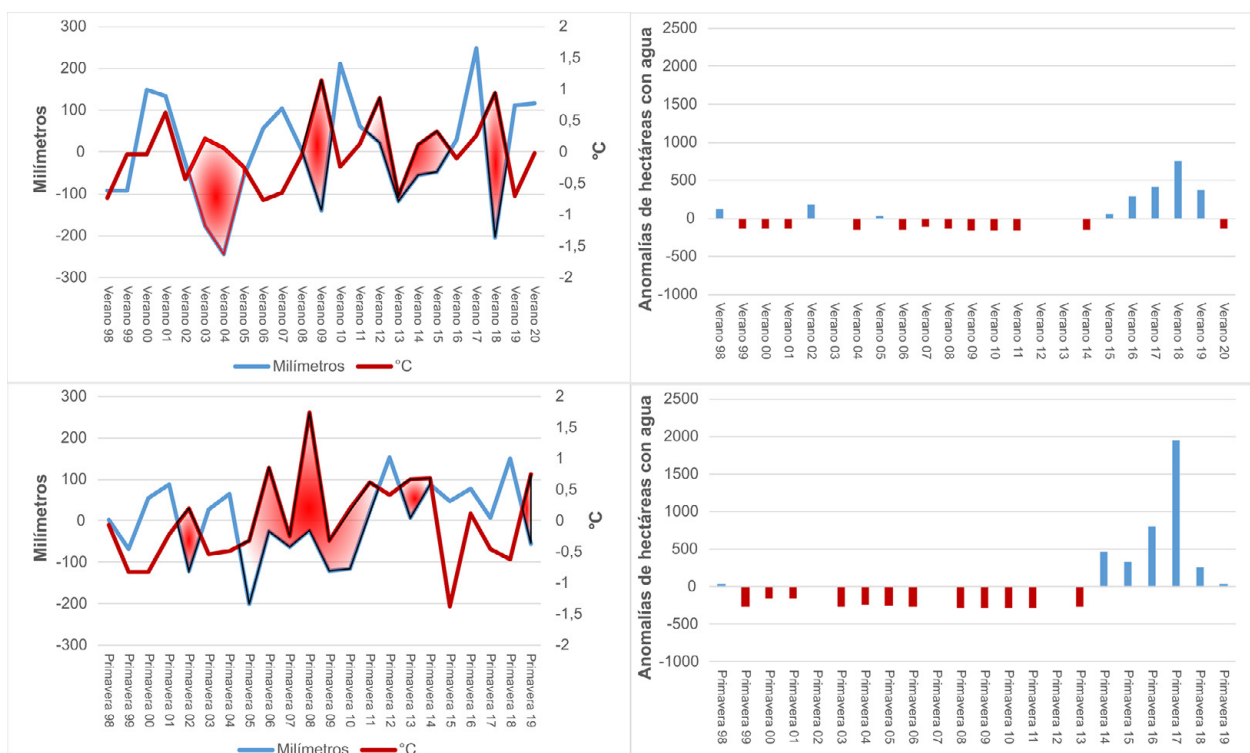
Figura 7. Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración. Categorización de intensidad de períodos húmedos y secos durante la serie temporal 1986-2021



Elaboración propia

Sin embargo, en la última década la situación es diferente y el descenso de las anomalías de temperatura con el aumento de anomalías de precipitaciones por sobre la media refleja valores de incremento en las hectáreas con agua siendo el año 2017 donde se encuentra el máximo de la serie.

Figura 8. Anomalías de precipitación, temperatura y hectáreas con agua en estaciones cálidas durante el período 1998-2021



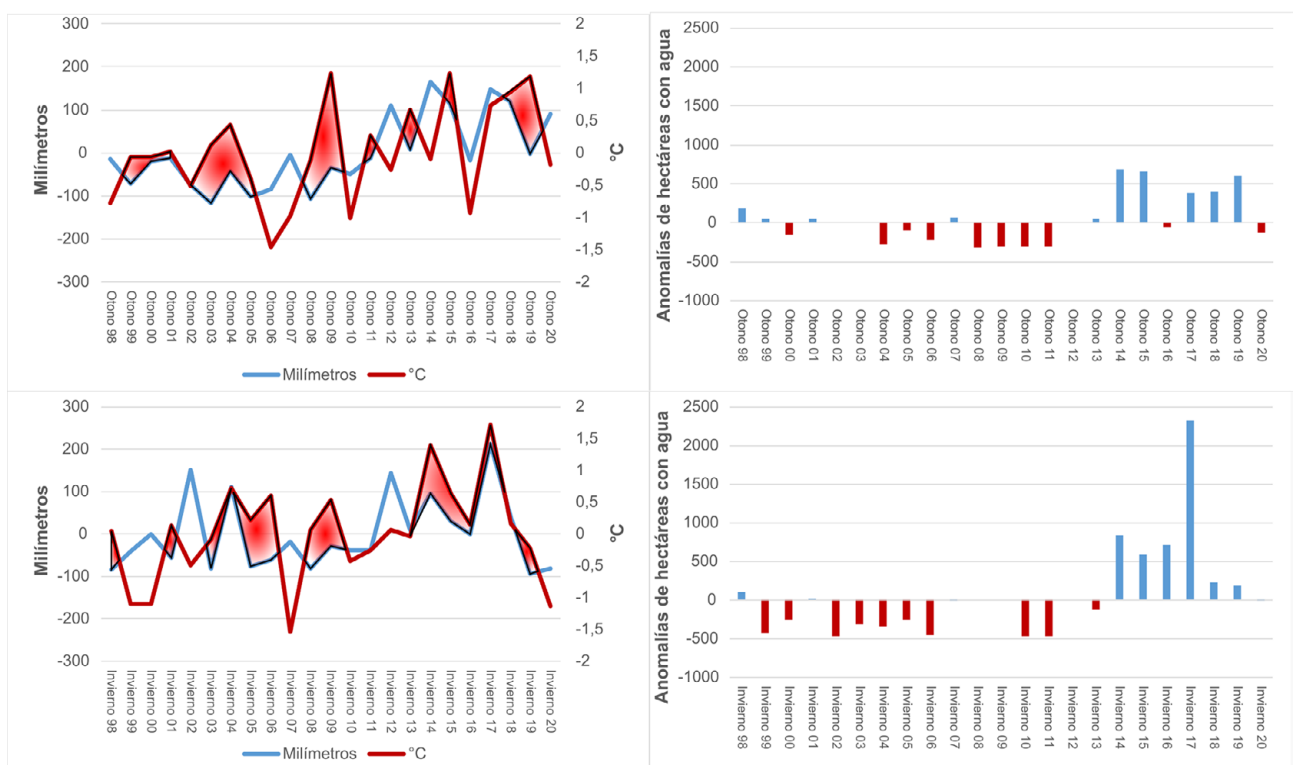
Elaboración propia

En las estaciones frías (Figura 9) se observan siete períodos con anomalías de temperaturas por sobre precipitaciones durante los otoños y seis en los inviernos. En la década 2000-2010 se advierten una importante prolongación de déficit de hectáreas con agua la cual se revierte en los inicios de la última década. Esto se relaciona con el incremento de anomalías de precipitaciones por encima de la media al igual

que en estaciones cálidas. Es importante destacar que a partir del año 2006 las tendencias de anomalías de temperatura y precipitaciones se incrementan.

En el análisis estadístico entre datos de temperatura, precipitación y hectáreas con agua durante la serie temporal, los años son estadísticamente significativos en el modelo ( $F(22,64) = 9,65, p < 0,001$ ). El análisis ANCOVA considera el efecto de la variación entre años que queda contemplado en las distintas ordenadas al origen (Figura 10). Se observan distintos efectos sobre la cantidad de hectáreas por parte de las temperaturas ( $F(1,64) = 11,11, p < 0,01$ ) y las precipitaciones ( $F(1,64) = 5,74, p < 0,05$ ). El modelo presentó un  $R^2 = 0,78$  y p valor significativo (Tabla 5). En función de estos resultados, el modelo quedó sujeto a las variables temperatura y precipitaciones para observar cuán importante es una respecto de la otra. Las precipitaciones presentan un coeficiente bajo y su test t posee un p valor de 0,5 que infiere que dicho coeficiente no difiere significativamente de 0. Sin embargo, las temperaturas presentan una mayor explicación en el modelo con  $p = 0,001$ . Esto expresa que las temperaturas tienen un efecto más importante que las precipitaciones. Si bien esta variable tiene un efecto no resulta tan estadísticamente significativo como la temperatura.

Figura 9. Anomalías de precipitación, temperatura y hectáreas con agua en estaciones frías durante el período 1998-2021



Elaboración propia

Tabla 6. Resultados de modelo de regresión ANCOVA entre temperaturas, precipitaciones y años en el período 1998-2020

Variable	Estimación	Std. Error	T valor	Pr(> t )
<b>Precipitaciones</b>	0,005467	0,008171	0,669	0,505852
<b>Temperatura</b>	-0,595072	0,178467	-3,334	0,001425

Error estándar residual: 5,884 en 64 grados de libertad (2 observaciones eliminadas debido a faltantes).

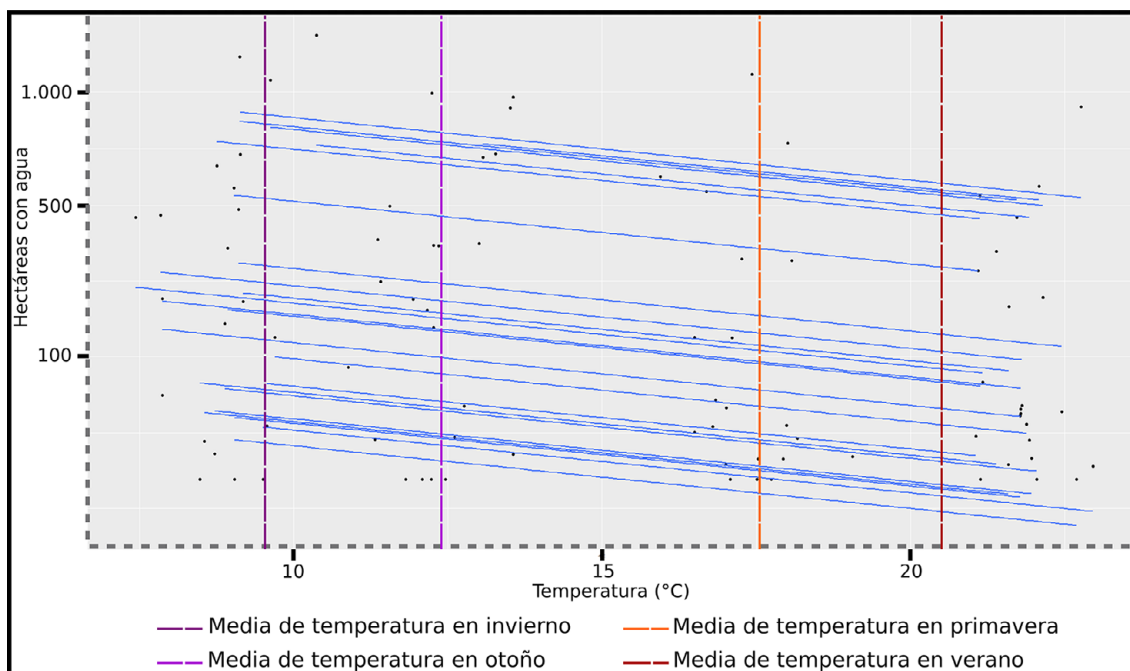
Múltiples R-cuadrado: 0,7817	R-cuadrado ajustado: 0,6998	Estadística-F: 9,549 en 24 y 64 DF	p-valor: 2,985e-13
------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	--------------------

Elaboración propia

A partir de los estudios realizados, la Figura 10 proporciona una visión general de la relación entre hectáreas con agua totales de la cuenca y temperaturas donde se evidencian las medias estacionales. Cada recta corresponde a un año que poseen distinta ordenada al origen y la misma la pendiente igual a  $-0,595$  (Tabla 6). Temperaturas medias menores a  $10^{\circ} C$  indican los máximos de hectáreas con agua y, temperaturas mayores

a 20° C indican máximos valores con tendencias menores a 100 ha. Las medias estacionales de temperatura denotan una tendencia de descenso de acuerdo a las rectas. Las mismas sugieren que en temperaturas estacionales cercanas a la primavera y verano acontecen una mayor concentración de valores debajo de 100 ha. Los rangos de temperatura entre las medias de otoño e invierno indican mayor concentración de valores entre 500 ha y 100 ha.

Figura 10. Cantidad de hectáreas inundadas en la cuenca respecto a la variación de temperatura y ordenadas al origen durante la serie de tiempo 1986-2020



Elaboración propia

#### 4. Discusión de resultados

Los índices espectrales de agua (NDWI) utilizados para el análisis de frecuencias permite obtener diferentes escenarios hidrográficos de la cuenca que evidencian un contraste respecto a períodos húmedos y secos (Figuras 3 y 4). El análisis reconstruye los patrones temporales de la dinámica hídrica (Gayol et al., 2019) en relación a la identificación, distribución y variación superficial con lo que es posible obtener una mayor precisión de aquellos cuerpos de agua someros reduciendo las incertidumbres de límites borrosos con respecto a otros ecosistemas (Borro et al., 2014). Se observa diversidad y abundancia de cuerpos someros que hasta el momento no han sido identificados con carácter temporal y fuerte dependencia ante el efecto climático y sus variaciones. En comparación con la información obtenida de la cartografía nacional (Instituto Geográfico Nacional) y los lineamientos del inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires (Inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires, 2019) se vislumbran lagunas someras y potenciales humedales en los sistemas de paisajes de la cuenca Encadenadas del Oeste que hasta el momento no habían sido identificados.

La distribución de estos cuerpos someros posee máximas concentraciones en el área transicional de la cuenca correspondiente al dominio ambiental de llanura. Esta zona se caracteriza por un decrecimiento de la energía del agua debido a su dispersión como es característico en este tipo de cuencas (Wetzel, 2001; Geraldí, 2009). El desagüe completo puede quedar impedido por la falta de pendiente dada la horizontalidad del terreno lo cual propicia condiciones para la existencia estos ecosistemas. En este sentido, la subcuenca Cochicó posee la mayor concentración de lagunas someras respecto a otras subcuencas y podría explicarse a la baja densidad de drenaje y a la morfometría oblonga que ocurre en este sector en donde el tiempo de concentración de agua es más largo que las subcuencas alargadas (Geraldí et al., 2016). Ante el impacto de un período seco intenso y prolongado estas lagunas se desecan, pero poseen frecuencias por encima del 40 % lo cual indicaría una importante resistencia. Es importante destacar que esta subcuenca se encuentra en un estadio erosional joven con potencial morfodinámico importante para generar procesos erosivos (Geraldí, 2009).



Las subcuencas del este, especialmente subcuenca Arroyo Corto, presenta mayor cantidad de cuerpos de agua pequeños con frecuencias muy bajas y que se activan en períodos húmedos infiriendo su fuerte dependencia al ingreso de precipitaciones y baja evapotranspiración. Su corta temporalidad y tamaño podrían ser factores cruciales para definirlos como sistemas de charcas y en algunos casos áreas de acumulación de bañados. Biggs et al., (2017) explica que las charcas incluyen una amplia variedad de cuerpos de agua temporales que solo pueden retener agua durante unos pocos días después de la lluvia, hasta cuerpos de agua más permanentes que pueden secarse solo durante unas pocas semanas en la mayoría de los años y, en algunos años, permanecer permanentemente húmedos. Este sector posee un estado de madurez más avanzado con pendientes medias menores respecto a otras y en los últimos períodos (2014-2021) presentó mayor cantidad de presencia de pequeños cuerpos de agua que antes no habían sido registradas a lo largo de la serie temporal (Vidal Quini & Geraldi, 2021). Específicamente, en el año 2017 aparecieron nuevos cuerpos de agua que no habían sido registrados anteriormente y sería posible plantear la hipótesis de que sus formaciones podrían deberse a la intensa actividad agrícola que se constituye un factor principal de la transformación del paisaje hidrográfico en la región (Wetzel, 2001; McDonald et al., 2012; Matthew et al., 2016).

En la misma línea, la subcuenca Norte es la que se destaca, particularmente en el año 2017 con un considerable aumento. Esta subcuenca es un área de transición entre la pampa arenosa y la depresión de la cuenca Las Encadenadas del Oeste propiamente dicha. Se caracteriza por la presencia de médanos y la presencia de mayor proporción de píxeles con agua podría deberse a la presencia de mantos de arena, depresiones intermedanasas y cubetas de deflación. Estos rasgos geomorfológicos favorecen la presencia de agua durante períodos de precipitación abundante. En una región contigua al área de estudio Contreras et al. (2021) indican que esta geomorfología aumenta el riesgo de inundaciones dado al desarrollo de dunas longitudinales alineadas que permite encauzar los desbordamientos de cuerpos de agua someros en eventos de inundación al tiempo que contribuye a la permanencia del agua durante las sequías. Sin embargo, las dunas parabólicas responden de manera inversa, en eventos de sequía extrema las áreas interdunares son áridas lo cual podría explicar la presencia de frecuencias bajas en escenarios secos en este estudio.

La variabilidad climática posee una importante influencia en los cuerpos de agua someros y sus niveles de agua. Los resultados del SPEI en la serie de tiempo demostraron una predominancia de condiciones secas sobre condiciones húmedas con diferencias importantes en cuanto a la prolongación e intensidad. En el registro histórico de datos meteorológicos de la región observado en Geraldi (2009) indica que durante fines de la década del 60 hasta el 2006 se instala un período húmedo que provocó una acelerada pérdida de suelos por erosión hídrica en la región. Sin embargo, esta tendencia se revierte a fines de la década 2000 en donde se observan importantes anomalías negativas de hectáreas con agua y que induce a encontrar en estos años mayor frecuencia de escenarios secos (Figuras 3 y 4). Bohn et al., (2016) y Tengroth y Geraldi (2022), también observaron en la región importantes variaciones en la disminución del tamaño de cuerpos de agua durante este lapso.

Los datos meteorológicos describen con mayor detalle las variaciones climáticas y sugiere que para estaciones frías, especialmente en el invierno, existe mayor permanencia de agua en un lugar. Esta situación podría relacionarse dado las temperaturas bajas que atenúan los procesos de evaporación y evapotranspiración y la baja frecuencia y prolongación de temperaturas sobre precipitaciones que ocurre en este período. En este aspecto, el análisis ANCOVA demostró una alta significancia de las temperaturas con respecto al tamaño de los cuerpos de agua someros. Es decir, dado el contexto climático templado transicional, el tamaño de estos cuerpos de agua evidencia un efecto de magnitud más fuerte de las temperaturas con respecto a precipitaciones que influyen en la presencia o ausencia de estos sistemas someros. A su vez, sería crítico entender que si ocurren precipitaciones extraordinarias en invierno condicionaría la cantidad de hectáreas en niveles muy superiores como el caso de 2017 en relación a inundaciones y anegamientos. Esto sugiere que inviernos lluviosos donde las temperaturas son muy reducidas permiten mantener las aguas superficiales y que, también podrían tener injerencia el aporte subterráneo que viene descendiendo de la cuenca alta de los arroyos para dichos aumentos.

En escenarios húmedos para estaciones cálidas, también se evidencia mayor cantidad de hectáreas con alta frecuencia lo que sugiere que mayor es la permanencia de agua en un lugar influenciado por el mayor ingreso de precipitaciones durante la primavera y el verano. Sin embargo, a pesar de incrementar las precipitaciones se evidencian la mayor prolongación de anomalías de temperaturas por sobre precipitaciones. Los efectos de alta evaporación y evapotranspiración podrían condicionar la situación de dichos cuerpos de agua. En el inicio del período frío se encuentran valores mínimos similares a los veranos y parecería posible que las hectáreas con agua en la estación de otoño se ven influidas por las condiciones de la estación antecesora.

Estas situaciones hidrográficas podrían ser indicios del tiempo de recomposición de los sistemas de cuerpos de agua someros y expone al otoño y la primavera como las estaciones más críticas para la permanencia de agua.

En otros estudios globales y de caso como Downing et al. (2006), Marín Comitre et al. (2020) obtuvieron una alta correlación ( $R^2 = 0,8$ ) entre la proporción de la superficie de cuerpos de agua poco profundos que se inundan periódicamente y se secan durante períodos del año y la precipitación media anual. No obstante, en el área de estudio las temperaturas parecen tener mayor significancia que las precipitaciones. Tengroth y Gernaldi (2022) discuten que las dinámicas de tamaño para el conjunto de lagunas Encadenadas del Oeste dependen de la temperatura debido a que posee mayor significancia que la precipitación que podría deberse al tiempo que tarda el lago poco profundo en responder a las variaciones de esta última variable. Estos resultados concuerdan con lo expresado en el trabajo y demostrarían que en la cuenca el efecto de las temperaturas es mayormente significativo para todo el sistema hídrico con lo cual podría ser el principal factor de control del régimen hidrográfico.

De acuerdo con el diagrama de dispersión entre temperaturas y hectáreas con agua evidencia que los aumentos de temperatura superiores a la media ( $15^\circ\text{C}$ ) disminuye de manera considerable la cantidad de estos sistemas de cuerpos de agua someros. En estos rangos se ubican las medianas estacionales de primavera y verano e indican valores totales con tendencias menores a 100 hectáreas. Esto comprometería a los cuerpos de agua de menor tamaño y que se encontrarían mayormente vulnerables dado los efectos de evaporación de corto plazo y consecuente desecación (Echegoyen et al., 2022). En cuerpos de agua muy pequeños con baja capacidad calorífica, la temperatura del agua superficial responde rápidamente al intercambio de calor por radiación y evaporación y a la irradiación solar (Adrian et al., 2006, 2009). Cuando ocurre lo contrario como en temperaturas cercanas a las medias de otoño e invierno los valores totales oscilan entre 500 ha y 100 ha.

En el análisis de este trabajo y en relación al estudio realizado por Tengroth y Gernaldi (2022) los períodos secos e intensos compromete los tamaños de las lagunas y los cuerpos someros y exponen al conjunto de lagunas encadenadas del oeste como un eje principal en el sistema socio-económico (Gernaldi et al., 2011). Es importante considerar que dichas lagunas se encuentran en estados eutróficos e hipertróficos con lo cual remite a la degradación que están padeciendo estos sistemas de cuerpos someros por efectos climáticos y acciones antropogénicas que comprometen al recurso y a sus servicios ecosistémicos.

## 5. Conclusiones

La información obtenida en este trabajo resulta relevante para el estudio del paisaje, el marco hidrográfico y el territorio debido a que los cuerpos de agua someros son parte fundamental de la dinámica socio-económica de la región. La comprensión de los sistemas ambientales ante agentes de peligro como la variabilidad climática y la acción antropogénica evidencia diferentes vulnerabilidades en sectores de la cuenca y aporta para prácticas de gestión vinculados al riesgo ambiental.

Los resultados de este estudio evidencian la configuración espacial de la hidrografía de la cuenca a lo largo del tiempo la cual es un indicador del sentido de cambio en el paisaje y del contexto estructural del territorio. Las apariciones de nuevos cuerpos de agua revelan dicho sentido de cambio y que podrían deberse a cambios en la hidrografía de la cuenca vinculados con la actividad agrícola y obras hidráulicas.

Las notorias diferencias de las extensiones de los cuerpos de agua han permitido confirmar la influencia de la variabilidad climática y del rol fundamental que poseen las temperaturas como principal factor de control que permite suponer a la evaporación potencial como factor determinante para la desecación de los cuerpos de agua someros del área de estudio dado por otros factores de control como el escaso escurrimiento por bajas pendientes.

Dicha información genera contribuciones para el análisis de cambios en la susceptibilidad que puedan integrarse con otros atributos territoriales. A medida que se profundice en la caracterización de los componentes del paisaje incorporando otros niveles y escalas y, se analice la información de diversos atributos, se estará en condiciones de realizar una integración y visualización de una matriz del paisaje territorial.

La propuesta metodológica es una alternativa práctica al monitoreo de los sistemas fluviales y aporta por primera vez una caracterización ambiental más detallada acerca de cuerpos de agua someros temporarios y potenciales humedales que se constituyen como una de las principales variables ambientales afectadas

por las influencias de los sistemas sociales. En este sentido, la identificación y estimación de abundancia y frecuencias asocia cambios en las aguas superficiales en un contexto de usos de suelos agrícolas que los mantienen en constante presión y que ya han sido intervenidos a través de obras de canalización y modificación de drenajes acentuando su degradación y conflictos socio ambientales.

## Financiación

El trabajo pertenece al Proyecto de Investigación PGI: “Aplicación de Tecnologías de la información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales. Segunda Parte”.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar el trabajo. También agradecen a los miembros del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur, así como al personal de apoyo del Instituto Argentino de Oceanografía Dr. Martín Amodeo por su colaboración en el procesamiento estadístico de los datos.

## Referencias

- Adrian, R., Wilhelm, S., & Gerten, D. (2006). Life-history traits of lake plankton species may govern their phenological response to climate warming. *Global Change Biology*, 12(4), 652–661. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01125.x>
- Adrian, R., O'Reilly, C.M., Zagarese, H., Baines, S.B., Hessen, D.O., Keller, W. Livingstone, D. M., Sommaruga, R., Straile, Van Donk, E., Weyhenmeyer, G. A., & Winder, M. (2009). Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*, 54(6 PART 2), 2283–2297. <https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.6.part.2.2283>
- Barragán, F. G., & Gernaldi, A. M. (2018). Aplicación de teledetección para la determinación de zonas inundadas en la llanura Pampeana de Argentina. *X Congreso Internacional Geomática 2018*. <http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencias2018/GEO143.pdf>
- Beguiría S., Vicente-Serrano S.M., Reig F., & Latorre B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *Int. J. Clima-tol.*, 34(10), 3001-3023. <https://doi.org/10.1002/joc.3887>
- Biggs, J., von Fumetti, S., & Kelly-Quinn, M. (2017). The importance of small waterbodies for biodiversity and eco-system services: Implications for policy makers. *Hydrobiologia*, 793, 3–39. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0>
- Bohn, V.Y, Delgado, A.L., Piccolo, M.C., & Perillo, G.M.E. (2016). Assessment of climate variability and land use effect on shallow lakes in temperate plains of Argentina. *Environ. Earth Sci.*, 75(9), p. 818. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5569-6>
- Borro, M., Morandeira, N., Salvia, M., Minotti, P., Perna, P., & Kandus, P. (2014). Mapping shallow lakes in a large South American floodplain: A frequency approach on multitemporal Landsat TM/ETM data. *Journal of Hydrology*, 512, 39-52. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.02.057>
- Contreras F.I., Mavo-Mastretta G.M., Piccolo M.C., & Perillo G.M. (2021). Spatio-temporal variability monitoring of the floods in the center-west of the Buenos Aires province (Argentina) using remote sensing techniques. The role of sand dunes. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47, 337-354. <https://doi.org/10.18172/cig.4477>
- Downing, J.A., Prairie, Y.T., Cole, J.J., Duarte, C.M., Tranvik, L.J., Striegl, R.G., McDowell, W.H., Kortelainen, P., Caraco, N.F., Melack, J.M., & Middelburg, J.J. (2006). The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments. *Limnology and Oceanography*, 51(5), 2388-2397. <https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.5.2388>
- Downing, J.A. (2010), Emerging global role of small lakes and ponds: Little things mean a lot, *Limnetica*, 29, 9-24. <https://doi.org/10.23818/limn.29.02>
- Echegoyen, C.V., Campodonico, V.A., Lecomte, K.L., Jobbágy, E.G., Yaciuk, P.A., & Sepulveda, L.D. (2022). Surface-water/groundwater exchange in a sand dune lake in the Dry Pampean Plain, Argentina: stable isotopic evidence. *Hydrogeol J*, 30, 783-796. <https://doi.org/10.1007/s10040-022-02449-w>
- Fisher, A., Flood, N., & Danaher, T. (2016). Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia. *Remote Sensing of Environment*, 175, 167- 182. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.055>
- Gayol, M.P., Morandeira, N., & Kandus, P. (2019). Dynamics of shallow lake cover types in relation to Paraná River flood pulses: assessment with multitemporal Landsat data. *Hydrobiologia*, 833(1), 9-24. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3847-x>
- Gernaldi, A. M. (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca lagunar las encadenadas del oeste* [Doctoral thesis, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional del Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2233>
- Gernaldi, A. M., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2011). El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. *Revista Ciencia Hoy*, 21(123), 16-22. <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy123/lagunas.htm>
- Gernaldi, A. M., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2016). Drainage Basin Morphometry Of The Encadenadas Del Oeste Lakes, Argentina. *Journal of Geography and Regional Planning*, 9(2), 12 – 27. <https://doi.org/10.5897/JGRP09.050>

- Guo, M., Jing Li, C.S., Jiawei X., & Li W. (2017). A Review of Wetland Remote Sensing Sensors, 17(4), 777. <https://doi.org/10.3390/s17040777>
- Hernandez, E.A., & Uddameri, V. (2014). Standardized precipitation evaporation index (SPEI)-based drought assessment in semi-arid south Texas. *Environ. Earth Sci.*, 71(6), 2491-2501. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2897-7>
- Huang, C., Chen, Y., Zhang, S., & Wu, J. (2018). Detecting, extracting, and monitoring surface water from space using optical sensors: A review. *Reviews of Geophysics*, 56, 333-360. <https://doi.org/10.1029/2018RG000598>
- Instituto Geográfico Nacional (2001). SIG 250. <http://www.ign.gob.ar/sig250>. [http://www.ign.gob.ar/archivos/sig250/publicacion-conae-2012/004\\_Cuerpos\\_De\\_Agua.zip](http://www.ign.gob.ar/archivos/sig250/publicacion-conae-2012/004_Cuerpos_De_Agua.zip)
- Inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires. (2019). *Sistemas de Paisajes de Humedales. Primer Informe: Aspectos metodológicos, identificación y delimitación*. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible. (OPDS). [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inh\\_propuesta\\_de\\_marco\\_conceptual.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inh_propuesta_de_marco_conceptual.pdf)
- Kandus P., Minotti P., Morandeira N., Grimson R., González Trilla G., González E.B., San Martín L., & Gayol M.P. (2018). Remote sensing of wetlands in South America: status and challenges. *International Journal of Remote Sensing*, 39(4), 993-1016. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1395971>
- Kandus, P., & Minotti, P. (2019a). *Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos para el Inventario Nacional de Humedales Informe Final*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33517.95201>
- Kandus, P., & Minotti, P. (2019b). Conceptos y enfoques metodológicos para un inventario de humedales a escala nacional: el paisaje como organizador. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 9(1). 84-89. [https://asadep.com.ar/files/200000102-a9dc7a9dc9/21\\_Kandus\\_CAEP\\_inventario%20\(1\).pdf](https://asadep.com.ar/files/200000102-a9dc7a9dc9/21_Kandus_CAEP_inventario%20(1).pdf)
- Laffeuillade, L.M., Barragán, F.G., Geraldi, A.M., & Arias, J. (2020). Modelo de localización óptima de balnearios mediante análisis espacial. *Cuadernos Geográficos*, 59, 330-348. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9810>
- Maldonado, G. (2019). Territorio y agriculturización en Argentina. Objetos, acciones y acontecimientos / Territory and agriculturization in Argentina. Objects, actions and events. *Estudios Rurales*, 9(17), 164-197. <https://doi.org/10.48160/22504001er17.421>
- Marín Comitre, U., Schnabel S., & Pulido-Fernández, M. (2020). Hydrological Characterization of Watering Ponds in Rangeland Farms in the Southwest Iberian Peninsula. *Water*, 12(4), 1038. <https://doi.org/10.3390/w12041038>
- Matthew, M., Chumchal, R.W.D., & Kimberly, J.A. (2016) Abundance and size distribution of permanent and temporary farm ponds in the southeastern Great Plains. *Inland Waters*, 6(2), 258-264. <https://doi.org/10.5268/IW-6.2.954>
- McDonald, C.P., Rover J.A., Stets, E.G., & Striegl, R.G. (2012). The regional abundance and size distribution of lakes and reservoirs in the United States and implications for estimates of global lake extent. *Limnol Oceanogr.*, 57, 597-606. <https://doi.org/10.4319/lo.2012.57.2.0597>
- McFeeters, S.K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Rem. Sens.*, 17(7), 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*. [https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS\\_Relationship\\_Drought\\_Frequency\\_Duration\\_Time\\_Scales\\_1993.pdf](https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf)
- Miraglia, M. (1996). Diagnóstico ambiental de la Cuenca de las Encadenadas del oeste de la Pcia. de Buenos Aires. Bases históricas preliminares para el manejo de los recursos naturales del partido de Adolfo Alsina (Pcia. de Buenos Aires). [http://www.rubenprofe.com.ar/11misc/Historia\\_ambiental.pdf](http://www.rubenprofe.com.ar/11misc/Historia_ambiental.pdf)
- Monachesi, A. (1995). Las inundaciones en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina: Un problema de actores y estrategias. *Revista Semestral de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*, 5, 1-9. <https://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys05/dys5-1.0-liespbaa.pdf>

- Murray, N.J., Keith, D.A., Bland, L.M., Ferrari, R., Lyons, M.B., Lucas, R., Pettorelli, N., & Nicholson, E. (2018). The role of satellite remote sensing in structured ecosystem risk assessments. *Science of The Total Environment*, 619-620, 249-257. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.034>
- Oficina de vinculación científico-legislativa (2021). *Humedales de la provincia de Buenos Aires: Conservación, protección y uso racional y sostenible*. Comisión de investigaciones científicas. CONICET. [https://reab.conicet.gov.ar/download/informes/Informe-Humedales\\_compressed.pdf](https://reab.conicet.gov.ar/download/informes/Informe-Humedales_compressed.pdf)
- Paruelo, J.M., Guerschman, J.P., Piñeiro, G., Jobbagy, E.G., Verón, S.R., Baldi, G., & Baeza, S. (2006) Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, 10(2), 47-61. <https://doi.org/10.31285/AGRO.10.929>
- Palmer, W.C. (1965). *Meteorological drought*. Research Paper No. 45, 58 p. Washington, DC: U.S. Department of Commerce Weather Bureau. <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf>
- Quirós, R., Rennella A., Boveri M., Rosso J., & Sosnovsky A. (2002). Factores que afectan la estructura y funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12, 175-185. [http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia\\_Austral/article/view/1556](http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1556)
- Quirós, R., Boveri M.B., Petracchi C.A., Rennella A.M., Rosso J.J., Sosnovsky A. & Von Bernard H.T. (Eds.). (2006). Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. In J.G. Tundisi, T. Matsumura-Tundisi, C. SidagisGalli (Eds), *Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle* (pp. 1-16). Instituto Internacional de Ecologia, Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, Academia Brasileira de Ciências, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Inter - Academy Panel on International Issues, InterAmerican Network of Academies of Sciences. <https://www.agro.uba.ar/users/quiros/Eutrofizacion/Quirosetal2006EUTROSUL.pdf>
- Salvia, M., Karszenbaum, H., Kandus, P., & Grings, F. (2009). Datos satelitales ópticos y de radar para el mapeo de ambientes en macrosistemas de humedal. Asociación Española de Teledetección. *Revista de Teledetección*, 31, 35-51. <http://hdl.handle.net/11336/20682>
- Sandi, S.G., Saco, P.M., Saintilan, N., Wen, L., Riccardi, G., Kuczera, G., Willgoose, G., & Rodríguez, J.F. (2019). Detecting inundation thresholds for dryland wetland vulnerability. *Advances in Water Resources*, 128, 168-182. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.04.016>
- Scarpati, O.E., Forte Lay, J.A., & Capriolo, A.D. (2008). La inundación del año 2001 en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mundo Agrario*, 9(17). <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v09n17a05>
- Schindler, D. W. (2009). Lakes as sentinels and integrators for the effects of climate change on watersheds, airsheds, and landscapes. *Limnology and Oceanography*, 54(6 part 2), 2349-2358. [https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.6\\_part\\_2.2349](https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2349)
- Sohn, S.J, Joong-Bae A., & Chi-Yung T. (2013). Six month-lead downscaling prediction of winter to spring drought in South Korea based on a multimodel ensemble. *Geophys. Res. Lett*, 40, 579-583. <https://doi.org/10.1002/grl.50133>
- Solana, M.X., Quiroz Londoño, O.M., Romanelli, A., Donna, F., Martínez, D.E., & Weinzettel, P. (2021). Connectivity of temperate shallow lakes to groundwater in the Pampean Plain, Argentina: A remote sensing and multi-tracer approach. *Groundwater for Sustainable Development*, 13, 100556. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100556>
- Somoza, A., Vazquez, P.S., Zulaica, M.L., & Sacido, M.B. (2020). Dinámica espacio-temporal de usos del suelo en sistemas ecológicos de la región pampeana austral, Argentina: Agriculturización en el Partido de Tandil. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 21(1), 82-10. <https://www.ucm.es/iuca/volumen-21-numero-1-revista-elecde-medioambiente>
- Spinoni, J., Barbosa, P., De Jager, A., McCormick, N., Naumann, G., Vogt, J.V., Magni, D., Masante, D., & Mazzeschi, M. (2019). A new global database of meteorological drought events from 1951 to 2016. *Journal of Hydrology*, 22, 100593. <https://doi.org/10.1016/J.EJRH.2019.100593>
- Stagge, J.H., Kohn, I., Tallaksen, L.M., & Stahl, K. (2015). Modeling drought impact occurrence based on meteorological drought indices in Europe. *J. Hydrol.*, 530, 37-5. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.039>

- Svoboda, M., Fuchs, B., & Hayes, M.J. (2012). An Interface to Drought Mitigation: Decision Support Tools from the National Drought Mitigation Center, 2012. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2012AGUFM.H43H..01S/abstract>
- Tengroth, C., & Geraldi, A.M. (2022). Assessment of climate change and prospective analysis on shallow lakes, Las Encadenadas del Oeste watershed, Buenos Aires - Argentina. *Investigaciones Geográficas*, 77, 221-237. <https://doi.org/10.14198/INGEO.18640>
- Vicente-Serrano, S.M, Beguería, S. & López-Moreno, J.I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *J. Clim.*, 23(7), 1696-1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- Vidal Quini, N.E., & Geraldi, A.M. (2021). Estudio de la situación hídrica de la cuenca Encadenadas del Oeste (2015-2019) mediante sensores remotos y sistemas de información geográfica. In *III Jornadas Internacionales y V Nacionales de Ambiente*. <https://jornadasambiente.ar/>
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology. Lake and river ecosystems* (3ra ed). Academic Press.
- Xia, H., Zhao, J., Qin, Y., Yang, J., Cui, Y., Song, H., Ma, L., Jin, N. & Meng, Q. (2019). Changes in Water Surface Area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat Data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 11(15),1824. <https://doi.org/10.3390/rs11151824>






# Calidad hidrogeomorfológica en áreas fluviales de expansión urbana. Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en un tramo antropizado del arroyo Napostá Grande (Argentina)

Hidrogeomorphological quality in fluvial areas of urban expansion. Application of the Hydrogeomorphological Index (IHG) in an anthropized stream (Napostá Grande creek, Argentina)


## AUTORÍA

**Valeria Noemí Pirchi** 

Grupo de investigación Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, España.

**Paula Andrea Zapperi** 

Departamento de Geografía y Turismo-Universidad Nacional del Sur/CONICET, Argentina.

**Antonela Volonté** 

Departamento de Geografía y Turismo-Universidad Nacional del Sur/CIC, Argentina.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.23931>

## CITACIÓN

Pirchi, V. N., Zapperi, P. A., & Volonté, A. (2023). Calidad hidrogeomorfológica en áreas fluviales de expansión urbana. Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en un tramo antropizado del arroyo Napostá Grande (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, (80), 129-149. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23931>

## CORRESPONDENCIA


Valeria Noemí Pirchi ([v.pirchi@gmail.com](mailto:v.pirchi@gmail.com))

## HISTORIA

Recibido: 18 noviembre 2022  
Aceptado: 6 abril 2023  
Publicado: 19 julio 2023  
(Publicación anticipada: 20 junio 2023)

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

La urbanización en los espacios periurbanos genera modificaciones en la dinámica natural de los procesos fluviales. Los efectos de la intervención humana son visibles en los cauces y también a través de los cambios de uso del suelo, la alteración de la cubierta vegetal y la captación de recursos hídricos. En este contexto, los indicadores hidrogeomorfológicos han adquirido relevancia como herramienta para la evaluación de estos impactos. El objetivo del artículo es evaluar la calidad hidrogeomorfológica del arroyo Napostá Grande en el tramo incluido en el periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. Se aplicó el Índice Hidrogeomorfológico (IHG) sobre sectores funcionales que permitieron interpretar a escala de tramo el comportamiento fluvial frente a las intervenciones humanas. Se compararon los valores obtenidos para 2016 y 2021. Durante los últimos 5 años la calidad hidrogeomorfológica disminuyó principalmente en los parámetros calidad de las riberas y calidad del cauce. Asimismo, las variaciones se intensifican a medida que el arroyo desciende hacia los sectores más urbanizados. En términos de salud fluvial, las valoraciones del índice y la identificación de procesos como la simplificación del cauce expresan síntomas de deterioro que podrían demandar la implementación de medidas de restauración fluvial.

**Palabras clave:** arroyo Napostá Grande; cauce periurbano; calidad hidrogeomorfológica; restauración fluvial; Índice Hidrogeomorfológico (IHG).

## Abstract

Peri-urbanization changes the natural dynamics of fluvial processes. Human intervention can be seen in the riverbeds and also in land use changes, vegetation cover variations, and the capture of water resources. As a result, hydrogeomorphological indicators have become relevant for evaluating these impacts. In this article, the hydrogeomorphological quality of the Napostá Grande stream in the peri-urban area of Bahía Blanca, Argentina, is evaluated. The Hydrogeomorphological Index (IHG) was applied to functional sectors in order to analyze fluvial behavior against human intervention on a section scale. We compared the values obtained in 2016 and in 2021. Over the last five years, the hydrogeomorphological quality decreased mainly in the parameters of the quality of the riparian corridor and the quality of the channel. Likewise, variations intensify as the stream descends towards the more urbanized

sectors. In terms of river health, the evaluations of the index and processes such as streamlining the channel show signs of deterioration that may require river restoration measures.

**Keywords:** Napostá Grande stream; peri-urban channel; hydrogeomorphological quality; river restoration; Hydrogeomorphological Index (IHG).

## 1. Introducción

Los sistemas fluviales se caracterizan por tener un funcionamiento complejo con múltiples variables interactuantes a diferentes escalas espaciales y temporales. Se trata de un sistema dinámico, que a través del tiempo se modifica debido a los procesos erosivos, de sedimentación y transporte, a los cambios climáticos, las modificaciones del nivel de base, la tectónica cuaternaria y las actividades humanas (Stevaux & Latrubesse, 2017). La degradación ambiental en las cuencas producto de las actividades antrópicas ha alterado muchas de las funciones hidrogeomorfológicas, ecológicas y bioclimáticas que, directa e indirectamente, influyen en los sistemas fluviales. Es por ello que, en los últimos años, la geomorfología fluvial ha tomado un rol muy importante en cuanto a la valoración, ordenación, conservación y mejora de los sistemas fluviales sometidos a dichas modificaciones antrópicas (Goudie, 2006; Horacio, 2014; Leopold et al., 2020).

Uno de los principales fenómenos urbanos del siglo XXI consiste en la acelerada urbanización de las periferias de las ciudades (Simon, 2008). La presión antrópica sobre las condiciones ambientales de estas zonas se deriva principalmente de la interacción entre usos productivos y residenciales y la construcción de la infraestructura que ello implica (Ortiz & Vieyra, 2018). En este sentido, tal como plantea Torres-Lima y Cruz-Castillo (2019) los procesos de expansión urbana degradan los ecosistemas adyacentes a los asentamientos humanos. Bajo este contexto, las áreas naturales linderas a las ciudades constituyen espacios con una verdadera necesidad de protección.

La acción antrópica puede modificar, interrumpir y, en algunos casos, desconectar la dinámica natural de los procesos hidrológicos, alterando los elementos naturales de estos sistemas fluviales (Conesa García et al., 2012). El papel protagonista que adquieren las sociedades como agentes modificadores de los sistemas naturales ha generado el incremento de los estudios vinculados a las transformaciones sobre las cuencas, principalmente en estas áreas urbanas. Este complejo y acelerado proceso de transformación desencadena diversos efectos sobre la dinámica hidrológica y geomorfológica y genera alteraciones en la dinámica natural de los ambientes y en especial en la zona ribereña (González, 2018). Asimismo, los efectos de la transformación de usos y cobertura del suelo, la alteración de la cubierta vegetal y la construcción de infraestructuras hidráulicas son visibles en la totalidad del territorio fluvial (Miller et al., 2014). De esta manera, el conocimiento detallado de los aspectos hidromorfológicos de los espacios fluviales es fundamental, más aún cuando el grado de deterioro producto de las presiones antrópicas requiere llevar a cabo acciones de restauración.

En este contexto los indicadores hidrogeomorfológicos han adquirido relevancia que se ve reflejada en el incremento que han tenido los estudios relacionados a su aplicación, como así también en la generación de metodologías de evaluación de la calidad hidrogeomorfológica. Uno de esos indicadores es el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR), el cual surge en la Universidad de Barcelona y busca establecer un índice de calidad para valorar el estado de conservación de los bosques de ribera de manera rápida y eficaz (Munné et al., 1998; Gutiérrez & Alonso, 2000; Rodríguez-Téllez et al., 2012; Carrasco et al., 2014). El Índice de Hábitat Fluvial (IHF) es otro de los indicadores que ha sido utilizado y cuyo desarrollo fue para evaluar la heterogeneidad del hábitat de cauces fluviales en los ríos mediterráneos considerando 7 aspectos del cauce y las riberas (Pardo et al., 2002; Palma et al., 2009; Neuling, 2012; Solas-Francés, 2017). Existen otros índices reconocidos, como por ejemplo el Morphological Quality Index (MQI) (Rinaldi et al., 2010), el Riparian Forest Evaluation (RFV) (Magdaleno et al., 2010) y el River Habitat Survey (RHS) (Raven et al., 1998). En estos casos el propósito general es evaluar y monitorear los cursos fluviales, analizando el cauce, orillas, riberas y zonas de inundación.

El elegido para evaluar el estado ecológico de un tramo del arroyo Napostá Grande (Bahía Blanca, Argentina) es el Índice Hidrogeomorfológico (IHG) (Ollero et al., 2009). Su elección se justifica en que evalúa de forma integrada la calidad funcional del sistema fluvial, la calidad del cauce y la calidad de las riberas. A su vez, estas valoraciones son cuantificables lo que facilita los análisis comparativos tanto a nivel espacial como temporal. El IHG ha sido aplicado en más de 60 cursos fluviales de diferentes lugares del mundo (Ollero et al., 2021) y ha sido utilizado tanto para el diagnóstico hidrogeomorfológico, centrándose en las dimensiones e intensidad de los impactos sufridos en el curso fluvial (Horacio et al., 2018; Volonté & Gil, 2021) como así también para la elaboración de propuestas de restauración fluvial con criterios hidrogeomorfológicos (Barboza et al., 2018).

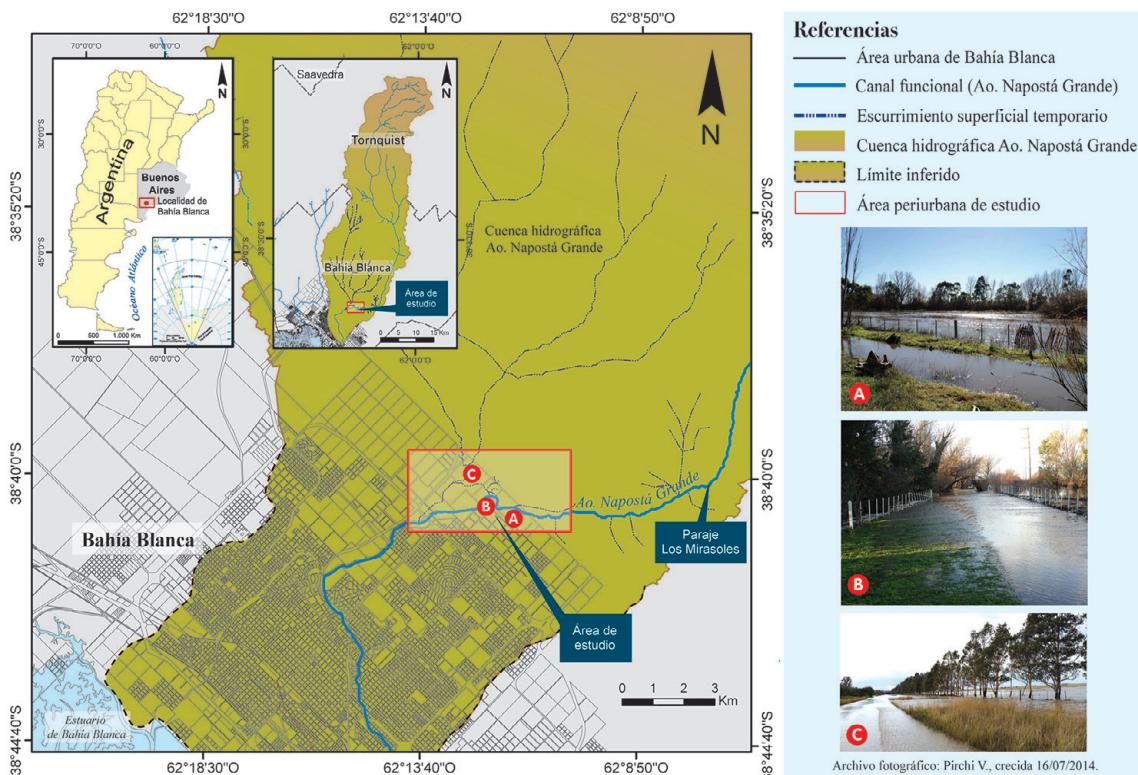
El sector norte del periurbano de la ciudad de Bahía Blanca presenta como rasgo característico la combinación de usos y coberturas del suelo asociadas tanto al ámbito urbano como a las actividades propias del espacio agropecuario (Montico, 2020). La presencia del arroyo Napostá Grande contribuyó a que desde mediados del siglo XIX se instalen quintas hortícolas y, décadas más tarde, complejos recreativos (Pirchi, 2019). En el año 2010 la sanción del Plan Director del Periurbano Bahiense (Ordenanza municipal N°15637/10) establece para el área un uso de suelo residencial de baja densidad, por lo que comienza a ganar preponderancia entre los ya establecidos. Partiendo de esta modificación en el uso de suelo, el objetivo del presente trabajo es evaluar la calidad hidrogeomorfológica del arroyo Napostá Grande en el tramo incluido dentro del periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. Específicamente, se busca conocer si el avance en la ocupación en los últimos años ha significado un deterioro en la funcionalidad y calidad del sistema fluvial. Para ello, se comparan los valores obtenidos de la aplicación del IHG para el 2016 y 2021 y se focaliza el análisis en la potencialidad metodológica del índice a través de las distintas categorías de evaluación que plantea.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio es un tramo de 6,5 km que corresponde a la cuenca baja del arroyo Napostá Grande y escurre en el sector norte del periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina (Figura 1). Esta localidad conforma el aglomerado urbano-portuario de mayor relevancia económica de la región suroeste de la citada provincia. Se estima que la población es 311.175 habitantes (Dirección Provincial de Estadística, 2016). De esta manera, gran parte de la trama urbana se extiende sobre la llanura aluvial del mencionado arroyo, que tiene sus nacientes a 100 km de distancia en el sistema de Ventania y constituye el curso principal de la cuenca hidrográfica Napostá Grande. Esta cuenca pertenece a la vertiente atlántica, desembocando en el estuario de Bahía Blanca.

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Pirchi (2019)

El tramo estudiado se extiende sobre una llanura de inundación de tipo aluvial frecuentemente inundada por las crecidas del arroyo y con una carga sedimentaria compuesta fundamentalmente por arena y limo (Pirchi, 2019; López et al., 2021). Desde el punto de vista topográfico, se trata del sector de mayor altura de la ciudad con valores altimétricos que varían entre 35 y 50 m s.n.m. Por sus características climáticas, el área de estudio está comprendida en la zona de climas templados con diferencias térmicas estacionales marcadas.

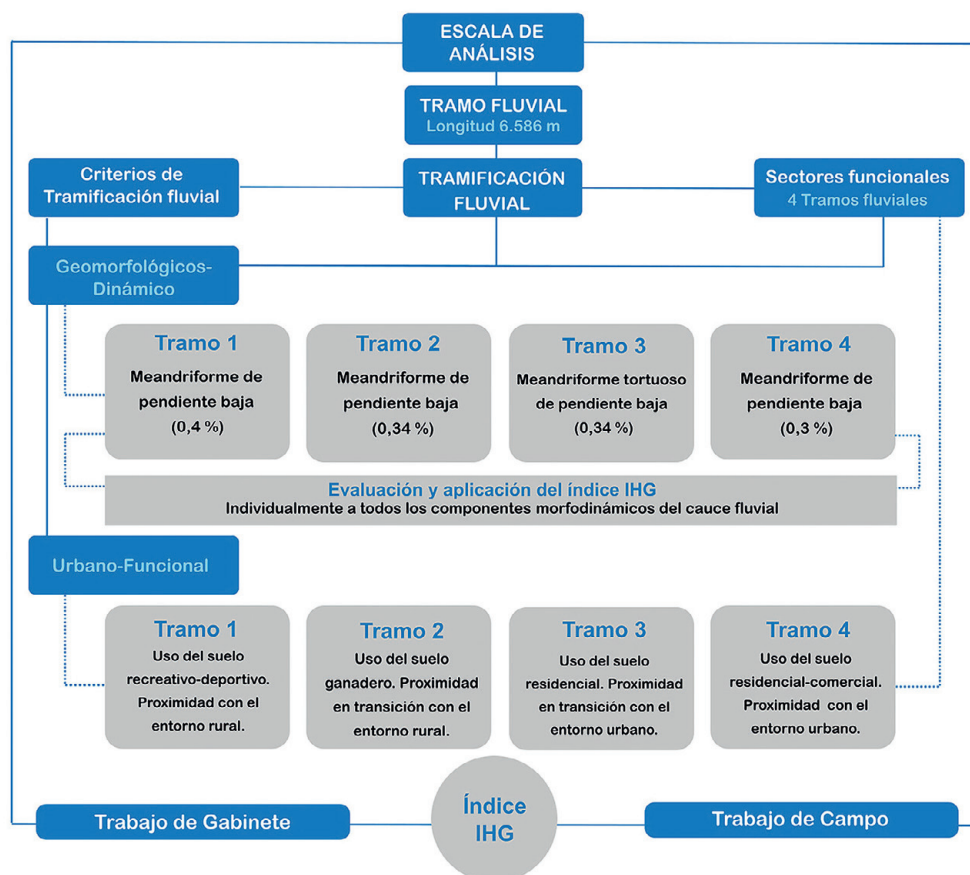
La precipitación media anual para el período registrado entre 1960 y 2014 fue de 644,6 mm, con variaciones interanuales que van desde 354,7 mm a 1.083,6 mm (Ferrelli, 2016). Si bien esta variabilidad responde a la dinámica de las masas de aire que definen el clima de la región, se ha comprobado también la influencia del fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENOS) (Aliaga et al., 2017). En este sentido, la alternancia de períodos húmedos y secos se refleja en el área de estudio a partir de fuertes estiajes. Cabe aclarar que la ausencia de datos de aforo dificulta el análisis del impacto de la variabilidad mencionada en términos de caudal como tampoco permite precisar la magnitud de las alteraciones identificadas sobre el caudal circulante.

El módulo medio anual de régimen permanente, es de 0,90 m³/s aunque presenta caudales variables con picos muy marcados (220 m³/s) y escaso flujo en época de estiaje (0,06 m³/s) (Paoloni, 2010; Cerana & Varela, 2013). Las avenidas originadas en la cuenca superior provocan frecuentes desbordes y anegamientos en la cuenca inferior. En este sector, el cauce principal es conductor de caudales alóctonos, pues no recibe adiciones significativas (Fernández et al., 2017). A su vez el valle fluvial responde a un control estructural evidenciado por un cambio de dirección del cauce principal que pasa a escurrir de este a oeste. Esta disposición del drenaje coincide con una falla regional del basamento, producto de la neotectónica que afectó a la región durante episodios de la orogenia andina (González et al., 1988).

## 2.2. Tramificación en sectores funcionales

Para la aplicación del IHG sobre el tramo de estudio (longitud total de 6.586 m) se determinaron sobre el mismo 4 sectores funcionales que conforman tramos homogéneos desde el punto de vista hidrogeomorfológico y funcional. Para ello, como se muestra en la Figura 2, se consideró un criterio Geomorfológico-Dinámico y otro Urbano-Funcional.

Figura 2. Esquema de trabajo para la tramificación en sectores funcionales

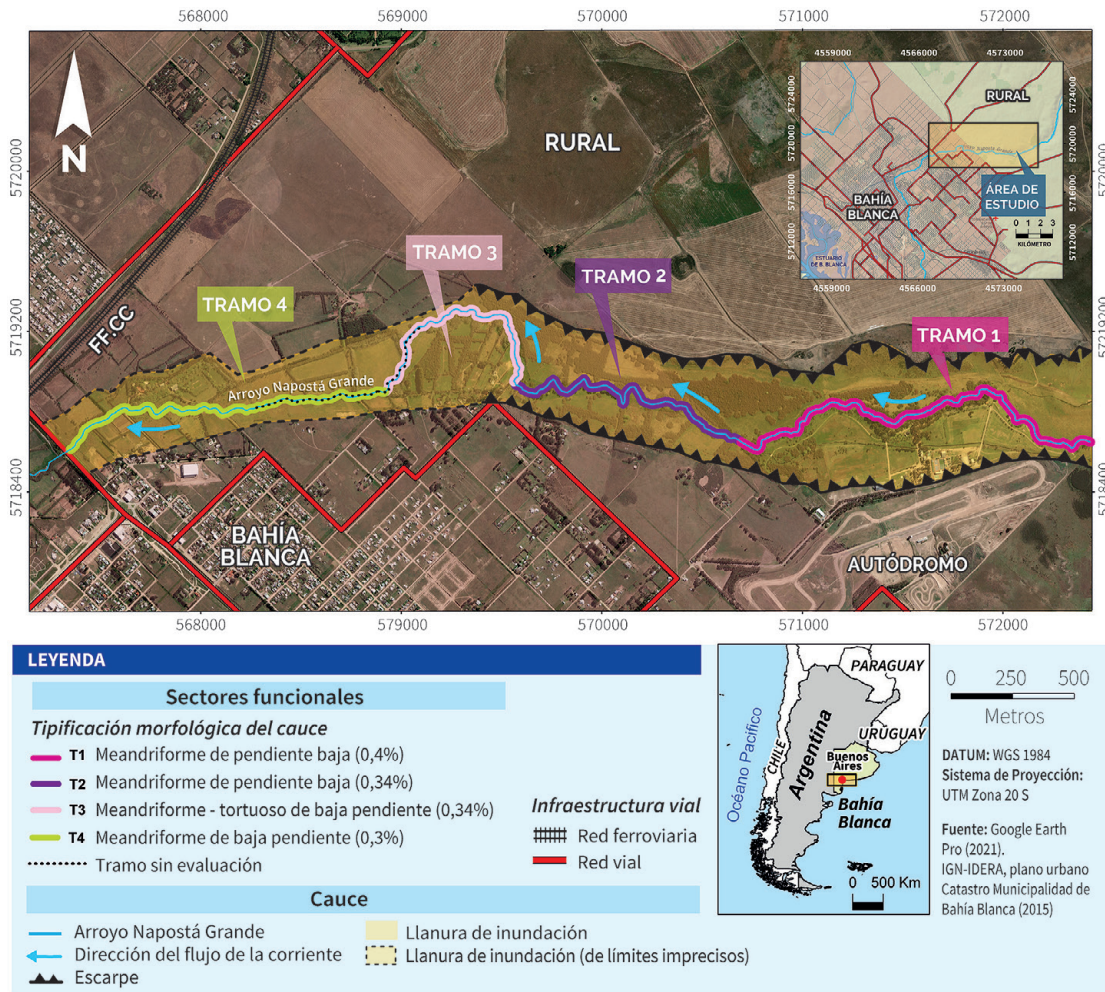


Elaboración propia

Para la implementación del primero (Criterio Geomorfológico-Dinámico), se consideró el estudio iniciado por Pirchi (2019), que caracterizó hidrogeomorfológicamente al sector con el objetivo de generar información de base para una posterior evaluación de la calidad hidrogeomorfológica. De esta manera, la definición de los tramos implicó un análisis morfométrico en el que se consideraron parámetros como la pendiente local y la sinuosidad del canal. Las variaciones de este último parámetro (Figura 3) dan muestra de su pertinencia en

la diferenciación geomorfológica del cauce. Por otra parte, para responder al criterio Urbano-Funcional, se tuvo en cuenta el uso de suelo predominante y la distancia al área urbana o al área rural en función de cuál de ellas presentó mayor proximidad.

Figura 3. Tramificación fluvial en sectores funcionales



Elaboración propia




Así mismo, el antecedente de Pirchi (2019) también se consideró para la aplicación del índice sobre los sectores funcionales. Específicamente, la identificación de presiones e impactos que requiere la implementación del índice fue acompañada de un análisis morfodinámico para reconocer procesos de erosión y sedimentación que afectan a la forma y a la evolución del cauce. Para ello, se consideraron los componentes del cauce fluvial propuestos por Pedraza Gilsanz (1996): canal funcional o lecho menor, orillas o riberas, canal *bankfull*, llanura de inundación.

### 2.3. Índice Hidrogeomorfológico (IHG)

La aplicación del IHG se efectuó individualmente sobre los cuatro sectores funcionales sucesivos. El método consiste en evaluar tres bloques que comprenden los indicadores de (I) calidad funcional del sistema fluvial, (II) calidad del cauce y (III) calidad de las riberas. Cada uno de estos bloques tiene 3 parámetros, analizando en total 9 parámetros (Tabla 1). Para la evaluación, cada parámetro se puntúa de 0 a 10 asignándole una puntuación máxima de 10 (estado natural) y mínima de 0 (alteración total). La valoración final puede hacerse de manera parcial, de acuerdo con cada bloque (I- II- III) o de manera integral, considerando el total de los parámetros analizados (Tabla 2).

Por otra parte, se ha realizado una doble valoración del IHG, en el año 2016 y en el año 2021, a la vez que se ha diseñado un nuevo sistema de representación a partir de gráficos de pirámide, con el objeto de comparar la calidad hidrogeomorfológica en los sectores del arroyo que están siendo impactados por el crecimiento urbano y otros tipos de intervenciones humanas.

Tabla 1. Indicadores y parámetros de evaluación

Indicador de calidad	Parámetros	
I	<b>Calidad funcional del sistema</b> 	A Naturalidad del régimen de caudal
		B Disponibilidad y movilidad de sedimentos
		C Funcionalidad de la llanura de inundación
II	<b>Calidad del cauce</b> 	D Naturalidad del trazado y de la morfología en planta
		E Continuidad y naturalidad del lecho, de los procesos longitudinales y verticales
		F Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral
III	<b>Calidad de las riberas</b> 	G Continuidad longitudinal
		H Anchura del corredor ribereño
		I Estructura, naturalidad y conectividad transversal

Fuente: Ollero et al. (2009). Elaboración propia

Tabla 2. Puntuación para la valoración del IHG

Calidad hidrogeomorfológica	Puntuación individual por parámetro	Puntuación parcial por bloque ( I-II-III)	Puntuación total
Muy buena	9-10	30-25	75-90
Buena	7-8	24-20	60-74
Moderada	5-6	19-14	42-59
Deficiente	3-4	13-7	21-41
Muy mala	0-2	6-0	0-20

Fuente: Ollero et al. (2009). Elaboración propia

## 2.4. Elaboración de inventario de presiones antrópicas y valoración de impactos

La identificación, seguimiento y evaluación de las presiones antrópicas, resultado del exhaustivo trabajo de campo, han sido fundamentales para poder puntuar y valorar con el IHG el impacto de cada una de las afectaciones encontradas en la geomorfología fluvial. Para ello se elaboraron fichas de evaluación para cada año (2016 y 2021) y tramo de análisis. Se actualizaron los registros de Pirchi (2019), que realizó el inventario de presiones antrópicas, impactos y alteraciones en el cauce hasta el año 2016. No obstante, debido a problemas de accesibilidad ya que algunos puntos son parte de propiedades privadas que no permiten el acceso al arroyo, algunos sitios específicos quedaron fuera de la evaluación en el 2021. En cada ficha se ingresaron los impactos relacionados con actuaciones directas sobre el canal funcional y la llanura de inundación, actuaciones relacionadas con la ocupación física de la red fluvial, con el caudal y el acuífero y actuaciones asociadas a procesos de contaminación. En el diagnóstico de campo se reconoció el estado de afección hidromorfológica en las orillas, el lecho activo e inundable, las riberas, la continuidad transversal, longitudinal y vertical del curso fluvial y en las intervenciones sobre vegetación (reforestación, tala, quema). Además, para el estudio detallado del comportamiento dinámico del arroyo se identificaron y fotografiaron cambios y continuidades en el funcionamiento hidrogeomorfológico, tanto en crecidas como estiajes, registrándose en perfiles topográficos-batimétricos y en diversas tomas fotográficas. Este registro ha sido posible con la ayuda de los avisos de alertas coordinados con los propietarios ribereños durante momentos de crecidas ordinarias y extraordinarias. Finalmente, a partir de la densidad de presiones calculada para cada uno de los sectores funcionales (Tabla 3), se efectuó el inventario de presiones antrópicas y se estableció la valoración de impacto cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Densidad de presiones antrópicas y valoración de impacto

Densidad	Número de presiones por tramo	Valoración de impacto
Baja	0 a 5 presiones	Impacto leve
Media	6 a 10 presiones	Impacto moderado
Alta	≥ a 11 presiones	Impacto intenso

Elaboración propia

### 3. Resultados

#### 3.1. Contrastes en los sectores funcionales de análisis

##### 3.1.1. Presiones e impactos que influyen en la calidad hidrogeomorfológica

El recuento de presiones en los tramos fluviales estudiados permitió verificar una intensa antropización, pues se identificaron para cada uno de ellos al menos diez presiones e impactos antrópicos (Tabla 4), a excepción del tramo 2, que es el de menor afectación, si bien se encuentra densamente colonizado por vegetación introducida. Los factores desencadenantes de los cambios identificados e incluidos en el análisis de los tramos son en su mayoría de escala local y ejercen control, fundamentalmente, en el comportamiento de los parámetros del índice asociados con la naturalidad del trazado y la morfología en planta. Asimismo, la calidad funcional del sistema se ve afectada por las modificaciones del régimen hídrico y por la obstrucción al flujo de crecida e inundación.

Con respecto a los usos del suelo, las actividades que se desarrollan en los sectores funcionales estudiados quedan comprendidas dentro de las propias de un espacio periurbano (Lorda, 2008) si bien existen diferencias según las funcionalidades específicas sobre cada uno de ellos. En este sentido, el tramo 1 corresponde al sector funcional de mayor proximidad con el espacio rural y está ocupado, casi en su totalidad, por un centro recreativo con instalaciones deportivas que incluyen un autódromo.

Tabla 4. Inventario de presiones antrópicas y evaluación de impactos

Presiones antrópicas (cauce = canal + llanura de inundación)			Sectores funcionales							
			Año 2016				Año 2021			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Afecciones a la continuidad	Longitudinal	Azud	3		1	2	3		1	2
		Puente	6	1	3	3	6		3	3
		Vado				1				caída
		Paso de vehículos	1				1			
	Transversal	Caminos transversales	4		2	2	4		2	2
		Rectificación meandro	1		1		1		3	
		Defensa de margen (muro)	1				1		1	
		Canalización	5		2		5		2	
		Acequia			5	3			4	3
Otros tipos de presiones		Ampliación de la sección de desagüe	1			1			1	
		Estrechamiento por colonización de vegetación exótica			1			1	1	1
		Vertidos de escombros							1	1
		Vertidos de basura			1	1		1	1	1
		Conductos semienterrados	1				1			1
		Alcantarillas de desagües	2		3		2		3	
		Vertidos y retornos	1	1	1	2	1	1		2
		Compuerta derivador			2	3			1	3
Alteración del caudal del canal	Hídrico (extracción)	Toma directa	2		1	2	2		1	1
		Pozo freático	1		1	1	1		1	1
	Sólido* (extracción-obstrucción)	Dragados	X			X			X	
		Vegetación exótica (madera)	X		X	X	X	X	X	X
Vegetación	Autóctona*	Tala, quema			X	X		X	X	X
		Reforestación				X				X
	Exóticas*	Parquización	X				X		X	
Usos del suelo	Residencial y recreativo*	Residuos			X			X	X	X
		Bombeo piscinas	X		X	X	X		X	X
		Vertidos			X	X			X	X
		Sobreelevación del terreno	X		X		X		X	
	Hortícola, ganadero*	Riego			X	X			X	X
		Pisoteo	X	X	X		X	X	X	
	Actividad extractiva*	Extracción de áridos del cauce				X				X
<b>Total de presiones y evaluación de impacto</b>			<b>35</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>36</b>	<b>29</b>

\* Categoría en la que se indica la ocurrencia de un determinado proceso.

Elaboración propia sobre la base de Ollero et al. (2009)

### 3.1.2. Características geomorfológicas que definen a los sectores funcionales

En la Tabla 5 se sintetizan las características geomorfológicas que permitieron la diferenciación del tramo en sectores funcionales (tramos 1, 2, 3 y 4). En el tramo 1 el arroyo discurre por un valle confinado, su lecho es de constitución arenosa y su profundidad puede llegar hasta 3,5 m. Es un tramo de 1.862 m de longitud con una baja sinuosidad (1,21) y pendiente local (0,4%) bajas. Los principales elementos transversales corresponden a tomas de agua y en la margen izquierda se destacan afecciones longitudinales tales como un muro como de defensa, canalizaciones y una corta de meandro con rectificación. Por otra parte, la presencia de madera muerta es escasa y su acumulación no restringe el transporte natural de sedimento.

Tabla 5. Características geomorfológicas de los tramos incluidos en el área de estudio

Sector funcional	Valle	Pendiente (%)	Sinuosidad	Tipología del cauce
Tramo 1	Confinado	0,4 %	1,21	meandriforme de baja sinuosidad
Tramo 2	Confinado	0,34 %	1,28	meandriforme de baja sinuosidad
Tramo 3	No confinado	0,4 %	1,98	tortuoso de sinuosidad alta
Tramo 4	No confinado	0,3 %	1,12	meandriforme de baja sinuosidad

Elaboración propia

El tramo 2 tiene una longitud de 1.519 m y se encuentra encajado en sus propios depósitos finos de terrazas escarpadas que no superan los 5 m. La sinuosidad es baja (1,28) al igual que su pendiente (0,34%). La cría de ganado equino es la actividad característica en este sector y ocupa la llanura de inundación de fondo plano, confinado en 400 m de extensión y escasamente intervenido. Las márgenes del cauce se encuentran vegetadas, predominando el estrato arbóreo con especies nativas como *Salix humboldtiana* y exóticas como *Tamarix gallica*. El desmejoramiento del estado del cauce se debe principalmente a tres factores: la pérdida del 16% del caudal a través de una toma de agua aguas arriba, la invasión de vegetación en todo el cauce y el pisoteo de ganado que destruye las morfologías del canal.

En cuanto al tramo 3, de 1.200 m de longitud, discurre por en un valle sin límites precisos, la pendiente local es baja (0,4 %) y se destaca su alta sinuosidad (1,98). Los sedimentos del lecho siguen siendo limo-arenosos con un tamaño de mediano a fino. Históricamente este sector tuvo un uso de suelo hortícola, con lo cual las tomas de agua desde el canal para permitir el riego de los cultivos contribuyeron con la antropización del cauce. Para el año 2021 se identificó un uso de suelo predominantemente residencial, el cual abarca la llanura de inundación. En el tramo 4, de 1.785 m, el canal pierde confinamiento y hay un marcado cambio en la sinuosidad (1,12) y pendiente local (0,3%) lo que da lugar a un cauce casi recto. En el lecho continúa el predominio de arenas y aún una leve disminución de la pendiente. Este tramo es el de mayor proximidad a los barrios residenciales que ocupan el periurbano de la ciudad. El uso residencial gana protagonismo sobre las quintas que caracterizaban al sector y, de esta manera, ya para el año 2016 se desactivan la mayor parte de los pequeños canales de riego que se construyeron en el mismo.

## 3.2. Evolución del IHG en cada tramo para el período 2016-2021

### 3.2.1. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 1

El caudal medio anual en régimen natural del arroyo Napostá Grande es 1,03 m<sup>3</sup>/s —Estación de aforo “Paraje Los Mirasoles”— (Aguas Bonaerenses S.A., 2017). En su cuenca alta y media pierde parte de sus aportes por usos agrarios, pero es en la cuenca baja en la que se da la mayor merma de caudal por estar condicionado al sistema de infraestructuras asociadas a la explotación del agua para uso industrial (azud Paraje Los Mirasoles) y de la población local (azud Empleados de Comercio) (Figura 4). En la Tabla 6 se exhibe el porcentaje de caudal que se extrae en término medio al arroyo.

En las valoraciones del IHG para el periodo 2016-2021 (Figura 5), la calidad funcional (CF) del tramo 1 disminuye de 11 puntos (deficiente) a 4 puntos (muy mala), a causa de las alteraciones en la cantidad de caudal circulante ocasionadas por el aumento del consumo de agua en momentos de menor caudal natural dejando al cauce semiseco. Tal es el caso de la época estival, dentro de la que se destacaron los veranos del año 2017 y 2021. Además, la disponibilidad de sedimentos se ha visto afectada por dragados y limpiezas efectuados en otoño de 2018, bajando su calidad de 5 a 2 puntos. En cuanto a la llanura de inundación, se mantuvo estable en calidades muy bajas (2 puntos), siendo el grado de ocupación muy dispar en ambas márgenes con presencia de alta densidad de obstáculos (equipamiento recreativo y deportivo, neumáticos fuera de uso),



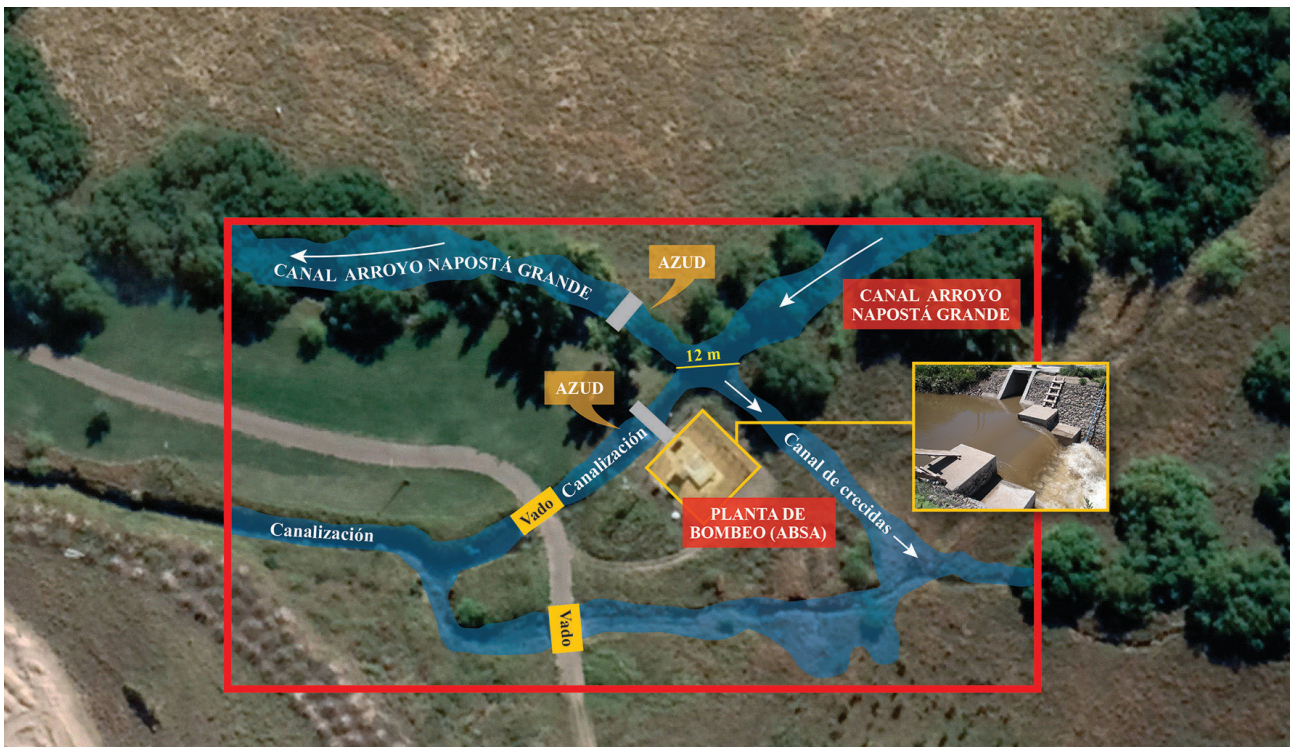
canalizaciones, vados, puentes, caminos de tierra, caminos pavimentados y edificaciones sobre la margen izquierda que si bien están dispersas ocupan en un 75 % la superficie de llanura de inundación.

Tabla 6. Captación para aprovechamiento del recurso hídrico

Captación		Ubicación geográfica	Capacidad máxima de captación		
Nº	Azud		Caudal medio m³/h	Caudal medio m³/s	% del total
Toma 1	Paraje Los Mirasoles	Este: 576493.21 Sur: 5719666.05 a 5 km aguas arriba de la toma 2	900	0,25	24,32
Toma 2	Empleados de Comercio	Este: 572349.55 Sur: 5718587.44 inicio del tramo 1	600	0,16	16,21
Total			1.500	0,41	40,53

Fuente: Aguas Bonaerenses S.A. (2017). Elaboración propia

Figura 4. Disposición de azudes para extracción de agua en el inicio del tramo 1 (Centro Recreativo Empleados de Comercio)



Fuente: Pirchi (2019). Elaboración propia

La calidad del cauce (CC) pasó de 9 puntos (deficiente) a 5 puntos (muy mala), alcanzando las puntuaciones más bajas en el parámetro “E”, debido a la existencia de puntos en los que se efectuaron dragados con extracción de sólidos durante el año 2018 (Pirchi, 2019). Estas actuaciones antrópicas provocaron cambios morfológicos en la topografía del lecho y naturalidad vertical, profundizando más de 2 metros la sección transversal y alterando la forma natural del cauce. En el año 2021, se pudo identificar acreción en el perfil topo-batimétrico del cauce por nuevas acumulaciones de sedimentos, pero no se sabe con exactitud la periodicidad de los dragados (Tabla 7). Este fenómeno de sedimentación es posible que sea una de las razones del dragado, buscando con esta actuación reducir el ingreso de sólidos y evitar la obstrucción en el área de bombeo de la toma 2. Respecto a la continuidad del cauce, es interrumpida por dos azudes, y la naturalidad de las márgenes y movilidad lateral se ven afectadas por un muro de defensa adosado a la margen izquierda que actúa simplificando a la dinámica erosiva y de desbordes. En el último año se suma el avance de especies arbustivas y herbáceas por falta de crecidas, lo que deteriora su calidad, que por lo tanto desciende en un 1 punto.

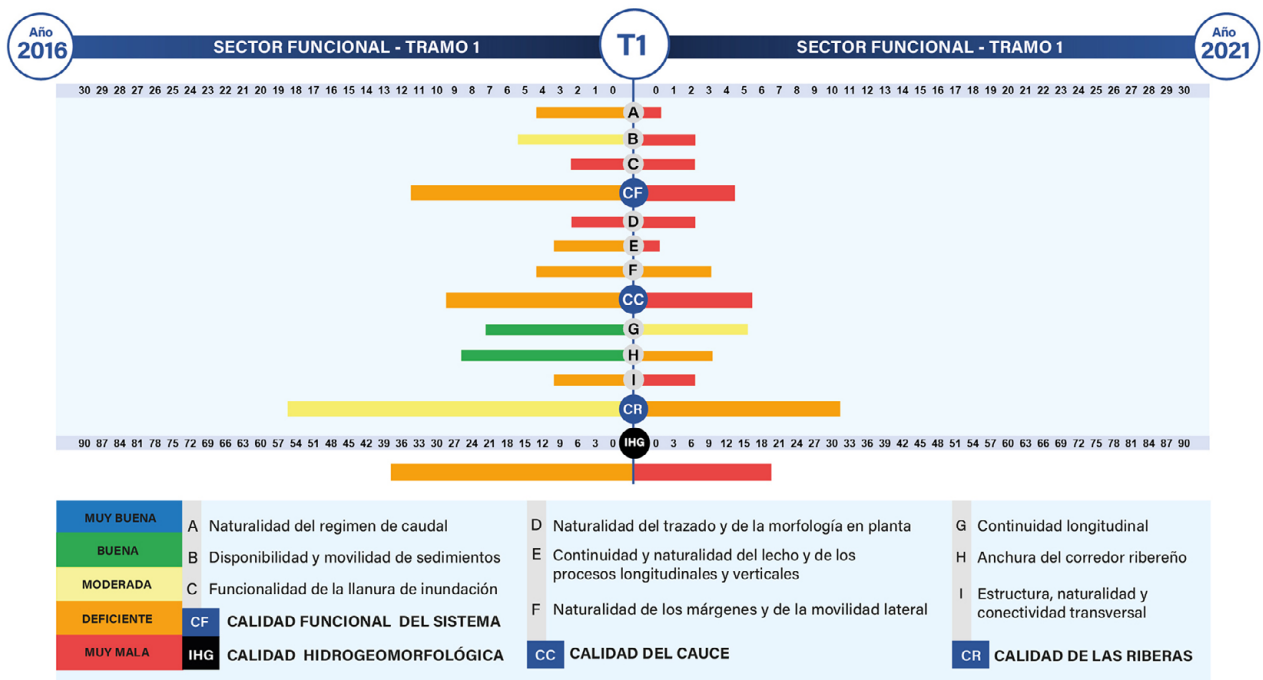
El indicador calidad de riberas (CR) ha percibido los cambios más significativos pasando de 18 puntos (moderada) a 10 puntos (deficiente). Este deterioro se debe a las alteraciones en la continuidad longitudinal por caída de árboles de las orillas producto de la erosión lateral, estos ejemplares fueron removidos por trabajos de limpiezas y reemplazados por parquización. En los registros de Pirchi (2019) se reconoce en la orilla del canal principal la presencia de raíces al descubierto como síntoma de incisión aguas abajo de los azudes y del muro de defensa y se registró también la obstrucción de la continuidad longitudinal y la movilidad lateral. Las discontinuidades se registraron en un 72 % del tramo, pero no son permanentes debido a las frecuentes tareas de limpieza que implican la remoción de madera de madera muerta y vegetación.

Tabla 7. Cambios morfológicos posteriores al dragado de 2018

Tramo 1	Geomorfología del cauce				Impacto
<i>Perfil batimétrico 3</i>	<i>Anchura</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Caudal diario</i>	<i>Caudal bankfull</i>	<i>Afección puntual</i>
Año 2018 (otoño)	5,50 m	3,60 m	0,29 m³/s	8,02 m³/s	Ampliación de la sección, incisión y extracción de sólidos (dragado)
Año 2021 (primavera)	5,22 m	3,02 m	0,25 m³/s	7,14 m³/s	Procesos de acreción lateral y en fondo (vertical)

Elaboración propia

Figura 5. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 1 para los años 2016 y 2021

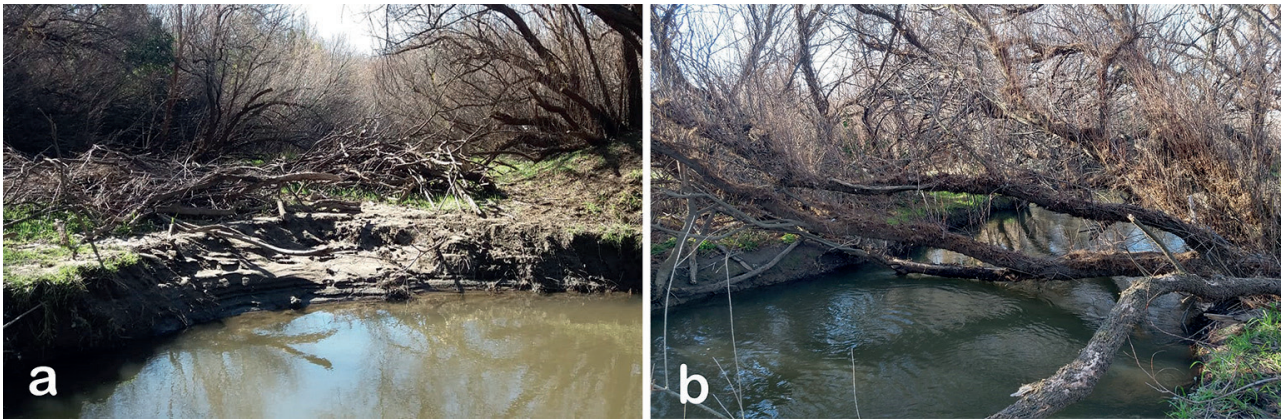


Elaboración propia

### 3.2.2. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 2

En las valoraciones del índice IHG entre 2016 y 2021 la calidad funcional (CF) disminuye de 15 puntos (moderada) a 12 puntos (deficiente), lo cual es debido a las alteraciones en la cantidad del caudal circulante por la explotación del recurso (Tabla 4), principalmente durante el verano, época de mayor demanda. No obstante, cabe señalar que en este tramo hay un leve aumento en la valoración de la naturalidad del régimen de caudal que se deriva del reingreso del caudal sobrante de la toma del tramo aguas arriba. Además, no se han identificado otras presiones significativas sobre este parámetro. Caso contrario es el de los tramos 3 y 4 en los que nuevamente se realizan extracciones en terrenos particulares, principalmente para riego. En cuanto a la calidad del cauce (CC), baja de 22 puntos (buena) a 19 puntos (moderada). Este empeoramiento del estado del cauce (Figura 6) se debe principalmente al pisoteo de ganado que destruye las morfologías del canal y a la introducción de vegetación exótica, fundamentalmente de *Tamarix gallica*, que irrumpe en el canal obstruyendo la continuidad del lecho y procesos (E), la naturalidad de las márgenes y su movilidad lateral (F).

Figura 6. Modificaciones en la morfología natural

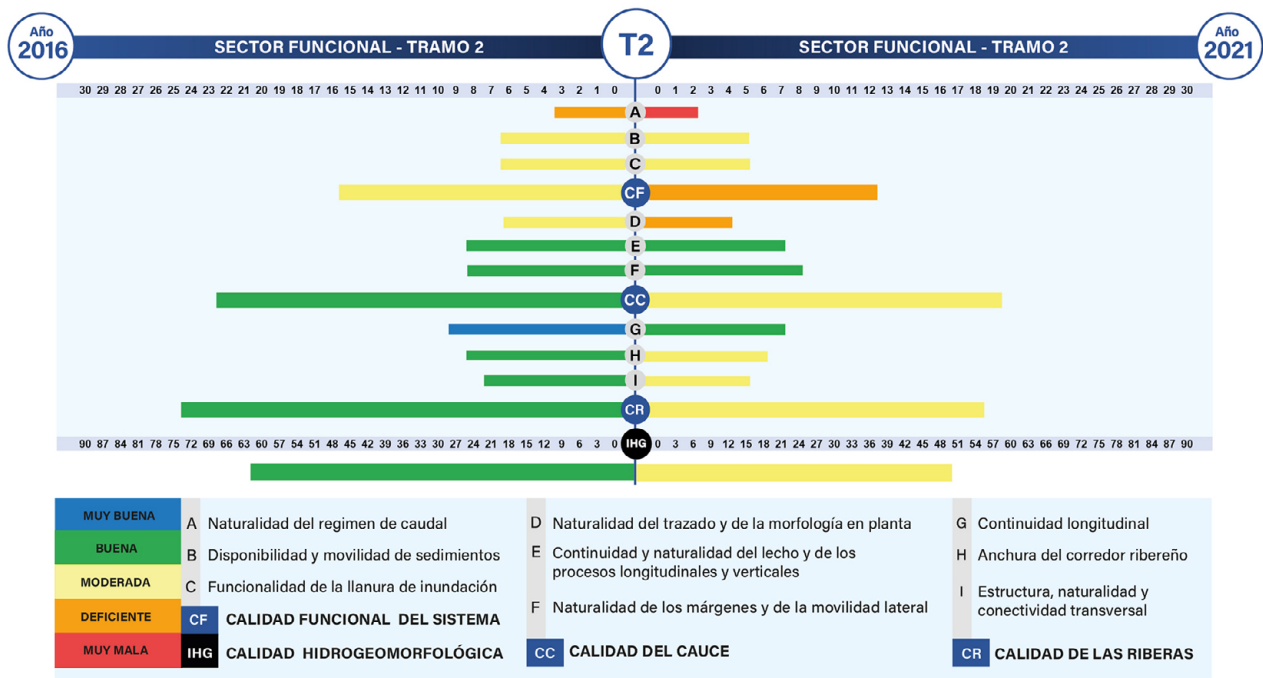


a) Alteración de morfologías por pisoteo del ganado vacuno y utilización de especies arbóreas como leña. b) Especies exóticas (*Tamarix gallica*) caídos en el canal funcional actúan como dique natural.

Fotografías de las autoras (2021)

El indicador calidad de riberas (CR) ha percibido los cambios más significativos, pasando de 24 puntos (buena) a 18 puntos (moderada). Este deterioro se debe a las alteraciones en la continuidad longitudinal por caída de árboles alóctonos de las orillas producto de la erosión lateral, abundante tala y al fenómeno de intrusión de vegetación exótica que irrumpen en el canal afectando la continuidad longitudinal (G), su estructura y la conectividad transversal (I). La vegetación del corredor ribereño al ser solo parcialmente natural se puntuó negativamente por afectar a la morfología del canal y también a la dinámica fluvial (Figura 7).

Figura 7. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 2 para los años 2016 y 2021

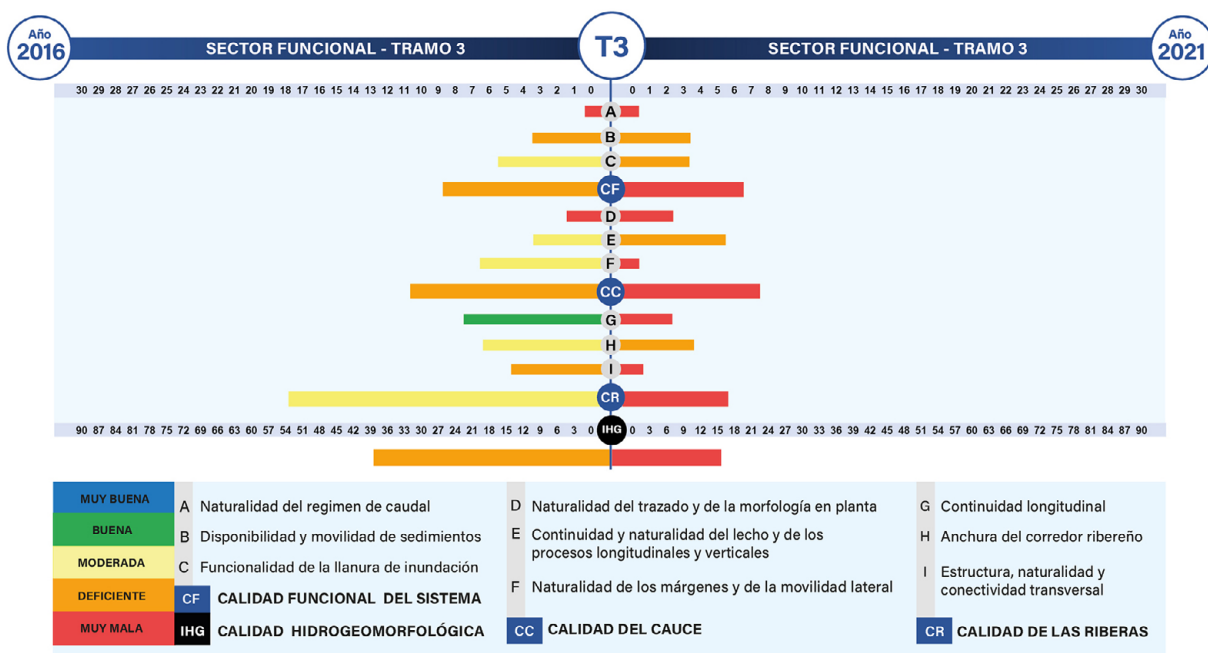


Elaboración propia

### 3.2.3. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 3

Históricamente, el meandro que constituye este tramo se halla profundamente modificado por su rectificación que lo conecta a un sistema de canales y acequias que ocupan el 85% de la llanura de inundación y que en la actualidad solo llevan agua después de eventos de crecida. En las valoraciones del IHG (Figura 8), la calidad funcional (CF) del tramo disminuye de 8 puntos (deficiente) a 6 puntos (muy mala), deterioro causado por los desvíos desde compuertas hacia canales y acequias que inducen alteraciones en la cantidad de caudal circulante.

Figura 8. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 3 para los años 2016 y 2021



Elaboración propia

Para el 2021 la rectificación antrópica se ha identificado en estado de abandono por nuevos usos residenciales y con abundante carga de sedimentos de últimas crecidas perturbando la disponibilidad y movilidad de los sedimentos (Figura 9). Aparte de esto, la construcción de un muro de hormigón de gran dimensión (3 m de alto por 50 m de longitud), construido a 2 metros de distancia del canal funcional y cercado una propiedad privada, constituye un impacto de grado intenso por impedir la movilidad lateral del arroyo y acelerar la dinámica erosiva. Esta intensa antropización disminuye considerablemente la calidad del cauce (CC) de 13 puntos (deficiente) a 4 puntos (muy mala), por restringir la movilidad del cauce y favorecer a su estabilidad.

Figura 9. Antropización en el sector funcional del tramo 3

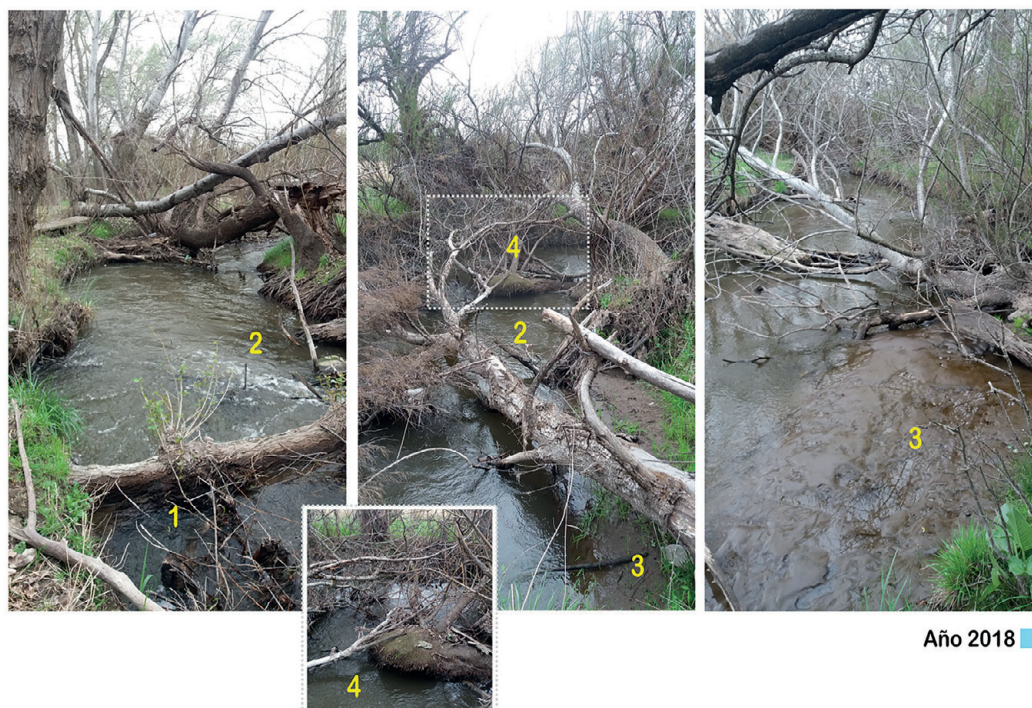


1. Arroyo Napostá Grande. 2. Llanura de inundación. 3. Uso del suelo rural en 2015-uso residencial actual. 4. Muro de hormigón (pared). 5. Estado de abandono del canal rectificado del meandro cortado.

Fotografías de Valeria Pirchi

En cuanto al indicador calidad de riberas (CR), ha obtenido las puntuaciones de calidad más bajas de todo el tramo estudiado al reducir la calidad de 17 puntos (moderada) a 5 puntos (muy mala). Los valores de calidad más bajos registrados en los parámetros G y H disminuyeron 5 y 3 puntos respectivamente (Figura 8). Este deterioro se debe a la tala de árboles, quema y basura que en ocasiones obstruyen la continuidad longitudinal y movilidad lateral (Figura 10). Las discontinuidades se registraron superando el 75% de la longitud del tramo y de forma permanente desde los últimos años analizados. Respecto a la estructura, naturalidad y conectividad del corredor ribereño (I), continúa, al igual que el tramo anterior, la vegetación parcialmente natural y la perturbación sobre la morfología del canal y la dinámica fluvial por lo que también se puntuó negativamente.

Figura 10. Modificaciones en la morfología del cauce por madera muerta



1. Dique natural 2. Erosión 3. Sedimentación 4. Desprendimientos de orilla por erosión.

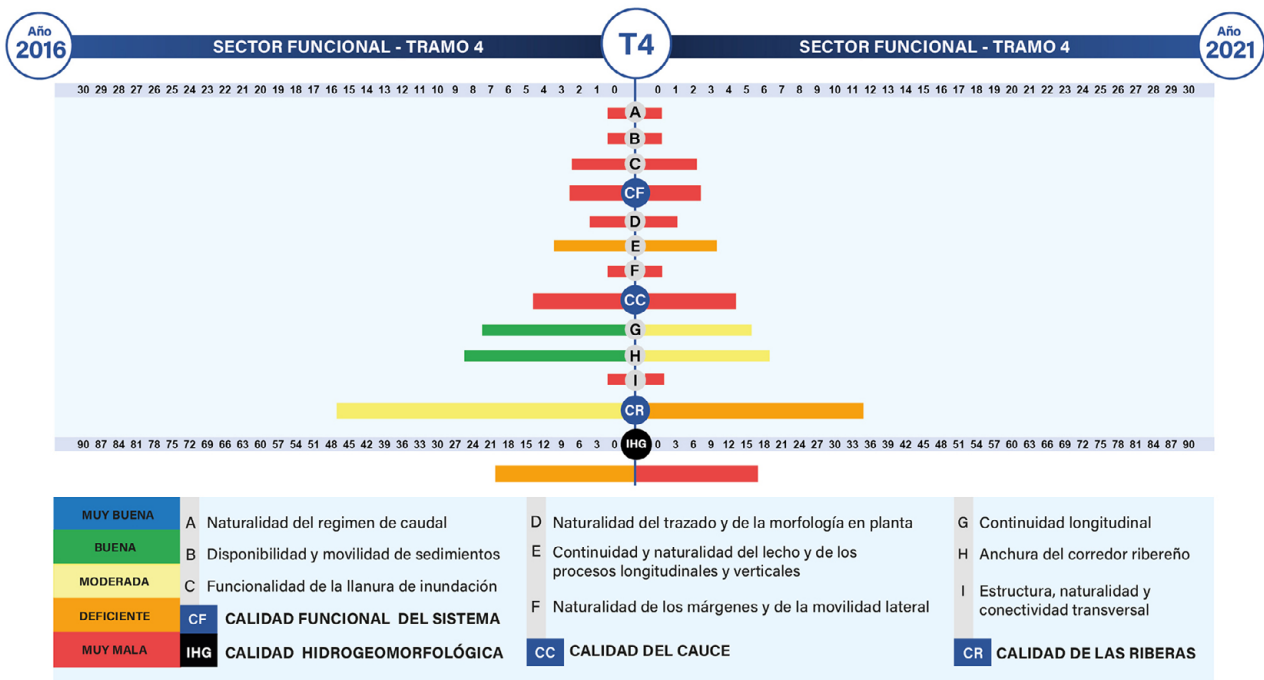
Fuente: Pirchi (2019). Elaboración propia

#### 3.2.4. Calidades hidrogeomorfológicas en tramo 4

En este caso la calidad funcional (CF) y calidad del cauce (CC) se mantuvieron estables y sin cambios dentro de las puntuaciones más bajas con 2 y 4 puntos (muy mala) acumulativos desde los tramos anteriores (Figura 11). Los últimos dos tramos de análisis son los que alcanzaron las puntuaciones más bajas a causa de la presencia de intensa antropización por azudes, canalizaciones, acequias y tomas clandestinas, como herencia del pasado y acentuados por los actuales procesos de urbanización. En cuanto a la calidad del cauce, se ve afectada, entre otras causas, por basura, pisoteo de ganado que provoca alteraciones en las morfologías del cauce y por los trazados clandestinos para desagües pluviales y cloacales provenientes de los usos residenciales y recreativos.

La presencia de vías de comunicación (Figura 12), que se dispone de forma paralela al cauce en la margen derecha del tramo 4, constituyen obstáculos para los canales efímeros que se activan durante eventos meteorológicos extremos, interceptando el escurrimiento y reduciendo las funcionalidades de la llanura de inundación por su desconexión. Por otro lado, la dinámica de transporte de sedimento se ve obstaculizada por canales de riego, acequias, puentes con pilares y vados con tubos de drenaje. En cuanto a la calidad de riberas (CR), la misma disminuye 4 puntos entre 2016 y 2021: de 15 puntos (moderada) a 11 puntos (deficiente). Este deterioro es consecuencia de los albardones antrópicos que se encuentran longitudinales al cauce que, además de provocar un aumento acelerado de la incisión, también afectan la continuidad natural del corredor ribereño con la introducción de tamarizales (*Tamarix gallica*) y álamos (*Populus alba*) y desconectan con la llanura de inundación perdiéndose sus funcionalidades básicas de retención de agua y sedimento.

Figura 11. Calidad hidrogeomorfológica en tramo 4 para los años 2016 y 2021



Elaboración propia

Figura 12. Afecciones antrópicas en tramo 4



1. Canal funcional arroyo Napostá Grande 2. Llanura de inundación 3. Vía férrea (terraplén) 4. Carretera inundada 5. Canal temporal activo 6. Desagües pluvial, cloacal y ducto en vado con retención de carga sólida 7. Azud desmantelado parcialmente.

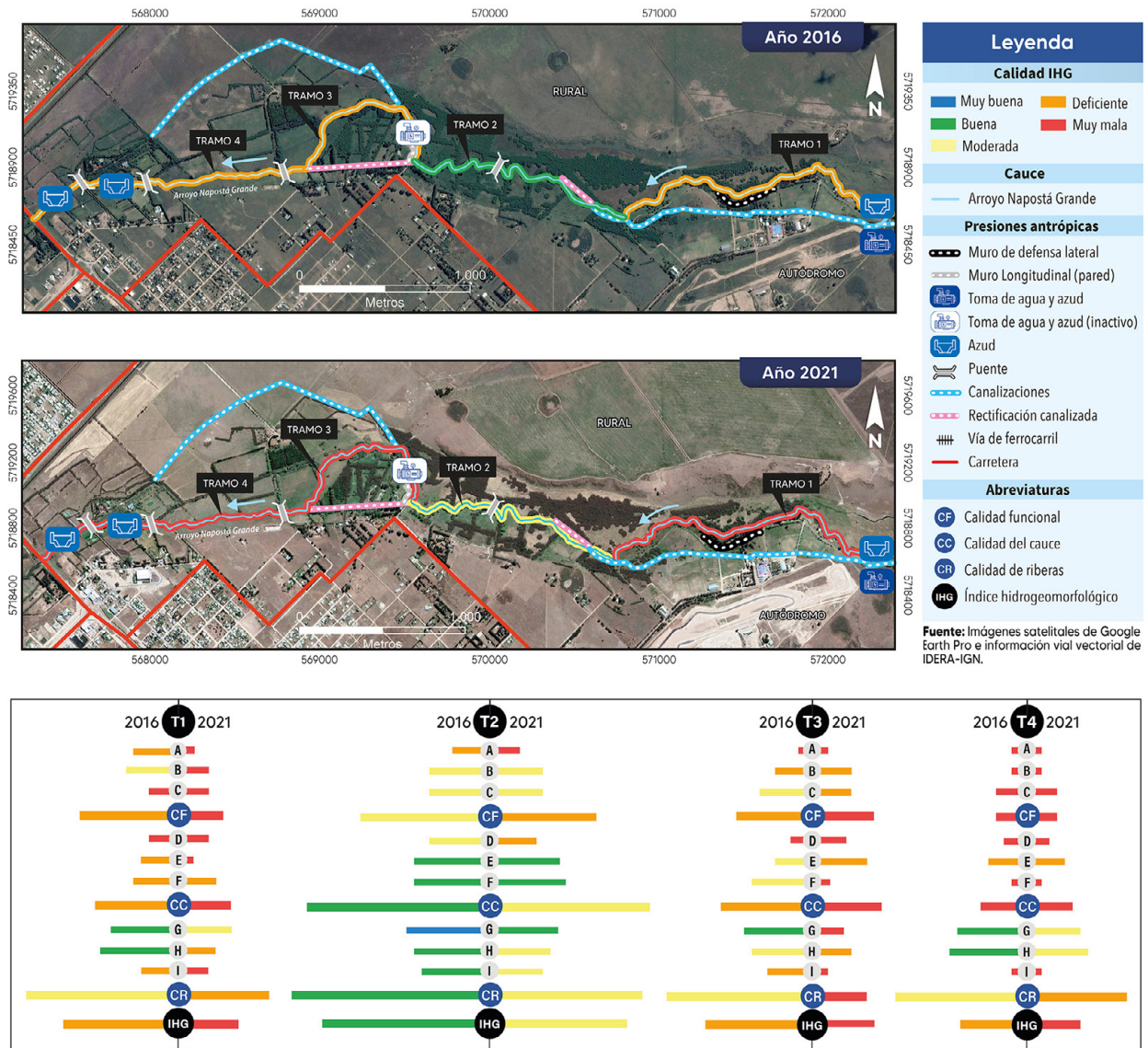
Fotografías de Diego Gasparini (superior derecha) y de Valeria Pirchi

### 3.3. Principales transformaciones en la valoración hidrogeomorfológica (2016 -2021)

Las transformaciones identificadas y los cambios en las valoraciones del IHG muestran la influencia de la antropización del sector norte del periurbano de la ciudad de Bahía Blanca. Durante los últimos 5 años, a

nivel general, la calidad hidrogeomorfológica en los tramos estudiados ha empeorado y solo en determinados parámetros se ha mantenido estable. Los valores totales del índice (Figura 13) oscilaron entre 61 y 15 sobre una puntuación total de 90, exponiendo en todos los casos un estado de ribera desmejorado.

Figura 13. Comparación del índice IHG para el periodo 2016-2021



Elaboración propia

En líneas generales, se observa un deterioro de la calidad hidrogeomorfológica conforme el curso del arroyo desciende hacia los sectores funcionales más urbanizados, recorriendo un sector de áreas de cultivos y pastoreo antiguas que, después de ser abandonadas, iniciaron un acelerado proceso de urbanización y repoblación vegetal que se acentúa de manera invasiva en la ribera. El descenso más bajo en la calidad hidrogeomorfológica lo han obtenido los tramos 1 y 3, respecto al tramo 2 que se presenta menos alterado y al tramo 4 que se mantuvo estable dentro de las calidades más bajas (Tabla 6). El curso del arroyo en los tramos 1, 3 y 4 pasó de tener un estado de calidad hidrogeomorfológica deficiente a un estado de calidad muy mala disminuyendo entre 23 y 4 puntos. Por otro lado, en el tramo 2 los indicadores de la calidad demostraron un estado desmejorado bajando 12 puntos de calidad buena a moderada.

Al observar las variaciones en las puntuaciones (Tabla 8) junto con las estructuras de los gráficos piramidales el valor total del índice desciende en los cuatro tramos durante el período estudiado. La resta de puntos en el bloque de CR pone en evidencia los impactos negativos de la introducción de vegetación y el tendido de canales y acequias que actúan en detrimento de la continuidad, anchura, estructura, naturalidad y conectividad del corredor ribereño. Como se mencionó anteriormente, a principios del siglo XX la práctica

de actividades hortícolas implicó la reforestación con especies exóticas que fueron colonizando el territorio. Más recientemente el uso recreativo y residencial implicó la introducción de especies arbóreas exóticas para la conformación de cortinas rompe-viento.

Tabla 8. Síntesis de variaciones en las puntuaciones totales entre 2016 y 2021

Parámetros		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
A	Naturalidad del régimen de caudal	-4	-1	0	0
B	Disponibilidad y movilidad de sedimentos	-3	-1	3	0
C	Funcionalidad de la llanura de inundación	2	-1	-2	2
CF	<b>CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA</b>	<b>-7</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>2</b>
D	Naturalidad del trazado y morfología en planta	2	-2	-1	1
E	Continuidad y naturalidad del lecho, de los procesos longitudinales y verticales	-3	-1	-2	3
F	Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral	-1	8	-6	0
CC	<b>CALIDAD DEL CAUCE</b>	<b>-4</b>	<b>-3</b>	<b>-9</b>	<b>4</b>
G	Continuidad longitudinal	-2	-2	-5	-2
H	Anchura del corredor ribereño	-5	-2	-3	-2
I	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	-1	-2	-4	0
CR	<b>CALIDAD DE RIBERAS</b>	<b>-8</b>	<b>-6</b>	<b>-12</b>	<b>-4</b>
IHG	<b>Total</b>	<b>-19</b>	<b>-12</b>	<b>-23</b>	<b>-4</b>

Elaboración propia

La reducción de la CC y CF se debe a intervenciones antrópicas que forzaron la modificación del cauce en su forma y movilidad natural. Como se puede observar en la Figura 6, se mantuvieron canalizaciones, puentes y en algunos casos hasta se incrementaron las obras de regulación de caudal y de defensa. Por último, el acortamiento de las barras superiores que se da en todas las pirámides se justifica en la existencia de tomas de agua en el primer sector funcional, cuyos efectos sobre el volumen natural del caudal se propagan aguas abajo y se acentúa en el verano dejando al cauce semiseco.

#### 4. Discusión de resultados

El IHG proporciona una visión completa y sintética del estado del río y de las presiones e impactos, así como de los elementos sobre los que actuar para mejorarlo. Si bien su aplicación se destaca en el país de origen, España, la utilidad que brinda para la identificación y valoración de los impactos en el espacio fluvial hizo extensiva su implementación hacia el resto de los países iberoamericanos (Ollero et al., 2021). Es interesante señalar que en estos casos a diferencia de lo que ocurre en Europa no existe una normativa equiparable con la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE que requiera la evaluación de la calidad de los cursos de agua. No obstante, en esta región el interés por conocer los procesos fluviales que interactúan con la intervención humana ha encontrado en el índice IHG una herramienta capaz de relevar y valorar los impactos hidromorfológicos que deterioran el estado hidrogeomorfológico de los cursos fluviales. Una ventaja fundamental es que considera, en un único índice, indicadores de respuesta hidrogeomorfológica (como por ejemplo los cambios en la topografía del cauce, los procesos de sedimentación, los cambios en la naturalidad de las márgenes, entre otros) con indicadores que dan muestra de las presiones que recibe el sistema. Para abordar este último aspecto, se realizaron para los años 2016 y 2021 inventarios de presiones antrópicas, impactos y alteraciones presentes en cada tramo. De dicha evaluación se identificaron como zonas con mayor impacto antrópico la zona ribereña y su respectivo ecosistema. La elaboración del inventario resulta un aporte imprescindible al momento de evaluar los resultados del IHG. De esta manera, la aplicación del IHG en los tramos periurbanos del arroyo Napostá Grande permitió identificar efectos hidrogeomorfológicos locales ante las actuaciones directas sobre el cauce y las riberas derivadas del avance de la urbanización. La pérdida de naturalidad en el régimen de caudal, así como la incisión y encajonamiento del cauce, son alteraciones hidromorfológicas que otorgan al tramo estudiado características propias de lo que en la literatura se define



como síndrome de cursos y cuencas urbanizadas (Vietz et al., 2016; Carrero Diez et al., 2019; Rhoads, 2020). No obstante, es fundamental y a la vez un reto continuar y profundizar este tipo de estudio para verificar las causas de los cambios y poder resolver en qué medida son naturales o antrópicas, y determinar a su vez el peso de los efectos que provienen del cambio global y/o de impactos locales. Dado que si los cambios son naturales no pueden considerarse negativos, pero si son antropogénicos implican alteraciones que sí deben ser evaluadas como negativas (Ollero et al., 2021).

La gestión de un sistema fluvial debe estar orientada a la protección del recurso, de los ecosistemas asociados a los cauces y a la disminución de los daños provocados por las inundaciones y crecidas. El desconocimiento de los procesos fluviales lleva a plantear medidas que en muchas ocasiones generan problemas aún mayores o bien los mismos procesos que vuelven a manifestarse en el corto tiempo (Horacio, 2014). Asociado a esto, una medida de gestión que usualmente se utiliza es el mantenimiento y conservación de cauces para optimizar la capacidad de desagüe de los tramos vegetados mediante el aumento de su sección de desagüe. Estas intervenciones implican, por ejemplo, limpieza de la vegetación acuática o extracción de restos de madera muerta —para reducir la rugosidad de los cauces—, dragados, excavación del cauce o elevación de las márgenes a través de diques longitudinales. Este tipo de actuaciones presenta habitualmente numerosos problemas de carácter hidrogeomorfológico y ambiental, ya que afectan a los mecanismos que mantienen el equilibrio fluvial y desencadenan procesos de gran inestabilidad y difíciles de predecir (Cabrero Rodríguez & Magdalena Mas, 2015). Es importante señalar que algunas de estas intervenciones han sido implementadas en los tramos analizados del arroyo Napostá Grande, principalmente el dragado y las defensas, cuyas consecuencias ya pueden advertirse a través de la disminución de la calidad hidrogeomorfológica detectada.

Por otra parte, es importante considerar que, si bien el caudal del arroyo Napostá Grande es hidrológicamente permanente, existen épocas del año con estiajes muy marcados, lo cual contribuye a intensificar las presiones que sufren y limitan la capacidad de absorber los impactos de las actuaciones antrópicas. Esta situación se asemeja a lo que ocurre con los cursos efímeros que aun cuando comparten presiones e impactos con los cursos permanentes y temporales registran diferencias con respecto a la intensidad con la que estos se manifiestan (Vidal-Abarca et al., 2020)

La consideración de todos los factores que impactan en un sistema fluvial es importante porque, como expresan Subelza et al. (2019), los valores finales del IHG en algunas situaciones pueden resultar altos, representando una calidad hidrogeomorfológica buena o muy buena, y sin embargo en el caso particular de las riberas su calidad puede ser moderada, ya que es el sector funcional con más modificaciones, llegando a ser necesaria en algunos casos una restauración para asegurar su funcionalidad hidrológica y ecológica. Es precisamente lo que ocurre en el trabajo realizado dado que, si bien algunos parámetros alcanzan una calidad buena y moderada, a nivel general las valoraciones han disminuido principalmente en ítems asociados a las riberas y al cauce. Asimismo, los valores son aún menores a medida que el arroyo se acerca hacia los sectores funcionales más urbanizados. Esto último también lo identifica Díaz Presas (2022) en el alto valle del río Negro (Argentina) donde los tramos que presentan una valoración menor se encuentran en áreas de expansión urbana o en aquellas destinadas a nuevos cultivos.

Otro aspecto importante para destacar es que el índice siempre valora de forma positiva la llegada de sedimentos al tramo, como así también la presencia de vegetación en las riberas. Sin embargo, los autores del índice reconocen que es importante determinar la procedencia de esos sedimentos, dado que pueden derivarse de prácticas antrópicas en la cuenca media o alta y en ese caso debiera tener una valoración negativa (Ollero et al., 2021).

Del mismo modo, hay que plantearse si la madera o sedimento leñoso en el cauce procede de ejemplares alóctonos, en cuyo caso hay que valorarla de forma negativa. En este sentido, es frecuente que en los corredores fluviales de las zonas urbanas se encuentren especies de plantas exóticas que reflejan las diversas fuentes de las cuales pueden proceder como, por ejemplo: patios y jardines, parques públicos, terrenos abandonados, etc. además de la capacidad de los ríos para recolectar, dispersar y depositar semillas durante las crecidas (Cockel et al., 2014). Precisamente en los tramos estudiados se han encontrado especies exóticas principalmente herbáceas (*Hedera helix*) y arbóreas-arbustivas (*Tamarix gallica*, *Populus alba*, *Eucalyptus citriodora*). De acuerdo con Íñiguez-Ayón (2020), en la actualidad las zonas ribereñas se ven afectadas significativamente en su diversidad tanto a nivel de abundancia como en la composición vertical, viéndose simplificados y atenuados los diferentes estratos. Uno de los elementos que impacta negativamente a los ecosistemas son las especies exóticas. Esta introducción en los sistemas fluviales conlleva cambios

en los suelos, la geomorfología y la cantidad y calidad del agua, así como en el suministro de otros servicios ambientales. Es por ello que, en caso de que se elabore una versión urbana del IHG, se sugiere en el bloque calidad de riberas, en la valoración del parámetro Naturalidad de la vegetación ribereña, la incorporación al grado de alteraciones (leves o significativas) el origen de las especies relevadas, es decir, nativas o exóticas.

## 5. Conclusiones

El presente estudio aporta una nueva forma de representación de los resultados de la aplicación del índice IHG, como la cartografía y, en especial, las gráficas piramidales, que podrán ser utilizadas en próximos trabajos.

El Índice Hidrogeomorfológico (IHG) fue creado para valorar sistemas fluviales considerando la dinámica hidrogeomorfológica, aspecto que no siempre es tenido en cuenta al analizar dichos sistemas. A partir de este índice se revaloriza el papel de la geomorfología fluvial como herramienta para el análisis y diagnóstico ambiental de un sistema fluvial. En el caso de los tramos estudiados, la caracterización del cauce, los procesos de erosión, transporte y sedimentación y el análisis de los impactos producidos por la actividad antrópica permiten reconocer que la dinámica hidrogeomorfológica ha sido alterada. Asimismo, la aplicación del IHG a diferentes escalas temporales permitió reconocer el efecto del incremento del área urbanizada en los cambios de la calidad hidrogeomorfológica, los cuales han sido notorios principalmente en la calidad de las riberas.

Durante el período estudiado (2016-2021) la calidad hidrogeomorfológica disminuyó principalmente en los bloques relativos a las riberas y al cauce. Dentro de las valoraciones, la calidad moderada fue la máxima categoría alcanzada. A su vez, se identificó que las puntuaciones de los distintos parámetros descienden a medida que el arroyo se acerca hacia los sectores funcionales más urbanizados. En términos de salud fluvial, las valoraciones del índice y la identificación de procesos como la simplificación del cauce expresan síntomas de deterioro que podrían demandar la implementación de medidas de restauración fluvial, incluyendo la conservación y protección desde el ámbito local de los puntos más naturales. También sería de interés desarrollar un seguimiento en los próximos años, comprobando con nuevas evaluaciones la evolución y si prosigue o no el deterioro del espacio fluvial estudiado.

## Financiación

El presente trabajo se realizó en el marco del proyecto “Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas ambientales a diferentes escalas témporoespaciales”. Dirección: Verónica Gil. Co – Dirección: Alicia M. Campo. Código: 24/G092. Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen al Dr. Alfredo Ollero la orientación y asistencia brindada en la aplicación del IHG.

## Referencias

- Aguas Bonaerenses S.A. (2017). *Taller de problemática regional del agua*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca. <https://www.frbb.utn.edu.ar/prodeca-proimca/archivos/absa-taller-problematica-regional-agua.pdf>
- Aliaga, V. S., Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2017). Regionalization of climate over the Argentine Pampas. *International Journal of Climatology*, 37, 1237-1247. <https://doi.org/10.1002/joc.5079>
- Barboza, E., Salas, R., Mendoza, M., Oliva, M., & Corroto, F. (2018). Uso actual del suelo y calidad hidrogeomorfológica del río San Antonio: alternativas para la restauración fluvial en el Norte de Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 203-214. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.364>
- Cabrero Rodríguez, A., & Magdaleno Mas, F. (2015). Buenas prácticas para el mantenimiento y conservación de cauces. *Revista Digital Del Cedex*, (177), 51. <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/517>
- Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña-Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J. & Vargas-Chacoff, L. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana. Botánica*, 71(1), 1-9. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432014000100002>
- Carrero Díez, L., Atiánzar Pertusa, I., Martínez Santa-María, C., Magdaleno Mas, F., Merino de Miguel, M., & Fernández Yuste, J. A. (2019). Síndrome de la cuenca urbanizada vs dinámica morfológica fluvial: un caso práctico. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (45), 135-144. <https://doi.org/10.31167/csecfv0i45.19506>
- Cerana, J.L., & Varela, H. (2013). *Propuesta de revalorización del arroyo Napostá a partir de su integración a la dinámica urbana de la ciudad de Bahía Blanca*. Informe del Proyecto CAPWEM: Desarrollo de Capacidades en Ingeniería del Agua y Gestión Ambiental. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca.
- Cockel, C. P., Gurnell, A. M., & Gurnell, J. (2014). Consequences of the physical management of an invasive alien plant for riparian plant species richness and diversity. *River Research and Applications*, 30(2), 217-229. <https://doi.org/10.1002/rra.2633>
- Conesa García, C., Pérez Cutillas, P., García Lorenzo, R., & Martínez Salvador, A. (2012). Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre. *Nimbus*, 29-30, 159-176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4375581>
- Díaz Presas, S. (2022). *Caracterización geomorfológica y aplicación del índice hidrogeomorfológico (IHG) en el alto valle del río Negro* [Final degree thesis, Universidad Nacional de Río Negro]. Repositorio Institucional Digital. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8832>
- Dirección Provincial de Estadística (2016). *Proyecciones de población por Municipio provincia de Buenos Aires 2010-2025*. Informe del Departamento de Estudios Sociales y Demográficos. La Plata: Subsecretaría de Coordinación Económica, Ministerio de Economía.
- Fernández, S., Reguera, F., López, N., & Schefer, J. (2017). Revisión y análisis de estudios realizados en la Cuenca del Arroyo Napostá Grande. In *Actas VI Congreso Bianual PROIMCA y IV Congreso Bianual PRODECA*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca.
- Ferrelli, F. (2016). *Análisis del clima local y micro local de la ciudad de Bahía Blanca* [Doctoral thesis, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Sur (RID-UNS). <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2698>
- González, F., Fernández, E., & Blanco, M. (1988). Micromodelos geomorfológicos en la cuenca inferior del Napostá Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina. In *Actas de las Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses* (pp. 213-224). Bahía Blanca.
- González, M. (2018). *Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García aplicada al ordenamiento del periurbano de Bahía Blanca* [Final degree thesis, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Sur (RID-UNS). <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5773>

- Goudie, A. S. (2006). Global warming and fluvial geomorphology. *Geomorphology*, 79 (3-4), 384-394. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.023>
- Gutiérrez, M. R. V. A., & Alonso, M. L. S. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del agua*, (201), 33-45.
- Horacio, J. (2014). *Geomorfología fluvial en sistemas atlánticos: metodología de caracterización, clasificación y restauración para los ríos de Galicia* [Doctoral thesis, Universidad de Santiago de Compostela]. Minerva. Repositorio Institucional Da USC. <http://hdl.handle.net/10347/13820>
- Horacio, J., Ollero, A., Ballarín, D., & Ibisate, A. (2018). Herramientas para el diagnóstico del ecosistema fluvial. In J. Díez & A. Ibisate, A. (Eds.), *Retos y experiencias de restauración fluvial en el ámbito de la red Natura 2000* (pp. 22-44). Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Íñiguez-Ayón, Y. P. (2020). La vegetación ribereña y su importancia para las ciudades. Estudio de caso: río Humaya, Culiacán, Sinaloa. *Boletín Científico Sapiens Research*, 10(2), 91-100. <https://www.srg.com.co/bcsr/index.php/bcsr/article/view/405/294>
- Leopold, L. B., Wolman, G. M., & Miller, J.P. (2020). *Fluvial Processes in Geomorphology* (2nd ed.). Dover Publications.
- López, N., Reguera, F., & Rango, B. (2021). Analysis of the Suspended solids transport in a stream located in the southwest of the Buenos Aires province, Argentina. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(4), 604-612. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2021.02.003>
- Lorda, M. A. (2008). Lógicas socioespaciales en el espacio periurbano de Bahía Blanca. *Huellas*, 12, 90-112.
- Miller, J. D., Kim, H., Kjeldsen, T. R., Packman, J., Grebby, S. & Dearden, R. (2014). Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. *Journal of Hydrology*, 515, 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.04.011>
- Magdaleno, F., Martínez, R., Roch, V. (2010). Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil*, (157), 85-96.
- Montico, A. (2020). *Evaluación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en un sector del periurbano norte de Bahía Blanca*. (Unpublished final degree thesis). Universidad Nacional. Bahía Blanca, Argentina.
- Munné, A., Solá, C., & Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua*, 175, 20-37.
- Neuling, J. G. (2012). Estimación de la calidad de hábitat en un tramo del río Toqui, XI región de Aysén, empleando el Índice de Hábitat Fluvial (IHF). *Caderno de Pesquisa*, 24(1), 117-128. <https://doi.org/10.17058/cp.v24i1.4402>
- Ollero, A., Ballarín, D., García, J.H., Ibisate, A., Mora, D., & Sánchez Fabre, M. (2021) Diagnóstico fluvial, impactos en cauces y cambio global: aplicaciones del índice hidrogeomorfológico IHG. *Geographicalia*, (73), 295-3160. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.2021735191](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2021735191)
- Ollero, A., Ballarín, D., & Mora, D. (2009). *Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro. Guía metodológica*. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza, España.
- Ortiz, J. A., & Vieyra, A. (2018). Periurbanización y sus efectos en el ambiente y la calidad de vida: análisis en dos localidades socioeconómicamente contrastantes de Morelia, Michoacán. In A. Vieyra, Y. Méndez, & J. Hernández (Coords.), *Procesos periurbanos: desequilibrios territoriales, desigualdades sociales, ambientales y pobreza* (pp. 61-88). UNAM-CIGA.
- Palma, A., Figueroa, R., & Ruiz, V. H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 57-63. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382009000100009>
- Paoloni, D. (2010). *Ambientes y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, geomorfología, suelos y aguas*. EdiUNS.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L Vivas, S., Bonada, N., Alba Tercedor, J., Jaimez Cuellar, P., Moyá, G., Prats, N., Robles, S., Suarez, M., Toro, M., & Vidal Abarca, M. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), 115-133. <https://doi.org/10.23818/limn.21.21>

- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Editorial Rueda.
- Pirchi, V. (2019). Análisis hidrogeomorfológico en el periurbano norte de la ciudad de Bahía Blanca. [Final degree thesis, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Sur (RID-UNS). <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5563>
- Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H., Fox, P.J.A., Everard, M., Fozzard, I.R., & Rouen, K.J. (1998). *River Habitat Survey: the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man*. [https://www.researchgate.net/publication/270276283\\_River\\_Habitat\\_Quality\\_The\\_physical\\_character\\_of\\_rivers\\_and\\_stream\\_in\\_the\\_UK\\_and\\_Isle\\_of\\_Man\\_River\\_Habitat\\_Survey\\_Report\\_No\\_2](https://www.researchgate.net/publication/270276283_River_Habitat_Quality_The_physical_character_of_rivers_and_stream_in_the_UK_and_Isle_of_Man_River_Habitat_Survey_Report_No_2)
- Rhoads, B. (2020). *River Dynamics: Geomorphology to Support Management*. Cambridge University Press.
- Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2010). Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua. <https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuale-rev2011-16.pdf>
- Rodríguez-Téllez, E., Domínguez-Calleros, P. A., Pompa-García, M., Quiroz-Arratia, J. A., & Pérez López, M. E. (2012). Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana Botánica*, 69(1), 147-151. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432012000100014>
- Simon, D. (2008). Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual review of environment and resources*, 33(1), 167-185. <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.33.021407.093240>
- Solas-Francés, E. (2017). *Análisis del estado ecológico de ríos de la cuenca del alto Guadalquivir, a través del estudio de parámetros de hábitat fluvial, vegetación de ribera y macroinvertebrados* [Master thesis, Universidad de Jaén]. Crea. Colección de Recursos Educativos Abiertos de la Universidad de Jaén. <https://hdl.handle.net/10953.1/5926>
- Stevaux, J. C., & Latrubesse, E. M. (2017). *Geomorfología Fluvial*. Oficina de Textos.
- Subelza C., Ferreira Padilla S. y Quintero D. (2019). Índice de Calidad de Riberas (IQR) e Índice Hidrogeomorfológico (IHG) para un tramo del río Alisal (Cafayate, Salta-Argentina). *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisaje*, 9(1), 157-160. <https://www.asadep.com.ar//indice-de-calidad-de-riberas-iqr-e-indice-hidrogeomorfologico-ihg-para-un-tramo-del-rio-alisal-cafayate-salta-argentina/>
- Torres-Lima, P., & Cruz-Castillo, J. G. (2019). Procesos urbanos y sistemas socioecológicos. Trayectorias sustentables de la agricultura de chinampa en Ciudad de México. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (25), 168-190. <https://doi.org/doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3368>
- Vidal-Abarca, M. R., Gómez, R., Sánchez-Montoya, M. M., Arce, M. I., Nicolás, N., & Suárez, M. L. (2020). Defining dry rivers as the most extreme type of non-perennial fluvial ecosystems. *Sustainability*, 12(17), 7202. <https://doi.org/10.3390/su12177202>
- Vietz, G., Walsh, C., & Fletcher, T. (2016). Urban hydrogeomorphology and the urban stream syndrome: treating the symptoms and causes of geomorphic change. *Progress in Physical Geography*, 40(3), 480-492. <https://doi.org/10.1177/0309133315605048>
- Volonté, A. & Gil, V. (2021). El índice hidrogeomorfológico como herramienta para la gestión del territorio fluvial: Cuenca del arroyo San Bernardo, Argentina. *Finisterra*, 56(117), 199-214. <https://doi.org/10.18055/Finis20798>




# Denominaciones de Origen Protegidas del cerdo ibérico y territorio. Una lectura desde la perspectiva de la agroalimentación territorializada

Protected Designations of Origin of the Iberian pig and territory. A reading from the perspective of territorialised agri-food

## AUTORÍA

Rocío Silva Pérez 

Universidad de Sevilla, España.

Felipe Leco Berrocal 

Universidad de Extremadura, España.

Antonio Pérez Díaz 

Universidad de Extremadura, España.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.25039>

## CITACIÓN

Silva Pérez, R., Leco Berrocal, F., & Pérez Díaz, A. (2023). Denominaciones de Origen Protegidas del cerdo ibérico y territorio. Una lectura desde la perspectiva de la agroalimentación territorializada. *Investigaciones Geográficas*, (80), 151-170. <https://doi.org/10.14198/INGEO.25039>

## CORRESPONDENCIA


Felipe Leco Berrocal ([fleco@unex.es](mailto:fleco@unex.es))

## HISTORIA

Recibido: 20 abril 2023  
Aceptado: 26 junio 2023  
Publicado: 19 julio 2023

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Se indagan los comportamientos territoriales de las Denominaciones de Origen Protegidas del cerdo ibérico. La fuente básica son los *Pliegos de Condiciones*, analizados comparativamente desde las lógicas de los sistemas agroalimentarios localizados y sus atributos de proximidad en la cadena alimentaria y arraigo agroecológico. Ciclos productivos ganaderos y agroindustriales se correlacionan con las circunscripciones normativas de estas DOPs (áreas de producción y elaboración). Proximidades se asimilan a cercanías potenciales o reales entre áreas de producción ganadera y de elaboración agroindustrial, y entre éstas y las radicaciones de las agroindustrias. Se entiende por arraigo el enraizamiento de las explotaciones ganaderas con las bases naturales y culturales de sus territorios; se averigua a través de extensiones de áreas de producción y en sus relaciones con la dehesa. Los resultados abundan en distorsiones del territorio, en su consideración como arraigo, extensión, proximidad/lejanía y concentración/dispersión administrativa. Se concluye en la existencia de distintos modelos.

**Palabras clave:** Denominaciones de Origen Protegidas; territorio; cerdo ibérico; dehesas; sistemas agroalimentarios localizados.

## Abstract

This paper analyses the territorial behaviour of the Protected Designations of Origin for Iberian pork. The basic source used are the specifications, analysed comparatively according to the logic of localised agri-food systems and their attributes of proximity (in the food chain) and rootedness (agro-ecological). Production cycles (livestock and agro-industrial) are correlated with the normative circumscriptions of these PDOs (production and processing areas). Proximities are assimilated to proximities (potential or real) between livestock production and agro-industrial processing areas, and between these and the agro-industrial sites. Rootedness is understood as the rooting of livestock farms in the natural and cultural bases of their territories; it is ascertained through extensions of production areas and in their relations with the dehesa (pastureland). The results reveal distortions of the territory, in terms of its rootedness, extension, proximity/remote and concentration/administrative dispersion. The main conclusion drawn is that there are different models.

**Keywords:** protected designations of origin; territory; Iberian pig; dehesas; localized agri-food systems.

## 1. Introducción

Este artículo forma parte del proyecto de I+D+i “Sistemas Agroalimentarios Multifuncionales y Territorializados en España, SAMUTER” (PID2019-105711RB-C62). Sus marcos epistemológicos son plurales, teniendo como referentes:

- a) Los sistemas agroalimentarios localizados (en adelante SIALs, Fournier & Muchnik, 2012; Torres-Salcido, 2017), en sus reivindicaciones de la especificidad local como estrategia de marketing y calidad (Freitas & Del Canto, 2014); apuestas por circuitos cortos y redes alimentarias alternativas (Wiskerke, 2010); rastreos de trazabilidades productivas de todos y entre todos los eslabones de la cadena de la alimentación (Darolt et al., 2016); proyectos gestados desde lo local y sustentados en la sostenibilidad y la gobernanza (Poponi et al., 2021).
- b) Los principios de la agroecología, en sus críticas al modelo agroalimentario industrializado y globalizado (Lamine et al., 2015), y sus estrategias para enfrentarlo: restituciones de conexiones agroecológicas de los sistemas agrarios con las bases físicas de los territorios (Bele et al., 2018; González de Molina, 2012); preservación de recursos (agua, suelos, energía); manejo de la agrobiodiversidad (razas y variedades autóctonas) (Soini et al., 2019).
- c) La agricultura vista como paisaje y como patrimonio natural y cultural (Silva Pérez & Fernández Salinas, 2015), en sus interacciones con el desarrollo a través (aunque no sólo) de rutas patrimoniales y gastronómicas (Millán Vázquez et al., 2016).

La confluencia de esos enfoques en el marco del proyecto SAMUTER ha permitido discernir algunos atributos de estos sistemas (González Romero et al., 2022): sostenibilidad, expresada en arraigos agroecológicos y sistemas agrarios de alto valor natural (Herzon et al., 2018; Schmitz et al., 2021); proximidad, traducible en cercanías productivas ganaderas y agroindustriales (Eden et al., 2008; Darolt et al., 2016); y gobernanza, entendida como concertación y consumo participativo y responsable (Gómez Benito & Lozano, 2014; López García et al., 2021).

Este artículo aplica los atributos de sostenibilidad y proximidad a las Denominaciones de Origen Protegidas (en adelante DOPs) del cerdo ibérico en España. Su objeto es averiguar sus comportamientos territoriales en lo que tiene que ver: (i) con sus escalas espaciales de actuación y funcionamiento interno; (ii) las condiciones de proximidad de sus ámbitos de producción ganadera (lugares de crías y terminaciones del ganado) y con los lugares de elaboración y localización agroindustrial; y (iii) los arraigos territoriales de sus bases ganaderas. Subsidiariamente también se persigue: entender sus complejidades productivas y normativas e identificar algunas disfunciones que detraen su competitividad.

Se manejan las siguientes hipótesis:

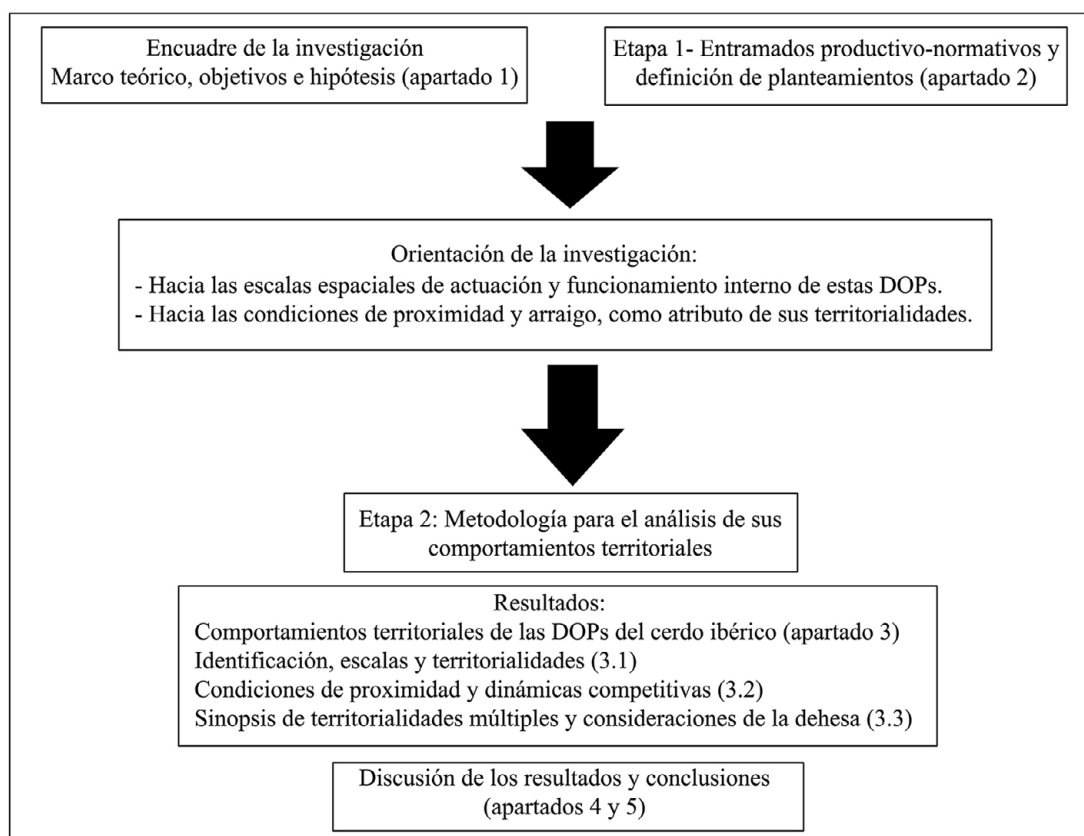
1. Los enraizamientos agroecológicos y culturales se operan en lo local (escalas comarcales y subregionales); estas también favorecen las relaciones de proximidad.
2. El nexo con la dehesa es determinante. Las particularidades de las DOPs del cerdo ibérico justifican la conexión: distinguen a productos elaborados (jamones y paletas), pero la calidad en ellos se vincula, no sólo de los procesos de elaboración, sino sobre todo del control genético de la cabaña y al sistema de alimentación durante la montanera.
3. Arraigos agroecológicos y proximidades ganaderas y agroindustriales facilitan las trazabilidades productivas. También redundan en pro de la credibilidad de estas marcas; en sentido contrario, distanciamientos y dispersiones contravienen sus capacidades competitivas.

## 2. Metodología

Tras el encuadre de la investigación (marco teórico, objetivos e hipótesis), el artículo se estructura en dos etapas. La primera esboza entramados productivos y reglamentaciones y sienta las bases de la investigación; la segunda se centra en los comportamientos territoriales del cerdo ibérico, desde un entendimiento del territorio propio de la geografía: como arraigos naturales y culturales; como superficies (extensiones y distancias); y como disposiciones espaciales (concentraciones/dispersiones). Es éste un acercamiento original en estos estudios, orientados, bien a la construcción social e institucional de estas marcas y sus conflictos de poder (Aguilar Criado et al., 2016), bien a sus capacidades de activación socio-económica y potencialidades turísticas y gastronómicas (Aguilar Criado et al., 2022; Dos Reis Lopes et al., 2021).



Figura 1. Estructura de contenidos



Elaboración propia

## 2.1. Bases productivo-normativas y definición de planteamientos (Etapa 1)

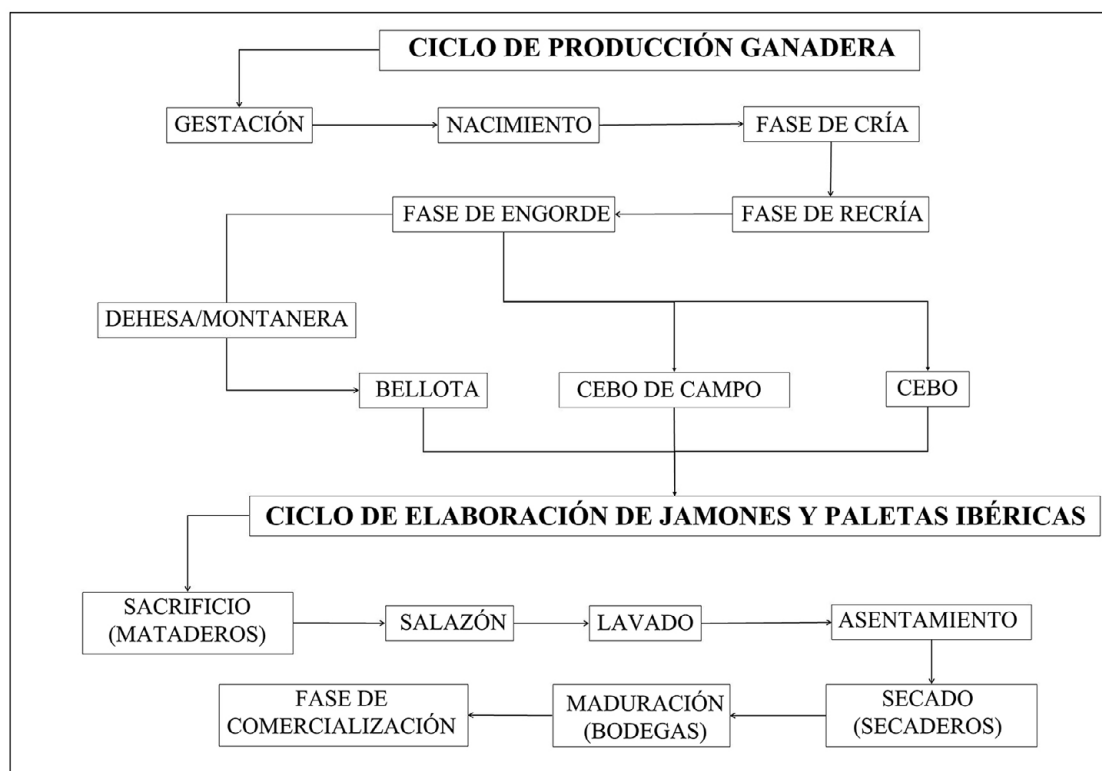
Los distintivos agroalimentarios de calidad territorial son marcas comerciales institucionalmente reglamentadas. En las DOPs españolas del cerdo ibérico el marco regulatorio es complejo. La multiplicidad de sus ciclos ganaderos y agroindustriales explica esa circunstancia e impele al análisis relacional de entramados productivos y normas.

Las fuentes de esta fase son la literatura disponible en bases de datos multidisciplinares (Google Scholar y Scopus); se emplean como criterios búsqueda: “Denominaciones de Origen Protegidas”, “cerdo ibérico” y “dehesa”. También se realiza una exploración normativa a distintos niveles: internacional (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de Naciones Unidas [OMPI]); Unión Europea (PAC) y estatal (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

Las normas estatales son esenciales, en particular: los Reales Decretos fundacionales de cada DOP, a modo de imagen estática de sus comienzos; y los *Pliegos de Condiciones*, en continuas readaptaciones a nuevos requerimientos (técnicos, normativos o de otro tipo). El cerdo ibérico dispone, además, de reglamentaciones propias: sobre calidades según razas y modelos ganaderos (BOE, Real Decreto 4/2014, el primero data de 2001); y control genético de la cabaña (Libro Genealógico de la Raza Porcina Ibérica de la Asociación Española de Criadores de Cerdo Ibérico-AECERIBER).

El proceso productivo se compone de dos ciclos: de explotación ganadera y de elaboración industrial (véase la figura 2), cada uno con diferentes etapas con condicionantes territoriales y ambientales específicos. La explotación ganadera es determinante de calidades y precios finales (Real Decreto 4/2014), particularmente el control genético de la cabaña (un mínimo del 75% de razas del tronco ibérico) y la fuente de alimentación y tiempo de estancia del animal en la dehesa en la fase de engorde. Se diferencian tres modelos: “cerdos de bellota”, con estancias mínimas en montanera de 60 días; “cerdos de campo”, cuando la bellota se suplementa con cereales y leguminosas; y “cerdos de cebo”, en animales engordados con cereales y piensos compuestos. Los productos elaborados derivados de los dos primeros implican terminaciones en la dehesa y son los más cotizados.

Figura 2. Ciclos productivos del jamón ibérico



Elaboración propia

Las normas son taxativas respecto a las vinculaciones de estas DOPs con la dehesa. Todos los *Pliegos de Condiciones*, en las descripciones de sus áreas de producción, aluden a “dehesas arboladas de encinas, alcornoques y quejigos” (Boletín Oficial del Estado [BOE] nº 10, p. 1570); también exigen la inscripción de los recintos utilizados para la alimentación de los cerdos ibéricos aptos para la elaboración de productos «de bellota» en la «capa montanera» del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC).

El ciclo de elaboración agroindustrial abarca: sacrificios del ganado y secado y maduración de las piezas. Mataderos, secaderos y bodegas de maduración son sus escenarios; sus pautas de localización difieren, dominando las ubicaciones en núcleos de población y en las proximidades viarias. Secaderos y bodegas deben ajustarse a ciertas condiciones ambientales en cuanto a luz, humedad y temperatura, hoy reproducibles artificialmente.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación distingue entre DOPs autonómicas (que operan en una sola comunidad autónoma) y supraautonómicas (extendidas por diferentes autonomías). Los *Pliegos de Condiciones* diferencian en todas ellas dos demarcaciones: “zonas de producción” (o lugares de procedencia del ganado) y “áreas de elaboración” (de radicación de mataderos, secaderos y bodegas). Grosso modo ello se corresponde con los ciclos de producción ganadera y agroindustrial antedichos; en las DOPs autonómicas ambas demarcaciones coinciden.

Amén de las reglamentaciones estatales las DOPs del cerdo ibérico acatan los dictámenes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 1958) de Naciones Unidas: el *Reglamento Común del Arreglo de Lisboa* y del *Acta de Ginebra del Arreglo de Lisboa* (OMPI, 2015 y 2021) establece sus condiciones de uso. La Unión Europea también las regula: inicialmente a través del *Reglamento (CEE) 2081/1992 del Consejo Relativo a la Protección de las Indicaciones Geográficas de los Productos Agrícolas y Alimenticios*; el *Reglamento (UE) 1151/2012 sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios* es el vigente.

## 2.2. Metodología para el análisis de comportamientos territoriales (Etapa 2)

El análisis de marcos productivos y normativos, junto con la revisión epistemológica, dirige los planteamientos en dos direcciones: hacia las escalas espaciales de actuación y funcionamiento de las DOPs del cerdo ibérico; y hacia sus condiciones de proximidad y de arraigo; la fase 2 las desarrolla.

La fuente básica son los *Pliegos de Condiciones* disponibles en la página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (<https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/>). Se analizan comparativamente, recalando en sus vínculos con los territorios y en las escalas y acepciones de estos.

La escala se determina a partir de los marcos territoriales de actuación y funcionamiento interno de estas DOPs: circunscripciones administrativas de zonas de producción y elaboración. Proximidades se asimilan a cercanías potenciales o reales entre áreas de producción ganadera y de elaboración agroindustrial, y entre éstas y los ámbitos de radicación de las agroindustrias. Concentraciones o dispersiones administrativas y extensiones y distancias son atributos básicos y condicionantes. Se entiende por arraigo el enraizamiento de las explotaciones ganaderas con las bases naturales y culturales de sus territorios; se averigua a través de las extensiones de las áreas de producción y en sus relaciones con la dehesa.

Otras fuentes complementarias son: la cartografía vectorial del CORINE Land Cover 2018 (Copernicus Global Land Service, 2021), para localizaciones y extensiones de dehesas; y publicaciones anuales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, para radicaciones de agroindustrias y averiguaciones de dinámicas empresariales (<https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/>).

### 3. Resultados. Comportamientos territoriales en las DOPs españolas del cerdo ibérico

#### 3.1. Identificación, escalas y acepciones de territorio

Las DOPS españolas del cerdo ibérico son 4 (en un total de 102; 198 si se computan las 96 vitivinícolas). La tabla 1 las describe, en sus circunscripciones administrativas y otros rasgos espaciotemporales.

Tabla 1. Las DOPs españolas del cerdo ibérico. Circunscripciones administrativas y rasgos espaciotemporales

DOPs/años	Escalas institucionales	Circunscripciones administrativas y extensiones*					Municipios con agroindustrias
		Áreas de producción				Áreas de elaboración (municipios)	
		Superficie (ha)**	CCAA	Provincias	Municipios		
Guijuelo (1986)	Supraautonómica	9.588.355	4	11	1.340	78	11
Jabugo (1995)	Supraautonómica	7.126.140	2	6	573	31	9
Dehesa de Extremadura (1990)	Autonómica	4.167.907	1	2	388	388	29
Los Pedroches (2010)	Autonómica	809.409	1	1	32	32	8
Total		10.106.271**	4	13	1.397	529	57

\* Los *Pliegos de Condiciones* ofrecen datos, para las áreas de producción, de extensiones superficiales y de municipios y comarcas agrarias que las integran; para las áreas de elaboración, sólo de términos municipales.

\*\* Buena parte de las áreas de producción de las distintas DOPs se solapan (véase más adelante). Sus extensiones y demarcaciones no son acumulables. Para estos cálculos, se parte de la información de “Guijuelo” (la DOP más extensa y dispersa y cuya área de producción se solapa con las restantes) y se les suman los datos de cinco comarcas del área de producción de “Jabugo” exclusivas de esta DOP (Serranía de Ronda y Campiña, Sierra, Janda y Campo de Gibraltar gaditanos).

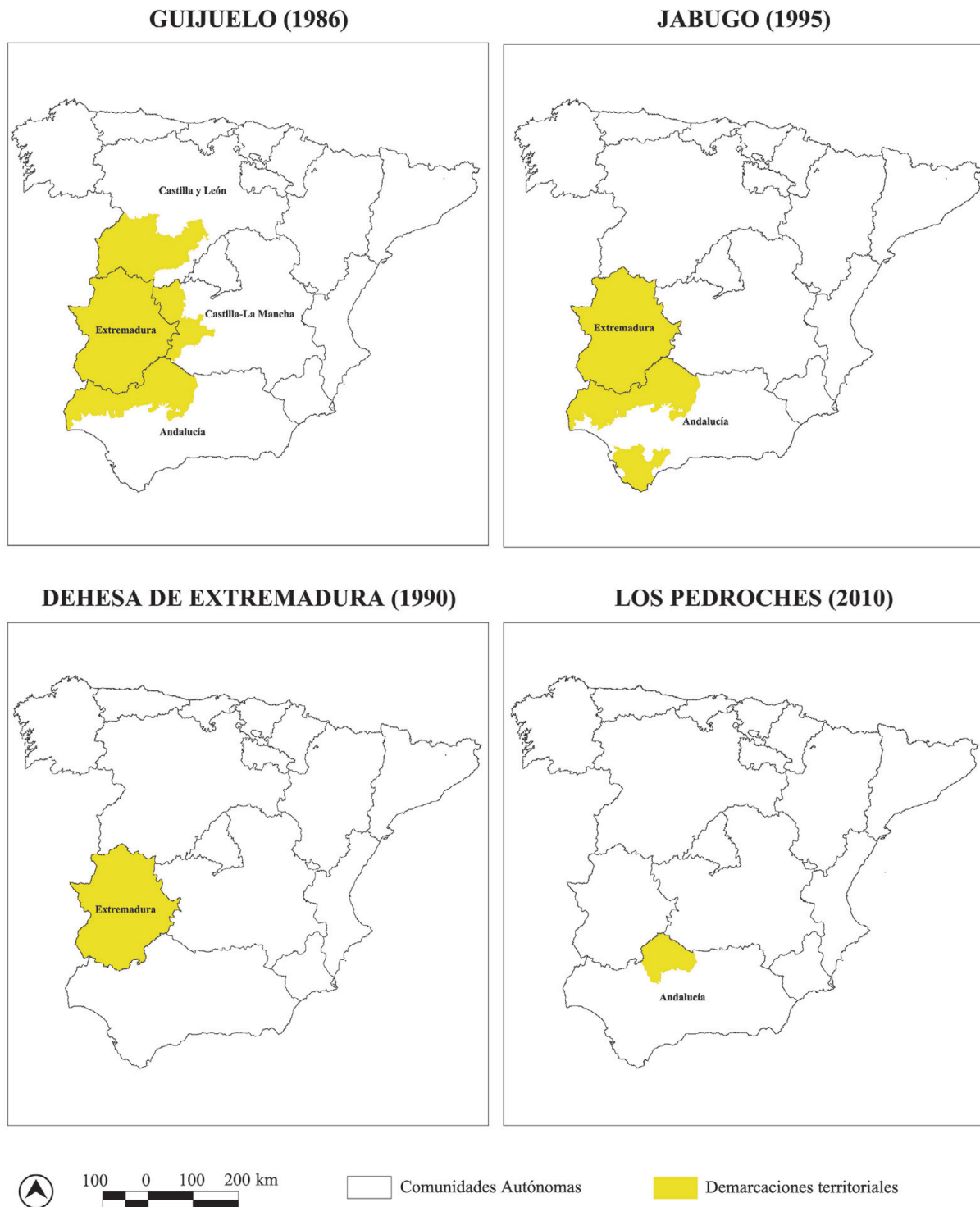
Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: *Pliegos de Condiciones* y Estadísticas Anuales de las DOP. Elaboración propia.

“Guijuelo” es la más antigua: surge 1986, el mismo año de la integración española en la entonces Comunidad Económica Europea y seis años antes de la primera reglamentación de estos distintivos por PAC. También es la más extensa y dispersa: 9,5 millones de ha en su área de producción, repartidas entre 4 Comunidades Autónomas, 11 provincias y 1.340 municipios; su área de elaboración se circunscribe a 78 municipios del suroeste de la provincia de Salamanca situados en la conexión del Campo Charro salmantino con las Sierras de Francia y Béjar. Pese a tratarse de una DOP supraautonómica toma el nombre de una pequeña localidad de su área de elaboración (“Guijuelo”: 5.495 habitantes y 63,23 km<sup>2</sup>). La situación de este municipio en las

proximidades de la Vía de la Plata y la apertura allí de un apeadero del ferrocarril Sevilla-Gijón a finales del XIX explican el florecimiento de esta industria chacinera.

“Dehesa de Extremadura” se crea en 1990. Es una DOP autonómica que actúa, en sus áreas de producción y elaboración, dentro de los límites administrativos extremeños: 4,1 millones de ha, en 2 provincias y 388 municipios. Es la única DOP con límites coincidentes con una comunidad autónoma; pero no es exclusivamente extremeña: comparte área de producción con “Guijuelo” y con Jabugo (véase la figura 3).

Figura 3. Cartografía de las áreas de producción



Fuente: *Pliegos de Condiciones*. Elaboración propia

“Jabugo” (1995) es una DOP supraautonómica con núcleo en la Sierra de Huelva. Comenzó denominándose Jamón de Huelva; en 2008 cambió la indicación por “Jabugo”, ya asociada a marchio de calidad en mercados nacionales e internacionales. Comparte con “Guijuelo” la extensión y dispersión administrativa: 7,1 millones de ha en el área de producción de Jabugo, en 2 Comunidades Autónomas, 6 provincias y 573 municipios; el área de elaboración se constriñe a 31 municipios de la Sierra de Huelva. También toma el nombre de una pequeña localidad (“Jabugo”: 2.243 habitantes y 24,92 km<sup>2</sup>). Este municipio vio surgir la primera industria chacinera en 1879 en su pedanía de El Repilado, situada en la confluencia del ferrocarril Huelva-Badajoz (entonces recién inaugurado) con la carretera Sevilla-Lisboa. Con anterioridad existía una amplia tradición chacinera artesanal, sobre todo en Cumbres Mayores.

“Los Pedroches” (2010) es una DOP autonómica que opera en la comarca del norte de Córdoba del mismo nombre: 32 municipios y poco más de 809.000 ha. Tampoco es exclusiva de allí: su área de producción también se integra en las de “Guijuelo” y “Jabugo” (véase la figura 3).

Las circunscripciones contenidas en los *Pliegos de Condiciones* se refieren prioritariamente a territorios político-administrativos: comunidades autónomas, provincias y municipios. El espacio geográfico, en sus extensiones y distancias y en sus disparidades físicas y humanas se soslaya. Sólo el Pliego de Condiciones de Los Pedroches lo considera puntualmente: en cuatro de los treinta y dos municipios de su área de producción (Adamuz, Hornachuelos, Montoro, Posadas y Ovejo), incluidos en esta DOP sólo en sectores de sus términos municipales por encima de los 300 metros. Esta referencia a un rasgo propio del territorio geográfico (la altitud) es excepcional.

Aunque normativamente soterrado, el territorio geográfico se entrevé tras la cartografía de las áreas de producción (figura 3); cabe resaltar:

Las localizaciones de las DOPs del cerdo ibérico en el oeste y suroeste español, en espacios colindantes con la raya de Portugal: de suelos pobres, poco evolucionados y de tradicional vocación ganadera extensiva (García et al., 2010). La debilidad socioeconómica y demográfica, el déficit en infraestructuras y la dependencia agraria son otros rasgos comunes (Leco Berrocal et al., 2017). Internamente es un espacio de grandes contrastes, como corresponde a su gran extensión. Penillanuras graníticas, formaciones pizarrosas y cuencas sedimentarias deparan diferentes tipos de suelo. Dentro del dominio mediterráneo el clima es muy variado: precipitaciones de entre 300 y 800 milímetros anuales y oscilaciones térmicas agudizadas por la latitud, la altura y la continentalidad (Sánchez de Ron et al., 2007). El poblamiento es también dispar: predominio de pequeños núcleos rurales, junto a algunas agrocidades (Aracena, Jerez de los Caballeros, Trujillo, etc.) y otras de mayor rango (Cáceres, Badajoz o Mérida).

Se descubren confluencias o solapamientos entre áreas de producción, en parte ya comentadas. La lectura comarcal de la figura 3 refuerza esas confluencias. Todas las comarcas extremeñas y de buena parte de las andaluzas (Sierra Norte de Sevilla; La Sierra, Andévalo Occidental y Oriental y Condado-Campiña onubenses; y “Los Pedroches”, La Sierra y Campiña Baja cordobesas) forman parte, a la vez, de las áreas de producción de “Guijuelo” y de “Jabugo”; las dehesas extremeñas abastecen de cerdos a las DOP de “Guijuelo”, “Jabugo”, además de a “Dehesas de Extremadura”. Las concurrencias entre áreas de producción (de hasta 3 DOPs) parecen contravenir las especificidades territoriales que se presuponen a estas marcas. Dentro de las áreas de producción no se contemplan ubicaciones diferenciadas de zonas de cría, recría y terminaciones ganaderas; la trazabilidad territorial del ganado no se expresa como una variable relevante.

### 3.2. Condiciones de proximidad y otras disfunciones territoriales

Dispersiones administrativas y amplitudes superficiales en las áreas de producción propician potenciales desvinculaciones entre espacios de cría y terminación ganaderas; también separaciones entre ganaderías y agroindustrias. Ello es particularmente evidente en las DOPs supraautonómicas; sirva como ejemplo “Guijuelo”: 7,2 millones de ha de su área de producción en otras autonomías y sólo 2,3 millones en Castilla-León, que es la comunidad autónoma a la que directamente se vincula.

Las constricciones de los ámbitos de elaboración con respecto a las áreas de producción ganadera conllevan otras tantas separaciones. En las DOPs supraautonómicas dispersiones y distanciamientos se acrecientan: sólo 78 municipios integran el área de elaboración de “Guijuelo” cuando su área de producción abarca 1.341 localidades; en “Jabugo”, los 23 municipios de su área de elaboración contrastan con los 373 de la de producción (véase la tabla 1). Las separaciones son aún mayores, pues sólo unos pocos municipios de las áreas de elaboración registran agroindustrias. Las focalizaciones agroindustriales en ámbitos muy puntuales

de las zonas de elaboración es una tónica común a todas las DOPs, supraautonómicas y autonómicas (véase la última columna de la tabla 1). “Dehesa de Extremadura” expresa un caso extremo: de los 388 municipios de su área de elaboración sólo 29 cuenta con agroindustrias.

Dispersiones administrativas y solapamientos en las bases ganaderas dificultan las trazabilidades y contravienen las especificidades productivas exigibles a estas marcas. Su credibilidad se detrae; también su competitividad: todos los indicadores productivos y económicos de las DOPs del cerdo ibérico registran dinámicas regresivas entre 2008 y 2020 (véase la tabla 2).

Tabla 2. Dinámicas empresariales de las DOPs del cerdo ibérico

Indicadores	2008	2010	2015	2020	Variación 2008-20 (%)
Nº de explotaciones inscritas	5.597	6.511	4.559	3.941	-29,60
Nº de industrias	235	240	206	133	-43,40
Nº de cerdos sacrificados	547.344	312.023	105.129	132.076	-75,87
Nº de piezas comercializadas	707.716	904.937	581.344	328.911	-53,53
VET(1) (M €)	77,16	85,43	105,60	69,17	-10,35
VAE(2) (M €)	7,68	5,47	5,73	3,88	-49,48

(1) VET: Valor Económico Total (millones de euros)

(2) VAE: Valor Económico Exportación (millones de euros).

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: *Pliegos de Condiciones y Estadísticas Anuales* de las DOP. Elaboración propia

### 3.3. Sinopsis de territorialidades múltiples y relaciones con la dehesa

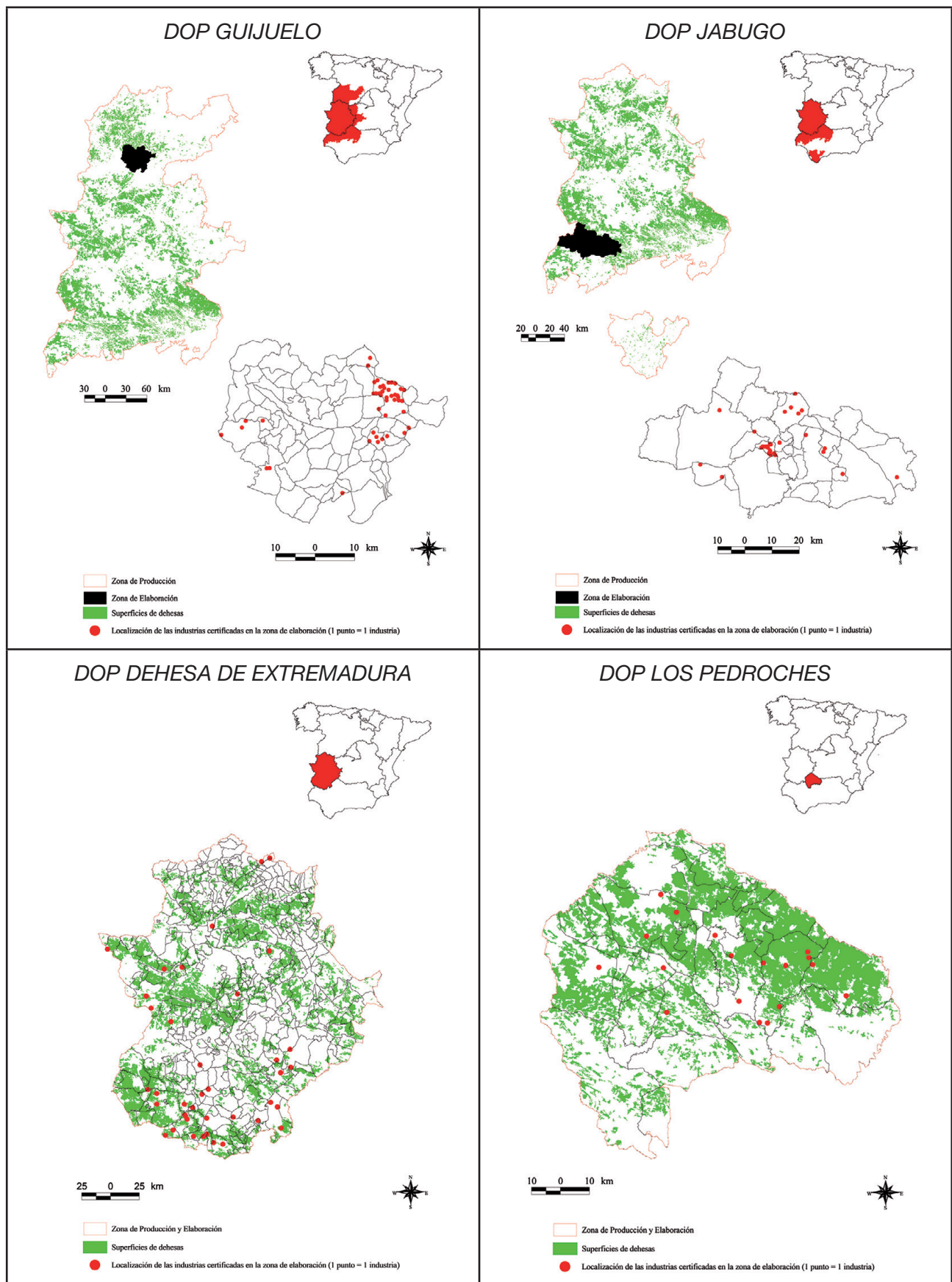
La cartografía de áreas de producción y elaboración, junto a ubicaciones de dehesas y agroindustrias, refleja con mayor nitidez las múltiples territorialidades de las DOPs del cerdo ibérico. Se dibujan cuatro circunscripciones (véase la figura 4): dos de carácter normativo (áreas de producción y de elaboración); una tercera correspondiente a extensiones de dehesa (representada en color verde sobre las áreas de producción); la cuarta dibuja los registros de agroindustrias chacineras sobre las demarcaciones de elaboración y es más puntual (se representa con puntos rojos); la constricción superficial de las áreas de elaboración en DOPs supraautonómicas ha exigido un zoom cartográfico.

Las circunscripciones normativas son categóricas. Dibujan un núcleo o centro de estas DOPs relativamente constreñido (las zonas de elaboración) y amplias periferias territoriales en las zonas de producción. Los trasiegos ganaderos se propician: en el interior de las áreas de producción (lugares de nacimiento, cría, recría y engorde), y entre las explotaciones ganaderas y los lugares de radicación de las agroindustrias.

Las amplitudes superficiales de las áreas de producción inhiben las trazabilidades territoriales pecuarias y redundan en desarraigados agroganaderos. Los distanciamientos son evidentes; a título de ejemplo, un cerdo del área de producción de “Guijuelo” puede haber nacido en la Sierra de Huelva y haberse terminado en la comarca de zamorana de Sayago (ambas distan unos 500 kilómetros). Esta constatación adquiere especial relevancia habida cuenta de la localización mayoritaria de la cabaña de porcino ibérico en las demarcaciones productivas de estas DOPs: unos 3,6 millones de cabezas (el 93,4% del porcino ibérico español) se ubica en Extremadura, Castilla y León y Andalucía (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

La superposición de la superficie de dehesa sobre las áreas de producción arroja datos ilustrativos: más del 88% de la dehesa española (casi de 2,1 millones de ha) se sitúa en las demarcaciones de producción de estas DOPs. Las significaciones varían: en “Los Pedroches” la dehesa ocupa el 40% de su área de producción (un total de 323.636 ha); en “Guijuelo”, “Dehesa de Extremadura” y “Jabugo” las extensiones son importantes (2,1; 1,1 y 1,7 millones de ha de dehesas); pero sus significaciones relativas bajan (al 21,7%, el 26,7% y el 24,5% de sus áreas de producción, por ese orden). Los desfases superficiales sorprenden: dadas las vinculaciones normativas de las áreas de producción con la dehesa y el recurso a esta como marchamo de calidad y de diferenciación.

Figura 4. Sinopsis cartográfica de territorialidades múltiples



Fuente: *Pliegos de Condiciones* y *CORINE Land Cover 2018*. Elaboración propia

La figura 4 refrenda las focalizaciones del entramado agroindustrial chacinero en localidades muy puntuales de las áreas de elaboración. Las situaciones divergen, destacando las concentraciones agroindustriales de las DOPs supraautonómicas. El área de elaboración de “Guijuelo” (de 78 municipios) registra un total de 46 agroindustrias, en su mayor parte (30 de ellas) en el municipio de “Guijuelo”. En “Jabugo”, 15 de sus 30 industrias se ubican en el propio Jabugo, ascendiendo hasta 25 las ubicadas en municipios del eje central serrano onubense (Aracena, Aroche, Galaroza y Corteconcepción, además de Jabugo); el resto (5 agroindustrias) se localizan en Cumbres Mayores. Ni en el municipio de “Guijuelo” ni en los del eje central serrano onubense la dehesa es un agrosistema significativo. Ello parece reflejar el carácter más industrial que ganadero de las DOPs supraautonómicas; “Jabugo” tendría mayor mixtura: predominio industrial en el eje central y simbiosis entre industrias y ganadería en las penillanuras norteñas donde se ubica Cumbres Mayores (allí la dehesa tiene mayor peso).

Las focalizaciones agroindustriales también rigen en las DOPs autonómicas: “Dehesa de Extremadura” registra 36 agroindustrias, situadas sobre todo en el sur y suroeste de Badajoz; en “Los Pedroches”, de un total de 18 industrias registradas, 7 están en Villanueva de Córdoba. Pero los roles varían: la relevancia de la dehesa (sobre todo en “Los Pedroches”) y el peso de la cabaña porcina ibérica (en “Dehesa de Extremadura”) expresan el carácter eminentemente pecuario de estas DOPs; las supraautonómicas, en cambio, exhiben una condición más agroindustrial que ganadera.

## 4. Discusión de resultados

### 4.1. Sobre las DOPs del cerdo ibérico en sus relaciones con los SIALs

En mercados globalizados y competitivos las empresas alimentarias buscan destacarse mediante marcas colectivas alusivas al marco geográfico donde desarrollan su actividad (Compagnone, 2010). Las Denominaciones de Origen Protegidas (DOPs) y las Indicaciones Geográficas Protegidas (IGPs) son los distintivos más usuales (Cambra & Villafuerte, 2009; Ramírez García et al., 2016).

Las DOPs exigen la necesaria radicación en sus demarcaciones de todas las fases productivas agrarias y/o agroindustriales; esto las diferencia de las IGPs, que sólo precisan la ubicación de alguna de aquellas etapas. Se refuerza con ello las relaciones de las DOPs con los territorios; en las del cerdo ibérico esos vínculos se robustecen: los reconocimientos recaen en productos agroindustriales (jamones y paletas), pero es la explotación ganadera extensiva en la dehesa la determinante de calidades y precios (Amaya Corchuelo & Aguilar Criado, 2012a; Gásquez Abad et al., 2011; Rey et al., 2013). Es esta una particularidad respecto a otros distintivos homólogos (DOP Jamón de Teruel o IPG Jamón de Trévelez, entre otros); en ellos la diferenciación y la calidad recae en las condiciones de secado a bajas temperaturas, desvinculándose de la base territorial ganadera: procesan jamones de razas foráneas criadas en cebaderos (Large White, Landrace y Duroc). En Europa, la base de datos eAmbrosia registra un total de 16 DOPs de jamones y paletas (en Italia, Francia y Portugal, además de en España); ninguna refiere vínculos tan estrechos con la explotación ganadera extensiva como las DOPs españolas del cerdo ibérico.

DOPs y SIALs se engarzan desde distintas vías. El recurso al territorio como mecanismo de calidad y diferenciación frente a las estandarizaciones productivas de los modelos agroindustriales operantes en los mercados globales es una de ellas (Moragues-Faus et al., 2020). Las reivindicaciones de la especificidad local como estrategia de marketing también las conecta (Bravo Rubio & Briz de Felipe, 2013; Freitas Caetano & Del Canto Fresno, 2014); otro tanto cabe señalar respecto a los rastreos de trazabilidades productivas de las fases agrarias y agroindustriales, en la línea de las cadenas alimentarias sostenibles de la Food and Agriculture Organisation (FAO) (FAO, 2014; Darolt et al., 2016). En las DOPs del cerdo ibérico la vinculación con la base ganadera extensiva enlaza, además, con los principios de la agroecología (Altieri, 2021), en lo que tiene que ver con la defensa de los sistemas agrarios de alto valor natural, categoría en la que se incluye la dehesa (Oñate et al., 2014) y con el manejo de la agrobiodiversidad, a través de la potenciación de la ganadería autóctona (porcino de raza ibérica).

Tales conexiones parecían justificar el análisis de las DOPs del cerdo ibérico con atributos de los SIALs (González Romero et al., 2022), particularmente dos: sostenibilidad, expresada en arraigos agroecológicos en la dehesa (Amaya Corchuelo, 2012) y en ganaderías autóctonas gestionadas en condiciones de bienestar animal (Horrillo Gallardo et al., 2020); y proximidad, asimilada a cercanías productivas ganaderas y agroindustriales. El recurso a las DOPs, como un indicador de presencia de sistemas agroalimentarios localizados también avalaba esa transferencia (Linck, 2018; Ibáñez-Jiménez et al., 2022). De ello no necesariamente se



deriva que las DOPs del cerdo ibérico compartan las lógicas de los SIALs; este artículo no es concluyente: sólo la DOP de “Los Pedroches” parece asumirlas.

#### 4.2. Sobre las DOPs del cerdo ibérico en sus apelaciones a los territorios

Los vínculos de las DOPs con los territorios son estrechos y multifacéticos. El territorio se erige en ellas en marchamo de calidad y diferenciación, marcando las especificidades productivas (Bravo Rubio & Briz de Felipe, 2013); se incorpora a la mercadotecnia como estrategia de competitividad y eslogan (Cambra & Vilafuerte, 2009); el nombre de marca se hace corresponder con un lugar geográfico (Martínez Ruiz & Jiménez Zarco, 2006; Ramírez García et al., 2016); los proyectos gestados desde lo local consideran que estos distintivos son activos para el desarrollo (Freitas Caetano & Del Canto Fresno, 2014). Los usos y apelaciones a los territorios son esenciales en la consecución de esos cometidos.

El de territorio es un concepto complejo; tiene que ver con apropiaciones, delimitaciones, nominaciones y escalas. Habitualmente se manejan en dos acepciones (Duchacek & Duchacek, 2019): la de espacio político-administrativo, de límites precisos y unidades bien encajadas (comunidades autónomas, provincias y municipios, en el caso español); y la de espacio geográfico, de límites más difusos, marcados por la combinación de las bases naturales del medio físico (diferenciaciones climáticas, unidades de relieve y redes hidrográficas) y sus transformaciones humanas (sistemas agrarios, articulados desde redes de asentamientos y organizados por vías de comunicación). Es este último un territorio extensivo y tangible, aunque con profundos enraizamientos culturales y simbólicos, marcado por superficies, distancias, separaciones y concentraciones facilitadoras o inhibidoras de proximidades y de arraigos.

Este artículo analiza las DOPs del cerdo ibérico desde ambas perspectivas territoriales, particularmente desde la segunda. Plantea una lectura de sus comportamientos espaciales desde las claves del territorio geográfico. Es esta una aproximación original, complementaria a la habitual: la literatura especializada vincula la calidad y diferenciación, bien a atributos intangibles asociados a singularidades culturales convertidas en “saber hacer” (Amaya Corchuelo & Aguilar Criado, 2012a), bien a expresiones de poder en sus apropiaciones (Amaya Corchuelo et al., 2019). El territorio se entiende como construcción social, desvinculándose en cierta medida de sus bases físicas naturales y estructurales, al tiempo que el atributo de proximidad se asimila a comunidad de códigos culturales (Sanz Cañada, 2014). Este artículo repara en extensiones, dispersiones y cercanías como argumento de proximidad, para adentrarse en el papel potenciador o inhibidor de esas proximidades físicas en arraigos agroecológicos, rastreos de trazabilidades ganaderas y sinergias para el desarrollo de los territorios.

La OMPI de Naciones Unidas es taxativa respecto a las vinculaciones de las DOPs con el territorio geográfico. El Arreglo de Lisboa (1958), en su modificación por el Acta de Ginebra (2015), alude a la “denominación geográfica de un país, región o localidad que sirva para designar un producto originario de él, cuya calidad o características se deban exclusiva o esencialmente al entorno geográfico, incluidos los factores naturales y humanos” (OMPI, 2015). Mucho más laxa es la OMPI en relación con las escalas. El espectro escalar es muy amplio: en el caso español abarca desde pequeñas localidades (DOP Aceite de Lucena); pasando por provincias y Comunidades autónomas (Miel de Granada o Queso Manchego); contemplándose también demarcaciones supraautonómicas: un total de cuatro de este tipo, dos de ellas de jamones (“Guijuelo” y “Jabugo”).

Los *Pliegos de Condiciones* de las DOPs del cerdo ibérico a menudo se apartan de aquellos preceptos. Sus delimitaciones y circunscripciones se refieren a territorios administrativos (municipios, provincias y comunidades autónomas). El territorio geográfico se soslaya, cuando es ese espacio geográfico, con sus idiosincrasias naturales y culturales y sus extensiones y distancias, el sustento de las especificidades y los valores que se presuponen a estas marcas. No faltan estudios insistentes en la merma de valor añadido de los productos del cerdo ibérico asociadas a su escasa diferenciación (Sanz Pagés et al., 2021)

Los rasgos productivos idiosincráticos se hacen recaer sobre todo en las áreas de elaboración, menos proclives a enraizamientos territoriales merced a los avances técnicos: buena parte de las condiciones ambientales de secado y maduración de las piezas son reproducibles artificialmente. Las áreas de producción, con anclajes territoriales insoslayables en explotaciones ganaderas extensivas, pasan a segundo plano. Se las valora, sobre todo, como áreas de alimentación ganadera, sin diferenciarse, dentro de ellas, entre lugares de cría-recría-terminaciones ganaderas: Proximidades y trazabilidades territoriales ganaderas no parecen constituir atributos de interés.

Las magnas extensiones de estas áreas de producción deparan condicionantes agroecológicos dispares y no siempre afines a los requerimientos alimenticios del cerdo ibérico. Este aspecto también se soslaya, lo que no deja de sorprender habida cuenta del énfasis normativo en los “cerdos de bellota” y “cerdos de campo”, como variedades chacineras más demandadas y cotizadas, también resaltado por los estudios (Serrano et al., 2020).

La desatención a las potencialidades alimenticias diferenciadas de las superficies pastables genera cierta confusión en el entendimiento de la condición ganadera extensiva. Los grandes grupos agroindustriales aprovechan este barullo y adquieren fincas pecuarias en áreas de producción de estas DOPs (García Delgado et al., 2017); las explotaciones tradicionales responden con intensificaciones productivas y consiguientes acrecentamientos de la huella ecológica (Sanz Pagés et al., 2021). El alejamiento de las DOPs de sus comeditos estatutarios ha sido reiteradamente señalado (Gásquez Abad et al., 2011; Castelló, 2020).

El uso de las escalas por los *Pliegos de Condiciones* es laxo y contradictorio, particularmente en las DOPs supraautonómicas, apartadas de las lógicas competitivas que enfatizan el valor de lo local como estrategia de marketing y de diferenciación (Goodman et al., 2012). Es de todos conocidos que las idiosincrasias culturales y naturales se dirimen en las escalas locales, preferentemente comarcales, menos ajustadas a compartimentaciones administrativas; en ellas, además, emergen otros valores paisajísticos y patrimoniales sinérgicos con los agroalimentarios (Goulart Rocha & Tulla, 2015; Hortelano Mínguez, et al., 2022). Las DOPs vitivinícolas, pioneras en estos distintivos, están sabiendo aprovecharlos: apostando por demarcaciones muy localizadas a grandes escalas (“vinos de villa”, “de paraje”, “de pago”, “de parcela” o “de viña”, Martínez Arnáiz et al., 2021), llegando incluso a compartimentaciones internas de las demarcaciones originarias refrendadas por el Reglamento (UE) n°1308/2013 (Martínez Arnáiz et al., 2022).

Diferencias organolépticas según terruños (Rocchetti, et al., 2021); rutas enológicas (De la Cruz et al., 2020); sinergias con recursos paisajísticos y patrimoniales (Esteban & Climent, 2020) constituyen vías ya habituales de marketing comercial agroalimentario en las DOPs vitivinícolas. Son recursos operantes en las escalas locales, como es el caso de los paisajes paisajes (Sanz Cañada & García Azcárate, 2020), que se desdibujan en las pequeñas escalas espaciales; consecuentemente con ello, las DOPs del cerdo ibérico no consiguen aprovecharlos, particularmente por las supraautonómicas cuyas magnas extensiones superficiales las alejan de lo local. Esto adquiere un especial significado dada la coincidencia espacial de sus demarcaciones con áreas rurales de economía deprimida de la España despoblada (Delgado Urrecho, 2018). Sólo la DOP de “Los Pedroches” opera a escala local.

### 4.3. Sobre los atributos de proximidad y de arraigo aplicados a las DOPs del cerdo ibérico

Las trasposiciones de los atributos de proximidad y arraigo, y sus derivaciones en dispersiones (administrativas) y cercanías/lejanías espaciales han resultado muy útiles. Ciertamente ambos conceptos no forman parte del *argot* de las DOPs, pero éstas en sus argumentarios los incluyen: en apelaciones a vínculos y singularidades territoriales y en apremios a trazabilidades productivas (Bravo Rubio & Briz de Felipe, 2013; Gásquez Abad, 2011; Pizarro Gómez et al., 2021). Vínculos y singularidades conllevan arraigos físicos y culturales con los territorios; las cercanías físicas los propician: los biodistritos son un ejemplo de ello (Poponi et al., 2021). Las trazabilidades implican seguimientos ganaderos y agroindustriales: extensiones, dispersiones y distancias las inhiben y mediatizan.

Los atributos de proximidad y de arraigo han ayudado a entender los comportamientos territoriales de las DOPs del cerdo ibérico, permitiendo detectar algunas disfunciones. Sus áreas de producción se solapan, contraviniendo la especificidad y diferenciación propias de estos distintivos. Sus magnas extensiones provocan desarraigos agroecológicos y desvinculaciones ganaderas; algunos estudios inciden en este hecho (Pizarro Gómez et al., 2020).

Las separaciones entre áreas de producción y elaboración y entre éstas y las radicaciones de las agroindustrias dificultan la identificación del origen y los seguimientos ganaderos y agroindustriales. Las dispersiones administrativas implican disparidades reglamentarias, particularmente en las DOPs supraautonómicas, sujetas, como en el caso de “Guijuelo”, a normas de cuatro gobiernos regionales que raramente se coordinan; la homogeneidad interna exigible a estas marcas se resiente con ello.

Las trasposiciones conceptuales de proximidades y de arraigos han evidenciado distanciamientos entre las lógicas territoriales de las DOPs con respecto a los SIALs. Ello pudiera parecer irrelevante, pero no lo es:

(1) los SIALs son un modelo agroalimentario emergente y alternativo a los desmanes de la intensificación y la globalización, considerados adalides de competitividad sostenible y responsable (Rodríguez, 2017); (2) las DOPs son utilizadas como exponentes de presencia de sistemas de agroalimentación territorializada (Ibáñez Jiménez et al., 2022); (3) los estudios sobre desarrollo rural asumen las conexiones DOPs-desarrollo territorial, aunque raramente se demuestran (Linck, 2018). Es común considerar que las DOP revierten en el desarrollo de los territorios rurales (Tregear et al., 2007; Tolón Becerra & Lastra Bravo, 2009; Ruiz Pulpón & Plaza Tabasco, 2015; Sánchez et al., 2009). Su constatación con indicadores precisos y replicables implica cierta dificultad, resistiéndose a relaciones simplistas. Este artículo apunta a que las relaciones DOPs-desarrollo territorial no son tan directas, como se presupone; se precisan indicadores que las constaten: las conexiones (desconexiones) entre los Grupos de Acción Local y los Consejos Reguladores de estas DOPs son una vía para explorar.

Las distorsiones y desfiguraciones territoriales antedichas detraen credibilidad y merman la competitividad de estas marcas (Díez Vial, 2011). En productos de calidad, como los distinguidos por las DOPs del cerdo ibérico, la percepción del consumidor es determinante (Eden et al., 2008; Mesías et al., 2010; Van Ittersum et al., 2007). Sus mercados, además, son exigentes y están crecientemente informados (Yagüe & Jiménez, 2002; Sánchez Vega et al., 2019; Granado Díaz et al., 2021). Todos los indicadores empresariales registran retrocesos y numerosos estudios insisten en sus pérdidas de rentabilidad (Pizarro Gómez et al., 2020; Leco Berrocal & Mateos Rodríguez, 2015). Las limitaciones de las capacidades competitivas de estas DOPs, asociadas a sus distorsiones y desfiguraciones de los territorios, es otra vía para explorar.

#### 4.4. Sobre el entendimiento de la dehesa por las DOPs del cerdo

La dehesa es la principal expresión de territorialidad geográfica en las DOPs del cerdo ibérico. Las normas de calidad son taxativas respecto a las conexiones de las propiedades organolépticas de jamones y paletas con la estancia del ganado en la dehesa durante la montanera (Real Decreto 4/2014 y *Pliegos de Condiciones*). Son numerosos los estudios que insisten en esos vínculos (Amaya Corchuelo et al., 2019; Amaya Corchuelo & Aguilar Criado, 2012b).

Los significantes y significados de la dehesa son diversos (San Miguel Ayanz, 1994). Destaca su condición de sistema agropecuario diversificado, dinámico y resiliente. Tras la crisis de la agricultura tradicional, la dehesa ha pasado de aunar usos agrosilvopastoriles (agrícolas ganaderos y forestales), a evolucionar hacia distintas especializaciones forestales y/o ganaderas, en respuesta a situaciones físicas y humanas diversas; todo ello sin menoscabo de sus esencias (Pérez Díaz, 1988; García et al., 2010). Esas dinámicas evolutivas son determinantes de la diversidad de sus aprovechamientos y fisonomías actuales: dehesas porcinas, ovinas, vacunas...; dehesas de encinas, alcornoques, quejigos...; dehesas densas/dehesas abiertas. No faltan estudios alusivos a estas diversidades ganaderas y a la vinculación de la cabaña porcina a dehesas densas, de entre 35 y 50 pies de arbolado por hectárea de media (Horriño Gallardo et al., 2020).

Hoy se valoriza, además, la amenidad de los paisajes de la dehesa, amén de sus innumerables servicios ecosistémicos —mitigación de la huella de carbono— (Eldesouky et al., 2018); hábitat de especies amenazadas y reservorio de razas ganaderas autóctonas (Pulido & Picardo, 2012) —y bioculturales— arquitecturas vernaculares y patrimonios etnográficos expresados oficios y prácticas tradicionales y en matanzas y ritos festivos (Escribano, 2019; Hortelano Mínguez et al., 2022). La inclusión de la dehesa entre los Sistemas Agrarios de Alto Valor Natural (Oñate et al., 2014) o el reconocimiento por la UNESCO en 2003 de la Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena expresan esos valores.

En España la superficie de dehesa ronda los 3,5 millones de hectáreas del oeste y sur peninsular ocupando nichos ecológicos muy diferentes. En términos latitudinales, se extiende entre los 36°27'25" Norte (Los Alcornocales, Cádiz) y los 41°13'42" Norte (Sayago, Zamora); son territorios climáticamente muy contrastados dentro del dominio mediterráneo (Sánchez de Ron et al., 2007). Las especializaciones pecuarias actuales responden en buena parte a esos contrastes. Así, por ejemplo, las mejores dehesas porcinas son las de encina, particularmente las de la variedad *Quercus rotundifolia*, debido a la calidad de sus bellotas. Las exigencias agroclimáticas de esta quercínea circunscribe su área de expansión prioritaria al Suroeste de Badajoz y Andalucía (Pérez Díaz, 1988). En las comarcas septentrionales cacereñas y castellanoleonesas las bajas temperaturas invernales frenan la expansión del *Quercus rotundifolia*, y el porcino se retrae en favor del bovino; al sureste de Badajoz y en las dehesas manchegas es el ovino el que prevalece.

Los *Pliegos de Condiciones* de las DOPs del cerdo ibérico no llegan a captar esas diferenciaciones y las riquezas que se les asocian: (a) definen amplias áreas de producción, que exceden con mucho a los ámbitos de expansión de las dehesas porcinas; (b) homologan a todas las dehesas, independientemente de sus diferenciaciones biogeográficas (o de otro tipo) y de sus diversas orientaciones y aprovechamientos pecuarios; y (c) proyectan una visión empobrecedora de la dehesa, circunscrita a su condición de área de alimentación ganadera. A resultas de ello incurren en una suerte de anomalía pecuaria (las únicas dehesas vinculadas con las DOPs del cerdo ibérico, *sensu stricto*, son las porcinas), al tiempo que las sinergias asociadas al territorio geográfico se desvanecen: en lo que tiene ver con sus relaciones con los atributos paisajísticos y patrimoniales de la dehesa (Silva Pérez, 2010), como con otras marcas de calidad agroalimentaria con las que comparten territorio. La coincidencia espacial de la DOP “Dehesa de Extremadura” con otros distintivos de calidad agroalimentaria homólogos (DOP Queso de la Serena, DOP Queso de Ibores, DOP Torta del Casar, DOP Miel de las Villuercas, IGP Cordero de Extremadura e IPG Ternera de Extremadura) ejemplifica esto último.

## 5. Conclusiones

Las DOPs del cerdo ibérico tienen una dilatada andadura. Las primeras (“Guijuelo” y “Dehesa de Extremadura”) se gestaron con anterioridad a la reglamentación europea del sector iniciada en 1992. Aquel contexto en nada tiene que ver con el actual: de emergencia de la agroalimentación territorializada y de apuesta por las cadenas agroalimentarias sostenibles, considerados hoy como adalides de sostenibilidad para la competitividad y el desarrollo.

En esa andadura el territorio ha ido ganando peso y la territorialidad ha pasado a considerarse como una cualidad competitiva emergente: la irrupción analítica y prospectiva de los SIALs y el auge de los planteamientos agroecológicos son exponentes de esa evolución. Las DOPs del cerdo ibérico asumen algunas de aquellas lógicas reivindicativas del territorio -reclamo de la especificidad local como argumento de diferenciación y de calidad; arraigos agroecológicos en la dehesa y apuesta por la ganadería autóctona-, pero a menudo sólo sobre el papel. Los *Pliegos de Condiciones* contravienen algunos de aquellos principios e incurren en contradicciones en sus apelaciones a los territorios: no entienden sus escalas; desestiman las especificidades y diferenciaciones geográficas; se solapan en sus demarcaciones; recaen en separaciones agroganaderas y agroindustriales. Ello parece comprometer la credibilidad de estas marcas y frenar sus expectativas para el desarrollo.

Pero no todas registran similares comportamientos, pudiéndose diferenciar tres modelos:

- 1) El modelo supraautonómico (“Guijuelo” y “Jabugo”), con zonas de producción y elaboración separadas y distantes, incidentes en desarraigos agroecológicos y separaciones productivas. Son DOPs comerciales y exportadoras donde las bases ganaderas se desdibujan. Responden a las lógicas de los mercados globales y para ellas el territorio es una marca.
- 2) “Dehesa de Extremadura” es la única DOP coincidente con su comunidad autónoma, pero su área de producción no es exclusiva de ésta. Tanto “Guijuelo” como “Jabugo” se sirven del área de producción de “Dehesa de Extremadura”, mostrando así esta DOP cierta especialización en el abastecimiento de cerdos. Exhibe, al mismo tiempo, grandes potencialidades sinérgicas con otros distintivos agroalimentarios no suficientemente exploradas.
- 3) “Los Pedroches” es la única DOP que opera a escala local. Sus dimensiones y sujeciones administrativas se ajustan a las lógicas de arraigo y proximidad de los SIALs. Cuenta con la ventaja de la emergencia de lo local como estrategia de marketing; ello no significa que esté siendo aprovechada: faltan estudios que lo corrobore.

## Financiación

Este artículo forma parte del proyecto de I+D+i PID2019-105711RB-C62, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/

## Referencias

- Aguilar Criado, E., Amaya Corchuelo, S., & López Moreno, I. (2016). Alimentos de calidad. Nuevas estrategias rurales para nuevos consumidores. *Arxiu d'Etnografia de Catalunya*, (16), 137-152. <https://raco.cat/index.php/AEC/article/view/316716/406812>
- Aguilar Criado, E., Amaya Corchuelo, S., & Lozano Cabedo, C. (2022). Importancia de la producción alimentaria de calidad en el desarrollo de los territorios rurales. In E. Moyano Estrada (Eds.), *La España rural. Retos y oportunidades de futuro*. (Mediterráneo Económico 35, pp. 347-363). Colección Estudios Socioeconómicos, Cajamar-Caja Rural. <http://hdl.handle.net/10498/26550>
- Altieri, M.A. (2021). La agricultura tradicional como legado agroecológico para la humanidad. *Revista PH*, (104), 180-197. <https://doi.org/10.33349/2021.104.4960>
- Amaya Corchuelo, S. (2012). Conservando la dehesa, reinventando la cultura: las DOP del cerdo ibérico. In R. Baena Escudero, C. Foronda Robles, L. Galindo Pérez de Azpillaga, A. García Gómez, A. M. García López, B. García Martínez, I. Guerrero Amador, J. Navarro Luna, M.J. Prados Velasco, J. C. Posada Simeón (Coords.), *Investigando en rural* (pp. 281-288). Ulzama Ediciones.
- Amaya Corchuelo, S. & Aguilar Criado, E. (2012a). Saberes locales, tradición e innovación: el caso del jamón ibérico de bellota. *Revista Nuevas Tendencias en Antropología*, (3), 109-136. <http://hdl.handle.net/11441/49333>
- Amaya Corchuelo S. & Aguilar Criado, E. (2012b). La construcción de la calidad alimentaria: tradición, innovación y poder en las DOP del jamón ibérico en España, *Revista de Economía Agrícola*, (59), 39-52. <http://hdl.handle.net/11441/49467>
- Amaya Corchuelo, S., Froehlich, J. M., & Aguilar Criado, E. (2019). Singularidades en venta. Uso de valores culturales y construcción de la distintividad en los casos de jamón ibérico en España y de la carne de la Pampa en Brasil. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, (26), 35-66. <https://doi.org/10.4422/ager.2018.10>
- Bele, B., Norderhaug, A., & Sickel, H. (2018). Localized agri-food systems and biodiversity. *Agriculture*, 8(2), 22. <https://doi.org/10.3390/agriculture8020022>
- BOE (2014). *Real Decreto 4/2014, de 10 de enero, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/01/10/4>
- Bravo Rubio, R. & Briz de Felipe, T. (2013). El origen como estrategia diferenciadora en la cadena alimentaria. In J. Briz Escribano & I. de Felipe Boente (Eds.), *Metodología y funcionamiento de la cadena de valor alimentaria. Un enfoque pluridisciplinar e internacional* (pp. 217-240). Editorial Agrícola.
- Cambra, J. & Villafuerte, A. (2009). Denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas: justificación de su empleo y valoración de su situación actual en España". In J. Lamo de Espinosa (Ed.), *El nuevo sistema agroalimentario en una crisis global. Serie Mediterráneo Económico* (pp. 329-350). Fundación Cajamar.
- Castelló, E. (2020). Storytelling in applications for the EU quality schemes for agricultural products and foodstuffs: place, origin and tradition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 18(2), e0105. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020182-16192>
- Compagnone, C. (2012). Les appellations d'origine contrôlée comme ordre négocié. *Dans Négociations*, 18(2), 63-80. <https://doi.org/10.3917/neg.018.0061>
- Copernicus Global Land Service. (2021). CORINE Land Cover 2018. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- Darolt, M. R., Lamine, C., Brandenburg, A., Alencar, M. D., & Abreu, L. S. (2016). Redes alimentares alternativas e novas relações produção-consumo na França e no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 19, pp. 1-22. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC121132V1922016>
- De la Cruz, E. R. R., Aramendia, G. Z., & Ruiz, E. C. (2020). The sustainability of the territory and tourism diversification: a comparative analysis of the profile of the traditional and the oenologic tourist through the future route of wine in Malaga. *J. Bus. Econ.*, 11(1), 22-41. [https://doi.org/10.15341/jbe\(2155-7950](https://doi.org/10.15341/jbe(2155-7950)

- Delgado Urrecho, J.M., (2018). Más allá del tópico de la España vacía: una geografía de la despoblación. In A. Blanco, J. A. Chueca, S. López-Ruiz, & A. Mora. (Coords.) *Informe España 2018* (pp. 232-295). Universidad Pontificia Comillas.
- Díez Vial, I. (2011). Geographical cluster and performance: The case of the Iberian ham. *Food Policy*, 36 (4), 517-525. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.04.002>
- Dos Reis Lopes, C. M., Rengifo Gallego, J. I., & Correia Leitão, J. C. (2021). La relación de los productos agroalimentarios de calidad diferenciada con el turismo en España y Portugal. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (89). <https://doi.org/10.21138/bage.3020>
- Duchacek, I. D. & Duchacek, H. (2019). *The territorial dimension of politics: within, among, and across nations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429315244>
- eAmbrosia. The UE geographical indications register. <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/geographical-indications-register/>
- Eden, S., Bear, C., & Walker, G. (2008). Understanding and (dis)trusting food assurance schemes: consumer confidence and the 'knowledge fix'. *Journal of Rural Studies*, (24), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2007.06.001>
- Eldesouky, A., Mesias, F.J., Elghannam, A., & Escribano, M (2018). Can extensification compensate livestock greenhouse gas emissions? A study of the carbon footprint in Spanish agroforestry systems. *Journal of Cleaner Production*, (200), 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.279>
- Escribano, J. M. (2019). Arquitectura vernácula y paisaje en la comarca de Tentudía. Un binomio extraordinario para entender sus cortijos y casas de campo. In *XX Jornada de Historia de Fuente de Cantos: Arquitectura* (pp. 55-82). Asociación Cultural Lucerna.
- Esteban, S. & Climent, E. (2020). Patrimonio territorial y modelos productivos en las denominaciones de origen del vino: el caso del Valle del Ebro. In M.T. Fernández, R.C. Lois, M.A. Martín-Lou, M.C. Mínguez, M. Valenzuela, & A. Zárate (Eds.), *España, puente entre continentes* (pp. 398-409). Centro Nacional de Información Geográfica.
- Food and Agriculture Organisation. (2014). *Developing sustainable food value chains Guiding principles*. <http://www.fao.org/3/I3953E/I3953e.pdf>
- Fournier, S. & Muchnik, J., (2012). El enfoque «SIAL» (Sistemas Agroalimentarios Localizados) y la activación de los recursos territoriales. *Agroalimentaria*, 18(34), 133-144. <https://www.redalyc.org/pdf/1992/199222712011.pdf>
- Freitas Caetano, S. & Del Canto Fresno, C. (2014). Desarrollo Territorial, gobernanza y Denominaciones de Origen: El estudio de las "DOs" vitivinícolas de Mérida, Mondéjar y Uclés. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2), 65- 95. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n2.47073](http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47073)
- García Delgado, F. J., Domínguez Santos, D., & Pizarro Gómez, A. (2017). La industria cárnica del porcino ibérico en Jabugo (Huelva, España), 1997-2016. *Revista de Estudios Andaluces*, (34), 120-154. <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2017.i34.05>
- García, A., Perea, J., Acero, R., Angón, E., Toro, P., Rodríguez, V., & Gómez Castro, A.G. (2010). Structural characterization of extensive farms in andalusian dehesas. *Archivos de Zootecnia*, 59(228), 577-588. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922010000400011>
- Gásquez Abad, J.C., Martínez López, F., & Barrales Molina, V. (2011). Las indicaciones de origen protegidas como elemento de diferenciación de los productos agroalimentarios: el caso del Jamón de España. *Cuadernos de Gestión*, 12(2), 103-129. <https://doi.org/10.5295/cdg.100264jg>
- Gómez Benito, C. & Lozano, C. (2014). ¿Consumidores o ciudadanos? Reflexiones sobre el concepto de ciudadanía alimentaria". *Panorama social*, (19), 77-90. [https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS\\_PS/019art07.pdf](https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PS/019art07.pdf)
- González de Molina, M (2012). Argumentos ambientales para la renovación de la historia agraria. *Vínculos de Historia*, (1), 95-114. <https://vinculosdehistoria.com/index.php/vinculos/article/view/7>

- González Romero, G., Silva Pérez, R., & Cánovas-García, F. (2022). Territorialised Agrifood Systems and Sustainability: Methodological Approach on the Spanish State Scale. *Sustainability*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141911900>
- Goodman, D., DuPuis, E.M., & Goodman, M.K. (2012). *Alternative Food Networks. Knowledge, Practice and Politics*. Ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203804520>
- Goulart Rocha, F. & Tulla, A. F. (2015). Turismo agroalimentario en áreas de cultivo de manzana en la Región Sur de Brasil. *Cuadernos de Turismo*, (35), 211-230. <https://doi.org/10.6018/turismo.35.221581>
- Granado Díaz, R., Villanueva, A.S., Rodríguez Entrena, M., Salazar Ordóñez, M., Estévez, M., Sanz, A., & Manrique, T. (2021). ¿Existe un patrón de preferencias del consumidor diferente según el tipo de jamón ibérico?. *Información Técnica Económica Agraria-ITEA*, 117(5), 557-579. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.002>
- Herzon, I., Birge, T., Allen, B., Povellato, A., Vanni, F., Hart, K., Radley, G., Tucker, G., Keenleyside, C., Oppermann, R., Underwood, E., Poux, X., Beaufoy, G., & Pražan, J. (2018). Time to look for evidence: Results-based approach to biodiversity conservation on farmland in Europe. *Land Use Policy*, (71), 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.011>
- Horrillo Gallardo, A., Gaspar García, P., Díaz Caro, C., & Escribano Sánchez, M. (2020). Análisis económico-estructural de explotaciones ganaderas ecológicas en dehesas y pastizales de Extremadura. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, (256), 133-171. <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf%5FREEAP%2FPdf%5FREEAP%5Fr256%5F133%5F171%2Epdf>
- Hortelano Mínguez, L. A., Martín Jiménez, M. I., & Izquierdo Misiego, J. I. (2022). Potencial turístico del cerdo ibérico en Salamanca: patrimonio territorial y cultura inmaterial. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 20(2), 503-518. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2022.20.035>
- Ibáñez Jiménez, Á., Jiménez Olivencia, Y., Mesa Pedrazas, Á., Porcel-Rodríguez, L., & Zimmerer, K. (2022). A Systematic Review of EU-Funded Innovative Agri-Food Projects: Potential for Transfer between Territories. *Land*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/land11040519>
- Lamine, C., Bui, S., & Ollivier, G. (2015). Pour une approche systémique et pragmatique de la transition écologique des systèmes agri-alimentaires. *Cahiers de recherche sociologique*, (58), 95-117. <https://doi.org/10.7202/1036208ar>
- Leco Berrocal, F. & Mateos Rodríguez, A. B. (2015). Situación actual y perspectivas de la industria del porcino en Extremadura. *Revista de estudios extremeños*, 71(1), 689-706. [https://www.dip-badajoz.es/cultura/ceex/reex\\_digital/reex\\_LXXI/2015/T.%20LXXI%20n.%201%202015%20en.-abr/75858.pdf](https://www.dip-badajoz.es/cultura/ceex/reex_digital/reex_LXXI/2015/T.%20LXXI%20n.%201%202015%20en.-abr/75858.pdf)
- Leco Berrocal, F., Pérez Díaz, A., & Mateos Rodríguez A.B. (2017). Crisis demográfica en la Extremadura rural: valoración a través de los Grupos de Acción Local (2007-2014). *Cuadernos Geográficos*, 56(1), 76-100. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/4018>
- Linck, T. (2018). ¿Constituyen las Denominaciones de Origen palancas para la implementación de un desarrollo territorial sustentable y justo? In P. Pérez, A. González & W. Picado (Coords.), *Saberes de origen. Experiencias de México y Centroamérica* (pp. 27- 39). Ed. UNAM.
- López García, D., Benlloch Calvo, I., Calabuig Tormo, V., & Carucci, P. (2021). Las transiciones hacia la sostenibilidad como procesos de final abierto: Dinamización Local Agroecológica con horticultores convencionales de l'Horta de València". *Boletín de la Asociación Española de Geografía*, (88). <https://doi.org/10.21138/bage.2968>
- Martínez Arnáiz, M., Baraja Rodríguez, E., & Herrero Luque, D. (2021). Marca y territorio: entorno regulatorio y nuevas estrategias de diferenciación en las denominaciones de origen protegidas (DOP) vitivinícolas. In J. L. García Rodríguez (Ed.), *Libro de resúmenes de los trabajos del XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía* (pp. 315-316). AGE y Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna.
- Martínez-Arnáiz, M., Baraja-Rodríguez, E., & Herrero-Luque, D. (2022). Multifunctional Territorialized Agri-Food Systems, Geographical Quality Marks and Agricultural Landscapes: The Case of Vineyards. *Land*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/land11040457>

- Martínez Ruiz, M. P. & Jiménez Zarco, A. I. (2006). La potenciación del origen en las estrategias de marketing de productos agroalimentarios: objetivos, situación e implicaciones. *Boletín Económico de ICE*, (2880), 13-30.
- Mesías, F. J., Gaspar, P., Escribano, M., & Pulido, F. (2010). The role of protected designation of origin in consumer preference for iberian dry-cured ham in Spain. *Italian Journal of Food Science*, 22(4), 367-376. <https://www.researchgate.net/publication/255180013> The role of protected designation of origin in consumer preference for iberian dry-cured ham in Spain
- Millán Vázquez de la Torre, G., Amador, L., & Arjona Fuentes, J.M. (2016). La denominación de origen protegida “Los Pedroches” como ruta gastronómica del jamón ibérico: análisis del perfil del visitante y evolución futura. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-77.dopp>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2017). Denominaciones de Origen Protegidas e Indicaciones Geográficas Protegidas Supra-autonómicas (Pliegos de Condiciones). [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/htm/Copia\\_de\\_reglamentacion.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/htm/Copia_de_reglamentacion.aspx)
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). Datos estadísticos de DOP/IPG/ETG de España. Productos Agroalimentarios con DOP/IPG/ETG (2008-2020). <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/>
- Moragues Faus, A., Marsden, T., Adlerová, B., & Hausmanova, T. (2020). Building diverse, distributive, and territorialized agrifood economies to deliver sustainability and food security. *Economic Geography*, 96(3), 219-243. <https://doi.org/10.1080/00130095.2020.1749047>
- Oñate J.J., Pereira, D., Acebes, P., & García, E. (2014). *Propuesta metodológica para la identificación y valoración de Sistemas de Alto Valor Natural (Proyecto SAVN)*. WWF. [http://awsassets.wwf.es/downloads/wwf\\_savn\\_propuesta\\_metodologica\\_def.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/wwf_savn_propuesta_metodologica_def.pdf)
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (1958). *Lisboa- Sistema internacional para el registro de las denominaciones de origen y las indicaciones geográficas*. <https://www.wipo.int/lisbon/es/index.html>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2015). *Acta de Ginebra del Arreglo de Lisboa relativo a las Denominaciones de Origen y las Indicaciones Geográficas* (adoptado el 20 de mayo de 2015). <https://wipolex.wipo.int/es/text/371576>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2021). Principales disposiciones y ventajas del Acta Ginebra del Arreglo de Lisboa (2015). <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4346>
- Pérez Díaz, A. (1988). *Cambios y problemática en la dehesa. El Suroeste de Badajoz*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura.
- Pizarro Gómez A., García Delgado F. J., & Pérez-Mora, C. (2020). Cambios en la industria de transformación del cerdo ibérico en la Sierra de Huelva (2002-2020). *Cuadernos Geográficos*, 60(1), 203-224. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.15600>
- Pizarro Gómez, A., Šadeikaitė, G., & García Delgado, F.J. (2021). Changes of Dynamics in Local Productive Systems Based on the Iberian Pig Transformation Industry in Western Sierra Morena (Spain). *Land*, 10(1343). <https://doi.org/10.3390/land10121343>
- Poponi, S., Arcese, G., Mosconi, E. M., Pacchera, F., Martucci, O., & Elmo, G. C. (2021). Multi-actor governance for a circular economy in the agri-food sector: bio-districts. *Sustainability*, 13(9), 4718. <https://doi.org/10.3390/su13094718>
- Pulido, F. & Picardo, A. (Coord.) (2012). Libro verde de la dehesa. Documentos para el debate hacia una estrategia ibérica de gestión. <http://clubseniorextremadura.es/extre-noticias/LVD%202016.pdf>
- Ramírez García, S., Mancha Cáceres, O.M., & Del Canto-Fresno, C. (2016). Las agriculturas territorializadas, oportunidades y retos frente al paradigma agroindustrial. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* (62/3), 636-660. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.374>
- Rey Al., Amazán D., & García-Casco, M. J. (2013). A practical study on the feasibility of alpha and gamma-tocopherol quantification for distinguishing Iberian pig feeding systems. *Grasas y Aceites* 64(2), 148-156. <https://doi.org/10.3989/gya.130212>




- Rocchetti, G., Lucini, L., Calza, E., Odello, L., & Bavaresco, L. (2021). Wine metabolomics and sensory profile in relation to terroir: a case study focusing on different wine-growing areas of Piacenza province (Italy).
- Rodríguez, A. G. (2017). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sistemas alimentarios sostenibles: una propuesta para la formulación de políticas integradoras*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42356?show=full>
- Ruiz Pulpón, Á. R. & Plaza Tabasco, J. J. (2015). Distintivos de calidad agroalimentaria en Castilla-La Mancha (España). Influencia de la escala en la gobernanza territorial. *DRd-Desenvolvimento Regional Em Debate*, (5/2), 48-70. <https://doi.org/10.24302/drd.v5i2.991>
- San Miguel Ayanz, A. (1994). *La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión*. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- Sánchez de Ron, D., Elena-Rosellón, R., Roig Gómez, S., & García del Barrio, J. M. (2007). Los paisajes de dehesa en España y su relación con el ambiente geoclimático. *Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (22), 171-176. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4252050.pdf>
- Sánchez Hernández, J. L., Aparicio Amador, J., Alonso Santos, J. L., & Rodero González, V. (2009). Las Denominaciones de Origen: ¿una vía hacia el desarrollo territorial? El ejemplo de la DO Ribera del Duero. In J. Salom & J.M. Albertos (Eds.), *Redes socioinstitucionales, estrategias de innovación y desarrollo territorial en España* (pp. 67-98). Publications de la Universitat de Valencia.
- Sánchez Vega, L., Amaya Corchuelo, S., & Espinoza Ortega, A. (2019). Percepción de la calidad y confianza en el jamón ibérico. Perspectivas del consumidor y del vendedor. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* (29/54). <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.797>
- Sanz Cañada, J. (2014). Sistemas agroalimentarios locales y multifuncionalidad. Un enfoque de investigación en alimentos, ciencias sociales y territorio. In M.C. Del Valle Rivera (Coord), *El desarrollo hoy. Hacia la construcción de nuevos paradigmas* (pp. 87-103). Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
- Sanz Cañada, J. & García Azcárate, T. (2020). Paisajes, patrimonio y gobernanza territorial en sistemas agroalimentarios locales. *Estudios Geográficos*, 81(289), e043. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.202057.057>
- Sanz Pagés, A., Estévez María, M., & Manrique Gordillo, T. (2021). Identificación de necesidades tecnológicas en los procesos productivos de la agroindustria del cerdo ibérico. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, (257), 33-60. <https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf REEAP%5Cpdf REEAP r257 completa.pdf>
- Schmitz, M.F., Arnaiz Schmitz, C., & Sarmiento Mateos, P. (2021) High Nature Value Farming Systems and Protected Areas: Conservation Opportunities or Land Abandonment? A Study Case in the Madrid Region (Spain). *Land*, (10/721). <https://doi.org/10.3390/land10070721>
- Serrano, M. P., Ruiz de Dulanto, N., & Rey, A. I. (2020). Nuevas alternativas en la alimentación del cerdo Ibérico: uso de la avellana Gevuína. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 116(4), 338-352. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.009>
- Silva Pérez, R. (2010). La dehesa vista como paisaje cultural. Fisonomías, funcionalidades y dinámicas históricas. *Ería*, (82), 143-157. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/73747/Dialnet-LaDehesaVistaComoPaisajeCultural-3330772-1-15.pdf?sequence=1>
- Silva Pérez, R. & Fernández Salinas, V. (2015). Claves para el reconocimiento de la dehesa como paisaje cultural de Unesco. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 35(2), 121-142. [https://doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2015.v35.n2.50117](https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2015.v35.n2.50117)
- Soini, K., Pouta, E., Latvala, T. & Lilja, T. (2019). Agrobiodiversity Products in Alternative Food System: Case of Finnish Native Cattle Breeds. *Sustainability*, 11(12), 3408. <https://doi.org/10.3390/su11123408>
- Tolón Becerra, A. & Lastra Bravo, X. (2009). Los alimentos de calidad diferenciada. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible. *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, (6), 45-67. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/tolonarticulo.pdf>

- Torres Salcido, G. (2017). Apuntes sobre los Sistemas Agroalimentarios Localizados. Del Distrito Industrial al desarrollo territorial. *Estudios Latinoamericanos*, (40), 19-36. <https://doi.org/10.22201/cela.24484946e.2017.40.61575>
- Tregear, A., Arfini, F., Belletti, G., & Marescotti, A. (2007). Regional foods and rural development: The role of product qualification". *Journal of Rural Studies*, 23(1), 12-22. <https://doi.org/10.22201/cela.24484946e.2017.40.61575>
- Van Ittersum, K., Meulenbergh, M. T. G., Van Trijp, H. C. M., & Candel, M. J. J. M. (2007). Consumers' appreciation of regional certification labels: A pan-european study". *Journal of Agricultural Economics*, 58(1), 1-23. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2007.00080.x>
- Wiskerke, J. S. C. (2010). On places lost and places regained: Reflections on the alternative food geography and sustainable regional development. *International Planning Studies*, (14), 369-387. <https://doi.org/10.1080/13563471003642803>
- Yagüe, M. J. & Jiménez, A. I. (2002). Estrategias de diferenciación en los mercados agroalimenticios: la percepción de la imagen de la Denominación de Origen. *Investigación y Marketing*, (76), 31-35.


# El estilo de vida de la población alemana presente en la provincia de Málaga. Un análisis exploratorio de tipo cualitativo

The lifestyle of the German population located in the province of Malaga. An exploratory qualitative analysis


## AUTORÍA

Francisco José Cantarero Prados 

Departamento de Geografía, Universidad de Málaga, España.

Cristina Nieto Figueras 

Departamento de Desarrollo Rural de la Subdirección Técnica, Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA), España.

Jacqueline Sickert 

Facultad de Turismo, Universidad de Málaga, España.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.24381>

## CITACIÓN

Cantarero Prados, F.J., Nieto Figueras, C., & Sickert, J. (2023). El estilo de vida de la población alemana presente en la provincia de Málaga. Un análisis exploratorio de tipo cualitativo. *Investigaciones Geográficas*, (80), 171-192. <https://doi.org/10.14198/INGEO.24381>

## CORRESPONDENCIA


Francisco José Cantarero Prados ([ffcantarero@uma.es](mailto:ffcantarero@uma.es))

## HISTORIA

Recibido: 19 enero 2023  
Aceptado: 14 junio 2023  
Publicado: 19 julio 2023

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Este trabajo explora la manera de vivir de algunos expatriados alemanes en la provincia de Málaga, indagando sobre sus características y la visión que confieren al territorio que los acoge. La metodología combina un enfoque inductivo y cualitativo con otro complementario de orden cuantitativo. El primero se basa en entrevistas a una muestra de alemanes residentes que abordan temáticas sociales con implicaciones territoriales. El segundo usa el Padrón para caracterizar cuantitativamente la distribución y evolución de la colonia alemana. El grueso de esta se encuentra en la costa, aunque las mayores densidades se localizan en el interior. Los discursos recopilados muestran actitudes diversas y contextos económicos y sociales variados. Ofrecen una visión crítica y heterogénea sobre aspectos como: la gestión administrativa y los servicios, el estilo de vida y la idiosincrasia local, la comunicación con la población hispanoparlante o los desplazamientos a Alemania. Los hallazgos son numerosos y variados en virtud de los asuntos tratados. En algunos casos coinciden y en otros difieren con los estudios precedentes e invitan a ser tomados como referencia para su cuantificación estadística en nuevas investigaciones. Esto contribuiría a una gestión mejorada de la presencia de este contingente en la provincia de Málaga.

**Palabras clave:** Migrantes de estilo de vida; alemanes; análisis cualitativo; Málaga.

## Abstract

This study explores the way of life of a group of German expatriates in the province of Malaga. It analyses their characteristics and aspects related to living in the territory that hosts them. The methodology combines an inductive and qualitative approach with a complementary quantitative one. The first is based on interviews with a sample of German residents, addressing social issues with territorial implications. The second uses the Padrón to quantitatively characterise the distribution and evolution of the German colony. The bulk of the German colony is located on the coast, although the highest densities are in the interior. The discourses collected show diverse attitudes and diverse economic and social contexts. They offer a critical and heterogeneous view on aspects such as: administrative management or services, lifestyle and local idiosyncrasy, communication with the Spanish-speaking population or travel to Germany. The findings are numerous and varied due to the

wide range of issues addressed. In some cases, they coincide with previous studies, in others they differ and invite us to take them as a reference for statistical quantification in new studies. This would contribute to an improved management of the presence of this contingent in the province of Malaga.

**Keywords:** lifestyle migrants; Germans; qualitative analysis; Malaga.

## 1. Introducción

Se presenta un análisis exploratorio que aporta elementos que ayudan a comprender motivaciones, tendencias y hábitos en relación con la presencia de alemanes en la provincia de Málaga.

La mayor parte de los expatriados germanos presentes en este territorio encajan en el amplio perfil de “migrantes de estilo de vida”, que son caracterizados por Benson y O’Reilly (2009) como individuos relativamente acomodados que se trasladan a tiempo parcial o completo, de forma permanente o temporal, a lugares que, por diversas razones, significan en líneas generales “calidad de vida” para estos migrantes.

Este trabajo se fundamenta en un análisis cualitativo que emplea una metodología inductiva y exploratoria. Se trata de un acercamiento ya usado con frecuencia en la investigación sobre turismo de tipo residencial o similares (Huete et al., 2008; Mantecón, 2008; Rodes & Rodríguez, 2018, entre otros) y en especial sobre la demanda turística alemana y sus poblaciones migrantes de estilo de vida. Por ejemplo, en el caso concreto de Andalucía, la administración regional llegó a emitir de forma periódica un reporte sobre las preferencias turísticas del público alemán en origen (Junta de Andalucía, 2017), que para su elaboración recurre a fuentes como la consultora ReisenAnalyse, especializada en el análisis y caracterización del mercado turístico germano.

Por su parte, los métodos cualitativos también han sido empleados para caracterizar a las poblaciones alemanas de algunos puntos de la costa mediterránea. Hass (2015) lo usa con enfoque sociológico sobre los jubilados alemanes en Denia y Kissel (2001) y Kordel (2016) lo aplican al municipio de Torrox, Málaga. En este último caso, específicamente para la caracterización del ocio alemán desde la perspectiva de la teoría de la producción del espacio de Lefevre.

En el caso que ocupa este trabajo se emplea para descubrir en profundidad ciertos significados con los que algunos alemanes migrantes de estilo de vida dotan de sentido a los espacios que habitan en la provincia de Málaga. No es un objetivo de este trabajo la cuantificación de las opiniones o los discursos aprehendidos. Se trata de explorar esta realidad y aumentar el conocimiento sobre el encaje de la población alemana, lo cual puede servir de base a nuevos estudios que puedan centrarse en algunos de los aspectos descubiertos en este trabajo.

La definición de Benson y O’Reilly (2009) de los migrantes de estilo de vida es un paraguas amplio que sirve para abarcar a toda la población alemana objetivo de este estudio. Dentro de esta amplitud, distinguen tres subtipos. En primer lugar, los turistas residenciales, que se caracterizan por establecerse sobre todo en áreas costeras buscando el escape, el ocio, la relajación y el “turismo como forma de vida”. En segundo lugar, los buscadores del ideal rural y, por último, los burgueses bohemios, interesados por espacios que colmen sus aspiraciones artísticas, creativas o espirituales.

Fenómenos muy relacionados con la migración de estilo de vida, han sido denominados de forma diferente en la literatura que aborda este fenómeno. En España se ha empleado con profusión el término “turismo residencial”, el cual ha sido usado por numerosos trabajos en torno a una amplitud de criterios: temporalidad (King et al., 2000; Benítez & Raya, 2002); motivación (King, 2002; Dehoorne, 2002); estilo de vida (Betty & Cahill, 1998; Rodríguez, 2004; Bru, 2015); formas de interacción social (Gustafson, 2002; Duval, 2004) o implicaciones territoriales (Domínguez Martínez et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de su popularidad, el término “turista residencial”, según el enfoque que se observe, plantea restricciones que puede suponer limitantes. Navarro y Carvajal (2009) restringen esta tipología solo a los residentes no empadronados, sin embargo, en el lado contrario, Betty y Cahill (1996) incluyen en ella a turistas en una amplia variedad de situaciones.

Por tanto, dada la controversia que podría suscitar el término “turista residencial”, en este estudio se ha preferido usar el de “migrante de estilo de vida” (Benson & O’Reilly, 2009), dentro de cuyo amplio espectro son válidos tanto los turistas estacionales, como los que residen de forma cuasi-temporal en el área de estudio, con frecuencia empadronados, que normalmente viajan a sus países de origen en momentos concretos del año.

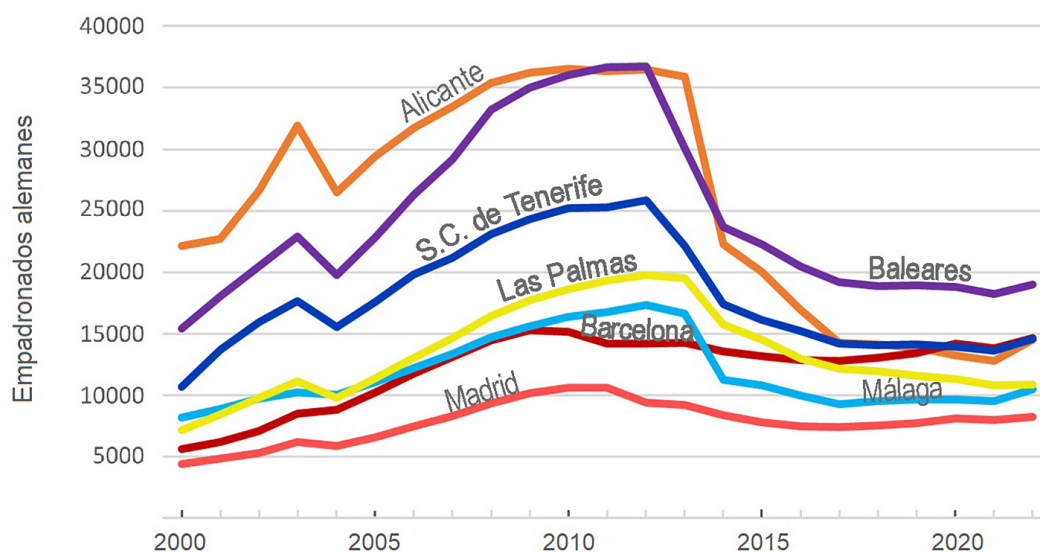
Alemania es un importante emisor de turistas más allá de sus fronteras. Según datos de RaisenAnalyse (Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen, 2020), para 2023, tras la crisis del coronavirus, se prevé se

vuelvan a emitir más de 52 millones de viajes, de los cuales aproximadamente 27 millones serán a países mediterráneos.

Muchos de los turistas que visitan la provincia de Málaga, no solo lo hacen en viajes cortos, sino que un importante contingente aparece empadronado en alguno de sus municipios. De hecho, si se comparan los datos de población de nacionalidad alemana recogidos en el Padrón (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2023) con la respectiva población total en cada una de las provincias españolas, se puede observar que Málaga es en 2022 la quinta con mayor densidad de alemanes empadronados.

La evolución demográfica de la colonia alemana ha sido fluctuante. En la Figura 1 se expone tanto la experimentada en Málaga como en las otras 6 provincias españolas con mayor cantidad de empadronados. En el caso de la Costa del Sol, el fenómeno del turismo residencial es tan importante que es objeto de monitoreo constante por el organismo de planificación turística de la diputación provincial —Turismo y Planificación Costa del Sol—, el cual emite un reporte anual sobre la evolución de este sector.

Figura 1. Evolución del empadronamiento de alemanes en las principales provincias receptoras de esta nacionalidad en España



Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía [IECA], 2023. Elaboración propia

Una de las razones por las cuales se ha elegido estudiar los alemanes migrantes de estilo de vida es el escaso tratamiento dado al turismo germano en Andalucía por parte de la investigación académica. Los trabajos que abordan el turismo residencial en Andalucía lo hacen con criterios distintos a la procedencia de los turistas (Raya Mellado, 2003; Segovia, 2018; Seguí, 2017; Navarro 2005 y 2006; Cruz & Fernández, 2018; Navas et al., 2019; Castilla & Rosa, 2019) y a la hora de abordar en exclusiva un mercado, se han centrado principalmente en el turismo británico (Paniagua, 1991; Delgado & Sortino, 2018; O'Reilly, 2000).

Si bien algunas investigaciones se han ocupado de forma parcial de los turistas residenciales de origen alemán, tanto en la Costa del Sol (Rodríguez et al., 1998) como a escala nacional (Garau Vadell & De Juan Videgaray, 2017), ninguno le ha dado atención exclusiva a excepción de Kissel (2001) y Kordel (2016), aunque solo sobre poblaciones ancianas y con enfoques muy específicos. En cambio, la producción científica sobre alemanes turistas o residentes en el extranjero es prolífica y sus enfoques son variados (Sastre, 2012; Huete & Mantecón, 2012; Dijst et al., 2005; Haas, 2015; Hannonen, 2018; Breuer, 2005; Müller, 2002; Jaisuekun & Sunanta, 2016).

Otra razón que anima este estudio es su utilidad para la planificación estratégica, toda vez que los efectos del Brexit y de la pandemia están aconsejando explorar mercados extra británicos. Según el portal inmobiliario Idealista (Marrero, 2022), en España los británicos han dejado de ser los principales demandantes de vivienda extranjeros en 2019 y 2020 y han sido relevados en el primer puesto por los alemanes en 2021 y 2022.

Otro hecho palpable al respecto son las estadísticas inmobiliarias emitidas por el Colegio de Registradores de la Propiedad (2022), que indican que en el último trimestre de 2022 en España por primera vez las propiedades adquiridas por ciudadanos alemanes superaron en número a las compradas por el resto de nacionalidades.

Por último, también interesa explorar la tendencia observada en el turista alemán, con una atracción creciente por la naturaleza y las distintas variedades asociadas al turismo sostenible (Turismo y Planificación Costa del Sol, 2020).

Se parte de la hipótesis de que el estudio cuantitativo de cualquier contingente poblacional poco conocido debe ser precedido por un análisis exploratorio de tipo cualitativo (Mantecón, 2008). Así pues, aunque las opiniones o discursos descubiertos en este trabajo no caracterizan cuantitativamente al contingente alemán en la provincia de Málaga, si pueden servir de referencia para implementar instrumentos estadísticos que midan su grado de difusión mediante técnicas cuantitativas. Es el llamado continuo cualitativo-cuantitativo de la investigación social (Newman & Benz, 1998).

Por tanto, este trabajo se propone como objetivo principal la generación de conocimiento sobre la situación y encaje de la población alemana presente en la provincia de Málaga de forma temporal o permanente. Esto se ha llevado a cabo a través de la caracterización de algunos modos de vida, tramas sociales, características, motivaciones o actitudes frente al territorio que los acoge de una muestra de los alemanes presentes en la provincia de Málaga. Todo ello, usando como fuente principal entrevistas personales que abordan aspectos diversos de sus experiencias vitales en la citada provincia.

## 2. Metodología

Este epígrafe se divide en 2 partes. En primera instancia se presenta y describe brevemente el área de estudio y, en segundo lugar, se detalla el procedimiento para la generación de conocimiento sobre el contingente alemán en la provincia de Málaga, así como su encaje en dicho territorio.

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio elegida ha sido la provincia de Málaga, la cual cuenta con una población de 1.717.504 habitantes a 1 de enero de 2022 (INE, 2023). La zona con diferencia más urbanizada es la franja litoral, conocida como Costa del Sol. Su actividad turística surge en los años 60, ligada sobre todo al “sol y playa”. Con el paso de los años esta costa se ha convertido en un destino maduro donde el turismo residencial ha desbordado los municipios litorales para expandirse hacia el interior. Por ello, este estudio ha entrevistado a ciudadanos alemanes presentes, no solo en la costa, sino en áreas interiores, más recientemente alcanzadas por los migrantes de estilo de vida.

En 2022 en toda la provincia aparecen registradas 175.068 personas procedentes de algún país del continente europeo (INE, 2023). Una importante proporción de sus visitantes, provenientes del centro y norte de Europa, llegan a Málaga a través su aeropuerto, el cuarto de España con casi 20 millones de pasajeros en 2019 (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea [AENA], 2022).

El área donde puede datarse la concentración original más importante de turismo residencial alemán es la costa de la Axarquía, concretamente el municipio de Torrox. Allí en los años 70, la constructora BAU Hoffmann levantó unas 3.500 viviendas (Rodríguez, 2015) sobre un antiguo humedal (García Manrique, 2000), que fueron adquiridas casi en su totalidad por ciudadanos alemanes. En la actualidad el consulado alemán en Málaga estima que en Andalucía existen entre 20.000 y 30.000 viviendas que son propiedad de ciudadanos germanos, estando la mayoría ubicadas a lo largo de toda la Costa del Sol (Barbotta, 2020).

### 2.2. Análisis cualitativo del encaje de la población alemana en la provincia de Málaga y breve descripción de su distribución y evolución

Esta segunda fase está subdividida en dos partes. En la primera se describe el procedimiento para caracterizar la evolución y distribución actual de la población alemana mediante datos cuantitativos del Padrón. En la segunda, de tipo cualitativo, se precisa la estrategia metodológica para conocer algunas de las características, opiniones y puntos de vista que la población alemana presente en la provincia de Málaga tiene del territorio que habita. Los datos cuantitativos sirven para poner en contexto las aportaciones derivadas del acercamiento cualitativo, y a su vez, la aproximación cualitativa sirve para interpretar los aportes de las fuentes cuantitativas.

#### 2.2.1. Breve descripción de la evolución y distribución de los empadronados alemanes

Se incluye, antes del posterior análisis exploratorio, un panorama de la distribución de los alemanes en la provincia de Málaga, así como su evolución reciente.

Para ello se han tomado los datos del Padrón de 2022 (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2023), con los que se han realizado tres cartografías que aparecen en la Figura 4 del apartado de resultados. Estas son:

1. Volumen de empadronados alemanes.
2. Densidad de empadronados alemanes. En ella se ha obtenido la proporción de ciudadanos de esta nacionalidad por cada 1.000 habitantes.
3. Grado de variación del empadronamiento de alemanes en el periodo 2000-2022.

Para la realización de este tercer mapa se ha tomado como referencia el dato de población alemana empadronada en 2000, sobre la cual se ha hallado el porcentaje de variación que frente ella supone el dato registrado en 2022.

### 2.2.2. Análisis cualitativo exploratorio a través de entrevistas

El procedimiento está orientado a la obtención de información primaria por consulta directa a través de entrevistas. Las fases metodológicas aparecen recogidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases metodológicas seguidas en el análisis cualitativo con entrevistas

1. FASE PREVIA A LA ENTREVISTA	1.1. Diseño de un guion/cuestionario amplio.	
	1.2. Búsqueda de entrevistados. Muestreo por cuotas combinado con bola de nieve (se busca representatividad de: áreas de interior y costa; diversidad de edades y trabajadores activos y jubilados).	
2. FASE DE ENTREVISTA	2.1. Entrevista semi-estructurada realizada por nativa alemana, vertiendo en el diálogo aspectos del guion, pero dejando que fluya la conversación (“dejar hablar al entrevistado”).	2.2. Grabación de la entrevista
3. FASE POSTERIOR A LA ENTREVISTA	3.1. Transcripción de la entrevista y traducción al español.	
	3.2. Procesamiento de los discursos y opiniones. Síntesis de las entrevistas: Tabulación y cuantificación de las opiniones sobre las temáticas comunes finalmente tratadas. Criterio: identificar las ideas, conceptos o significados relevantes y comunes a la mayoría de las entrevistas.	
	3.3. Redacción de los resultados. Lectura por parte del grupo de trabajo de las entrevistas traducidas y de los datos tabulados. Redacción conjunta del texto que aparece en el apartado de resultados.	

Elaboración propia

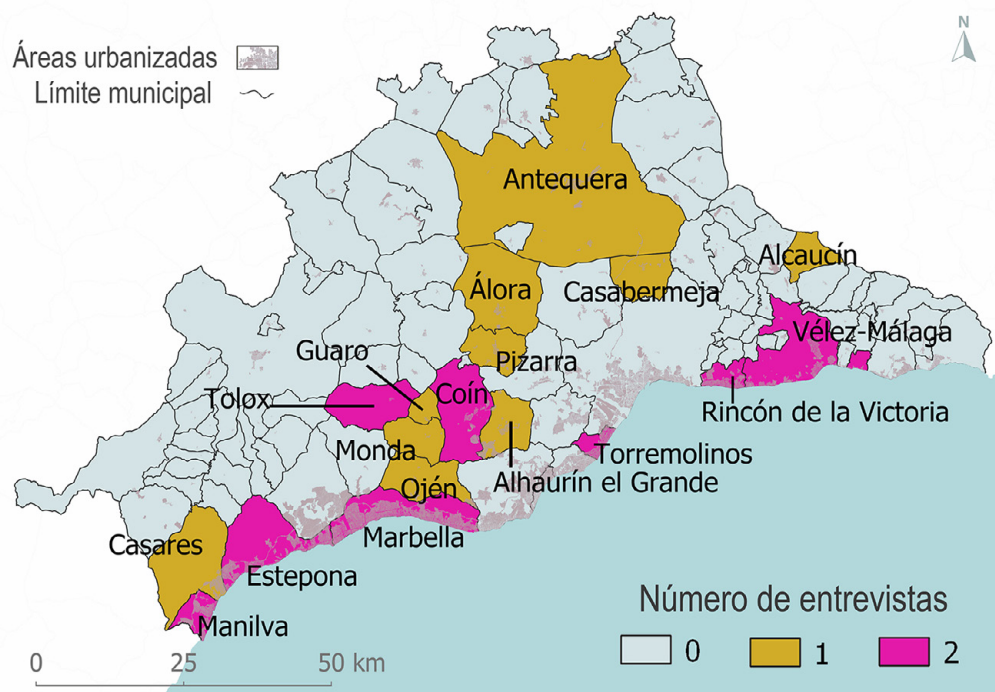
Las entrevistas abordaron temáticas diversas, fueron semi-estructuradas, con ítems abiertos y se orientaron a detectar los diferentes discursos presentes en el contingente de alemanes en la provincia de Málaga. Son entrevistas de más de tres horas de duración, en idioma alemán, todas realizadas por una de las firmantes de este trabajo, de nacionalidad alemana. El origen alemán de la entrevistadora ha permitido que el diálogo fluya, no solo a nivel formal —muchos entrevistados no dominan el español a la perfección— sino en aspectos de fondo, pues algunos de los temas tratados implican valoraciones personales de factores culturales o geográficos de la provincia de Málaga.

La entrevista se inicia con un bloque de cuestiones sobre la historia del entrevistado —cómo vive y por qué decidió elegir Málaga entre otras preguntas—. En segundo lugar se aborda la situación actual —si están jubilados o no y en su caso, en qué consiste su trabajo, sus ingresos aproximados, etc.— y continúa con los siguientes bloques temáticos: Percepción de las instituciones y los servicios de la zona; Impacto de la crisis económica de 2008; Nivel de vida; La cotidianidad; Sanidad; Impacto de la pandemia por covid-19 en el día a día; Consumo de ocio español y nivel de integración con la comunidad local; Tradiciones culturales propias alemanas; Desplazamientos a Alemania. En cada bloque se plantean las preguntas de forma que a continuación el entrevistado tenga un espacio para expresarse sin restricciones. Se llevaron a cabo de manera presencial a lo largo del mes de agosto de 2021 y, salvo 2, todas se realizaron en el lugar de residencia de los respectivos entrevistados. Fueron grabadas a excepción de aquellas en las que de forma expresa el entrevistado rechazó esta opción.

Para la selección de los entrevistados se usó un muestreo por cuotas que se combinó con otro por bola de nieve o encadenado (Beaud, 2016). El propósito fue contemplar la posible variabilidad discursiva derivada de que los residentes alemanes no son un todo indiferenciado. El factor decisivo que guio la selección fue el lugar de residencia —costa o interior—. En base al anterior, se eligió una muestra proporcional y representativa de la población, eligiendo personas de ambos géneros y diversas edades —desde 28 a 77 años—. Son 26 entrevistas repartidas por los municipios que aparecen en la Figura 2. A cada persona se le asignó un código de cuatro caracteres. Los tres primeros se corresponden con letras indicativas del municipio o localidad donde el sujeto entrevistado está afincado. El cuarto es un número para diferenciar a personas entrevistadas en un mismo municipio.

El fin último de este procedimiento es sintetizar los diversos discursos que puedan darse en torno a los temas propuestos. Una vez develados patrones en las respuestas son clasificados y resumidos. Esta labor se llevó a cabo por parte de tres personas: la entrevistadora y los otros dos firmantes del trabajo. Una vez transcritas, traducidas y leídas las entrevistas, se analizó el contenido de las mismas en varias sesiones de trabajo donde se buscó identificar las ideas, conceptos o significados relevantes y comunes a la mayoría de las entrevistas. Como último paso, se resumieron en cuadros y se redactaron los resultados.

Figura 2. Lugar y número de entrevistas practicadas en el análisis cualitativo



Fuente: IECA, 2022. Elaboración propia

### 2.2.3. Aplicación de la metodología en la fase de entrevistas

Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 4 horas. Excepto dos, todas se realizaron en la residencia de los entrevistados.

Se consiguió un elevado grado de representatividad a pesar del limitado número de entrevistas — $n=26$ —. El 50 % se llevó a cabo en municipios costeros y la otra mitad en municipios del interior. La edad mediana es de 59 años y la media de 55. Por franjas, los menores de 55 años suponen el 27 % de los entrevistados, mientras que los comprendidos entre 55 y 64 años son el 42 % y los de 65 o más el 31 %. El único desajuste viene dado por la proporción por sexos, pues sobre todo se entrevistaron a mujeres —77 %—. Esto se debe a que el reparto de tareas o roles respondía, de forma general, a esta doble asignación: mujeres en funciones compatibles con la permanencia en las residencias, hombres en actividades externalizadas. El 58 % son personas que desarrollan algún tipo de actividad económica, ya sea por cuenta propia o ajena, mientras que el 31 % se encuentran jubilados y una pequeña proporción —11 %— indicaron estar prejubilados. El listado de los entrevistados y sus características principales pueden verse en la Tabla 2. Además, en la Figura 3 se puede observar la cantidad de entrevistas en función del Estado federado de procedencia.

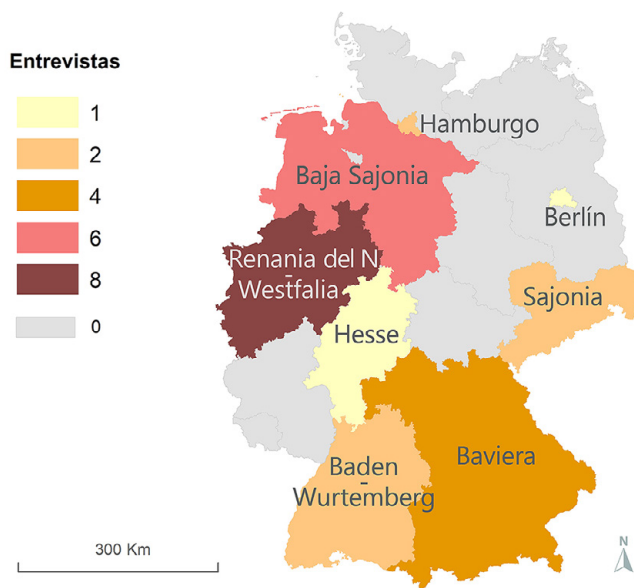


Tabla 2. Listado y características de los entrevistados

Código entrevistado	Sexo	Edad (años)	Estado federado de residencia anterior en Alemania	Lugar de Residencia España	Profesional en activo o jubilado
TRM1	F	59	Baja Sajonia	Torremolinos (Costa)	Activa
RVC1	M	71	Baja Sajonia	Rincón de la Victoria (Costa)	Jubilado
RVC2	F	68	Baja Sajonia	Rincón de la Victoria (Costa)	Jubilada
MNV1	F	28	Renania del Norte-Westfalia	Manilva (Costa)	Activa
MNV2	M	34	Renania del Norte-Westfalia	Manilva (Costa)	Activo
TRM2	F	59	Baviera	Torremolinos (Costa)	Activa
VMG1	F	61	Baviera	Vélez-Málaga (Costa)	Pre-Jubilada
EST1	F	56	Sajonia	Estepona (Costa)	Activa
EST2	F	61	Hesse	Estepona (Costa)	Activa
CAS1	F	60	Hamburgo	Casares (Costa)	Activa
MRB1	F	69	Baja Sajonia	Marbella (Costa)	Activa
MRB2	M	71	Baviera	Marbella (Costa)	Jubilado
BNJ1	M	76	Berlín	Benajafate (Vélez-Málaga) (Costa)	Jubilado
COI1	F	30	Baja Sajonia	Coín (Interior de la prov.)	Activa
OJE1	F	56	Renania del Norte-Westfalia	Ojén (Interior de la prov.)	Activa
COI2	M	77	Baja Sajonia	Coín (Interior de la prov.)	Jubilado
VFG1	F	37	Sajonia	Villafranco del Guadalhorce (Alh. el Grande) (Interior de la prov.)	Activa
ATQ1	F	34	Renania del Norte-Westfalia	Antequera (Interior de la prov.)	Activa
GUA1	F	69	Baden-Wurtemberg	Guaro (Interior de la prov.)	Jubilada
ALO1	F	33	Baviera	Álora (Interior de la prov.)	Activa
PIZ1	F	63	Baden-Wurtemberg	Pizarra (Interior de la prov.)	Pre-Jubilada
CBJ1	F	41	Renania del Norte-Westfalia	Casabermeja (Interior de la prov.)	Activa
TLX1	F	54	Renania del Norte-Westfalia	Tolox (Interior de la prov.)	Pre-Jubilada
TLX2	M	52	Renania del Norte-Westfalia	Tolox (Interior de la prov.)	Activo
ALC1	F	52	Hamburgo	Alcaucín (Interior de la prov.)	Jubilada
MON1	F	65	Renania del Norte-Westfalia	Monda (Interior de la prov.)	Jubilada

Elaboración propia

Figura 3. Número de entrevistas según el Estado federado de procedencia



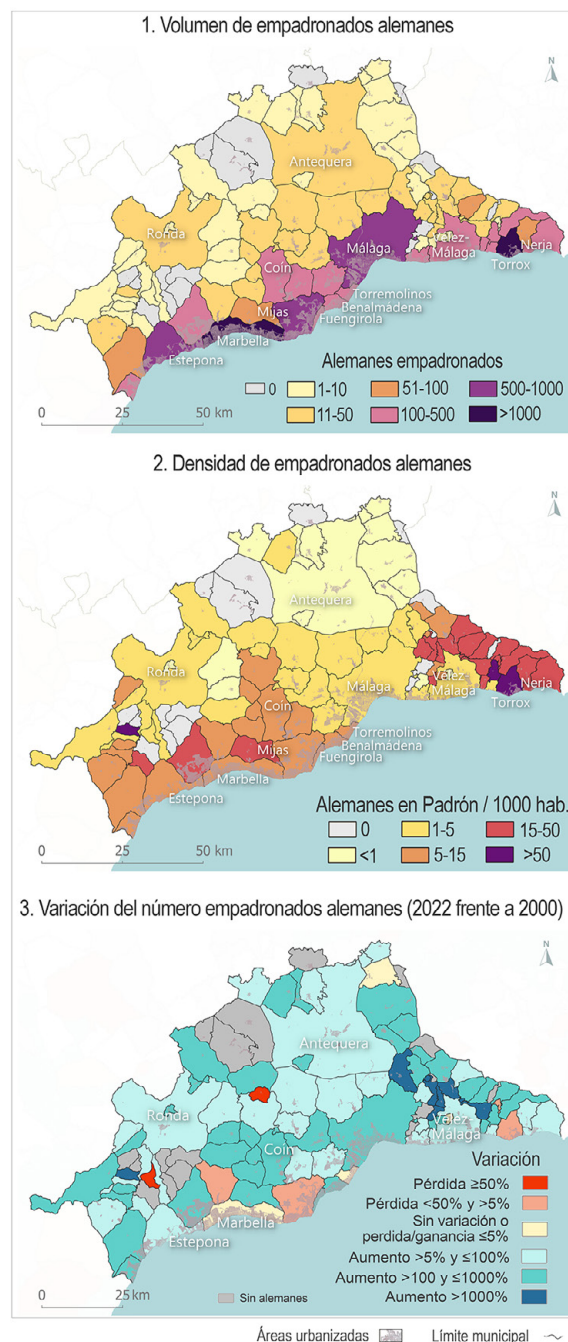
Fuente: Eurostat (2021). Elaboración propia

### 3. Resultados

#### 3.1. Distribución y evolución reciente de los alemanes registrados en el Padrón

La provincia de Málaga contaba en 2022 con 10.452 alemanes empadronados (IECA, 2023). El mayor volumen de población se encuentra en la costa y en los municipios colindantes del interior —ver mapa 1 de la Figura 4—. Dada la menor población absoluta de estos últimos, la importancia relativa de la colonia alemana en ellos es mayor —ver mapa 2 de la Figura 4—. Tal circunstancia es particularmente característica de la comarca de la Axarquía, en el extremo oriental de la provincia, y en menor medida de la Costa del Sol Occidental y su traspais. De hecho, en las últimas dos décadas la población germana ha aumentado sobre todo en los municipios del interior cercanos a la costa —ver mapa 3 de la Figura 4—, en especial en la Alta Axarquía —al norte de Vélez-Málaga—, y se ha estancado, o incluso ha descendido, en los que históricamente aglutinaron a la mayoría de residentes de esta nacionalidad —Torrox, Marbella, Mijas o Torremolinos—.

Figura 4. Distribución, densidad y evolución de los registrados alemanes en el Padrón



Fuente: IECA, 2022 y 2023. Elaboración propia

### 3.2. Resultados de la exploración cualitativa a través de las entrevistas

A continuación, se exponen las características, actitudes y patrones de integración en la provincia de Málaga presentes en los discursos recabados de las entrevistas a la muestra de ciudadanos alemanes. Se abordan separadamente por temáticas y además aparecen sintetizados en las Tablas 3 y 4.

#### 3.2.1. Motivaciones y contexto económico y social de los entrevistados

Se detectan dos grandes tendencias que motivan el establecimiento en Málaga de los alemanes entrevistados. Por un lado, los que han vacacionado en Málaga u otras partes del país para después tomar la decisión de pasar largas temporadas o establecerse en la provincia. Por otro, un pequeño conjunto, formado en su mayoría por trabajadores autónomos, que ni siquiera han estado con anterioridad en otras partes de España.

El tiempo que llevan en Málaga es variado, oscila entre más de 20 años y unos pocos meses.

Los principales factores que motivaron su llegada a la provincia de Málaga son el clima —46 %—, el carácter de la población autóctona —27 %—, el coste de la vida —15 %—, motivos laborales —11,5 %— o sentimentales —27 %—.

Aunque no todos son aspectos positivos. La masificación de áreas costeras, sobre todo la Costa del Sol Occidental, ha inducido a algunos residentes entrevistados a cambiar de residencia o al menos estar barajando esa posibilidad. Por el contrario, todas aquellas personas entrevistadas en áreas menos urbanizadas, como la Axarquía —incluso su costa— o el resto del interior de la provincia, declaran que se sienten bien en el lugar elegido.

Las experiencias previas como turistas vacacionales influyeron mucho en su decisión posterior de residir en Málaga. Un 70 % había visitado España en numerosas ocasiones. Algunos hasta en más de 20. Al principio esas visitas no eran a Málaga, pero finalmente terminaban recalando en la provincia para, a la postre, repetir en varias ocasiones antes de decidirse a residir o pasar largas temporadas. Dentro de este grupo se observan toda clase de edades, no solo jubilados sino también prejubilados, mayores de 50 años —conocidos en Alemania como *Jungen Alten* (Otten, 2008)— y también de otras edades, incluso jóvenes menores de 30.

De manera global, los entrevistados —un 77 %— declaran que en general los ingresos que tienen les proporcionan un buen nivel de vida en Málaga. Esta valoración es casi total entre los alemanes laboralmente activos, ya sea por cuenta ajena o propia y también en los jubilados.

##### a) Los jubilados

Este grupo de ciudadanos mayormente ha sido entrevistado en áreas de interior —Vélez-Málaga, Guaro, Alhaurín el Grande, Alcaucín—. Todos están registrados en el Padrón excepto uno.

La mayoría de los jubilados entrevistados —75 %— declaran que su pensión les permite disfrutar de una capacidad adquisitiva mayor de la que tendrían en Alemania, sobre todo a aquellos que no tienen vivienda en propiedad en aquel país.

Para estos retirados, el tiempo declarado de estancia en España es un factor muy relevante a efectos económicos. Si aun figurando en el Padrón declaran estar menos de 183 días en el país, son considerados “no residentes” a efectos tributarios y no deben rendir cuentas al fisco español.

En caso contrario, aquellos que declaran estar más de medio año en el país están obligados a tributar en España en virtud del Convenio hispano-alemán para evitar la doble imposición y evitar la evasión fiscal (Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, 2012). Esto los obliga de facto a generar ingresos en España.

Con independencia de su estatus fiscal, se observa por sus respuestas que en general les importa más la calidad de vida que el mayor o menor poder adquisitivo.

##### b) La población en edad activa

La mayoría de los trabajadores autónomos entrevistados llegaron a Málaga para ubicarse en municipios costeros. Algunos incluso fueron captados por anuncios clasificados en la prensa alemana —17 %—. Buena parte de ellos ejercen profesiones liberales —dentista, veterinario— o han emprendido negocios, como por ejemplo un alojamiento rural. En su caso también algunos ya habían vacacionado en otras partes de España —87 %— mientras que otros ni siquiera habían estado antes en el país —13 %—.

Tabla 3. Resumen de algunas respuestas (I)

Epígrafe	Asunto	Resultado	
Aplicación de la Metodología (Perfil entrevistados)	Lugar de las entrevistas	Municipios costeros	50 %
		Municipios del interior	50 %
	Edad de los entrevistados	< 55 años	27 %
		54-65 años	42 %
		> 65 años	31 %
	Género	Hombre	23 %
		Mujer	77 %
	Ocupación	Trabajadores	57 %
		Prejubilados	12 %
		Jubilados	31 %
Motivaciones y contexto económico y social	Factores de atracción de la provincia de Málaga	Clima	46 %
		Carácter población autóctona	27 %
		Coste de la vida	15 %
		Motivos laborales	11,5 %
		Motivos sentimentales	27 %
		Visitantes frecuentes	70 %
		Adecuada relación ingresos económicos/nivel de vida	77 %
	Capacidad adquisitiva de los jubilados	Mayor que en Alemania	75 %
	Trabajadores en edad activo	Captados por anuncio en prensa	17 %
		Vacacionaron con anterioridad	87 %
		No vacacionaron con anterioridad	13 %
	Opinión sobre los ingresos en España	No dan estabilidad económica	40 %
	Impacto de las crisis económicas	No les afectó la crisis del 2008	90 %
		Sí les afectó la crisis covid-19	46 %
	Percepción de las instituciones y los servicios del entorno	Consideran la burocracia más lenta que en Alemania	62 %
		Se surten de bienes y servicios en negocios establecimientos cercanos	88 %
Registrados en tiendas online		15 %	

Elaboración propia

Se ha entrevistado a 13 personas que trabajan por cuenta propia y a 2 por cuenta ajena.

TLX2 —52— vive en Tolox —Sierra de las Nieves—. Realiza trabajos de albañilería y cuida la propiedad vacacional de un finlandés que pasa la mayor parte del tiempo en su país de origen. Su actividad relacionada con el turismo no ha cesado ni siquiera por la pandemia por covid-19.

Por su parte, CAS1 tiene una propiedad en Casares, la cual ha dividido para dedicar una parte al alquiler turístico. La mayoría de sus clientes son alemanes. Esta circunstancia ha hecho que su actividad caiga de forma notable durante la pandemia, no obstante, trabaja como veterinaria, lo cual la ha ayudado a sobrellevar la crisis.

EST2 y OJE1 tienen respectivamente albergues para mascotas en Estepona y Ojén. Su actividad consiste en recoger animales abandonados en la provincia de Málaga y llevarlos a Alemania para darlos en adopción; ambos establecimientos se sustentan con donaciones. En su caso la crisis por la covid-19 les afectó sensiblemente al principio, dadas las limitaciones de movilidad impuestas. Sin embargo, a medida que estas se fueron relajando, han podido remontar su situación, llegando incluso a incrementar de forma considerable sus envíos a Alemania, si se comparan con los del periodo pre-pandémico. VFG1 es una veterinaria en Villafranco del Guadalhorce que asiste a ambos albergues.

MRB2 es un odontólogo jubilado en Alemania que labora como dentista en su clínica propia en Marbella. MRB1 le ayuda como asistente en algunas ocasiones. Esta última además trabaja como homeópata en Alemania, por lo cual viaja unas 6 veces al año a su país de origen, por periodos de 2 a 3 semanas. La pandemia la ha afectado mucho a nivel laboral debido a las restricciones a la movilidad.

MNV1 y MNV2 son productores de televisión que viven con su hijo en Manilva, acaban de llegar de Alemania hace 4 meses. Realizan películas producidas en Alemania con localizaciones en España y tienen 2 empleados a su cargo en su país natal.

EST1 —61— vive en Estepona; trabaja de autónoma para una Empresa de Trabajo Temporal en Alemania, lo cual le permitió desplazarse a vivir en España durante la pandemia por covid-19. Indica, que las facilidades para el teletrabajo le van a permitir quedarse de manera permanente una vez que la pandemia está remitiendo.

BNJ1 —71— está jubilado en Alemania, pero tiene un hotel de 160 habitaciones en Benajárfes —Vélez-Málaga— con actividades que giran en torno al yoga.

En el sector turístico también están ocupadas ALO1 —El Chorro, 33—, PIZ1 —Pizarra, 63—. La primera se dedica a tiempo parcial a la agricultura y tiene una vivienda rural que alquila con fines turísticos, aunque la pandemia le ha afectado mucho. No se ha desplazado a Alemania desde 2019 pues tiene 4 caballos y otras mascotas, que le impiden dejar su vivienda por días; la segunda es pre-jubilada y propietaria junto a su marido español de una vivienda en Pizarra, la cual abre a grupos de cruceristas que recalán en el puerto de Málaga para mostrarles sus producciones de cítricos y degustar paella.

Como se puede observar, buena parte de los servicios derivados de la actividad laboral de los entrevistados están dirigidos a población de origen alemán y de otras nacionalidades diferentes a la española que están en la provincia de Málaga. En especial aquellos de profesiones liberales. Un claro ejemplo es el odontólogo —MRB1— de Marbella.

En otro nivel se sitúan aquellos que residen en la provincia de Málaga, pero sus servicios se dirigen a empresas o personas radicadas en Alemania; es el caso de los propietarios del albergue para animales —EST1 y OJE1—, los productores de cine —MNV1 y MNV2—, la homeópata —MRB1— o COI1, que usa su propio teléfono para trabajar de teleoperadora en idioma inglés y alemán en su casa en Coín. Al mismo tiempo intenta iniciar un negocio de turismo rural. Ni siquiera en aquellos casos en los que las actividades desempeñadas están en teoría más abiertas a ser demandadas por cualquier nacionalidad se llega a dar la circunstancia de que los receptores de sus servicios sean en su mayoría españoles.

Alrededor de un 40 % de los entrevistados declaran que los ingresos de sus actividades en España no generan cantidades suficientes para tener una vida más o menos estable en lo económico. Por ello declaran que necesitan recurrir a sus ahorros generados en su mayor parte en Alemania. Esta situación incluso se ha agravado debido a la covid-19.

Por otro lado, aquellos entrevistados que trabajan por cuenta ajena para empresas o instituciones públicas sí manifiestan tener ingresos sobrados.

Llama la atención la distinta percepción de las crisis económicas por parte de los entrevistados si se compara con lo experimentado por sus vecinos españoles. De los 11 entrevistados que residían en España en el año 2008, 10 no reconocen haber pasado la crisis que tan graves efectos tuvo en la mayoría de la población española. Sin embargo, la desfavorable coyuntura económica, social y sanitaria derivada de la covid-19 sí ha afectado a una mayor cantidad de entrevistados —46 %—.

### 3.2.2. Percepción de las instituciones y los servicios del entorno

El conocimiento por parte de los entrevistados de las instituciones municipales y de sus regidores es muy diferenciado en función del tipo de localidad. En las más rurales, pequeñas del interior, los entrevistados indican saber quién es el alcalde y las funciones que tiene el ayuntamiento, sin embargo, las opiniones sobre la administración municipal se tornan negativas en áreas más urbanizadas de la costa.

La mayoría de los entrevistados —62 %— declara que los trámites en general son más lentos y complejos que en Alemania, siendo Extranjería y la Dirección General de Tráfico [DGT] las dos administraciones supra-municipales más frecuentadas por los alemanes entrevistados.

En relación con la sanidad, se observan tres discursos. Por un lado, los usuarios de la sanidad pública, que comentan de forma positiva su experiencia; por otro, aquellos que aun habiendo necesitado acudir a ella se han abstenido porque dicen no fiarse de la sanidad pública, prefiriendo ir a la medicina privada; por último,

el resto de entrevistados que no ha necesitado ir todavía al médico, la mayoría son personas relativamente jóvenes, que además no llevan demasiado tiempo en sus respectivos lugares de residencia.

En general, la mayoría de los entrevistados hace acopio de bienes y servicios en su entorno próximo. Un 88 % declara que compra si es posible en establecimientos cercanos, sin necesidad de desplazarse a centros comerciales o recurrir a la compra online. Esta situación casi no varió a lo largo de la pandemia por covid-19. Solo cinco entrevistados se dieron de alta en tiendas online.

Muchos entrevistados conocen a otros compatriotas que se dedican, o bien al turismo, o bien a ofrecer servicios especializados para alemanes, como el de restauración, panadería, etc.

### 3.2.3. Relaciones sociales y el impacto de la pandemia por covid-19

Con respecto a las relaciones sociales con otros alemanes en la zona, la mayoría de personas —88 %— tiene contactos o amistad con compatriotas.

La sensación que se desprende de las entrevistas es que no existe la necesidad acuciante de relacionarse con otros alemanes. Un 31 % busca conscientemente juntarse de vez en cuando en alguna reunión con compatriotas, mientras que el restante 69 % no tiene inquietud al respecto. De hecho, se deriva también de las conversaciones mantenidas, que ninguno de los entrevistados manejó como factor en la búsqueda de su vivienda la cercanía de otros compatriotas.

Tabla 4. Resumen de algunas respuestas (II)

Epígrafe	Asunto		Resultado
Relaciones sociales y el impacto de la pandemia por covid-19	Tienen contacto o amistad con otros alemanes en la provincia de Málaga		88 %
	Buscan conscientemente relacionarse con otros compatriotas		31 %
	No buscan conscientemente relacionarse con otros compatriotas		69 %
	Covid-19 no impactó negativamente en sus relaciones sociales		77 %
	Negacionistas de la covid-19		23 %
	Usan internet en su vida diaria		100 %
	Motivo desplazamiento a España	La pandemia por covid-19 fue la razón para desplazarse a Málaga	
Poder teletrabajar durante la pandemia covid-19		11,5 %	
Idiosincrasia, integración cultural y ocio	Única tradición alemana que mantienen es la gastronómica		54 %
	Conocimiento de un supermercado especializado en productos alemanes en Torrox		90 %
	Gusto por el estilo de vida español de vivir más la “vida en la calle”		100 %
	Realizan actividades de ocio ligadas a la cultura y a socializar		42 %
	Tipologías turísticas preferidas	Cultural	
En la naturaleza		85 %	
De bienestar		35 %	
Comunicación con la población local	Dominio del español	Lo hablan en mayor o menor medida	81 %
		Lo hablaban antes de residir en España	19 %
		Nivel menor de fluidez	27 %
		No lo hablan	15 %
Desplazamientos desde y hacia Alemania	Pasan la mayoría del año en Málaga		81 %
	Desplazamientos hacia Alemania	1 o 2 veces al año	77 %
		< 1 vez al año	11,5 %
		Nunca	11,5 %
	Visitas de familiares o amigos	Sí reciben	92 %
No reciben		2 %	

Elaboración propia

La pandemia por covid-19 no ha impactado significativamente en las relaciones sociales de la mayoría de los entrevistados —77 %—. Uno de los motivos principales que llama la atención es la opinión negacionista de algunos entrevistados —23 %—.

Todos los entrevistados sin excepción comentan que utilizan internet de forma diaria en mayor o menor medida. Para todos los casos se usa para estar en contacto con amigos o familiares en Alemania y en algunos otros también por aspectos laborales o cuestiones como ver los medios de comunicación alemanes online.

La pandemia por covid-19 no ha supuesto para estos alemanes un incentivo para modernizar sus dispositivos móviles o sus ordenadores. Comentan al respecto que, si han adquirido nuevos aparatos o contratado mejores conexiones es solo por querer mejorar, pero no por las circunstancias vividas.

Cabe mencionar que ALC1 comenta que no tiene internet wifi en casa, sino que utiliza un teléfono móvil con un servicio de datos para su conexión a la red porque no sabe si se va a mudar a otro lugar dentro de la provincia de Málaga. Algunos usuarios añaden —GUA1, RVC1 y RVC2— que la cuota mensual de su servicio de internet les parece un poco cara.

La pandemia por covid-19 fue el detonante para que un grupo de entrevistados —19 %— tomara la decisión de desplazarse desde Alemania a la provincia de Málaga con el fin de vivir la mayor parte del tiempo. La mayoría aduce que la situación en Alemania había empeorado y preferían venir a un lugar más tranquilo. De hecho, la posibilidad de teletrabajar con motivo de la pandemia permitió al 11,5 % de los entrevistados mudarse a España.

#### 3.2.4. Idiosincrasia, integración cultural y ocio

Cuestionados acerca de la forma de ser, cultura y valores germánicos, los entrevistados resaltan, en general, que las únicas “tradiciones” alemanas que siguen manteniendo en España son las gastronómicas —54 %—. Al respecto, para conseguir ingredientes específicos para sus comidas, en general no requieren más que ir a sus respectivos supermercados más cercanos: “Aldi o Lidl tienen de todo” —entrevista MRB1 & MRB2, COI1—.

Allí donde la población alemana está más concentrada existe incluso algún establecimiento especializado, como por ejemplo un supermercado alemán en Torrox. La mayoría de los entrevistados lo conocen —90 %—.

Con respecto a los hábitos alemanes, TRM2, CBJ1, TLX1 y TLX2 destacan el valor de la puntualidad, que en España no es nada estricta.

A la mayoría de los alemanes entrevistados les gusta el modo de vida español y disfrutan de la “vida en la calle”. La totalidad coincide en que es un modo de vida diferente al de Alemania, donde la población suele vivir más encerrada en sus casas. Una buena parte hace una vida parecida a la de los vecinos españoles, acudiendo a bares y restaurantes de su zona de residencia.

El carácter de la población autóctona, con la que estos alemanes conviven, es comentado también. Al respecto, el discurso general es positivo; la totalidad de los entrevistados dice que la forma de ser de la población malagueña es muy abierta. En algunos casos se resalta por encima del de otras partes de España, aunque en otros se matiza que el desarrollo turístico y eventos como la pandemia por covid-19 han cambiado algo esta idiosincrasia.

Las actividades de ocio que practican los entrevistados pueden agruparse en 2 tipos. Por un lado, aquellas que podrían enmarcarse en las características del estilo de vida *slow*; son actividades calmadas, muchas practicadas al aire libre y en la naturaleza. Por otro lado, se detecta también un grupo de entrevistados —42 %— que realizan actividades de ocio ligadas a la cultura y a socializar.

Las experiencias turísticas preferidas están en la línea de lo expresado para las de ocio. La mayoría menciona que prefiere el turismo cultural —65 %— y en la naturaleza —85 %—. También se menciona específicamente el turismo de “bienestar” —34%—.

Los lugares preferidos por los entrevistados dentro de la provincia de Málaga, o sus inmediaciones, suelen coincidir con el de residencia o, al menos, con sus rasgos básicos —interior o costa—. De hecho, una mayoría de los entrevistados recomendarían a otras personas la visita al lugar que han escogido para vivir en la provincia de Málaga, aunque el factor de la saturación turística se observa en algunas respuestas. Así, TLX1 y TLX2, de Tolox, reconocen que los cercanos municipios de Casarabonela, Alozaina y Yunquera son bonitos, pero no los darían a conocer a otras personas porque prefieren que “no se sature de gente extranjera” y, por su parte, las recomendaciones de TRM1 y TRM2 —Torremolinos— apuntan a lugares cercanos de las provincias de Sevilla, Cádiz o Huelva, pero no al propio Torremolinos, dada su sobrecarga urbanística y turística.

### 3.2.5. Comunicación con la población local

La mayoría de los entrevistados —81 %— se puede manejar en español en mayor o menor medida. Algunos —19 %— ya lo hablaban antes de llegar a vivir. En muchos casos la fluidez depende del tiempo de estancia en el país. Dentro de este grupo, los que lo hablan con menor desenvoltura —27 %— comentan que su nivel es el suficiente para relacionarse en supermercados, establecimientos de restauración, etc. A pesar de que algunos comentan que lo hablan bien, dicen que no se pueden entender de forma precisa cuando se trata de trámites burocráticos.

Cabe destacar que hay dos razones diferentes para no saber español por parte de las 4 únicas personas que no lo hablan. Por un lado, las personas más jóvenes aducen que en su ambiente laboral no se habla español —ya sea por teletrabajo o por trabajo presencial— y, por otro lado, una minoría de los jubilados no tienen intención de aprenderlo.

### 3.2.6. Desplazamientos desde y hacia Alemania

La casi totalidad de los entrevistados pasa la mayoría del año en Málaga —81 %— desplazándose a Alemania con una frecuencia variable. Se observa también que los entrevistados en la costa lo hacen con algo más de asiduidad que los del interior.

En función de la frecuencia, se detectan dos grupos: los que van Alemania una o más veces al año —20 entrevistados— y los que dejan pasar más de un año —3 entrevistados—. Los aspectos laborales o familiares parecen determinar la frecuencia de estos viajes.

Una alta proporción de los jubilados alemanes indicó que en otras ocasiones ha viajado a su país en los meses de verano, aprovechando el aumento de las temperaturas, algo que además comentan es muy usual entre los retirados germanos en España.

Por otra parte, la gran mayoría de entrevistados —92 %— recibe visitas de familiares o amigos procedentes de Alemania. La cantidad y frecuencia de las visitas es diversa.

De los resultados obtenidos, se advierten dos factores que influyen de forma negativa en el número de visitas recibidas: el tiempo que llevan residiendo en Málaga —o al menos fuera de Alemania— y la edad. En este sentido, las únicas dos personas que no reciben ningún tipo de visita son TRM2, que lleva en Torremolinos más de 30 años, y COI2, jubilada que comenta que no tiene familia.

## 4. Discusión de resultados

A nivel cuantitativo los resultados obtenidos en cuanto a la distribución y evolución de la población alemana en la provincia son similares a los obtenidos por Cantarero et al. (2022) puesto que la fuente original tanto en ese trabajo como este es el Padrón. Sin embargo, como se ha observado en las entrevistas, no todos los alemanes entrevistados están registrados en el Padrón. En atención a ese problema, existen metodologías de cuantificación de residentes no declarados en los registros padronales (Navarro & Carvajal, 2009) que podrían emplearse para afinar esta cuantificación. Sin embargo, dada la naturaleza de las fuentes que usan y su complejidad metodológica, su aplicación a toda una provincia se antoja complicada y merecedora de un trabajo en exclusivo orientado a tal objetivo.

En cuanto a los resultados del apartado cualitativo, como se ha podido observar, el clima es la principal motivación por la que estos alemanes eligieron la provincia de Málaga. Esta circunstancia está claramente alineada con los rasgos principales de los migrantes de estilo de vida expuestos Benson y O'Reilly (2009). También se detecta como preferencia principal en investigaciones precedentes dedicadas al turismo residencial de distintas nacionalidades en la Costa del Sol (Cuartero et al., 2020) y también de los alemanes en la isla de Gran Canaria (Breuer, 2005).

El carácter de la población local es otro de los factores más valorados por los entrevistados. En este aspecto existe coincidencia con los hallazgos de Romero et al. (2020) para la Costa del Sol.

La conectividad aérea es fundamental para el crecimiento del contingente alemán en la provincia. Como se observa en los resultados, la casi totalidad de los entrevistados realizan los viajes a Alemania en avión; así como sus visitantes desde aquel país. Este aspecto es tanto más importante cuanto más alejado y desconectado por vía terrestre se encuentren los destinos, como este, en relación con Alemania. De ahí que existan trabajos precedentes que señalen también el valor trascendental de las conexiones áreas para los turistas



residenciales alemanes. Un ejemplo es el de Canarias (Breuer, 2005) u otros migrantes de estilo de vida de diversas nacionalidades entrevistados por Romero et al. (2020).

Precisamente el progreso de los transportes y las comunicaciones, y el acicate de la digitalización acelerada, como consecuencia de la pandemia por covid-19, está favoreciendo la aparición de nuevos perfiles de migrantes, detectados en este trabajo, que han llegado a instalarse en la provincia de Málaga sin haber estado antes en ella y ni siquiera en España.

Lo anterior está en línea con el aumento creciente de los viajes internacionales, lo cual, como se ha indicado, favorece el acercamiento de territorios físicamente alejados; circunstancia que propicia la mezcla de espacios tradicionalmente de ocio y de trabajo (Larsen et al., 2007) y fomenta estilos de vida cada vez más móviles, dándose el caso de individuos que viven en varios lugares a la vez (Beck, 1998; Rodes & Rodríguez, 2018). A tal grado, que en los últimos años se ha popularizado el término “nómada digital” (Hannonen, 2020), un tipo de migrante que en la ciudad de Málaga supone una demanda de alojamiento que crece de forma exponencial, siendo además la alemana la segunda nacionalidad más demandante en esta ciudad según datos de la plataforma Homelike (La Opinión de Málaga, 2021).

Sería de gran interés evaluar el potencial de la provincia de Málaga y otros destinos para recibir este tipo de nuevos migrantes. En algunos casos este tipo de profesionales forman parte de la citada “clase creativa”, para la cual la Costa del Sol es un destino atrayente (Romero et al., 2020)

Junto a lo anterior, y por lo observado en este trabajo, sigue predominando el modelo clásico que atrae a estos residentes extranjeros por haber estado de vacaciones con anterioridad en el área de destino. Sobre todo, en el caso de los jubilados; algo ya señalado en trabajos precedentes como los de Casado-Díaz et al. (2004)

Estos retirados suelen permanecer en Málaga durante la mayor parte del año y viajar a Alemania en los meses estivales. Patrón de movimiento tradicional de los residentes noreuropeos en España ya documentado para la Costa del Sol (Kordel, 2016) y también para los jubilados alemanes en Mallorca (Friedrich & Kaiser, 2002) o Tenerife (Breuer, 2005). Además, en esta última isla se detectó que los residentes estacionales, que viajan más a Alemania, se sitúan en la costa, mientras que los permanentes se ubican sobre todo en áreas interiores; algo que también parece darse en la provincia de Málaga a tenor de lo expresado en las entrevistas.

Como se ha visto, durante el tiempo que pasan los alemanes entrevistados en la provincia de Málaga gustan de realizar excursiones por los alrededores de sus respectivas áreas de residencia. De esta forma mantienen actitudes turísticas frente al territorio que los acoge, lo cual parece ser una característica general observada en otras áreas receptoras de alemanes migrantes de estilo de vida (Weidinger & Kordel, 2015).

Esta inquietud de exploración del territorio, que está muy asociada al disfrute de actividades en la naturaleza, coincide con las observaciones de Haas (2015) en los retirados alemanes de Denia. Según sus observaciones, la familia se puede vivir con éxito a distancia, especialmente a través de la comunicación y las visitas. Este fenómeno también ha sido observado por este trabajo, ya que los alemanes entrevistados indican que trabajan y mantienen sus relaciones en la lejanía gracias a que se conectan a diario a internet.

En general la mayoría se puede comunicar en español —salvo excepciones—, aunque algunos no lo hablen con total fluidez, coincidiendo con lo documentado por Kisell (2001) para el municipio de Torrox, Cuartero et al. (2020) para toda la Costa del Sol o Sastre (2012) en el caso de Mallorca. Prueba de esta circunstancia es que una buena parte usa la sanidad pública; quedando además atrás los problemas iniciales de acceso de los ciudadanos extranjeros a los servicios públicos de sanidad y bienestar (Warnes, 2002).

La adaptación al modo de vida local también es otro hecho destacado en las entrevistas. El gusto por vivir más en la calle y menos encerrados en casa parece acercarlos algo más a la comunidad local que a la turista. Algo también señalado por Haas (2015) en el caso de jubilados alemanes en Denia. No sucede lo mismo con otros turistas residenciales en otras partes del mundo. Por ejemplo, en el caso de Tailandia, los alemanes prefieren vivir en áreas turísticas rodeados de otros extranjeros y turistas (Jaisuekun & Sunanta, 2016). En un nivel intermedio se encuentran los jubilados suecos en España, buscando “crear un espacio social para sí mismos entre, por un lado, turistas y el turismo, y por otro, el español, la españolidad y las normas de integración” (Gustafson, 2002, p. 899).

Quizá la adaptación también se vea aún más fomentada porque algunos entrevistados eligieron para residir pueblos poco populosos del interior de la provincia de Málaga, donde es más susceptible que su idiosincrasia germana quede diluida en el contexto local. La predilección por estas áreas se ve refrendada por los datos del Padrón, que refleja en los últimos años un aumento de los alemanes en algunos municipios del interior

de la provincia. De hecho, en comarcas como la Axarquía se han constituido políticamente y concurrido a las elecciones municipales bajo la marca “Save Our Homes Axarquía” junto a otros residentes extranjeros (Gran Axarquía Comunicación, 2019).

Como se ha revelado en este trabajo, una parte de la población alemana residente trabaja, ya sea como asalariada o autónoma. Comentan algunos de estos entrevistados que algunas de estas actividades económicas son fruto de la necesidad de obtener ingresos para hacer frente a las obligaciones fiscales en España, pues indican que en Alemania ganarían más, pero prefieren la calidad de vida que tienen en el país que los acoge. Esto coincide plenamente con uno de los rasgos propios de las migraciones de estilo de vida establecido por Stone y Stubbs (2007), quienes indican que los sujetos protagonistas de estos movimientos migratorios ponen en marcha pequeñas empresas y actividades de autoempleo cuya razón principal es conseguir ingresos para sostener sus aspiraciones de estilo de vida, por encima de hacer negocio.

La tendencia a una vida reposada y ligada a la naturaleza de algunos entrevistados no solo se aprecia en sus aficiones sino en la actividad profesional de algunos. Algunos de estos entrevistados viven en zonas rurales, más tranquilas y alejadas de las áreas urbanas más pobladas. Este hallazgo coincide con el patrón de estilo de vida detectado por Haas (2015) en los retirados alemanes de Denia —Alicante— y además es una tendencia que se alinea con la existencia de una mayoría de población alemana en reconocidos destinos turísticos alternativos como Cabo de Gata, Tarifa o áreas despobladas en espacios naturales protegidos, como la vertiente nororiental de Sierra Nevada (Cantarero et al., 2022). Este carácter explorador se hace manifiesto también en otros grupos de alemanes y en otros momentos históricos, como por ejemplo con las sociedades excursionistas creadas por algunos alemanes residentes en Madrid a finales del siglo XIX e inicios del XX (Mollá Ruiz-Gómez, 2009) o con las actuales colonias de germanos establecidas en Paraguay, a donde recientemente han arribado huyendo de la pandemia, las restricciones y el estrés (Deutsche Welle, 2021). Es un perfil que podría encajar con lo que Benson y O’Reilly (2009) denominan “buscadores de ideales rurales”. Aunque también en este trabajo se han podido observar las otras tipologías establecidas por ambas investigadoras: los “turistas residenciales” y “burgueses bohemios”.

Este último perfil encaja por ejemplo con BNJ1, el propietario del hotel que se dedica a actividades relacionadas al yoga. El mencionado estilo de vida reposado, valorado por algunos alemanes entrevistados es también una característica considerada como factor de atracción para la clase creativa en la Costa del Sol (Romero et al., 2020) y además una de las tendencias de especial interés para la elaboración de planes turísticos en municipios del interior de la provincia como Coín (Guevara et al., 2016). Además, quizá la búsqueda de espacios amplios y libres suscitada en la crisis por covid-19 sea un factor que se haya sumado a los anteriores como elemento de atracción de alemanes hacia el interior de la provincia, a la vez que los expulsa de algunos espacios turísticos maduros y muy urbanizados de la costa —destacan Torremolinos y Benalmádena—. De hecho, en el análisis cuantitativo practicado se ha observado que la tendencia actual en algunos municipios costeros es al descenso.

Por último, merece la pena traer a la discusión el método empleado, pues el análisis cualitativo practicado en este trabajo ha requerido de extensas entrevistas. Estas se realizaron a personas que dieron su aprobación para mantener encuentros de varias horas de duración, accediendo a ser grabadas y ofreciendo además su domicilio. Estas circunstancias han servido para obtener cuantiosa información, aunque, por otro lado, limitan el número de personas que se prestan a ser entrevistadas. Por esta razón se decidió elegir la técnica de bola de nieve (Beaud, 2016), a fin de alcanzar una cantidad de entrevistados suficientes. Ello no significa un problema para los objetivos de este trabajo, cuyo enfoque es cualitativo y está orientado a recabar los discursos principales, no las frecuencias (Van Maanen, 1983). Para conocer la representatividad estadística de las opiniones expuestas será necesario nuevos trabajos que las puedan tabular y disponer, por ejemplo, en una encuesta que pueda ser distribuida de forma más sistemática.

Podría considerarse oportuno incidir en aspectos como: el nivel de atracción de las áreas del interior de la provincia, el grado de repulsión de algunos espacios turísticos maduros del litoral, el tipo de actividades de ocio y recreación más demandadas por los turistas y/o residentes alemanes, o el ya mencionado desarrollo de la modalidad migratoria de “nómadas digitales”, entre otros temas interesantes. El conocimiento generado serviría para orientar la implementación de programas públicos dirigidos a mejorar la experiencia turística/residencial de la población alemana en Málaga, sin olvidar, por supuesto al conjunto de la población local.

## 5. Conclusiones

Los alemanes en la provincia de Málaga son mayoría en la costa, aunque se da la circunstancia de que los municipios con mayor número de empadronados —Marbella, Mijas y Torrox— han disminuido su población si se compara con las cifras del año 2000. En sentido contrario, las comarcas interiores como Valle del Guadalhorce, Sierra de las Nieves o Axarquía han experimentado aumentos de población alemana. Este aporte hace que la densidad de alemanes en los municipios serranos más despoblados sea elevada. Es el caso del interior de la comarca de la Axarquía.

En algunos casos los puntos de vista y discursos registrados en las entrevistas —análisis cualitativo— son variados y no unánimes. A pesar de ello, a modo de conclusión, se pueden señalar las siguientes características y actitudes:

- Predomina el clásico perfil de migrante de estilo de vida que ya había visitado España en numerosas ocasiones previas, sin embargo, también se incorporan teletrabajadores y profesionales cuya actividad laboral se desarrolla en idiomas distintos al español —alemán o inglés—.
- El clima ha sido un factor determinante para elegir la provincia.
- En algunos casos la elección de recalar en Málaga fue tomada tras haber conocido otras partes de España, dándose la circunstancia de no haber visitado previamente la provincia de Málaga.
- La pandemia por covid-19 ha sido un acicate para que algunos entrevistados tomaran la decisión de desplazarse a la provincia de Málaga a teletrabajar, lo cual ha sido posible por los avances en la digitalización y las buenas conexiones por internet.
- Se detectó un cierto desencanto entre residentes de las zonas más turísticamente saturadas de la costa. Esto ha inducido a que algunos entrevistados se planteen trasladar su residencia a zonas urbanísticamente menos densificadas, ya sea del interior de la provincia o de otras provincias andaluzas. Esta circunstancia se antoja lógica a luz de la evolución demográfica observada a través de los datos padronales, donde, a grandes rasgos, el interior gana población alemana y algunas áreas costeras pierden.
- Por su parte, los entrevistados en el interior expresaron su preocupación porqué en los últimos años el calor veraniego es cada vez menos soportable. De todas maneras, la mayoría de los alemanes se desplaza en verano hacia su país natal, sobre todo de los retirados.
- Los jubilados entrevistados declaran en su mayoría tener un mayor poder adquisitivo en España que en Alemania. Sea como fuere, en general, les importa más la calidad de vida que los aspectos económicos.
- Se observa una tendencia a viajar con mayor asiduidad a Alemania entre los entrevistados en la costa, siendo menos frecuentes los desplazamientos hacia su país natal entre los del interior.
- Buena parte de los trabajadores autónomos prestan servicios a turistas alemanes o de otras nacionalidades o han orientado su negocio a satisfacer las necesidades de la propia colonia alemana.
- Las aficiones de una buena parte de los entrevistados son propias de un estilo de vida pausado y conectado con la naturaleza.
- En línea con lo anterior, se aprecia también una tendencia hacia el desempeño laboral en actividades en la naturaleza, relajadas o alternativas.
- Ninguno de ellos consideró la proximidad de otros compatriotas como un factor a tener en cuenta a la hora de buscar vivienda.
- Se han adaptado al modo de vida español, más proclive que el de su país de origen a pasar el tiempo libre en espacios abiertos.
- Valoran de forma positiva el modo de ser de la población local, aunque algunos indican que su carácter a veces adolece de superficialidad.
- En general se manejan con mayor o menor fluidez en español, aunque se detectan dos tipos de excepciones a esta regla general: por un lado, trabajadores altamente especializados, cuyo ambiente laboral es en otro idioma distinto al castellano; por otro, algunos jubilados que declaran no tener interés alguno en el idioma local.

- El conocimiento de las instituciones es tanto mayor cuanto más pequeño es el municipio de residencia. Al punto de que, en las localidades más pequeñas de la Axarquía, los alemanes y otros europeos residentes se han erigido como organización política.

Los hallazgos presentados son una aportación orientada a mejorar el conocimiento sobre el estilo de vida del contingente alemán en Málaga y su encaje en dicho territorio. Merece la pena seguir profundizando en su caracterización, no solo en esta provincia sino en Andalucía u otras áreas mediterráneas. El panorama aquí presentado es un aporte en este sentido y debe animar a plantear nuevos estudios que puedan profundizar en aspectos aquí explorados. La coyuntura actual se antoja favorable, en un contexto en el que la adquisición de inmuebles en España por parte de alemanes ha superado por primera vez al de los británicos y con una demanda de viajes vacacionales repuntando tras los peores años de la covid-19. Así pues, la generación de conocimiento sobre el encaje de la colonia alemana en España es conveniente, tanto para mejorar la calidad de los servicios turísticos ofertados como para ordenar y planificar mejor el territorio de acogida.

## Referencias

- Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea. (2022). *Informe anual 2019 AENA*. [https://www.aena.es/sites/Sa\\_tellite?blobcol=urldata&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1576856792052&ssbinary=true](https://www.aena.es/sites/Sa_tellite?blobcol=urldata&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1576856792052&ssbinary=true)
- Barbotta, H. (2020, April 23). Extranjeros con viviendas en la Costa piden volver cuanto antes. *Diario Sur*. <https://www.diariosur.es/marbella-estepona/extranjeros-viviendas-costa-20200422214603-nt.html>
- Beaud J. (2016). L'échantillonnage. In Gauthier, B. (Ed.), *Recherche sociale: de la problématique a la collecte des données* (6th ed.). (pp. 251-288). Editorial Université du Québec.
- Beck, U. (1998). *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*. Paidós.
- Benítez, J.J. & Raya, P. (2002). Concepto y estimación del turismo residencial en Andalucía. *Papers de Turisme*, (31-32), 66-89.
- Benson, M., & O'Reilly, K. (2009). Migration and the search for a better way of life: a critical exploration of lifestyle migration. *The Sociological Review*, 57(4), 608-625. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2009.01864.x>
- Betty, C. & Cahill, M. (1996). Social and health problems of older British expatriates on the Costa del Sol, In *Convergence or Diversity? Social policy in Europe*. Social Policy Association Conference.
- Betty, C. & Cahill, M. (1998). Consideraciones sociales y sanitarias sobre los inmigrantes británicos mayores en España, en particular los de la Costa del Sol. *Migraciones*, 3, 83-115.
- Breuer, T. (2005). Retirement Migration or rather second-home tourism? German Senior Citizens on the Canary Islands. *Die Erde*, 136(3), 313-333.
- Bru, P. (2015). La vida breve de la ciudad de veraneo, análisis de planes para un turismo residencial: Costa Blanca 1959-1973. *Quaderns de Recerca en Urbanisme*, (5-6), 137-157. <https://doi.org/10.5821/gru.9592>
- Cantarero, F.J., Nieto, C. & Sickert, J. (2022). German residential tourists and residents in Southern Spain (Andalusia). Distribution and recent evolution. In A. Abreu, D. Liberato, J. C. Garcia (Eds.), *Advances in Tourism, Technology and Systems. Selected Papers from ICOTTS 2021, Volume 1* (pp. 421-434). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-1040-1>
- Casado-Díaz, M., Kaiser, C., & Warnes, A. M. (2004). Northern European retired residents in nine southern European areas: Characteristics motivations and adjustment. *Ageing and Society*, 24(3), 353-381. <http://dx.doi.org/10.1017/S0144686X04001898>
- Castilla, A. & Rosa, C. (2019). La dispersión urbana de los residentes europeos en el territorio almeriense. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, (200), 293-310. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76732>
- Colegio de Registradores de la Propiedad. (2022). *Estadística Registral Inmobiliaria. 1er trimestre 2022*. [https://www.registradores.org/documents/33383/1181487/ERI\\_2022\\_1T.pdf/6cc18c13-84f6-96a6-e1cd-cf19c057bda2?t=1652339481618](https://www.registradores.org/documents/33383/1181487/ERI_2022_1T.pdf/6cc18c13-84f6-96a6-e1cd-cf19c057bda2?t=1652339481618)
- Cruz, E. & Fernández, A. (2018). Construcción, turismo y necesidad de Vivienda en el litoral de Andalucía. In T. Mazón (Ed.), *Turismo residencial. Nuevos estilos de vida: de turistas a residentes* (pp. 333-354). Editorial Universidad d'Alacant.
- Cuartero, A., de Vicente Domínguez, A. M., & Báez de Aguilar González, F. (2020). Migrantes europeos en la Costa del Sol: análisis de la audiencia alemana en el consumo de los medios extranjeros en el proceso de integración europea. *Doxa Comunicación*, (31), 107-129. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n31a5>
- Dehoorne, O. (2002). Tourisme, travail, migration: interrelations et logiques mobilitaires. *Revue Européenne des Migrations Internationales*, 18(1), 7-36. <https://doi.org/10.4000/remi.1676>
- Delgado, J. & Sortino, J. (2018). Evolución y Desarrollo del turismo residencial británico en la provincial de Málaga y Costa del Sol. In T. Mazón (Ed.), *Turismo residencial. Nuevos estilos de vida: de turistas a residentes* (pp. 187-199). Editorial Universidad d'Alacant.
- Deutsche Welle (2021, December 3). *Alemanes buscan refugio en Paraguay* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=a285hmUXvw4&t=3s>.

- Dijst, M., Lanzendorf, M., Barendregt, A., & Smit, L. (2005). Second homes in Germany and the Netherlands: Ownership and travel impact explained. *Sociale Geografie*, 96(2), 139-152. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2005.00446.x>
- Domínguez Martínez, L., Martí Ciriquíán, P., & Nolasco Cirugeda, A. (2016). Turismo residencial de extranjeros en la Costa Blanca: su manifestación territorial y estudio de casos representativos. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 20, Artículo 547. <https://doi.org/10.1344/sn2016.20.17170>
- Duval, D.T. (2004). Mobile Migrants: Travel to Second Homes. In Hall, C.M. & Müller, D.K. (Eds.), *Tourism, Mobility and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground* (pp. 87-96). Channel View Publications. <https://doi.org/10.21832/9781873150825-008>
- Eurostat. (2021). Geographic Information System of the Commission [Data set]. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/nuts>
- Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen. (2020). *Selected first results of the 50th Reiseanalyse for the ITB 2020*. [https://reiseanalyse.de/first-results/#flipbook-df\\_3696/1/](https://reiseanalyse.de/first-results/#flipbook-df_3696/1/)
- Friedrich, K. & Kaiser, C. (2002). Deutsche Senioren unter der Sonne Mallorcas: das Phänomen Ruhesitzwanderung. *Praxis Geographie*, 32(2), 14-19.
- Garau Vadell, J.B. & De Juan-Vigaray, M.D. (2017). International residential tourist shopping styles: a study of British and German citizens in Spain. *Tourism Economics*, 23(3), 485-505. <https://doi.org/10.5367/te.2015.0512>
- García Manrique, E. (2000). Los espacios turísticos del litoral andaluz. *Cuadernos Geográficos*, (30), 43-76. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1955>
- Gran Axarquía Comunicación. (2019, November 25). *SOHA continuará defendiendo la legalidad de sus licencias* [video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=1ZyOa\\_g-L0I&t=30s](https://www.youtube.com/watch?v=1ZyOa_g-L0I&t=30s)
- Guevara, A., Navarro, E., Cerezo, A., Habegger, S., & Romero, Y. (2016). *Líneas de estrategias de turismo de Coin. 1*. <https://coin.es/el-ayuntamiento-y-la-uma-presentan-las-lineas-estrategicas-de-turismo-en-coin>
- Gustafson, P. (2002). Tourism and seasonal retirement migration. *Annals of Tourism Research*, 29(4), 899-918. [https://doi.org/10.1016/S0160-7383\(01\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0160-7383(01)00084-6)
- Haas, R. H. (2015). *Nuevas Formas de Envejecer: Migración Internacional de Retirados y Redes Sociales Transnacionales - los Alemanes Mayores en Denia*. [Doctoral thesis, Universidad de Murcia]. Repositorio Institucional de la Universidad de Murcia. <http://hdl.handle.net/10201/45707>
- Hannonen, O. (2018). Second home owners as tourism trend-setters: a case of residential tourist in Gran Canaria. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, 6(4), 345-359. <https://www.jsod-cieo.net/journal/index.php/jsod/article/view/152/135>
- Hannonen, O. (2020). In search of a digital nomad: defining the phenomenon. *Information Technology and Tourism*, 22(3), 335-353. <https://doi.org/10.1007/S40558-020-00177-Z>
- Huete, R., Mantecón, A., & Mazón, T. (2008). ¿De qué hablamos cuando hablamos de turismo residencial?. *Cuadernos de Turismo*, (22), 101-121. <https://revistas.um.es/turismo/article/view/48091>
- Huete, R., & Mantecón, A. (2012). La participación política de los residentes británicos y alemanes en España: El caso de San Miguel de Salinas, Alicante. *Norte Grande*, (51), 81-93. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022012000100005>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (2022). *Datos Espaciales De Referencia de Andalucía. Repertorio de bases cartográficas referidas a la comunidad autónoma de Andalucía*. [Data set]. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/index.htm>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (2023). *Explotación del Padrón municipal de habitantes del INE*. Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. [Data set]. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/index2.htm>
- Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Estadística del Padrón continuo*. [Data set]. <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?type=pcaxis&path=/t20/e245/p08/&file=pcaxis&dh=0&capsel=2>

- Jaisuekun, K. & Sunanta, S. (2016). Lifestyle Migration in Thailand: A Case Study of German Migrants in Pattaya. *Thammasat Review*, 19(2), 89-104. <https://sc01.tci-thaijo.org/index.php/tureview/article/view/105438>
- Junta de Andalucía. (2017). *¿Cómo adaptar mejor sus estrategias comerciales al mercado alemán?. Comportamiento y últimas tendencias*. Sistema de Análisis y Estadística del Turismo de Andalucía. <https://multimedia.andalucia.org/saeta/estrat-aleman.pdf>
- King, R. (2002). Towards a New Map of European Migration. *International Journal of Population Geography*, 8, 89-106. <https://doi.org/10.1002/ijpg.246>
- King, R., Warnes, T., & Williams, A. (2000). *Sunset lives. British Retirement Migration to the Mediterranean*. Berg Publishers.
- Kissel, J. (2001). *Residentialtourismus und Internationale Ruhesitzwanderung am Beispiel der deutschen Kolonie in der Gemeinde Torrox (östliche Costa del Sol / Andalusien)*. [Proyecto de fin de Carrera inédito]. Universidad de Colonia.
- Kordel, S. (2016). The production of spaces of the 'good life' – the case of lifestyle migrants in Spain. *Leisure Studies*, 35(2), 129–140. <https://doi.org/10.1080/02614367.2014.962592>
- La Opinión de Málaga. (2021, September 29). Aumenta un 442% la demanda para vivir y teletrabajar en Málaga. *La Opinión de Málaga*. <https://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2021/09/27/aumentan-442-demanda-vivir-teletrabajar-57737259.html>
- Larsen, J., Urry, J., & Axhausen, K. W. (2007) Networks and tourism: Mobile social life. *Annals of Tourism Research*, 34 (1), 244-262. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2006.08.002>
- Mantecón, A. (2008). Procesos de urbanización turística. Aproximación cualitativa al contexto ideológico. *Papers: Revista de Sociología*, 89, 127-144. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v89n0.751>
- Marrero, D. (2022). *Los pueblos pequeños preferidos por los extranjeros para comprar casa en España*. Idealista. <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2022/04/27/796220-los-pueblos-pequenos-preferidos-por-los-extranjeros-para-vivir-en-espana>
- Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación. (2012, July 30). Convenio entre el Reino de España y la República Federal de Alemania para evitar la doble imposición y prevenir la evasión fiscal en materia de impuestos sobre la renta y sobre el patrimonio. *Boletín Oficial del Estado*, 181. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2012-10212>
- Mollá Ruiz-Gómez, M. (2009). “El Grupo de los alemanes” y el paisaje de la Sierra de Guadarrama. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (51), 51–64. <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1132/1055>
- Müller, D.K. (2002). German Second Homeowners in Sweden. Some remarks on the Tourism – Migration – Nexus. *Revue européenne des migrations internationales*, 18(1), 67-86. <https://doi.org/10.4000/remi.1684>
- Navarro, E. (2005). Indicadores para la evaluación de la capacidad de carga turística. *Annals of Tourism Research*, 7(2), 397-422.
- Navarro, E. (2006). La expansión y exportación del modelo residencial-turístico a espacios no costeros: el caso de la provincia de Málaga. In A. Artigues, A. Bauzá, M. Blázquez, I. Murray, O. Rullán (Eds.), *Los procesos urbanos postfordistas, Actas del VIII Coloquio y Jornadas de Campo de Geografía Urbana* (pp. 371-82). Asociación de Geógrafos Españoles.
- Navarro, E. & Carvajal, C. (2009). Extranjeros Jubilados: ¿Residentes No Empadronados o Turistas Residenciales?. *Baética. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, (31), 61–90. <https://doi.org/10.24310/BAETICA.2009.v0i31.169>
- Navas, D., Pérez, T., del Espino, B., & Royo, L. (2019). Dualidad turística-residencial de las ciudades medias del litoral andaluz. Aproximación al caso de Sanlúcar de Barrameda. In R. Pié Ninot, C. Rosa Jiménez, I. Álvarez León, N. Gómez de Salazar (Eds.), *Turismo y paisaje* (pp. 247-269). Tirant Humanidades.
- Newman, I. & Benz, C. R. (1998). *Qualitative-quantitative research methodology: Exploring the interactive continuum*. Southern Illinois University Press.
- Otten, D. (2008). *Die 50+ Studie. Wie die jungen Alten die Gesellschaft revolutionieren*. Rowohlt Taschenbuch.

- O'Reilly, K. (2000). *The British on the Costa del Sol. Transnational identities and local communities*. Routledge.
- Paniagua, A. (1991). Migración de noreuropeos retirados en España: el caso británico. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 26, 255-266.
- Raya Mellado, P. (2003). El turismo residencial en el litoral andaluz. *Estudios Turísticos*, (155-156), 179-196.
- Rodes, J., & Rodríguez, V. (2018). Migrantes de retiro en España: Estilos de vida multilocales y patrones de integración. *Migraciones Internacionales*, 9(3), 193-222. <https://doi.org/10.17428/rmi.v9i34.422>
- Rodríguez, V. (2004). Turismo residencial y migración de jubilados. In J. Aureoles (Ed.), *Las nuevas formas de turismo. Monográfico de la revista Mediterráneo Económico*, (pp. 233-253). Editorial Cajamar.
- Rodríguez, J.V. (2015, July 6). El boom inmobiliario fue nefasto pero o te subías al carro o tenías que cerrar. *La Opinión de Málaga*. <https://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2015/07/06/boom-inmobiliario-nefasto-o-subias-28524123.html>
- Rodríguez, V., Fernández-Mayoralas, G. & Rojo, F. (1998). European Retirees on the Costa del Sol: A Cross-National Comparison. *International Journal of Population Geography*, 4(2), 183-200. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1220\(199806\)4:2<183::AID-IJPG101>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1220(199806)4:2<183::AID-IJPG101>3.0.CO;2-8)
- Romero, Y., Navarro, E., & Romero, J. M. (2020). Tourist destinations and creative capital: The case of costa del sol in Southern Spain. *Norte Grande*, (77), 339-365. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000300339>
- Sastre, B. (2012). Integració lingüística de la població alemanya resident a Mallorca. *Treballs de Sociolingüística Catalana*, (22), 249-269. <https://doi.org/10.2436/20.2504.01.46>
- Segovia, M. (2018). *Las urbanizaciones de la Costa del Sol. Entre turismo y residencia*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/51700/>
- Seguí, J. (2017). De la Costa del Sol a la "Ciudad del Sol". *Planur-e: territorio, urbanismo, paisaje, sostenibilidad y diseño urbano*, (9). <https://www.planur-e.es/articulos/ver/de-la-costa-del-sol-a-la-u-ciudad-del-sol->
- Stone, I & Stubbs, C. (2007). Enterprising expatriates: lifestyle migration and entrepreneurship in rural southern Europe. *Entrepreneurship & Regional Development*, 19(5), 433-450. <https://doi.org/10.1080/08985620701552389>
- Turismo y Planificación Costa del Sol. (2020). *Turismo residencial y residentes extranjeros en la Costa del Sol*. Diputación Provincial de Málaga. <https://www.costadelsolmalaga.org/base/descargas/340552/turismo-residencial-y-residentes-extranjeros-2020>
- Van Maanen, J. (Ed.). (1983). *Qualitative Methodology*. SAGE Publications.
- Warnes, A.M. (2002). The challenge of intra-Union and in-migration to 'social Europe', *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 28(1), 135-152. <https://doi.org/10.1080/13691830120103976>
- Weidinger, T., & Kordel, S. (2015). German Spa Towns As Retirement Destinations: How (Pre)Retirees Negotiate Relocation and Locals Assess in-Migration. *Dve Domovini/Two Homelands*, (42), 37-53. [http://twohomelands.zrc-sazu.si/uploads/articles/1438191970>Weidinger\\_Kordel\\_%20DD\\_TH\\_42\\_spa\\_towns.pdf](http://twohomelands.zrc-sazu.si/uploads/articles/1438191970>Weidinger_Kordel_%20DD_TH_42_spa_towns.pdf)




# How does society assess the impact of renewable energy in rural inland areas? Comparative analysis between the province of Jaén (Spain) and Somogy county (Hungary)


¿Cómo valora la sociedad el impacto de las energías renovables en áreas rurales de interior? Análisis comparativo entre la provincia de Jaén (España) y el condado de Somogy (Hungría)

## AUTHORSHIP

Francisco Javier

Rodríguez-Segura 

Department of Regional Geographic Analysis and Physical Geography, and Institute of Regional Development. University of Granada, Spain.

Marina Frolova 

Department of Regional Geographic Analysis and Physical Geography, and Institute of Regional Development. University of Granada, Spain.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.24444>

## CITATION

Rodríguez-Segura, F. J. & Frolova, M. (2023). How does society assess the impact of renewable energy in rural inland areas? Comparative analysis between the province of Jaén (Spain) and Somogy county (Hungary). *Investigaciones Geográficas*, (80), 193-214. <https://doi.org/10.14198/INGEO.24444>

## CORRESPONDENCE

Francisco Javier Rodríguez-Segura  
([fjsegura@ugr.es](mailto:fjsegura@ugr.es))

## HISTORY

Received: 30 January 2023  
Accepted: 14 June 2023  
Published: 19 July 2023

## TERMS

© by the authors

 This work is published under a license Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Abstract

This article seeks to contribute to the knowledge of energy transitions in Europe by focusing on community perceptions in two European regions belonging to two divergent spatial models of energy transition on the continent. Through a series of questions, it addresses the social assessment of the impact of renewable energies in three main dimensions: environmental, landscape and socio-economic. The article is based on the comparison of two case studies, the province of Jaén (Spain) and the county of Somogy (Hungary). Both are characterised as rural inland regions with a similar level of renewable energy development (not very high) and fairly similar socio-economic characteristics (agrarian economy and ageing). The results show that there are no major differences between the two territories. In general, there is a tendency to assess the impact of renewable energies as negative, especially in the case of wind farms, with the exception of the positive assessment made by respondents when they were asked about local tourism. However, the option “No impact” was mainly selected by respondents when assessing the impact in most questions. Factors such as the lack of knowledge and information, the lack of social consideration in projects or even a lack of interest towards these topics could explain this social stance.

**Keywords:** social assessment; local acceptance; renewable energy; landscape; impact; province of Jaén; Somogy county.

## Resumen

Este artículo pretende contribuir al conocimiento de las transiciones energéticas en Europa centrándose en las percepciones de las comunidades de dos regiones europeas pertenecientes a dos modelos espaciales divergentes de transición energética en el continente. A través de varias preguntas, aborda la evaluación social del impacto de las energías renovables en tres dimensiones principales: medioambiental, paisajística y socioeconómica. El artículo se basa en la comparación de dos estudios de caso, la provincia de Jaén (España) y el condado de Somogy (Hungría). Ambas se caracterizan por ser regiones rurales de interior con un nivel similar de desarrollo de energías renovables (no muy elevado) y características socioeconómicas bastante parecidas (economía agraria y envejecimiento). Los resultados muestran que no existen grandes diferencias entre territorios. En general, se aprecia una tendencia a valorar el impacto de las energías renovables como

negativo, especialmente para el caso de los parques eólicos, con excepción de la valoración positiva que hacen los encuestados al ser preguntados por el turismo local. Sin embargo, la opción “Sin impacto” fue la más seleccionada por los encuestados a la hora de valorar el impacto en la mayoría de las preguntas. Factores como la falta de conocimiento e información, la falta de consideración social en los proyectos o incluso la falta de interés hacia estos temas podrían explicar esta postura social.

**Palabras clave:** valoración social; aceptación local; energía renovable; paisaje; impacto; provincia de Jaén; Condado de Somogy.

## 1. Introduction

Global concern about the climate emergency has prompted energy companies to switch from traditional fossil fuel energy sources to a renewable energy source (Hiremath et al., 2007). This phenomenon has been intensified due to the Russia-Ukraine war, which has induced higher oil prices as well as global inflation (Deng et al., 2022), opening the door to a long-term change towards energy sustainability (Zhou et al., 2023).

The energy transition, in most cases, has taken place in rural areas, where the energy crisis tends to be high in terms of demand and level of supply (Shamsuzzoha et al., 2012), as well as being areas that offer a diversity of resources that allow progress towards the energy transition (large land extensions, water, renewable energy sources, etc.). In addition, unlike conventional energies, electricity generation from renewable energies (especially wind and on-land solar photovoltaic energy) uses dispersed resources, which explains their preferential location in rural areas, where they are simple, quick and cheap to install (Prados et al., 2012). But, by occupying a larger surface area the territorial effects are more significant, such as the intensive demand for land in the case of solar photovoltaic plants, or in terms of landscape impacts in the case of wind farms due to the great height of these installations and their location, which sometimes coincides with the most visually exposed areas (Kumar, 2020). As a result, despite the fact that renewable energies enjoy a high degree of social acceptance in Europe, as the European Commission's citizens' surveys over the last decades have shown (Eurobarometers), there are more and more frequent demonstrations of citizens' rejection in Europe where public acceptance is becoming a barrier for large renewable energy projects (Segreto et al., 2020).

Surveys carried out in 2006, 2012, 2019, 2021 and 2022, show how considerable support has been maintained over time from the EU population for renewable energies in general, as well as for greater use of these energy resources (European Commission, 2006; 2012; 2019a; 2021; 2022), with a high degree of social acceptance in Spain and, in general, in south-western European countries (Barral et al., 2019). However, despite the widespread acceptance of renewable energies, it is observed that in local contexts, specific projects of renewable technologies are often rejected (Musall & Kuik, 2011). Rejection that arises when different interests clash, either due to land occupation, environmental effects or landscape impact (Prados et al., 2012). This makes it necessary to know the perception and knowledge that society has about renewable energies and the impact that they conceive these installations have on the environment and on their personal socio-economic context.

In this way, a growing attitude of rejection among rural communities in countries such as Spain, has in some cases triggered of social opposition to renewable energy projects (Bayona, 2020; Bella, 2021; Mohorte, 2021), with the landscape impact being the increasingly relevant argument. This stance against some renewable energy plants could put a brake on the path to reducing dependence on fossil fuels and achieving the EU's target of a reducing emissions by 55% for 2030 (European Commission, 2019b).

The target for renewable energy in the share of final energy consumption is 32% for all member countries. This figure was subsequently raised to 40% and which it is currently considering raising to 45% against a context of high prices (European Commission, n.d), consequently, the transition to renewables will be one of the major forces transforming European landscapes in the coming decades. Therefore, it is important to know the opinion and the level of awareness of the population about renewable energy technologies and their environmental, socio-economic, landscape impacts. The aim of this paper is to carry out a comparative analysis of local population perception of these impacts of renewables in two case studies, the first one in Spain (Jaén) and the second one in Hungary (Somogy). This perception must be taken into account by politicians and decision-makers if they really want to avoid conflicts with the local population and achieve success in the design and implementation of the renewable energy project, which would guarantee the achievement of the EU energy objectives.

Research about the topics of scientific studies on renewable energies, show a priority of efficiency, energy policy, economic evaluation and environmental impact issues over landscape impact analysis (Alcayde et al., 2020; Park & Kim, 2021). And within the studies that evaluate or analyse the landscape impact, there is a

disproportion between technologies, with a clear predominance of studies on wind turbines compared to other technologies such as solar panels or the scarcely considered biomass plants (Ioannidis & Koutsoyiannis, 2020). Interest in wind energy and wind turbines is linked to the high vertical visual impact of wind turbines, which has traditionally led studies to suggest that the aesthetic dimension of energy installations is a key indicator of social acceptability.

This paper aims to provide information on this gap by exploiting the opinion and level of awareness of the population in relation to renewable energies impact from a general perspective beyond the visual impact of the landscape, considering at the same time different factors that may influence perception. As a recent study shows, factors such as the scale of the projects, health concerns, distance of installations from inhabited area, and distributional injustice (no money for neighboring municipalities) play a major role in social acceptability and perception of the impact of renewable energies (Frantal et al., 2023).

In contrast to research that focuses on a single renewable energy technology, this study will take into account the three main technologies used in these territories: solar photovoltaic, wind and biomass. The latter, moreover, is often neglected in this type of study.

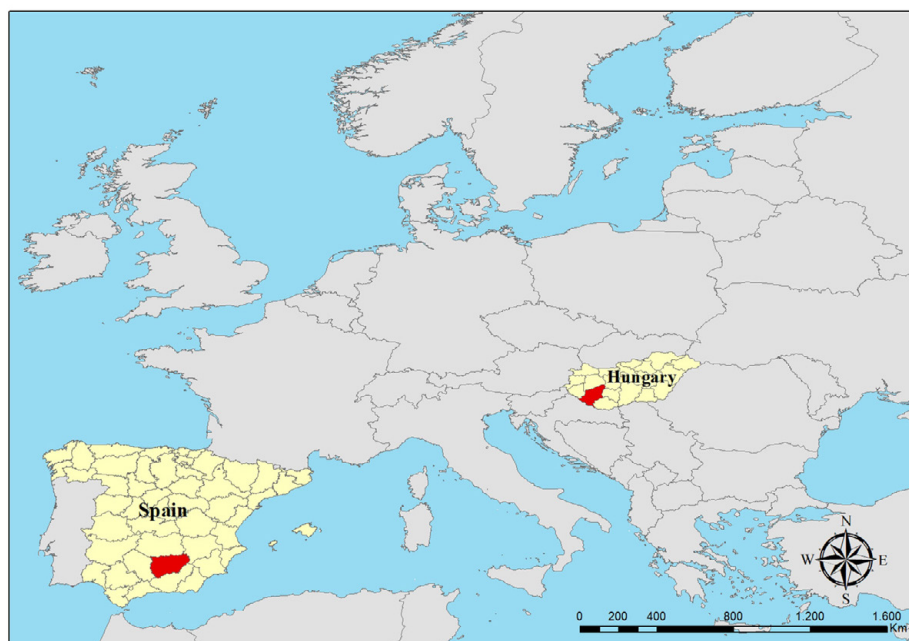
For this purpose, the responses of a survey conducted in two territories located in European countries with different spatial models of energy transition will be analysed. A model typical of Southern European countries, to which the province of Jaén belongs, is characterised by an early incorporation into the European institution, and an approach to energy transition framed in the decarbonisation of the economy, as opposed to a model present in Central-Eastern Europe, to which Somogy county belongs, where the legacy of a socialist economy of national energy policies means that the energy transition has adopted an economic approach through liberalisation and privatisation of the energy sector (Frolova et al., 2019). This comparison, including the study of the convergences and divergences between the two models in greater depth, will allow us to examine one of the challenges that the future of renewable energies in Spain and Hungary must face: the interaction between the social dimension and the landscape dimension of the energy transition (Rodríguez Segura & Frolova, 2021).

## 2. Methodology

### 2.1. Study areas

The energy transition, both in the province of Jaén (P.J) in Spain and Somogy county (S.C) in Hungary (see Figure 1), starts from a natural context in which large forest areas predominate, a social context tending towards depopulation and ageing, and an economic context marked by the primary sector and a weak industrial fabric (Ruiz-Arias et al., 2012; Weiperth, 2018).

Figure 1. Location of the province of Jaén (Spain) and the Somogy county (Hungary) in the national and European context



Source: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Own elaboration

These two study areas have a natural environment in good conditions of preservation and a great renewable energy potential (Ruiz-Arias et al., 2012; Titov et al., 2018). However, this potential is hardly exploited and the development of renewable energies is still in its infancy, especially in the case of Somogy. As can be seen in Table 1 in the Hungarian county there are no wind farms or some installations are still under construction.

Table 1. Installed renewable power capacity in the province of Jaén and Somogy count by 2023

	Power Installed (MW) (TJ)		
	BIOMASS	SOLAR PV	WIND
Province of Jaén	37.0	177.97	15.18
Somogy county	34 <sup>1</sup> 330 TJ <sup>2</sup>	106.9	0

Source: Agencia Andaluza de la Energía, 2022; Somogy Megyei Önkormányzat, 2021

Despite this installed capacity, the renewable electricity generated in Jaén only accounts for 30% of the total final energy consumption of the province in 2022, while in Somogy only accounts for 16% approximately (Agencia Andaluza de la Energía, 2022; Somogy Megyei Önkormányzat, 2021). This, together with the fact that there are no fossil fuel generation facilities in the regions, means that most of the electricity consumption in Jaén and Somogy has to be imported from other areas.

Therefore, we are dealing with two rural inland regions, which belong to two completely different spatial models of energy transition in Europe, with a similar level of renewable energy development and quite similar socio-economic characteristics (developed in the following subsections, which is the starting point for a comparison between the population of the two case studies.

Finally, the scope for the development of renewable energies in both regions is quite large.

However, this development must face one of the greatest challenges of the energy transition: the population's rejection of the installation of renewable energies projects in their territory (Pasqualetti, 2011). This leads us to hypothesis that the implementation of renewable energies in regions with these contexts is slowed down by social barriers. This research aims to shed light on local people's knowledge of the landscape impact of renewable energies in rural inland areas.

### 2.1.1. Geographical overview of the province of Jaén

Located in the northwest of the autonomous community of Andalusia (see Figure 1), the province of Jaén is one of the fifty-two administrative districts that make up Spain. With a surface area of 13,496 km<sup>2</sup> and a population of 627,190 people (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2020)

Although the population of the province of Jaén follows a recessionary trend in the last years and represents approximately 1.33% of the national total, it is not one of the most depopulated provinces in Spain (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021). The population is highly concentrated in the main industrial centres such as Jaén, Linares, Andújar or Martos. Consequently, it is in the mountainous areas where the highest rates of ageing are found in the region, associated with high rates of unemployment and labour shortages for certain activities (Martín Mesa & Herrador Lindes, 2000; Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2022).

The GDP of the province of Jaén barely represents 1% of the national total, with a gap in relative terms if we compare it with the Spanish average of approximately 35% lower. In addition, the average income level of the population of the province is the lowest in Spain, being a 31% lower than the national average, which would explain the low standard of living of the province (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

Regarding the economic structure of the province of Jaén, it should be noted the rural and agrarian character of the province, with 550,000 hectares of olive groves, a crop with great importance in the local economy (Herrador Lindes & Martín Mesa, 2020). However, the greatest sectoral contribution to the provincial GDP is made by the service sector thanks to the large extensions of natural spaces and the cultural-historical legacy that the province has (Martín Mesa & Herrador Lindes, 2000; Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021). For its part, the industrial sector is the least important in the economic structure of Jaén, with the large presence of the olive oil industry at provincial level, and at local level some factories producing canned food, handicrafts or wood (Herrador Lindes & Martín Mesa, 2020).

<sup>1</sup> This biomass plant, which will use wood chips and wood waste from the wood-processing factories in Kaposvár, is still in the construction phase.

<sup>2</sup> This power is shown in TJ (TeraJoules) as the plant uses the sugar beet waste during the sugar manufacturing process to generate heat and biogas.

With regard to land use, there is a contrast between the potential use of the land and the actual exploitation of it in the province of Jaén. Thus, 65% of the provincial territory is classified as marginal or non-use and 21% as protected (CNIG, 2018). However, 53% of the land in the province is under agricultural use (CNIG, 2018), despite the fact that experts define 17% of the land as having good or excellent agricultural functionality (Martín Mesa & Herrador Lindes, 2000).

Finally, the province has insufficient electricity network infrastructures and is dependent on electricity generated in other regions to supply more than 75% of the province's total electricity consumption (Agencia Andaluza de la Energía [AAE], 2022). Despite these facts, there is a renewable energy potential that can be exploited in the short-term. (Ruiz-Arias et al., 2012; Osorio-Aravena et al., 2022). For this reason, this region was chosen as study case of Spain.

### 2.1.2. Geographical overview of Somogy county

Located in the southwest of Hungary (see Figure 1), Somogy county is one of the twenty regions into which the country is administratively subdivided. With a surface area of 6,065.07 km<sup>2</sup> and a population of 299,950 people (Hungarian Central Statistical Office, 2020).

Demographically, Somogy county, with an approximately 3.2% of Hungary's population is one of the most depopulated counties in the country, and with a polarized population distribution around the capital, Kaposvár, and Lake Balaton (the region's main tourist attraction). Consequently, most of the county is made up of small settlements far from the cities characterised by relatively low and highly aged population density, and high unemployment (Somogy Megyei Önkormányzat, 2020). Excluding the agglomeration zone besides Lake Balaton and Kaposvár, Somogy county is strongly a rural region (Somogy Megyei Önkormányzat, 2014b).

Somogy county's per capita GDP is a half of the Hungarian average. Somogy's total value added to the country's GDP is only 2%, while 3.2% of the population lives in this region. The low standard of living is evidenced by the fact that the average income in Somogy county is only a quarter of that of Hungary (Somogy Megyei Önkormányzat, 2014b).

The economic structure of Somogy is primarily agricultural. Agriculture has a bigger weight in the county in GDP generation and in employment than the national average, and regarding the development of the area, it is clearly the most important sector (Somogy Megyei Önkormányzat 2014b). Industry, mainly wood processing, alongside food industry and metal industry, remains the county's second most important economic sector, although the value of industrial production per capita in the county is lower than the national average. Finally, the tourism sector plays an increasingly important role in the economic structure of the country, however, it is concentrated entirely in the vicinity of Lake Balaton (Somogy Megyei Önkormányzat 2014b).

With regard to land use, the agriculture potential in Somogy county is rated by experts as exceptional, better than the national average. In addition, the 60% of the county is mainly slopes and plains with good conditions for agriculture (Somogy Megyei Önkormányzat 2014c), which makes about 60% of Somogy's territory is under agricultural use (CNIG, 2018). Forestry is the second largest land use in the county, occupies about 30% of its surface (CNIG, 2018).

This region was chosen, as study case of Hungary, taking into account already existing initiatives related to the development of local society and renewable energies, and future plans for local implementation of solar PV and biogas plants (Somogy Megyei Önkormányzat, 2021). The region is located in one of the most underdeveloped Hungarian territories with serious economic, social and infrastructural problems (Magyar Köztársaság, 2008). Despite this fact, there is significant potential with regard to the renewable energy sector if one considers the essential amount of local production of raw biomaterials (Mezei et al., 2018).

## 2.2. Contextualisation of the renewable energy landscape

Since the working areas belong to two European countries, the definition of landscape as set out in the European Landscape Convention will be taken as a reference. In this convention, landscape was defined as "any part of the territory as perceived by the population, the character of which is the result of the action and interrelation of natural and/or human factors" (Conseil de l'Europe, 2000, Art. 1).

This approach to landscape, which has influenced the way in which renewable energy landscapes are studied in Europe, goes beyond the "expert" view of landscape, understood as a purely material entity. It takes into account the importance of people's perceptions of the landscape that they share, value and use (Olgwig, 2019).

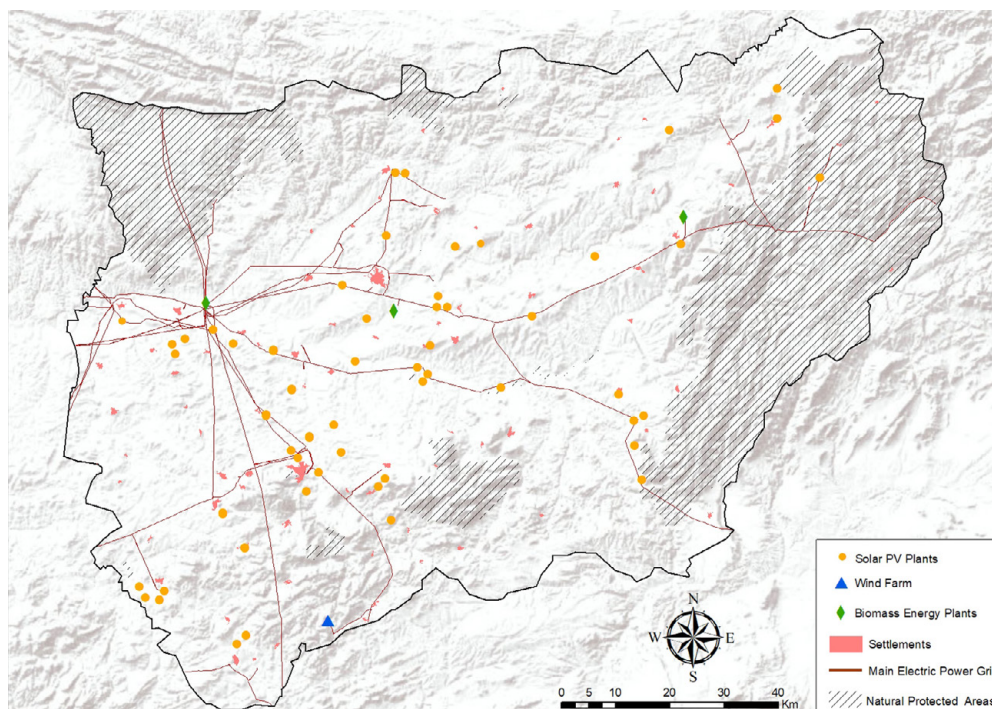
In consequence, renewable energy landscapes become a complex system that is not limited solely to their visibility but also reflects socioeconomic and environmental exchanges, interrelationships, and dynamics at different spatial and temporal scales (Horstink et al., 2021). Therefore, renewable energies and their integration into the landscape pose a challenge in new territorial planning and management practices. As a result of the need to move towards a socio-economic model based on renewable energies, new territories and landscapes with new characteristics and actors are emerging, as well as new relationships between these actors and the territories (Frolova et al., 2015). Therefore, renewable energies not only transform landscapes but also contribute to enriching the dialogue between society and its territory, shaping a new framework of relationships (Fouquet & Nysten, 2012).

### 2.2.1. Temporal evolution of renewable energy landscapes in the case studies

In the study areas, the renewable energy landscapes have been shaped recently, and are still in the process of transformation, since, as indicated in Table 1, some infrastructures are still in the construction phase.

In the province of Jaén in Spain, as in the rest of the countries belonging to the energy transition model of southeast Europe, the early incorporation into the European institution meant that the renewable energy landscapes took shape earlier (Rodríguez Segura & Frolova, 2021). Thus, in 2001, the first and only wind farm in the province was built, covering an area of 6 hectares in the Sierra del Trigo, in the south of the province (Agencia Andaluza de la Energía, 2022). At the same time, the three existing biomass plants were built between 2005 and 2010. All of them are located in industrial areas linked to oil production (Agencia Andaluza de la Energía, 2022). At parallel, photovoltaic solar energy plants began to emerge in the territory. However, their maximum development will take place from 2018 due to the elimination and restriction of subsidies for renewable energies between 2012 and 2018 (Rodríguez Segura & Frolova, 2021). Currently there are more than 50 solar PV power plants throughout the province (see the spatial distribution of the installations in Figure 2), with surfaces between 0,030 and 18 hectares.

Figure 2. Spatial location of existing renewable energy plants in the province of Jaén



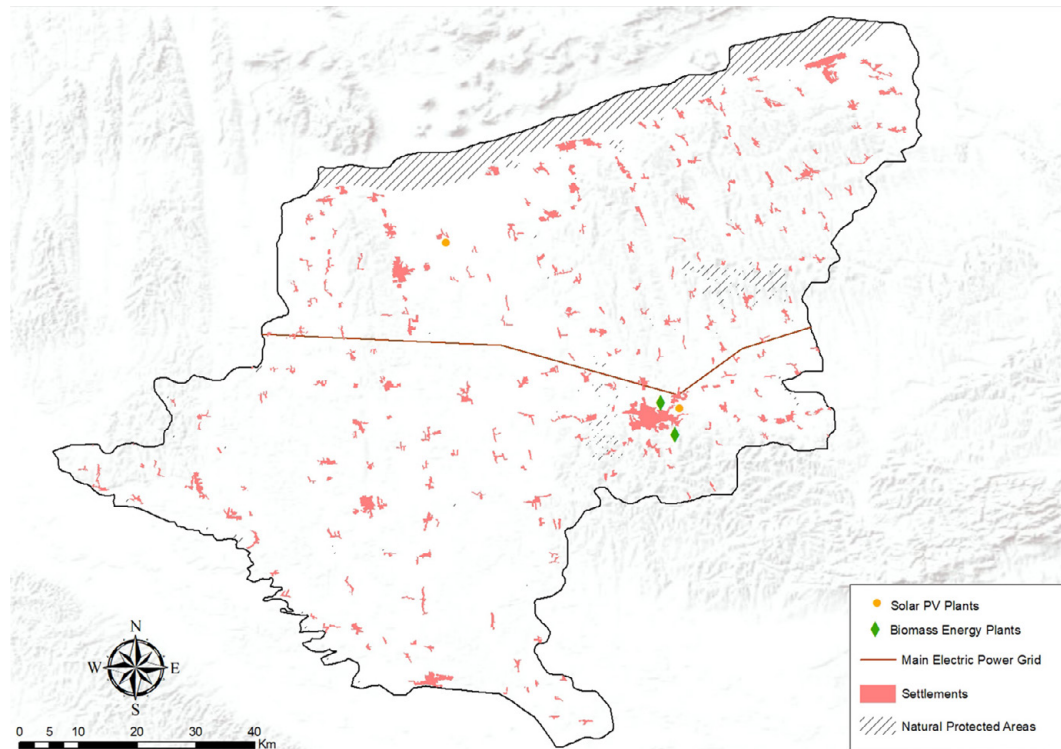
Source: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Own elaboration

Instead, Somogy county in Hungary belongs to an energy model typical of Central and Eastern European countries, where dependence on Russian hydrocarbons has meant that renewable energies have been introduced into the energy structures more slowly and belatedly. Therefore, renewable energy landscapes have started to take shape more recently.

The first foray into renewable energy in Somogy County came in 2007 with the installation of a biomass plant attached to the existing sugar factory in the capital (Somogy Megyei Önkormányzat, 2014a). However, it was

not until 2016 that the first solar plant was built in the county to supply energy to the villages most lacking in facilities. This plant occupies an area of 3 hectares (Somogy Megyei Önkormányzat, 2021). The second active solar photovoltaic plant in the county, with an area of approximately 200 hectares, will not be built until 2019 in the nearby of the capital Kaposvár (Bolygónk És Városunk, 2021). Near, a biomass plant is currently under construction that will make use of wood chips from the wood mills (see the spatial distribution of the installations in Figure3) (Bolygónk És Városunk, 2021).

Figure 3. Spatial location of existing renewable energy plants in Somogy county



Source: European Environment Agency. Own elaboration

### 2.3. The survey

The results analysed below have been extracted from local population responses to a series of questions that aim to explore the opinions and the level of awareness of local population towards three renewable electricity generation technologies (solar PV, wind and biomass) and landscape issues. These questions are part of a larger structured survey that was carried out in province of Jaén (Rodríguez-Segura et al., 2023) and Somogy county in 2021-2022, the main objective of which was to examine the social acceptance of the local population towards renewable electricity generation technologies and their possible location in both regions.

Overall, the final objective of knowing the acceptability of renewable energy, the possible locations of these technologies and the degree of knowledge that society has on the subject is to provide useful information for decision-makers so that they can devise policies and plans that can break down the social barriers that stand in the way of the successful implementation of renewable energy technologies.

The procedure for carrying out this work, which can be replicated at other territorial scales (e.g., regional and/or national), was divided into three stages.

The first stage consisted of the elaboration of the survey. First of all, the renewable electricity production technologies to be asked about were selected. For this purpose, the existing renewable electricity production plants in both territories were considered as a criterion. In the same way, it was considered those technologies that represent a higher percentage in the electricity generation structures of both countries, since it is understood that they have a greater potential and possibilities of implementation in the short-term. For this reason, previous studies were consulted based on the potential for renewable energy in the province of Jaén (Ruiz-Arias et al., 2012; Osorio-Aravena et al., 2022), and the Somogy county (Somogy Megyei Önkormányzat, 2014a; Žnidarec et al., 2019).

The survey was structured in three main blocks that aimed 1) to evaluate the levels of acceptance of renewable energy technologies within the local community and the possible sites where they could be located in the province; 2) to assess the acceptability of each renewable technology in line with different possible locations for their installation; and 3) to identify criteria and situations that could influence the acceptance/rejection of renewable energy projects in the study area. At no point during the survey were images or visual support used to accompany the questions, in order to avoid influencing or conditioning their perception. In each block, the following questions were asked with the aim of finding out the degree of knowledge and consideration that the population has of the impact generated by renewable energy installations:

In Block 1, the question was: “Please rate the level of impact of the following facilities: - The impact of solar photovoltaic panels on the local ecosystem. - The impact of wind turbines on the local ecosystem. - The impact of a renewable energy project on tourism in the area.”. Respondents had to show their degree of agreement to three questions which, from a general perspective, were intended to provide a first approximation of the population’s knowledge of the repercussions that renewable electricity installations have on both the natural environment and the socio-economic space in which they live. Using a Likert scale, the respondents were asked to select their degree of agreement – very negative (1), negative (2), no impact (3), positive (4), very positive (5) –. The Likert scale was configured as a latent construct of 5 progressive categories. Therefore, in order to evaluate the subject’s position on the impact of renewable energies, the categories “very positive” and “very negative” were established as scale thresholds. Accordingly, the category “no impact” was established as an intermediate value, allowing the subject to mark an option closer to his/her position, in this case neutral, in case he/she does not feel represented by any of the following. Given that the “Don’t know/No answer” option was not included in the survey, it was necessary to inform the subject beforehand (in this case in the Facebook post) about the interpretation for a correct use of the intermediate category in the scale of values shown for answering (Rojas & Fernández, 2000; (Asensio & Rojas, 2002). Thus, the intermediate category “No impact” would be marked when the respondent did not feel represented by the rest of the categories and/or wanted to be neutral in their response as a lack of positioning or lack of knowledge.

In Block 2, more precisely, they were asked for “Assess the level of impact of the installation of photovoltaic solar power plants on the landscape” and “Assess the level of impact of the installation of wind farms on the landscape”.

In the case of the biomass powerplants, it was observed in both study areas that they are always linked to existing industrial activities and do not constitute a new landscape element, as is the case for the other two technologies. Therefore, a multiple-choice question was asked about the most disruptive element from the powerplants that would lead to the rejection of their construction, “Which of the following factors would imply their rejection of the construction of a biomass plant (you can select more than one option)”-.

In Block 3, the respondents were asked about multiple-choice questions which sought to identify the factors that influence the acceptance or rejection of renewable energy projects in the study area.

In the first question, “Point out those criteria that would improve your vision for a renewable energy project in your municipality (You can select more than one option)”, respondents were asked to choose the criteria that would improve their perspective regarding the possible implementation of a renewable energy project in the municipality. In the second question, “What do you think are the main impediments to the development of renewable energies in your municipality? (You can select more than one option)”, the respondents were asked to indicate which situations might be conceived as a barrier for the development of renewable energy projects in their municipal areas. Among the options for each question, visual/environmental impact was inserted as an option to compare the degree of consideration that the population has for the preservation of this element in relation to other factors (economic, social, cultural, etc.).

At the end of the survey, the respondents were asked to provide the following details: age, sex and municipality of residence

Secondly, the survey was administered. Due to the health emergency as a result of COVID-19, the survey was developed virtually using Google Form survey management software, and distributed online via Facebook social groups. To ensure maximum territorial coverage and to try to reduce bias as much as possible in the sample, the online questionnaire was sent to social/neighbourhood groups in each municipality. Therefore, the aim was to obtain a heterogeneous sample representative of the province/county’s socioeconomic diversity. It should be noted that, for Somogy county, the survey was translated into Hungarian.



The virtual format of the survey also facilitated the collection of information for further analysis, as the responses were recorded in a digital database linked to the online questionnaire.

Finally, as third stage, the analysis of the responses and interpretation of the results. They are analysed descriptively according to the number of times each of the options was ticked (in the multiple-choice questions) or according to the number of respondents who selected each option in relation to the total (question on degree of conformity).

The analysis of the surveys was carried out with the aim of obtaining a general overview, so parameters such as age, gender or income level were not taken into account when observing the population's perception of the impact of renewable energies.

## 2.4. Limitations

Not including the option "Don't know/Don't answer" in the survey may mean that respondents with doubts or with a real lack of knowledge about the question, may have marked the middle category of the scale even though the use of such a category was indicated. However, since the present work is part of a larger research project, to correct for response bias and to discard those respondents who interpreted the "No impact" option as "Don't know/no answer", a short interview model will be conducted in order to improve the interpretation of future data to avoid confusion.

Some socioeconomic parameters such as income, profession, or education of the surveyed individuals were not asked, which could result in biases in the sample and responses since only a portion of the population might have responded. However, efforts were made to achieve broad territorial coverage in the survey distribution and to reach diverse social groups, as described in section 3.1.

Although age and gender were asked in the survey, no analysis was conducted on how these parameters could influence social perceptions. However, the proportion of male and female respondents is quite similar. As for the age groups, there is a similarity between the representation of different age groups and population structures. Nevertheless, these parameters, along with the previous ones, should be thoroughly studied to determine if their consideration influences the responses shown in this study.

## 3. Results

### 3.1. Characteristics of the sample group

For the province of Jaén, the sample size was a total of 329 respondents ( $n = 329$ ), which implies a margin of error of 5.4% in the extrapolation to the whole population of the province, according to the formula applied by Gareiou et al., (2021), which implies a survey confidence level of 94.6%. The proportion of female and male respondents in the sample was 47% and 53%, respectively, with the age groups 51-60 years (26% of respondents) and 41-50 years (24%) being more representative, reflecting the age structure of the inhabitants of the province according to INE (2021).

Spatially, responses were received from 60 municipalities out of a total of 97 that make up the province. This indicates that the residence of the respondents coincides with the main settlements of the 10 counties that make up the province, so the sample provides an overview of the different county realities.

For the county of Somogy, the sample size was a total of 101 respondents ( $n=101$ ), which implies a margin of error of 9.75% in the extrapolation to the whole population of the county, according to the formula applied previously for the case of Jaén (Rodríguez-Segura et al., 2023), which means a survey confidence level of 90.25%. The proportion of female and male respondents was 54% and 46%, respectively, with a higher representation of the age groups over 60 years old (22.77% of respondents and 51-60 years old (20.79%), reflection of the ageing society of rural areas in Hungary (Titov et al. 2018).

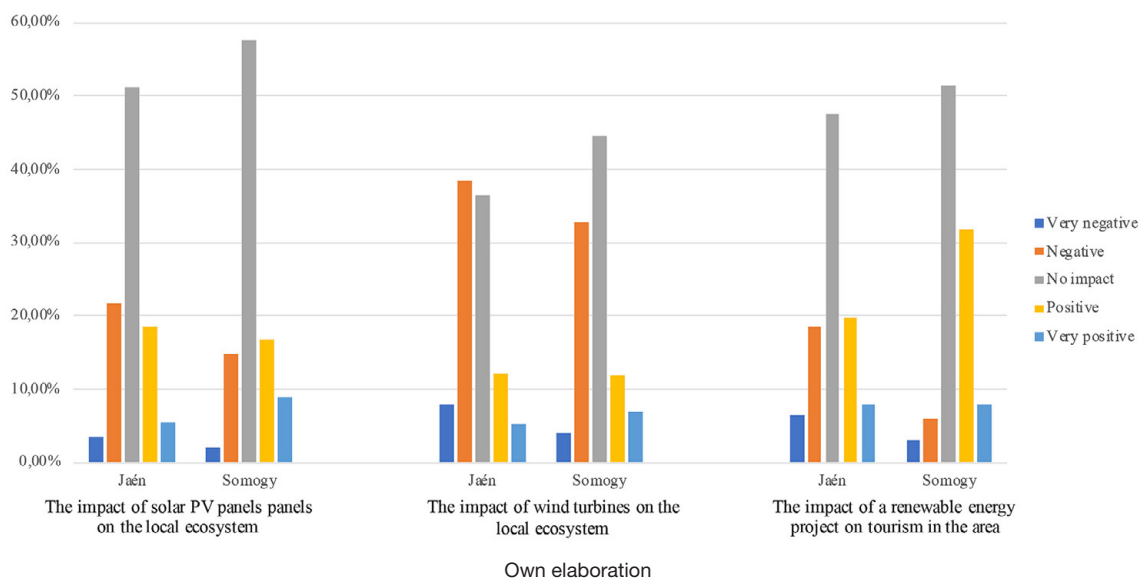
Spatially, responses were received from 73 municipalities out of 246, with representativeness of the 11 micro-regions that make up the county, so the sample provides an overview of the different territorial realities.

### 3.2. Trends in social perception of the impact of renewable energies installations

The results shown below correspond to the question asked in Block 1, in which they were asked to assess the impact of the following installations, in order to obtain a general trend in the population's perception and awareness of renewable energies.

In general terms, it can be seen that the population of both territories consider that renewable electricity generation facilities do not have an impact on the local ecosystem or on the tourist activity that takes place in the area. A position, which as was made clear in the methodology, may come from a true consideration that renewable energies do not generate any impact in these areas, or it may come from a lack of knowledge or positioning of the respondent. Consequently, this general trend gives greater relevance to “positive” or “negative” responses, which do show a more solid position of the population’s perception, as can be seen in Figure 4 below.

Figure 4. Comparison of responses (%) to the question: “Rate the level of impact of the following installations”



On the question of the impact of solar photovoltaic panels on the local ecosystem, the majority of respondents in both territories selected the option “no impact”. 51.06% of respondents in the province of Jaén and 57.43% in Somogy county, which shows a clear lack of positioning when it comes to assessing the impact of these facilities on the local ecosystem; especially as the “positive” and “negative” positions are barely considered by 20% of respondents. However, it is in the latter mentioned categories where a real difference in social perception between territories can be seen. While among the population of Jaén there is a predominantly negative perception of the impact (21.58%), in the county of Somogy the trend is more positive, with a weight of 16.83% for this option.

Instead, when the population of both territories is asked about the impact of wind farms, a clearer position is observed, tending in both cases towards a negative assessment.

In Somogy county, the majority of responses are still “no impact”. However, this option is only selected by 44.5% of respondents compared to 57.43% for solar PV installations (12.8% less). Consequently, the options “negative impact” and “very negative” are more considered by the respondents, these options being selected 2 and 2.2 times more respectively compared to the previous question.

In a more visible way, in the province of Jaén, the majority of respondents (38.3%) considered the impact of wind turbines on the local ecosystem to be negative.

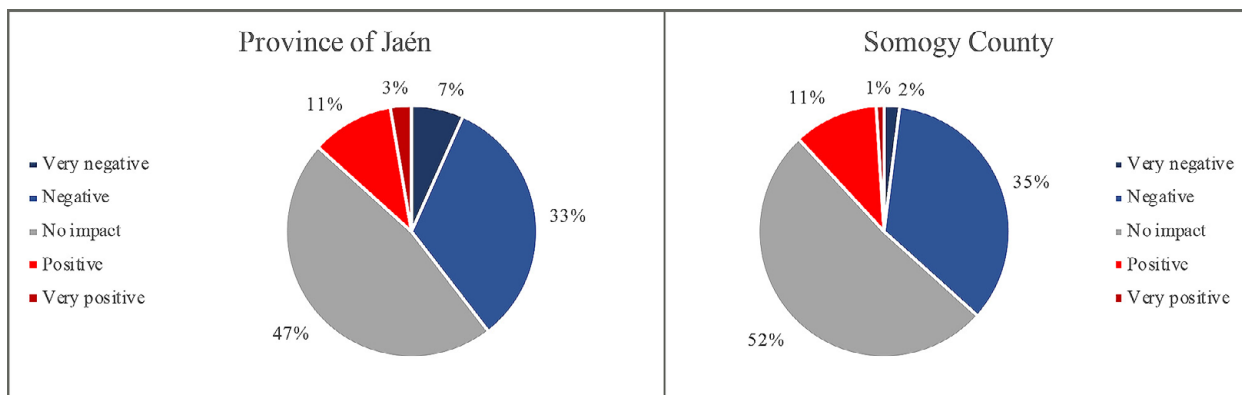
Finally, respondents were asked to assess the impact that a renewable energy project would have on local tourism. As in the two previous cases, there is a predominant lack of positioning in the assessment, with 47.42% (P.J) and 49% (S.C) of respondents giving the option “no impact”. Furthermore, if we look at the rest of the responses and compare them with the two previous ones, we can see an opposite trend. While the impact of facilities on the local ecosystem tends to be seen as negative, in the case of tourism the option “positive” is the second most selected option as opposed to “negative”, with 19.76% of respondents in the province of Jaén and 31.68% in the county of Somogy.

### 3.3. Perception and awareness of the landscape impact of renewable energies

Figure 5 (solar photovoltaic energy) and figure 6 (wind energy) show the answers given by respondents from the province of Jaén and Somogy county when they were asked about “Assess the level of impact of the installation of solar photovoltaic plants on the landscape” and “Assess the level of impact of the installation of wind farms on the landscape”.

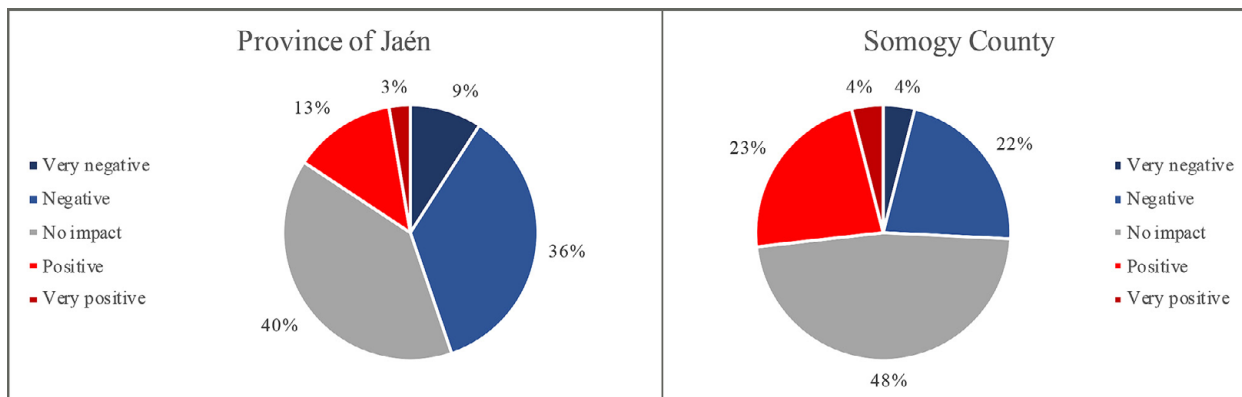
As can be seen in both figures, the responses follow the same trend as in the previous questions, with a strong predominance of “no impact”.

Figure 5. Comparison of responses on the perception of the landscape impact of solar photovoltaic installations between the province of Jaén and Somogy county



Own elaboration

Figure 6. Comparison of responses on the perception of the landscape impact of wind installations between the province of Jaén and Somogy county



Own elaboration

If we compare the answers for both technologies in the province of Jaén, in general, the population does not have a clear position when it comes to assessing the impact, which explains the high percentage of “no impact” option for both technologies, especially in the case of solar energy where this option was considered by 47% of those surveyed. However, the population’s negative consideration of renewable energies and the landscape is very marked. This is also evident in the case of wind farms, where despite the fact that 40% of respondents selected the “no impact” option, if we add the percentage of respondents who marked the “negative” option and the “very negative” option, we obtain 45%, 5% more than the “no impact” option.

Although the tendency to consider the impact of these installations is negative, and more so in the case of wind energy, it is noteworthy that 13% of respondents consider the impact of wind installations on the landscape to be positive, which is 2% more than for solar photovoltaic installations, possibly due to the fact that local population is less familiar with wind farms impacts on landscape: there is still only one wind farm in the province of Jaen, while there are more than 50 solar PV powers plants throughout the province (see Figure 2), but with individual power generally below 10 MW, and the largest being 11.8 MW.

In the case of Somogy county, where the development and territorial expansion of renewable energies has been lower, the lack of positioning or ignorance on the part of the respondents is more appreciable. For both technologies, the percentages of “no impact” are higher than in the case of Jaén, as there are no wind farms in the county, and two solar photovoltaic plants with 6.9 and 100 MW of installed capacity. Non-existence of wind farms in the county reinforces the idea mentioned above that the greater or lesser proximity of the population to these installations could influence their ability to imagine and value the impact they may have on the landscape. However, in this case, the tendency to consider the impact as negative is only applicable to solar PV installations, where 35% of the respondents ticked the option “negative impact”, being the second

most considered option and 2% higher than in Jaén. For wind installations, as can be seen in figure 6, for the first time the option “positive impact” is more considered by respondents than the option “negative impact”, although both options show a fairly similar percentage.

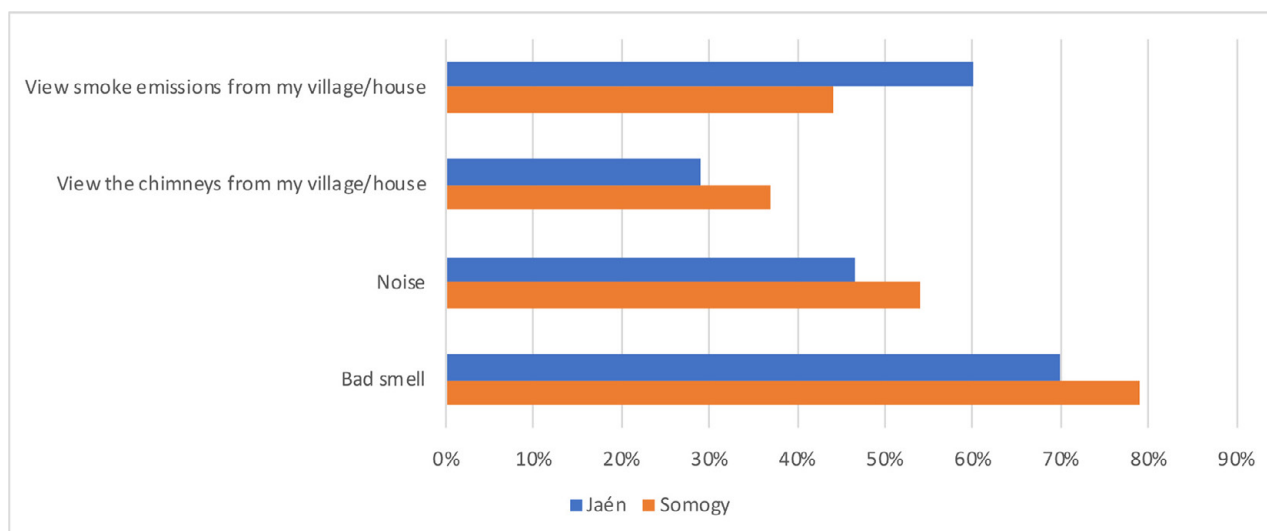
In the study of the landscape impact of biomass, it was taken into account that the biomass energy plants in both study areas are linked to/inserted in industrial facilities from which they obtain the raw material. The 550,000 hectares of olive groves in the province of Jaén and the 220,000 hectares with great wood and forest coverage in Somogy county are large reserves of biomass that can be exploited directly in the consumption of wood or indirectly through the residues generated in the production of oil (in the case of Jaén) (Somogy Megyei Önkormányzat, 2014a; Herrador Lindes & Martín Mesa, 2020). However, it should be noted that there are currently only 3 biomass plants in the province of Jaén. All of them are linked to oil factories to make use of the waste generated during the manufacturing process. While in Somogy County there are only one has been built, inserted within a sugar factory, which uses beet waste to generate energy (heat used in the manufacturing process itself and biogas used for heating public buildings in the city), while a biomass plant is under construction that will use wood chips from the local timber industry to generate electricity.

A priori these plants do not represent a new landscape landmark to be assessed. However, there are precedents in the province of Jaén where those biomass plants that are located far from the industrial area and therefore closer to the urban centre have aroused public rejection due to different items derived from the energy generation in these plants that indirectly imply a landscape impact (smell, sound or visual).

Therefore, based on this context, respondents from both territories were asked about “Which of the following factors would lead to your rejection of the construction of a biomass plant (you can select more than one option)”. Factors that they consider to have the greatest impact and which would therefore lead them to reject the construction of a biomass plant.

As can be seen in figure 7, the bad smell is considered by the population of both territories as the main impact of a biomass power plant and therefore as the main reason for rejection. This factor is more considered by the Hungarian population than by the Spanish population.

Figure 7. Social perception of the impact associated to a biomass power plant<sup>3</sup>



Own elaboration

On the other hand, while for the population of Somogy, noise is the second most marked and considered factor, in the case of Jaén it is the vision of emissions. This discrepancy shows the need to take into account the energy context and the background in the development of renewable energies in each territory, in order to minimize social rejection of a project.

Meanwhile, the visibility of the chimneys from the urban nucleus or home is the least marked option in both territories.

<sup>3</sup> Based on the number of answers as a percentage of the total number of respondents – respondents could tick as many boxes as they liked

### 3.4. The perception of impact of renewable energy as a criterion for the acceptance or rejection of a project

Table 2 shows the answers associated with the question: “Which criteria would improve your attitude towards a renewable energy project in your town or village?”. These show that in general terms local population would have a better opinion of renewable energy projects if they provided some kind of benefit for the town. The table shows how economic factors are the main attraction for accepting and positively considering a renewable energy project, as “generates economic benefits for the population” and “satisfies local energy demand” are the first and second most frequently selected factors by the respondents from both territories.

Table 2. Criteria that would improve public opinion towards a renewable energy project<sup>4</sup>

Criteria	Province of Jaén	Somogy County
No visual/environmental impact	38,30%	36,60%
Located in rural areas	21,90%	20,80%
Economic benefits for the population	77,50%	79,20%
Located on the edge of municipality	36,20%	38,60%
Satisfies local energy demand	67,20%	82,20%
Allows previous land use to be maintained	31,30%	44,60%
Small plant	14,60%	31,70%
Has an educational function	20,40%	33,70%
Located in no cultivated or environmentally degraded land	58,40%	65,30%
Located in industrial or energy production areas	53,50%	60,40%

Own elaboration

However, the fact that the focus of acceptance is on economic factors means that other criteria such as visual/environmental impact, size or educational function are not so highly regarded by the population. Even so, for more than half of the respondents in both regions, the location of the facilities is seen as a positive criterion in the projects, and one that would have a positive impact on their acceptability. So, 58.4% (P.J) and 65.3% (S.C) marked as an option “located on uncultivated or environmentally degraded land”, and 53.5% (P.J) and 60.4% (S.C) marked “located in industrial or energy production areas”. Locations, which are related to the criterion visual/environmental impact, considered by 38.30% (P.J) and 36.60% (S.C) of the respondents.

In order to get a better understanding of citizens’ perception of renewable energies and to contrast with the previous question the importance of landscape impact for the public, the question “What do you think are the main impediments to the development of renewable energies in your municipality?” was asked, in order to find out which situations would negatively influence their perception.

According to the results shown in Table 3, the interests of the population in both regions are quite similar, with the lack of information and public awareness, together with the lack of support and local initiatives, as the main obstacles to the development of renewables energies in the respective territories.

Table 3. Situations that could hinder the advancement of renewable energy growth<sup>5</sup>

Situations	Province of Jaén	Somogy County
1. Lack of public information and awareness	68,70%	63,40%
2. Lack of subsidies and grants	64,70%	66,30%
3. Interests of local people ignored	31,60%	31,70%
4. No interest from the Council	36,50%	38,60%
5. Lack of public participation in the projects	28,30%	34,70%
6. The projects could provide greater benefits for the local economy	29,50%	16,80%
7. The visual/environmental impact that they produce	23,70%	26,70%
8. Lack of local initiatives and projects	57,40%	50%

Own elaboration

<sup>4</sup> Percentage based on the number of responses to the total number of respondents to the question: Which criteria would improve your attitude towards a renewable energy project in your town or village?”

<sup>5</sup> Percentage based on the number of responses to the total number of respondents to the question: What do you think are the main impediments to the development of renewable energies in your municipality?”

Furthermore, it is worth noting that the population of both territories prioritize all the situations and criteria mentioned over the option of visual/environmental impact, this being the option least considered as an obstacle to the implementation of a renewable energy project in their municipality.

## 4. Discussion

The problems of social acceptance and the existence of a high-risk perception of renewable technologies have been conceptualized in the field of energy planning as social barriers (Cruz et al., 2020). Although the social acceptance of renewable energies is generally high, low local acceptance has hindered the development of renewable energy projects (Sagreto et al., 2020), social acceptance becoming a major barrier in the implementation of renewable systems (Rosso-Cerón & Kafarov, 2015).

In this sense, the use of conventional energies, which are considered to be a main cause of the current climate emergency, have been linked to a high social perception of risk and impact, so it is not common to associate this perception with those renewable energy sources that are consolidating as an alternative and solution (Prados et al., 2012). In addition, social perception studies such as the one held by Tudela Serrano and Molina Ruiz (2006), show how those surveyed consider the implementation of renewable energies in their municipalities to be beneficial, alluding to the fact that this type of technology, in addition to generating less environmental impact than other energies, does not leave waste or generate emissions that damage the environment. Along these lines, these grounds would justify the fact that the majority of respondents consider that this type of installation does not pose an impact.

At first it could be thought that the predominant neutrality in the answers of this work may come from a lack of familiarization or proximity of the respondents to renewable energy installations, since there are few existing projects in these territories. However, similar studies carried out at the local level show significant levels of indifference towards these energy facilities, even among residents who live very close to them (Delicado et al., 2016); or do not associate any environmental or economic problems with renewable energies, even when the concentration of these facilities is high, as is the case with the 180 wind farms in Galicia (Blanco et al., 2007).

Nevertheless, these studies pointed out how some respondents did show concern when asked about the landscape, being common to find in the energy transition literature that wind farms and, to a lesser extent, solar power plants have a negative aesthetic/visual impact.

Throughout the survey there is a predominantly neutral attitude towards renewable energies, although there is a tendency to consider their impact on the environment and the landscape as negative, being much more pronounced in the case of wind energy installations. In this way, the 36% of the population consulted in the province of Jaén and 22% in Somogy county, considered that wind energy does have a negative impact on the landscape. Figures that are lower than those found in another study, where 58% of respondents considered the landscape impact of wind energy to be negative (Blanco et al., 2007). In this sense, that these figures are not so representative, even though when the impact to landscapes and environment have been identified as major drivers of social opposition against renewable energy projects, has also been observed in rural areas where hardly any renewable energy projects have been developed, where respondents consider that corrective or compensatory measures could be applied in case of an impact (Tudela Serrano y Molina Ruiz, 2006; Ioannidis et al., 2022). Or even studies indicate how people sometimes attribute a positive aesthetic value to renewable energy projects, as symbols of progress, modernity and development (Zoellner et al., 2008; Enserink et al., 2022).

In this sense and in line with our results, it can be seen that the lack of familiarity or proximity to the facilities does not in all cases justify the neutrality of the respondents' stance. So, on the one hand, studies carried out in rural areas where renewable energy projects do not exist, or are not highly developed, show that the indifference of citizens towards facilities often stems from a lack of awareness and knowledge about the risks, impacts and implications of renewable electricity generation facilities (Shamsuzzoha et al., 2012; Campo et al., 2021). A lack of knowledge and awareness that in the case of Somogy county is corroborated by previous studies carried out for Hungary which concluded that the rooting of renewable energies in public awareness is currently weak and uncertain (Csorba et al., 2020; Szakály et al., 2020). Consequently, in many cases, a lack of ability to understand the technology and its implications is a factor that can lead to a misperception (Painuly & Wohlgemuth, 2021).

And on the other hand, it is common to find this type of response in southern European countries, among other reasons for a real lack of concern or interest in the subject compared to other European countries (Delicado et al., 2016).

Regarding the economic implications of renewable energies, respondents were asked about the impact of renewable energy projects on local tourism, as the nature tourism sector plays an important role in the socio-economic development of inland rural areas. As in the rest of the survey, the “No impact” rating was predominant among the respondents. In line with these findings, in a survey carried out on the North Devon coast (England) to ascertain the public’s assessment of the growing wind projects in the region, the majority of respondents (58.2%) thought that wind farms have “no impact” on the visitor or tourist experience, while 18.4% of those questioned thought that wind farms have a positive impact on the visitor or tourist experience (Aitchison, 2012). In line with the results of the aforementioned work, our research also shows that the “positive impact” option has been highly considered by respondents. A positive stance among respondents has also been observed in other studies that have analysed the link between tourism and renewable energies. On the one hand, according to some studies these technologies are perceived by the local population as beneficial for tourism due to their capacity to generate new tourist modalities and thus attract new clients, to conserve the natural resources that are the main tourist attraction of these areas and to help local development by creating jobs (Stigka et al., 2014; Beer et al., 2018). However, this positive stance is not as pronounced in the working areas as energy projects are not as present in the main tourist areas of the regions, Sierra de Cazorla, Segura y las Villas in the province of Jaén and Lake Balaton in Somogy County (see map X), which may mean that the local population is not as aware of the influence of these installations on the tourism.

On the other hand, and from the tourist’s perspective, a study conducted in rural areas of Scotland analysed the general opinion of tourists and the impact of local wind farms on tourists’ decisions through 300 surveys. In this study, around 55% of the tourists surveyed expressed positive impressions, while only 8% of the opinions were negative (Prinsloo, 2013).

As for the social perception of biomass plants, bad smell, noise and the visibility of emissions from the urban core or home are the main reasons why the population would reject the construction of a biomass power plant in their municipalities. Although the location of installations is an important factor in the social acceptability of all renewable energy sources, in the case of biomass it plays an important role beyond visual landscape disruption of the installation, as it is a renewable electricity generation technology with a high probability of provoking a NIMBY reaction (Ribeiro et al., 2014). In this context, there are previous case studies in the United Kingdom and in Spain, where citizen opposition prevented the construction of biomass energy plants, alleging that, in addition to environmental risks, these installations imply health risk for local residents, due to bad smell and pollution from their emissions (Upreti & van der Horst, 2004; Rodríguez Cámara, 2016; López, 2019).

Finally, in the results obtained in the final part of the survey, it can be seen how among all the situations and factors that can influence the social perception, the landscape/environmental impact is hardly considered. These results may reinforce the idea that local population does not consider landscape impact as a priority aspect of rejection or acceptance compared to factors of social and/or economic benefit. Furthermore, in line with researches that have analysed trends in the social acceptance of renewable energies, economic and social benefits and advantages of installing a renewable energy project were identified as the most influential factor in social acceptance (Savacool, 2009; Segreto et al., 2020). Even so, these studies are aware of the importance of the social perception of the landscape impact of these installations, since conflicts can arise that can delay or even cancel the execution of a project.

## 5. Conclusions

This article set out to provide an empirically sustained contribution on the community perceptions of renewable energies, comparing two case studies belonging to two completely different spatial models of transition in Europe (southern European country versus central-eastern country). However, the study has shown that there are many similarities in community perceptions of renewable energies in both countries. In general terms, the most part of respondents takes a neutral stance in assessing the impact that renewable electricity generation facilities could have on the ecosystem, tourism activity or the landscape of their municipality. In all the questions, except for one case, the intermediate option “no impact” is the most frequent answer. However, the “Don’t know/No response” option was not considered in this study, which may have influenced the respondents’ answers even though the use of the “No impact” option was explained. Therefore, in the

interpretation of the results, the lack of positioning or ignorance has been considered as motivations for which the respondent has also been able to mark this option, which gives greater relevance to the positive or negative responses when reporting the perception of the population from a more stable position. Additionally, how social and economic variables (such as age, gender, income level, or education) can influence social acceptability was not taken into account. These limitations are identified and developed in the following section. Therefore, it is considered necessary to continue this work with a more detailed study that delves into citizen acceptability based on the general overview provided in this study.

The fact that the vast majority of respondents ticked this option indicates that there must be an external factor that makes it impossible for the subject to adopt a negative or positive stance towards renewable energies and their impact. Even more so, when it is known that on many occasions it is the negative impact of installations on the ecosystem or the landscape that triggers social movements of rejection. Therefore, the non-existence of renewable energy projects close to the population, the lack of knowledge and information, the lack of social consideration in the different phases of the projects or even a lack of interest/concern towards these topics are reasons that could explain the behaviour of those surveyed when evaluating the impact of renewable energies.

The diversity of reasons that can influence citizens' perceptions, causing them to adopt neutral or indifferent positions, even when these are issues with great social repercussions, leads us to consider future lines of work in which, through interviews with the population, we can discern why they consider that renewable energy installations do not have an impact on the different spheres questioned.

However, it can be seen through the rest of the responses that there is a tendency to consider the impact of the installations as negative, as it is an option highly considered by a large proportion of the population in all the questions. Negativity is greater (in terms of the percentage of the population that selected this option) in the case of wind installations than in the case of solar photovoltaic installations. It is also greater in the province of Jaén than in Somogy county, where quite a lot of the population considers the impact of wind turbines on the landscape to be positive.

In contrast, this general trend does not apply to the tourism sector, where, on the contrary, renewable energies are perceived to have a positive impact. Even though the neutral option "no impact" is the most marked by respondents, "positive impact" is considered to be more important than the option "negative impact". Along these lines, economic factors are highly regarded by respondents as a key factor with a major impact on the acceptance or rejection of any renewable energy installation. The socio-economic benefit prevails over the visual or environmental impact of an energy project.

Finally, the location of the facilities must be considered as a determinant factor of social acceptance because it is related to many other concerns, such as an environmental risk, which would imply the rejection of the construction of a biomass plant in the proximities of their urban centres.

Our research findings underline the importance of proper information about technology, its benefits and impacts, so that the population is aware and can generate a clear and consolidated position on the subject, as its absence can lead to misunderstandings or indifference. So, public opinion phase can be an essential tool in renewable energy projects. Consulting the population on the suitability of the location, the extension or the benefits for the municipality, would minimize citizen rejection movements that may delay or prevent the implementation of a renewable energy project, or that may cause distrust once it is built. Since distrust also creates a negative perception of renewable energies in society, studies such as the present should be taken into account by decision-makers and politicians, to help alleviate community concerns and increase the level of mutual trust. To this end, the involvement of society during the different phases of project development and information dissemination is crucial to correct any misconceptions and mitigate concerns about the location, the impact on the landscape or the environment.

## Funding

This paper was elaborated in the scope of the research carried out within the project "Adaptation to sustainable energy transition in Europe: Environmental, socio-economic and cultural aspects (ADAPTAS)" (Ministry of Economy, Industry and Competitiveness and State Research Agency of Spain, and European Regional Development Fund, CSO2017-86975-R).



## Acknowledgments

The first author thanks the Spanish Ministry of Education and Vocational Training for the scholarship “FPU18/01549”. It is part of a PhD thesis conducted within the Doctoral Programme in City, Territory and Sustainable Planning at the University of Granada, Spain

## References

- Agencia Andaluza de la Energía. (2022). *Informe de Infraestructuras Energéticas. Provincia de Jaén*. Agencia Andaluza de la Energía. Junta de Andalucía. [https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Infraestructuras/20220630\\_informe\\_prov\\_ja\\_miea.pdf](https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Infraestructuras/20220630_informe_prov_ja_miea.pdf)
- Aitchison, C. (2012). *Tourism impact of wind farms*. Edinburgh, University of Edinburgh. [http://www.scottish.parliament.uk/S4\\_EconomyEnergyandTourismCommittee/Inquiries/20120426\\_uni\\_of\\_ed.pdf](http://www.scottish.parliament.uk/S4_EconomyEnergyandTourismCommittee/Inquiries/20120426_uni_of_ed.pdf)
- Alcayde, A., Montoya, F. G., Baños, R., Perea-Moreno, A. J., & Manzano-Agugliaro, F. (2018). Analysis of research topics and scientific collaborations in renewable energy using community detection. *Sustainability*, 10(12), 4510. <https://doi.org/10.3390/su10124510>
- Asensio, M. & Rojas, A. (2002). Análisis de la categoría central de los ítems en función de su denominación mediante el modelo de escalas de clasificación. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento, volumen especial*, 55-59.
- Bolygónk És Városunk. (2021, June 09). KAPOSVÁR, KLÍMABARÁT TELEPÜLÉS I. HELY. *Bolygónk És Városunk*. <https://bolygonkesvarosunk.hu/kaposvar-klimabarát-telepules-i-hely/>
- Barral, M. Á., Iglesias-Pascual, R., Carmona, R. G., & Prados, M. J. (2019). Planificación, participación e innovación social en los paisajes de las energías renovables. *Estudios Geográficos*, 80(286), 010. <https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/748/833>
- Bayona, E. (2020, June 29). El rechazo a la 'nueva industria' florece en la España vacía: renovables, macrogranjas y ecología productiva disparan los recelos. *Público*. <https://www.publico.es/sociedad/negocios-espana-vaciada-rechazo-nueva-industria-florece-espana-vacia-renovables-macrogranjas-ecologia-productiva-disparan-recelos.html>
- Beer, M., Rybár, R., & Kal'avský, M. (2018). Renewable energy sources as an attractive element of industrial tourism. *Current Issues in Tourism*, 21(18), 2139-2151. <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1316971>
- Bella, B. (2021, March 19). Energías renovables, ¿amenaza u oportunidad para el turismo? *ViaEmpresa*. [https://www.viaempresa.cat/es/territorio/camaras-territorio\\_2149686\\_102.html](https://www.viaempresa.cat/es/territorio/camaras-territorio_2149686_102.html)
- Blanco, A. P., Rodríguez, M. X. V., & Millán, M. S. (2007). Percepción social sobre generación de electricidad con fuentes de energía renovables en Galicia. *Revista Galega de Economía*, 16(1), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/391/39116101.pdf>
- Campo, V. J. I., Rivera, N. N. M., & Moscote, A. J. P. (2021). Sistema híbrido de energías alternativas y su percepción social en la Alta Guajira. *Aglala*, 12(1), 173-191. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8458746>
- Council of Europe (2000) European landscape convention. STE, 176 <http://conventions.coe.int/Treaty>
- Cruz, I., Sauad, J., & Condorí, M. (2020). La planificación energética de las energías renovables: un estudio de percepción social y validación social del modelo de planificación energética de cinco dimensiones. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-AVERMA*, 22, 33-43. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/article/view/1217>
- Csorba, P., Tóth, T., Szabó, G., Fazekas, I., Radics, Z., Teperics, K., Revákné Markóczi, I., Mika, J., Patkós, C., Kovács, E., Ütőné Visi, J., Csákberényi Nagy, M., & Bartha, J. (2020). *A társadalmi tanulási folyamatok szerepe a megújuló energiahordozókkal kapcsolatos ismeretekben két magyarországi megye példáján*. NKFIH K 116595; National Research, Development and Innovation Office: Budapest, Hungary. <http://hdl.handle.net/2437/288703>
- Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) (n.d). *Descarga de Información: Contexto Mundo*. DERA. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/descargainfo.htm>
- Delicado, A., Figueiredo, E., & Silva, L. (2016). Community perceptions of renewable energies in Portugal: Impacts on environment, landscape and local development. *Energy Research & Social Science*, 13, 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.007>

- Deng, M., Leippold, M., Wagner, A. F., & Wang, Q. (2022). Stock prices and the Russia-Ukraine war: sanctions, energy and ESG. *CEPR Discussion Paper No. DP17207*. In SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4121382>
- Enserink, M., Van Etteger, R., Van den Brink, A., & Stremke, S. (2022). To support or oppose renewable energy projects? A systematic literature review on the factors influencing landscape design and social acceptance. *Energy Research & Social Science*, 91, 102740. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102740>
- European Environment Agency (n.d). *Hungary Shapefile*. EEA. European Union. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/gis-files/hungary-shapefile>
- European Commission. (n.d). *Renewable energy targets*. Energy. European Commission. [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets\\_en#:~:text=The%20REPowerEU%20plan%20is%20based,directive%20to%2045%25%20by%202030.](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en#:~:text=The%20REPowerEU%20plan%20is%20based,directive%20to%2045%25%20by%202030.)
- European Commission. (2006). *Attitudes towards Energy*. Eurobarometer. European Commission. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/1500>
- European Commission. (2012). *Energy for all: EU support for developing countries*. Eurobarometer. European Commission. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/1032>
- European Commission. (2019a). *Europeans' attitudes on EU energy policy*. Eurobarometer. European Commission. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2238>
- European Commission. (2019b). Seamos climáticamente neutros en 2050. Una visión estratégica a largo plazo para una economía de la Unión Europea próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra. In *Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*. <https://data.europa.eu/doi/10.2834/000998>
- European Commission. (2021). *Special Eurobarometer 513. Climate Change*. Eurobarometer. European Commission. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2273>
- European Commission. (2022). *Key challenges of our times - the EU in 2022*. Eurobarometer. European Commission. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2694>
- Fouquet, D., & Nysten, J. V. (2012). The role of renewable energy in the changing energy landscape in Europe. Some reflections. *VGB powertech*, 92. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/21538948>
- Frantál, B., Frolova, M., & Liñán-Chacón, J. (2023). Conceptualizing the patterns of land use conflicts in wind energy development: Towards a typology and implications for practice. *Energy Research & Social Science*, 95, 102907. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102907>
- Frolova, M., Frantál, B., Ferrario, V., Centeri, C., Herrero-Luque, D., & Grónás, V. (2019). Diverse energy transition patterns in Central and Southern Europe: A comparative study of institutional landscapes in the Czech Republic, Hungary, Italy, and Spain. *TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK*, 17(Spec.), 65-89. [http://real.mtak.hu/106845/1/06\\_Frolovaetal.pdf](http://real.mtak.hu/106845/1/06_Frolovaetal.pdf)
- Frolova, M., Prados, M.J., & Nadaï, A. (2015). Emerging Renewable Energy Landscapes in Southern European Countries. In M. Frolova, M. J. Prados, & A. Nadaï (Eds), *Renewable Energies and European Landscapes* (pp. 3-24). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9843-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9843-3_1)
- Gareiyou, Z., Drimili, E., & Zervas, E. (2021). Public acceptance of renewable energy sources. In *Low carbon energy technologies in sustainable energy systems* (pp. 309-327). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822897-5.00012-2>
- Herrador Lindes, I., & Martín Mesa (2020). *Actualización del II Plan Estratégico de la provincia de Jaén*. Fundación Estrategias para el desarrollo económico y social de la provincia de Jaén. [https://www.planestrajalen.org/galerias/galeriaDescargas/plan-estrategico/libros/Actualizacion II Plan Estrategico provincia Jaen 2020.pdf](https://www.planestrajalen.org/galerias/galeriaDescargas/plan-estrategico/libros/Actualizacion%20II%20Plan%20Estrategico%20provincia%20Jaen%202020.pdf)
- Hiremath, R. B., Shikha, S., & Ravindranath, N. H. (2007). Decentralized energy planning; modeling and application — a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(5), 729-752. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.07.005>
- Horstink, L., Wittmayer, J. M., & Ng, K. (2021). Pluralising the European energy landscape: Collective renewable energy prosumers and the EU's clean energy vision. *Energy Policy*, 153, 112262. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112262>

- Hungarian Central Statistical Office. (2020). *A lakónépesség nem szerint, január 1.* KSH. Központi Statisztikai Hivatal. [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_wdsd003c.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_wdsd003c.html)
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (2022). *Distribución de la población según sexo y tamaño del municipio. Provincia de Jaén.* IECA. Junta de Andalucía. [https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/12547?CodOper=b3\\_6&codConsulta=12547](https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/12547?CodOper=b3_6&codConsulta=12547)
- Instituto Nacional de Estadística. (2020). *Contabilidad nacional anual de España: agregados por rama de actividad. Revisión Estadística 2019.* INE. España. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=50825#!tab=tabla>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020). *Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero.* INE. España. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2876>
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Índice de envejecimiento por provincia.* INE. España. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=1489>
- Ioannidis, R., & Koutsoyiannis, D. (2020). A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact. *Applied Energy*, 276, 115367. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115367>
- Ioannidis, R., Mamassis, N., Efstratiadis, A., & Koutsoyiannis, D. (2022). Reversing visibility analysis: Towards an accelerated a priori assessment of landscape impacts of renewable energy projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112389. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112389>
- Kumar, M. (2020). Social, economic, and environmental impacts of renewable energy resources. *Wind solar hybrid renewable energy system*, 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89494>
- López, J. (2019, November 26). Protesta de centenares de personas de Villanueva del Arzobispo contra la contaminación ambiental. *ABC Andalucía*. [https://sevilla.abc.es/andalucia/jaen/sevi-protesta-centenares-personas-villanueva-arzobispo-contra-contaminacion-ambiental-201911161953\\_noticia.html](https://sevilla.abc.es/andalucia/jaen/sevi-protesta-centenares-personas-villanueva-arzobispo-contra-contaminacion-ambiental-201911161953_noticia.html)
- Magyar Köztársaság. 2008. évi CII. Törvény a Magyar Köztársaság 2009. évi költségvetéséről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0800102.TV&searchUrl=/gyorskereso%3Fkeyword%3DA%2520kedvezm%25C3%25A9nyezett%2520k%25C3%25B6rzetek%2520besorol%25C3%25A1sa>
- Martín Mesa & Herrador Lindes (2000). *Plan Estratégico de la provincia de Jaén.* Fundación Estrategias para el Desarrollo de la provincia de Jaén. [https://www.planestrajalen.org/export/sites/default/galerias/galeriaDescargas/plan-estrategico/libros/Plan\\_Estratxgico\\_provincia\\_de\\_Jaen\\_2000.pdf](https://www.planestrajalen.org/export/sites/default/galerias/galeriaDescargas/plan-estrategico/libros/Plan_Estratxgico_provincia_de_Jaen_2000.pdf)
- Mezei, C., Horváthné Kovács, B., Barna, R., Csonka, A., Szabó, K., Nagy, M., Nagy, I., Stettner, E., Csuvár, Á., Imre, B., Csizmadia, A., Topić, D., Šljivac, D., & Gelencsér, G. (2018). Economic and ecological factors of territorial capital in Koppany Valley micro region. In *Socio-economic, environmental and regional aspects of a circular economy. International Conference for the 75th Anniversary of DTI. Pécs, Magyarország, 2018.04. 19-2018.04. 20.* MTA KRTK RKI Transdanubian Research Department. [http://www.regscience.hu:8080/xmlui/bitstream/handle/11155/1719/mezei\\_economical\\_2018.pdf?sequence=1](http://www.regscience.hu:8080/xmlui/bitstream/handle/11155/1719/mezei_economical_2018.pdf?sequence=1)
- Ministerio de Trabajo y Economía Social (2021). *Informe del Mercado de Trabajo. Datos 2020 de Jaén.* Servicio Público de Empleo Estatal. SEPE. Observatorio de las Ocupaciones. [https://www.sepe.es/eu/SiteSepe/contenidos/que\\_es\\_el\\_sepe/publicaciones/pdf/pdf\\_mercado\\_trabajo/2021/mercado-de-trabajo-provincial-2021/MT-Jaen-Datos-2020.pdf](https://www.sepe.es/eu/SiteSepe/contenidos/que_es_el_sepe/publicaciones/pdf/pdf_mercado_trabajo/2021/mercado-de-trabajo-provincial-2021/MT-Jaen-Datos-2020.pdf)
- Mohorte (2021, August 02). ¿Energía limpia o pesadilla paisajística? El creciente rechazo del mundo rural a los parques eólicos. *Magnet*. <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/energia-limpia-pesadilla-paisajistica-creciente-rechazo-mundo-rural-a-parques-eolicos>
- Musall, F. D., & Kuik, O. (2011). Local acceptance of renewable energy—A case study from southeast Germany. *Energy policy*, 39(6), 3252-3260. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.017>
- Olwig, K. R. (2019). The practice of landscape ‘Conventions’ and the just landscape: The case of the European landscape convention. In *Justice, Power and the Political Landscape* (pp. 197-212). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315878270-13>

- Osorio-Aravena, J. C., Rodríguez-Segura, F. J., Frolova, M., Terrados-Cepeda, J., & Muñoz-Cerón, E. (2022). How much solar PV, wind and biomass energy could be implemented in short-term? A multi-criteria GIS-based approach applied to the province of Jaén, Spain. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132920. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132920>
- Painuly, J. P., & Wohlgemuth, N. (2021). Renewable energy technologies: barriers and policy implications. In *Renewable-Energy-Driven Future* (pp. 539-562). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820539-6.00018-2>
- Park, C., & Kim, M. (2021). A study on the characteristics of academic topics related to renewable energy using the structural topic modeling and the weak signal concept. *Energies*, 14(5), 1497. <https://doi.org/10.3390/en14051497>
- Pasqualetti, M. J. (2011). Social barriers to renewable energy landscapes. *Geographical Review*, 101(2), 201–223. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2011.00087.x>
- Prados Velasco, M. J., Baraja Rodríguez, E., Frolova Ignateva, M., & Espejo Marín, C. (2012). Integración paisajística y territorial de las energías renovables. *Ciudad y territorio: estudios territoriales*, 171, 127-143. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76113>
- Prinsloo, F. C. (2013). Impact of renewable energy structures on tourism. *Stellenbosch University*. <https://www.researchgate.net/publication/262948582> The impact of renewable energy structures on tourism
- Ribeiro, F., Ferreira, P., Araújo, M., & Braga, A. C. (2014). Public opinion on renewable energy technologies in Portugal. *Energy*, 69, 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.074>
- Rodríguez Cámara, J. (2016, June 07). Firmas de 650 tosirianos para exigir que la planta de biomasa sea limpia. *DiarioJaén*. <https://www.diariojaen.es/provincia/firmas-de-650-tosirianos-para-exigir-que-la-planta-de-biomasa-sea-limpia-YY1643067>
- Rodríguez Segura, F. J., & Frolova, M. (2021). Los contextos institucionales de la transición energética en España y Hungría: la diversidad de un objetivo comunitario. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, (90). <https://doi.org/10.21138/bage.3130>
- Rodríguez-Segura, F. J., Osorio-Aravena, J. C., Frolova, M., Terrados-Cepeda, J., & Muñoz-Cerón, E. (2023). Social acceptance of renewable energy development in southern Spain: Exploring tendencies, locations, criteria and situations. *Energy Policy*, 173, 113356. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113356>
- Rogers, J. C., Simmons, E. A., Convery, I., & Weatherall, A. (2012). Social impacts of community renewable energy projects: findings from a woodfuel case study. *Energy Policy*, 42, 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.081>
- Rojas, A., & Fernández, J. S. (2000). Análisis de las alternativas de respuestas intermedias mediante el modelo de escalas de clasificación (Analysis of the middle response options with the Rating Scale Model). *Metodología de Encuestas*, 2, 171-183. <http://casus.usal.es/pkp/index.php/MdE/article/view/884>
- Rosso-Cerón, A. M., & Kafarov, V. (2015). Barriers to social acceptance of renewable energy systems in Colombia. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 10, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2015.08.003>
- Ruiz-Arias, J. A., Terrados, J., Pérez-Higueras, P., Pozo-Vázquez, D., & Almonacid, G. (2012). Assessment of the renewable energies potential for intensive electricity production in the province of Jaén, southern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2994-3001. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.006>
- Segreto, M., Principe, L., Desormeaux, A., Torre, M., Tomassetti, L., Tratzi, P., ... & Petracchini, F. (2020). Trends in social acceptance of renewable energy across Europe—A literature review. *International journal of environmental research and public health*, 17(24), 9161. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249161>
- Tudela Serrano, M. L., & Molina Ruiz, J. (2006). La percepción social de las energías renovables a través de una encuesta de opinión. Un caso práctico en localidades del noroeste murciano. *Papeles de Geografía*, (44), 141-152. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/43491>

- Shamsuzzoha, A. H. M., Grant, A., & Clarke, J. (2012). Implementation of renewable energy in Scottish rural area: A social study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.146>
- Somogy Megyei Önkormányzat (2014a). Szektorális tanulmányok: Energia. In “Common cross border strategy”. *Development of common regional strategy in Somogy, Koprivnica Krizevci and Bjelovar Bilogora Counties*. HUHR/1101/2.1.4/0005. [http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes\\_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/5\\_Energia\\_HU.pdf](http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/5_Energia_HU.pdf)
- Somogy Megyei Önkormányzat (2014b). Szektorális tanulmányok: Regionális fejlesztés. In “Common cross border strategy”. *Development of common regional strategy in Somogy, Koprivnica Krizevci and Bjelovar Bilogora Counties*. HUHR/1101/2.1.4/0005. [http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes\\_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/1\\_Region%C3%A1lis%20fejleszt%C3%A9s\\_HU.pdf](http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/1_Region%C3%A1lis%20fejleszt%C3%A9s_HU.pdf)
- Somogy Megyei Önkormányzat (2014c). Szektorális tanulmányok: Mezőgazdaság. In “Common cross border strategy”. *Development of common regional strategy in Somogy, Koprivnica Krizevci and Bjelovar Bilogora Counties*. HUHR/1101/2.1.4/0005. [http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes\\_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/2\\_Mez%C5%91gazdas%C3%A1g\\_06\\_20\\_EN\\_FINAL.pdf](http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes_p%C3%A1ly%C3%A1zataink/2_Mez%C5%91gazdas%C3%A1g_06_20_EN_FINAL.pdf)
- Somogy Megyei Önkormányzat (2020). *Somogy Megye Területrendezési Terve 2020-.* Somogy Megyei Önkormányzat. <http://www.som-onkorm.hu/somogy-megye-teruletrendezesi-terve-2020.html>
- Somogy Megyei Önkormányzat. (2021). Somogy Megye Területfejlesztési Programja. Somogy Megyei Önkormányzat. [http://www.terport.hu/sites/default/files/somogy\\_megye\\_teruletfejlesztési\\_program\\_társ\\_ih\\_09.12.pdf](http://www.terport.hu/sites/default/files/somogy_megye_teruletfejlesztési_program_társ_ih_09.12.pdf)
- Sovacool, B. K. (2009). The cultural barriers to renewable energy and energy efficiency in the United States. *Technology in Society*, 31(4), 365-373. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2009.10.009>
- Stigka, E. K., Paravantis, J. A., & Mihalakakou, G. K. (2014). Social acceptance of renewable energy sources: A review of contingent valuation applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.026>
- Szakály, Z., Balogh, P., Kontor, E., Gabnai, Z., & Bai, A. (2020). Attitude toward and Awareness of Renewable Energy Sources: Hungarian Experience and Special Features. *Energies*, 14(1), 22. <https://doi.org/10.3390/en14010022>
- Titov, A., Szabó, K., & Horváthné Kovács, B. (2018). Social and Natural Opportunities for the Renewable Energy Utilization in the Koppány Valley Development Area. In *MIC 2018: Managing Global Diversities; Proceedings of the Joint International Conference, Bled, Slovenia, 30 May–2 June 2018* (pp. 232-332). Koper, Izola: University of Primorska Press. <https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-7023-92-3/237.pdf>
- Upreti, B. R., & van der Horst, D. (2004). National renewable energy policy and local opposition in the UK: the failed development of a biomass electricity plant. *Biomass and Bioenergy*, 26(1), 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(03\)00099-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00099-0)
- Weiperth, A. (2018). Faunisztikai (vízi makrogerinctelen, hal és herpetológiai) és vízminőség monitoring vizsgálatok a Koppányvölgyi Élőhely Rehabilitációs Kísérleti Területen. *Research Report; HSA Ecological Research Centre: Budapest, Hungary*. [https://koppanyvolgy.files.wordpress.com/2018/06/weiperth-andrc3a1s\\_kutarc3a1si-jelentc3a9s\\_zc3b6ld-forrc3a1s-program\\_ptkf-657-2017.pdf](https://koppanyvolgy.files.wordpress.com/2018/06/weiperth-andrc3a1s_kutarc3a1si-jelentc3a9s_zc3b6ld-forrc3a1s-program_ptkf-657-2017.pdf)
- Zoellner, J., Schweizer-Ries, P., & Wemheuer, C. (2008). Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany. *Energy Policy*, 36(11), 4136-4141. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.026>
- Zhou, X. Y., Lu, G., Xu, Z., Yan, X., Khu, S. T., Yang, J., & Zhao, J. (2023). Influence of Russia-Ukraine War on the Global Energy and Food Security. *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106657. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106657>
- Žnidarec, M., Primorac, M., Mezei, C., & Kovács, S. Z. (2018). Renewable energy potential and decision support in the cross-border region of Croatia and Hungary—potentials for a model application. [http://regscience.hu:8080/jspui/bitstream/11155/1843/2/znidarec\\_renewable\\_2018.pdf](http://regscience.hu:8080/jspui/bitstream/11155/1843/2/znidarec_renewable_2018.pdf)



# Polarización territorial de la brecha de género del desempleo en Andalucía: un análisis exploratorio de datos espacio-temporales abiertos

Territorial polarization of the gender gap in unemployment in Andalusia: an exploratory analysis of open space-time data

## AUTORÍA

Antonio-Jesús Acevedo-Blanco 

Escuela Internacional de Doctorado,  
Universidad Nacional de Educación a Distancia  
(EIDUNED), España.

Violante Martínez-Quintana 

Departamento de Sociología III (Tendencias  
Sociales) de la UNED, España.

Miryam C. González-Rabanal 

Departamento de Economía Aplicada y Gestión  
Pública de la UNED, España.

## DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.24777>

## CITACIÓN

Acevedo-Blanco, A.-J., Martínez-Quintana, V., & González-Rabanal, M. C. (2023). Polarización territorial de la brecha de género del desempleo en Andalucía: un análisis exploratorio de datos espacio-temporales abiertos. *Investigaciones Geográficas*, (80), 215-236. <https://doi.org/10.14198/INGEO.24777>

## CORRESPONDENCIA


Antonio-Jesús Acevedo-Blanco  
([aacevedo13@alumno.uned.es](mailto:aacevedo13@alumno.uned.es))

## HISTORIA

Recibido: 9 marzo 2023  
Aceptado: 19 junio 2023  
Publicado: 19 julio 2023

## TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Este artículo examina la distribución geográfica de la brecha de género en el desempleo en Andalucía y si presenta polarizaciones territoriales. Aplica el enfoque metodológico del análisis de datos espacial exploratorio y prueba las dependencias espaciales, local y global, utilizando para ello datos abiertos georreferenciados producidos por organismos oficiales para el período 2011-2022. A través de esta evaluación, se busca determinar si la brecha de género del paro en Andalucía sigue una distribución geográfica homogénea, o si, por el contrario, ofrece polarizaciones territoriales estables en el tiempo. Los resultados se presentan en mapas LISA (*Local Indicators Spatial Association*) formados por la estadística *Diferencial I local de Moran* en cada uno de los años de la serie. A partir de los resultados del *colocation map* de los clústeres LISA, se concluye que en Andalucía la brecha de género en el desempleo presenta un fuerte componente estructural, feminizado y geográficamente localizado.

**Palabras clave:** Andalucía; desempleo; problemas sociales; estudios de género; análisis de datos espacial exploratorio; datos abiertos; ciencias de datos espaciales.

## Abstract

This article examines the geographical distribution of the gender gap in unemployment in Andalusia and whether it exhibits territorial polarizations. It applies the methodological approach of exploratory spatial data analysis and tests local and global spatial dependencies using georeferenced open data produced by official organizations for the period 2011-2022. Based on this evaluation, it seeks to determine whether the gender gap in unemployment in Andalusia follows a homogeneous geographical distribution, or whether, on the contrary, it offers stable territorial polarizations over time. The results are presented in LISA (*Local Indicators Spatial Association*) maps formed by the local Moran's I differential statistic in each of the years of the series. Based on the results of the LISA clusters' colocation map, it may be concluded that the gender gap in unemployment in Andalusia has a strong structural, feminized, and geographically localized component.

**Keywords:** Andalusia; unemployment; social problems; gender studies; exploratory spatial data analysis; open data; spatial data science.

## 1. Introducción

### 1.1. La dimensión geográfica en la comprensión de los fenómenos sociales y económicos

Para comprender los hechos sociales y económicos, es esencial tener en cuenta el espacio geográfico en el que se desarrollan y sus características. Esto nos ayuda a entender cómo están relacionados estos fenómenos con el territorio donde suceden. Los factores espaciales, como la densidad de población, el terreno, la infraestructura y la accesibilidad, influyen en las dinámicas políticas, económicas y sociales. Por lo tanto, es fundamental considerar la dimensión geográfica al analizar los problemas sociales. Para Agnew (1996), incluir el marco geográfico en los modelos explicativos de las Ciencias Sociales es necesario porque, según la Primera Ley de la Geografía de Tobler (1970), las cosas más próximas en el espacio tienen una relación mayor que las distantes. En esta línea argumental la perspectiva de Sui (2004) sugiere que, dado que las cosas más cercanas tienen una mayor relación que las distantes, es probable que existan factores y escenarios locales que pueden diferenciar inequívocamente un mismo hecho social y económico en distintas ubicaciones geográficas. Si, como plantea Soja, “toda actividad humana se produce en ubicaciones específicas o en contextos geográficos particulares” (2022, p. 388), la existencia de interrelación entre el hecho social y el contexto geográfico implica necesariamente analizar los fenómenos sociales en los contextos locales en los que se producen, ya que elementos como los factores culturales, las especializaciones productivas regionales, los comportamientos aprendidos, las estructuras demográficas de la poblaciones o las políticas públicas focalizadas pueden haber configurado contextos heterogéneos de dependencia espacial en la distribución territorial de los hechos sociales y económicos.

A partir estas generalizaciones, el artículo pretende analizar el problema social del desempleo y su brecha de género en Andalucía a través de la perspectiva *espacialmente integradora* en las dimensiones analíticas de territorio, economía y sociedad, tal y como proponen autores como Garrocho (2016) y Rodrigues-Silveira (2013). Empíricamente, el artículo se centra en estudiar, utilizando datos abiertos de registros oficiales, la relación entre la brecha de género en el desempleo y el territorio en Andalucía, todo ello mediante el uso de procedimientos y software propio para el desarrollo del Análisis de Datos Espacial Exploratorio (ESDA)<sup>1</sup> (Anselin et al., 2006). Para construir una variable adecuada que interprete las diferencias porcentuales entre sexos en las tasas de desempleo a nivel municipal, se utilizan datos abiertos georreferenciados proporcionados por el Instituto de Cartografía y Estadística de Andalucía (IECA) y el Observatorio para el empleo ARGOS, dependiente del Servicio Andaluz de Empleo (SAE).

El trabajo se divide en cuatro partes principales. En la primera, se examina la literatura científica relevante sobre la brecha de género en el desempleo, con un enfoque en dos aspectos interconectados. Inicialmente, se revisan las perspectivas espacial-económicas más relevantes sobre este fenómeno y, a continuación, se conectan estas explicaciones con las teorías sociales pertenecientes a los estudios de género sobre el desempleo femenino. En la segunda parte, se establecen los fundamentos básicos del ESDA y se aplican al estudio del desempleo en Andalucía. Se revisa el concepto de dependencia espacial y su diferencia entre los sexos, así como las principales fuentes de datos abiertos y los procedimientos necesarios para realizar la analítica proyectada.

El objetivo empírico de la tercera sección<sup>2</sup> se centra en examinar la relación entre género y desempleo en Andalucía a través de una serie temporal comprendida entre 2011 y 2022. Utiliza el estadístico *Diferencial I de Moran* y pruebas de robustez para determinar la relación de autocorrelación espacial en la brecha de género en el desempleo municipal a nivel global para el marco geográfico andaluz. Después de examinar la autocorrelación espacial global, se aplican estadísticas locales del *Diferencial I de Moran* para identificar las localizaciones con mayor impacto en la brecha de género en el desempleo y se agrupan en clústeres mediante mapas LISA. Como síntesis, el artículo presenta los resultados en un *LISA colocation map*<sup>3</sup> de los clústeres de alta incidencia de la brecha de desempleo de género en Andalucía, identificando las ubicaciones con mayor impacto en la brecha de género en el desempleo (*Hot spots*). Además, también se presenta una tabla con los datos principales de los emplazamientos de alta incidencia (*High-High*) en cada uno de los años

1 Acrónimo por sus siglas en inglés: *Exploratory Spatial Data Analysis*.

2 Este artículo se acompaña de un conjunto de datos proporcionado por Antonio Jesús Acevedo Blanco (2023) bajo el título “VALbrechagd”. Los datos están disponibles en Mendeley Data, versión 1, y pueden ser citados utilizando el doi: <https://doi.org/10.17632/j9p2gntcf9.1>

3 Este artículo utilizará el término *colocation map* en su forma original en inglés, ya que se considera que su terminología es más precisa que su traducción al español.



de la serie. Esto proporciona una representación visual —mapas— y detallada —tabla— de las áreas con mayores brechas de desempleo de género y cómo han evolucionado a lo largo del tiempo.

La cuarta parte de la investigación plantea las conclusiones que evidencian la brecha de género en las diferentes Áreas Territoriales de Empleo (ATE). Se busca determinar si hay regiones con una incidencia elevada (*High-High*) de desempleo de género, lo que permitirá identificar zonas, principalmente rurales, que requieren una intervención preferente para abordar la brecha de género en el desempleo. Los resultados obtenidos pueden ser valiosos para mejorar la eficacia de las políticas activas de empleo del SAE y reducir la brecha de género en el desempleo. Cabe destacar que las ATE tienen la responsabilidad de implementar estas políticas y, por lo tanto, los resultados de este análisis pueden tener un impacto positivo en su eficacia y en la reducción de la brecha de género en el desempleo.

En resumen, el procedimiento ESDA puede ser una potente herramienta para la construcción de indicadores georreferenciados que proporcionen evidencias empíricas para evaluar la planificación local en políticas activas de empleo en Andalucía (González-Rabanal, 2022). Esto tiene implicaciones políticas importantes en la toma de decisiones para mejorar el empleo en la Comunidad Autónoma de Andalucía, alineado con las directrices europeas de Gestión Pública y Gobierno Abierto basadas en la Estrategia Europea de datos y en la Economía del dato. Esta estrategia plantea un modelo de sociedad para la Unión Europea capacitada en la toma de decisiones basadas en datos que favorezcan la generación de beneficios para las empresas, ciudadanos y administraciones públicas.

## 1.2. Revisión del marco teórico

Para la planificación de la investigación se han tenido en cuenta las aportaciones de Halleck Vega & Elhorst (2016) relativas a las interacciones de los mercados locales intrarregionales, que revelan que las tasas de desempleo tienden a concentrarse geográficamente, especialmente en Andalucía (López-Hernández, 2013). En España, López-Bazo y Motellón (2017) evidencian que existe una mayor incidencia del desempleo femenino en áreas rurales y de difícil movilidad. Teóricamente, se esperaría que el comportamiento del desempleo entre hombres y mujeres fuera diferente, ya que las mujeres suelen tener peores condiciones laborales, ganan menos, trabajan en diferentes ocupaciones e industrias y trabajan menos horas (Lillydahl & Singell, 1985). Las desfavorables condiciones laborales son una explicación significativa de la posición económica subordinada y la falta de autonomía que experimentan las mujeres. Una manifestación adicional de la discriminación en el mercado laboral es la sobrerrepresentación de las mujeres en empleos a tiempo parcial (Martínez-Quintana & Martínez-Gayo, 2019). Esta segregación ocupacional persiste, sobre todo, en los contextos rurales andaluces (Osuna Rodríguez, M. & Rodríguez García, 2015), donde las mujeres se ven directamente afectadas por la doble brecha en el acceso al empleo. En este sentido, son relegadas a empleos en los sectores de servicios, turismo y hostelería, lo que contribuye a incrementar la brecha salarial de género (Rivera Mateos, 2018). Además, la alta temporalidad, resultado de la significativa participación de las mujeres en el empleo turístico, profundiza las disparidades territoriales entre zonas rurales, áreas urbanas de interior y zonas costeras, acentuando aún más las desigualdades existentes.

Por consiguiente, se infiere que la participación y el desempleo de las mujeres no son simplemente el resultado de comportamientos individuales, sino que requieren un análisis considerando la interacción de diversos factores económicos, geográficos y, especialmente, sociales, los cuales presentan características distintivas en comparación con el caso de los hombres (Lewandowska-Gwarda, 2018; Verick, 2018).

Según sugieren Noback et al. (2013a) en su investigación sobre los mercados de trabajo alemanes, las características socioeconómicas de una región pueden influir en la participación de las mujeres en el mercado laboral. Esto se debe a que las decisiones de empleo individuales están influidas por las características regionales del mercado laboral local. También puede encontrarse una explicación al comportamiento diferencial de las mujeres en el efecto “trabajador desanimado”, es decir, las mujeres se abstienen de buscar trabajo debido a las pocas oportunidades que perciben de encontrarlo. Además, las mujeres realizan gran parte del trabajo no remunerado, lo que disminuye su tiempo disponible para el empleo remunerado y tienen que asumir los costes económicos de tiempo del traslado al trabajo. La mujer se incorpora al mercado laboral con una distribución de roles tradicional en la que se espera que cumpla funciones reproductivas y de soporte familiar, mientras que el hombre tiene asumidas las funciones productivas y de sostén económico de la familia. Aunque este modelo ha cambiado en las últimas décadas, además de haberse generalizado el modelo de doble sustentador, las mujeres aún asumen gran parte de las responsabilidades relativas al cuidado y la organización de las familias (Rodríguez-González, 2018).

Camarero et al. (2006) sugieren que el entorno local es especialmente importante para el des/empleo femenino. En el contexto rural el empleo femenino estable y regular está totalmente condicionado por las facilidades para acceder a los mercados *extralocales* de empleo. La crianza de los hijos y los cuidados familiares puede limitar la movilidad y flexibilidad de las mujeres, lo que dificulta el acceso a estos mercados lejos del domicilio familiar. Los desplazamientos laborales para las mujeres rurales son otro hándicap añadido, debido a la falta de infraestructura de transporte adecuada y a la distancia a los lugares de trabajo, lo que puede limitar sus oportunidades laborales al aumentar los costes asociados al transporte (Gómez-Pellón, 2022). Como resultado de todo ello, las mujeres pueden recurrir a los mercados laborales locales, que suelen ser poco dinámicos en cuanto al empleo femenino. Esto puede llevar a una escasez de opciones laborales y comportar una descualificación en términos de oportunidades para las mujeres, ya que pueden verse obligadas a recurrir a trabajos en el entorno local de los negocios familiares, trabajos por cuenta propia y trabajos relacionados con el cuidado de personas. Indudablemente, la falta de infraestructura de transporte adecuada y la distancia a los lugares de trabajo son obstáculos adicionales para el empleo femenino en las áreas de empleo rurales.

Desde la perspectiva geográfica, las investigaciones sobre las brechas de desempleo entre hombres y mujeres a nivel regional son escasas, pero se ha encontrado que existen diversidades espaciales en el desempleo entre hombres y mujeres, como se observó en el análisis realizado en la Comunidad de Madrid por Rodríguez Moya y Pozo Rivera (2019). A escala municipal, las diferencias territoriales son apreciables, especialmente en los países desarrollados del Primer Mundo. Vivir en ciudades parece favorecer especialmente a la población femenina en cuanto a la reducción de niveles de desempleo, ya que en las áreas metropolitanas se ofrece una mayor oferta de guarderías y transporte, lo que también debería aumentar las tasas de participación femenina (Alonso-Villar & del Río, 2008). Por lo tanto, sería interesante determinar si la concentración o dispersión poblacional en el territorio en torno a las urbes metropolitanas pueden influir en las diferencias en las tasas de desempleo observadas entre las mujeres en función del territorio.

Desde la perspectiva anteriormente descrita, del Río y Alonso-Villar (2007) sugieren tres mecanismos explicativos teóricos para las diferencias en las tasas de desempleo femenino entre áreas rurales y urbanas. En primer lugar, la teoría de la coordinación, que señala que en áreas urbanas las oportunidades de empleo son mayores para los individuos con reducida movilidad geográfica y altas tasas de entrada y salida del mercado laboral. En segundo lugar, las diferencias en los servicios de guarderías entre las áreas rurales y urbanas podrían explicar las mayores tasas de desempleo femenino en las zonas rurales. Por último, se apunta que las oportunidades de encontrar empleo para las mujeres aumentan en las ciudades grandes debido al patrón de sobrerrepresentación de este colectivo en el trabajo a tiempo parcial y en el sector servicios (Martínez-Gayo & Martínez Quintana, 2020).

Igualmente, se pueden identificar diferentes tipos de áreas rurales, desde áreas en el perímetro de las grandes ciudades, cercanas al centro, hasta áreas remotas dependientes de la agricultura e, incluso, áreas rurales con economías orientadas a servicios como el turismo o la industria agroalimentaria (Rakowska, 2014). La infraestructura del transporte y los costes del mismo juegan un papel importante en la participación en el mercado laboral, especialmente para las mujeres. Estas circunstancias, junto con factores individuales, pueden explicar por sí mismas la tasa de desempleo en una región en uno o más períodos de tiempo (Elhorst, 2008). En este sentido, la investigación de Celbiş (2022) señala que la dicotomía rural/urbana en cuanto a la participación laboral en clave de género no se aplica a todas las áreas geográficas. La urbanización y la concentración de industrias y servicios en las ciudades pueden beneficiar a las áreas rurales adyacentes, pero las poblaciones rurales remotas, a menudo, se ven excluidas del acceso al empleo femenino. Estos factores específicos de las áreas rurales pueden conducir a estructuras espaciales con una alta incidencia del desempleo de género, dando lugar a la formación de grupos de localidades con desempleo femenino persistente (Kondo, 2015).

La literatura espacial econométrica ha reconocido patrones de asociación geográfica en la distribución espacial del desempleo femenino y ha identificado características laborales y socioeconómicas endógenas que afectan a la participación laboral de las mujeres (Noback et al., 2013b; Olivetti & Petrongolo, 2014). Se ha encontrado que gran parte de la variación explicada en las poblaciones locales masculinas y femeninas económicamente activas se atribuye a la densidad de población, el género, la edad y la composición educativa de la población, y a combinaciones de industrias y sectores (Jaba et al., 2010). Se apunta para explicar las diferencias regionales en el desempleo femenino a la educación femenina, la urbanización, los trabajos en el sector privado, las tasas de divorcio y los trabajos administrativos femeninos (Mansour et al., 2020).

Las diferencias regionales en la brecha de género en el desempleo son evidentes (Prodromidis, 2008), pero los patrones subyacentes varían entre países de economías avanzadas como los Estados Unidos y España (Zolnik, 2011, 2013). Con el aumento en la disponibilidad de datos regionales, la investigación económica regional se ha vuelto más importante (Manzanares-Gutiérrez, 2017; Manzanares-Gutiérrez & Riquelme-Perea, 2017). Para realizar un análisis efectivo de la brecha de desempleo, es crucial tener en cuenta las ubicaciones incluidas en los mercados laborales locales, así como los flujos de residencia y empleo. Además, resulta esencial considerar las áreas y agrupaciones territoriales de municipios contiguos que se identifiquen por su homogeneidad interna y separación externa más significativas, como se evidencia en los trabajos de Manzanares-Gutiérrez y Riquelme-Perea (2014) en relación a los mercados locales de Huelva y Murcia. Adoptar una perspectiva territorial al considerar estos aspectos nos permite obtener una comprensión más completa y precisa de la dinámica del desempleo en una región determinada y de ahí el interés del presente trabajo. Es posible que las diferencias regionales se deban al efecto desbordamiento espacial de las variables, como se ha sugerido en estudios previos (Fischer & Griffith, 2008). También es importante considerar que los procesos de difusión de políticas públicas y actividades económicas pueden influir en la dinámica del desempleo en una región específica como Oviedo, tal como indica Obeso-Muñiz (2019).

Señala Prodromidis (2012) la necesidad de identificar áreas específicas dentro de las unidades territoriales y los mercados locales de trabajo para diseñar intervenciones de políticas focalizadas, ya que, como se indicó al inicio de esta revisión, la participación de la mujer en el mercado laboral depende tanto de factores económicos como sociales (Manzanares-Gutiérrez, 2021).

Aunque el análisis de microdatos individuales puede proporcionar información detallada sobre sujetos, el uso de datos agregados a nivel de desagregación municipal tiene sus ventajas, especialmente cuando se trata de estudios sobre la población activa y la tasa de desempleo regionales. Esto se debe a que las regiones tienden a mantener su posición relativa a lo largo del tiempo, lo que permite una evaluación más precisa de las diferencias de género en el modelo de concentración espacial del desempleo (Elhorst, 2003). La esencia del análisis espacial es que “el espacio importa” y ello puede llegar a significar que cada región tiene su tasa natural de desempleo idiosincrásica (Al-Ayouty & Hassaballa, 2020).

En otro orden de ideas, con los datos desagregados municipalmente para España se destaca, en el estudio de Martínez-Tola & de la Cal (2017), que existe una relación inversa entre educación y desempleo para las mujeres en Euskadi. Por lo tanto, los municipios con tasas de desempleo femenino más bajas serán aquellos en los que el peso relativo de la educación de las mujeres es mayor. Los municipios especializados en sectores productivos de baja especialización y ramas de actividad donde el empleo precario es particularmente relevante se verán más afectados por el impacto territorial de la destrucción de empleo en las mujeres, especialmente en los períodos de crisis. En similar sentido se pronuncian los aportes de Checa-Olivas, (2021) y Chica-Olmo et al. (2021), que encontraron que la distribución de la brecha de género en el empleo en Andalucía se encuentra agrupada en conglomerados espaciales, manteniéndose estable en el tiempo.

Después de revisar la literatura disponible, se han identificado varios factores que contribuyen a la brecha de género en el desempleo. Estos factores incluyen elementos económicos, geográficos y sociales, que interactúan para crear y mantener la desigualdad en el acceso al empleo. Algunos de los elementos identificados son: la concentración de mujeres desempleadas en zonas geográficas con altas tasas de desempleo, la concentración del desempleo femenino en áreas rurales y de difícil movilidad, su predominio asociado a la falta de infraestructura de transporte adecuada, la dispersión poblacional en torno a las urbes metropolitanas y la especialización de municipios en sectores productivos de baja especialización y la existencia de ramas de actividad donde el empleo precario es particularmente relevante.

Para abordar esta problemática, es necesario identificar áreas específicas dentro de los mercados locales de trabajo y desarrollar políticas y programas específicos para atender las desigualdades en el acceso al empleo.

En síntesis, la revisión bibliográfica resalta la relevancia de examinar la relación entre la brecha de género en el desempleo y su asociación con la ubicación geográfica. Investigaciones previas en disciplinas interdisciplinarias, como sociología, economía y geografía, sugieren que la distribución de la brecha de género en el empleo en Andalucía se agrupa en conglomerados espaciales y se mantiene estable en el tiempo. Por consiguiente, es necesario profundizar en el estudio de estos patrones y su relación con los factores económicos, geográficos y sociales que contribuyen a la brecha de género en el desempleo.

En coherencia con este planteamiento, la aportación empírica de este artículo proporciona información basada en datos abiertos —*Open Data*— para ayudar a las instituciones públicas a tomar decisiones estratégicas para abordar esta brecha, pero el estudio se restringe al análisis a nivel de municipios en Andalucía, lo que limita su alcance y no permite recoger datos individuales sobre variables importantes como el nivel de formación, los niveles salariales o la renta disponible. Por tanto, para avanzar en la comprensión del fenómeno y plantear desarrollos futuros para el análisis de los diferenciales entre género en el mercado laboral andaluz, es esencial identificar primero las áreas de Andalucía donde la brecha de género en el desempleo tiene un mayor impacto y determinar si esta brecha tiene patrones espaciales persistentes en el tiempo.

## 2. Metodología

### 2.1. Análisis espacial exploratorio de datos aplicado al estudio del problema social del desempleo en Andalucía

El procedimiento ESDA es una extensión del Análisis Exploratorio de Datos (ADE), metodología de marcado carácter inductivo enfocada hacia la parsimonia explicativa que plantea analíticas apoyadas en el manipulado de herramientas gráficas y descriptivas con la principal orientación metódica de revelar patrones de comportamiento de los datos y permitir el establecimiento de hipótesis con la menor estructura posible (Acevedo-Blanco & Martínez-Quintana, 2021). Se propone el ESDA como una extensión del análisis estadístico exploratorio clásico planteado por Tukey (1997), pero desarrollando un conjunto de técnicas explícitamente centradas en las características distintivas de los datos geográficos.

ESDA resulta particularmente poderoso cuando, debido a la ausencia de estabilidad territorial de los hechos sociales y económicos, no existe un fuerte marco teórico, como sucede a menudo en el caso de las Ciencias Sociales interdisciplinarias, que estudian el comportamiento humano en interacción con el contexto geográfico (Chasco, 2003; Chasco & Fernández-Avilés, 2009). Cuando la explotación estadística se realiza con indicadores socioeconómicos, el método del análisis espacial exploratorio de datos (ESDA) se orienta desde un enfoque inductivo que propone generar conocimiento a partir de “visualizar distribuciones espaciales, identificar localizaciones atípicas (*spatial outliers*), descubrir esquemas de agrupación espacial, asociaciones (*clusters*) o puntos calientes (*Hot spots*) y sugerir estructuras espaciales u otras formas de dependencia espacial de las variables” (Anselin, 1999, p. 68).

Entre otras, las principales utilidades del análisis ESDA destacan en cuanto se computa la distribución de los datos en el territorio a la vez que se hace posible testar la autocorrelación espacial local y global, planteando posibles esquemas de relación de las variables con el territorio. Su aplicación más común está especialmente indicada en la detección de estructuras, asociaciones y otras situaciones de no aleatoriedad geográfica de las variables (Acevedo-Bohórquez & Velásquez-Ceballos, 2008).

En este sentido, para el estudio del des/empleo en Andalucía resulta especialmente interesante el desarrollo de métodos de ESDA con los indicadores desagregados a nivel municipal, pues puede darse la situación de que este nivel de análisis pudiera llegar a revelar patrones espaciales de comportamiento de los mercados laborales no advertidos por la estadística oficial del des/empleo que se ofrece en la Encuesta de Población Activa (EPA). Además, el análisis de los mercados laborales locales mediante técnicas de ESDA y métodos econométricos espaciales es de gran utilidad para la planificación de políticas de empleo en Andalucía, ya que permite obtener una visión detallada y precisa de la situación laboral en cada área geográfica. Al mismo tiempo, los avances en las ciencias espaciales de datos y en el uso y puesta a disposición de datos abiertos de fuentes oficiales —*Open Data*— por los organismos estadísticos de Andalucía facilitan el acceso a información precisa y actualizada para analistas y científicos sociales, lo que contribuye a la toma de decisiones más informadas y efectivas en el ámbito laboral andaluz.

Apoyando el análisis empírico en las herramientas de computación que ofrece el software libre GeoDa (Anselin et al., 2006), en este trabajo se obtiene información municipalmente desagregada que posibilita detectar atípicos espaciales o municipios con valores extremos de los indicadores de brecha de género en el desempleo, clústeres o agrupaciones de ubicaciones reunidos en torno a valores extremos de los indicadores —*hot/cold spots*— y, por último, se testa la dependencia espacial del fenómeno del desempleo en Andalucía y su brecha de género. La analítica ESDA y su implementación en sistemas de información geográfica pueden ser útiles para la planificación local del empleo en Andalucía mediante el uso de minería de datos y el acceso a los datos abiertos y georreferenciados del mercado laboral andaluz. Esto puede ayudar en la colaboración entre actores y en la transferencia del conocimiento, utilizando los importantes avances de las herramientas estadísticas

espaciales y de los sistemas de información geográfica en línea (Gutiérrez-Puebla et al., 2016), de acuerdo con los conceptos de desarrollo e implementación de la Economía del dato que cada vez está más difundida en las actuales sociedades del conocimiento (Haining et al., 1998).

## 2.2. Registros estadísticos oficiales de des/empleo en Andalucía con desagregación municipal

### 2.2.1. Afiliados a la Seguridad Social residentes en los municipios andaluces (ASSrm)

Resultan imprescindibles los registros de empleo y de desempleo desagregados a nivel municipal para la minería de datos georreferenciados de los mercados locales de trabajo en Andalucía. El indicador de Afiliados a la Seguridad Social residentes en los municipios andaluces (ASSrm) —producto de la explotación estadística que realiza el IECA a nivel municipal— recopila microdatos del registro de afiliaciones a la Seguridad Social y del archivo de Cuentas de Cotización en Andalucía. Se publican datos con nivel de desagregación municipal, tanto de afiliaciones como de afiliados, aspecto fundamental para la construcción de indicadores, dado que una misma persona puede tener más de una afiliación. Esta singularidad de la explotación estadística resulta determinante pues elimina la distorsión que pudieran llegar a producir las situaciones de pluriafiliación.

### 2.2.2. Las particularidades especiales del caso andaluz. Registro DENOS

El indicador de Demandantes de Empleo no Ocupados (DENOS) refleja situaciones de desempleo más amplias que el registro de agregados Paro Registrado, pues aplica criterios internacionales para medir el desempleo similares a los que utilizan las cifras de la EPA (Albert & Toharia, 2007). La Orden de 11 de marzo de 1985, por la que se establecen criterios estadísticos para la medición del paro registrado (B.O.E., 1985), excluye del paro registrado colectivos como trabajadores eventuales agrarios subsidiados (TEAS), estudiantes, demandantes de empleo de duración inferior a tres meses o demandantes de empleo de jornada inferior a las veinte horas. De los colectivos reseñados, es el de TEAS, solo existente en Andalucía y Extremadura, el agregado que, como se apunta en el trabajo de Acevedo-Blanco & Martínez-Quintana (2022), en mayor medida puede sesgar el análisis con su exclusión, debido al gran peso de esta población en los municipios agrarios andaluces —aproximadamente 100.000 personas—.

## 2.3. Tasas municipales de des/empleo

Los registros necesarios para construir los indicadores se detallan a continuación:

- Se obtiene del IECA<sup>4</sup> el registro de ASSrm. La web ofrece una guía detallada donde se explica la metodología empleada.
- El registro de DENOS no resulta especialmente accesible. A agregados como paro registrado o demandantes de empleo se puede acceder desde la web del Servicio Estatal Público de Empleo (SEPE), que ofrece datos municipalmente desagregados para el conjunto de municipios del Estado español. Para obtener el registro DENOS en Andalucía, a nivel municipal, junto a las variables sociodemográficas en series temporales, se aconseja requerir los ficheros en el apartado de *solicitar información* en la web del observatorio para el empleo dependiente de la Junta de Andalucía ARGOS<sup>5</sup>.
- Por último, para el ESDA resulta necesario la capa cartográfica con los formatos de mapas necesarios. Para este trabajo, se utiliza el software de estadística espacial GeoDa conjuntamente con las capas de mapas municipales que ofrece el IECA<sup>6</sup> en su producto de libre descarga “Datos Espaciales de Referencia de Andalucía”.

La tasa municipal de desempleo (TMD) en Andalucía es un indicador estadístico avalado por la explotación estadística del IECA, que mide el porcentaje de personas desempleadas en un determinado municipio o localidad en relación con la población activa. Este indicador se calcula utilizando los datos recogidos por los registros administrativos del SAE y del IECA anteriormente revisados, lo que permite una mayor precisión en comparación con las encuestas de población activa. Es utilizado para analizar la situación del mercado laboral en diferentes municipios o localidades de Andalucía. Además, en algunos estudios, como el informe

4 [https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CodOper=b3\\_291&idNode=1323](https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CodOper=b3_291&idNode=1323)

5 <https://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdeempleo/web/argos/web/es/ARGOS/index.html>

6 <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/index.htm>

de Acevedo Blanco & Martínez Quintana (2021), se analiza la dependencia espacial de la tasa de desempleo en los municipios, permitiendo conocer si existe una relación entre la tasa de desempleo en un municipio y la tasa de desempleo en los municipios vecinos.

Se pueden calcular tasas específicas para hombres y mujeres ( $TMD_H$  y  $TMD_M$ , respectivamente) para analizar la situación del mercado laboral por género. Estas tasas se calculan dividiendo el número de personas desempleadas de cada sexo ( $DENOS_{M/H}$ ) por la población activa en un municipio o localidad determinada. La población activa se define como el conjunto de personas que tiene edad legal para poder trabajar, que está buscando trabajo o trabajando. Para calcular la población activa de ambos sexos, se suman el número de personas desempleadas ( $DENOS_{H/M}$ ) y los afiliados a la seguridad social en alta laboral de cada grupo ( $ASSrm_{H/M}$ ).

En este caso, se examina la variable de la brecha de género en el desempleo para evaluar su dependencia espacial. Esta brecha se representa mediante la diferencia en puntos porcentuales entre la tasa de desempleo de hombres y mujeres a nivel municipal. En otras palabras, se calcula restando la tasa de desempleo de mujeres de la tasa de desempleo de hombres para obtener el resultado. Esta variable se utilizará para analizar cómo varía la desigualdad en el acceso al empleo entre hombres y mujeres en diferentes áreas geográficas andaluzas. Igualmente, en otros contextos geográficos se podrían utilizar técnicas de análisis espacial para ver si existen patrones o tendencias en la brecha de género en el desempleo en diferentes regiones, mercados locales de trabajo o Comunidades Autónomas.

Tasa municipal de desempleo (mujer/hombre) ( $TMD_{M/H}$ ).  
Media anual

$$TMD_{M/H} = DENOS_{M/H} / (ASSrm_{M/H} + DENOS_{M/H})$$

## 2.4. Análisis espacial exploratorio del des/empleo de las mujeres en el área de estudio

En cuanto a la brecha de género en el mercado laboral en Andalucía, las estadísticas oficiales sobre empleo y desempleo muestran la desigualdad de las mujeres en el empleo. A pesar de esto, ¿sabemos con certeza cómo se distribuye la brecha del paro en Andalucía y en qué territorios es más acentuada? El procedimiento del ESDA, utilizando datos de registros oficiales abiertos, puede ser una herramienta eficaz para profundizar en la estadística del desempleo en Andalucía. Mientras que la Encuesta de Población Activa (EPA) brinda datos a nivel provincial, la desagregación a nivel municipal realizada mediante procedimientos del ESDA puede permitir una comprensión más detallada y precisa de las estructuras de dependencia geográfica relacionadas con el desempleo. Con esta información, se podrá tener una comprensión más completa de la realidad del desempleo de las mujeres en Andalucía y sus diferencias territoriales.

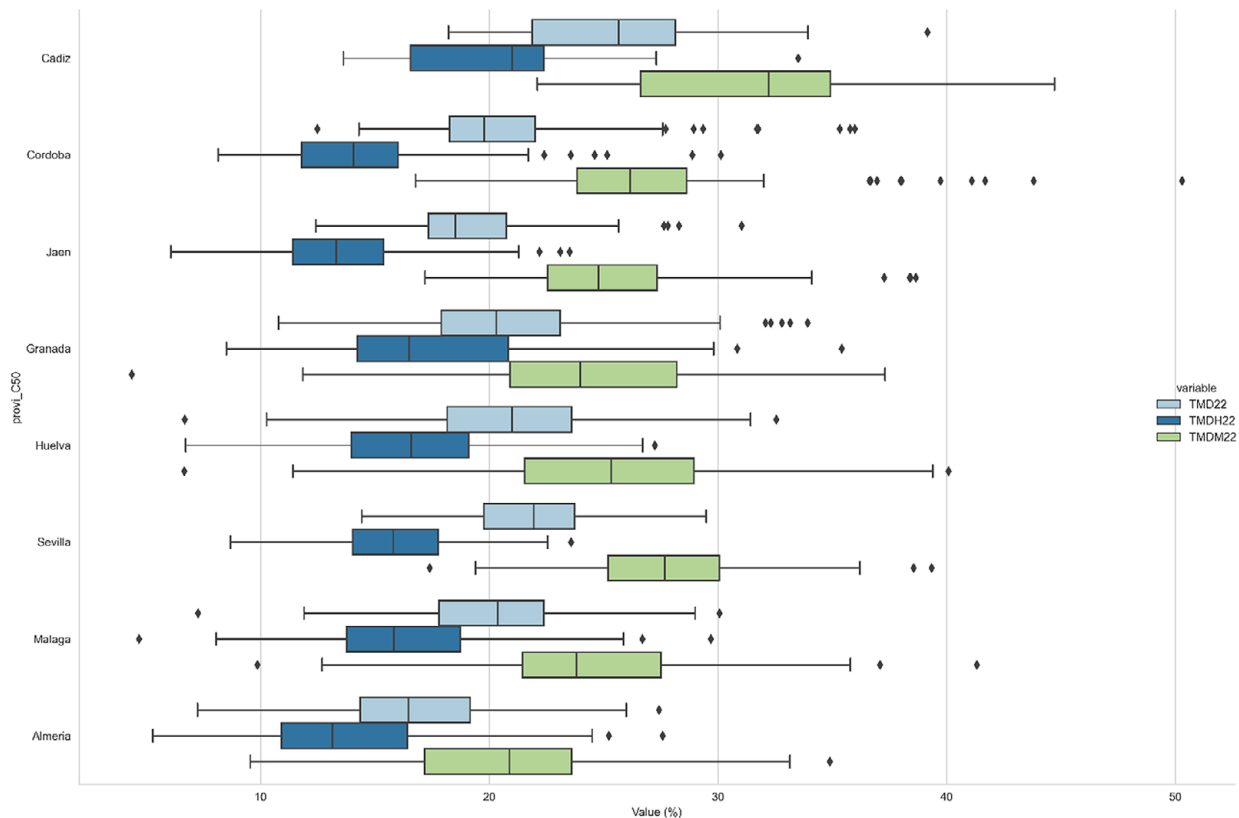
La siguiente gráfica (Figura 1) muestra, a través de un diagrama de cajas, las tasas de desempleo en el área de estudio, según el género y la provincia. El gráfico ilustra claramente la desigualdad en la distribución del desempleo en la Comunidad Autónoma y refleja que las tasas de desempleo para las mujeres son significativamente más altas que las de los hombres. Sintéticamente, los resultados se pueden resumir identificando que; en Almería, en 2022, la tasa de desempleo municipal ( $TMD_{22}$ ) es del 16,94%, con una tasa para los hombres de 13,82% ( $TMDH_{22}$ ) y para las mujeres de 20,71%. En Cádiz, la tasa de desempleo es del 25,67%, con una tasa para los hombres del 20,13% y para las mujeres del 31,36%. En Córdoba, la tasa de desempleo municipal es del 21,06%, con una tasa para los hombres del 14,83% y para las mujeres del 27,32%. En Granada, la tasa de desempleo es del 20,78%, con una tasa para los hombres del 15,55% y para las mujeres del 24,21%. En Huelva, la tasa de desempleo es del 20,65%, con una tasa para los hombres del 16,52% y para las mujeres del 25,24%. En Jaén, la tasa de desempleo es del 19,31% para los hombres y del 25,35% para las mujeres. En Málaga, la tasa de desempleo es del 20,26% para los hombres y del 24,33% para las mujeres. Y en Sevilla, la tasa de desempleo es del 21,91% para los hombres y del 27,85% para las mujeres.

Es fundamental considerar estos resultados y analizarlos con más profundidad para comprender la situación diferencial del desempleo de las mujeres en Andalucía. Para obtener más información, se puede acceder a los datos de la estadística descriptiva de las variables ( $TMD_{22}$ ,  $TMDH_{22}$  y  $TMDM_{22}$ ) en el enlace proporcionado en la nube que da acceso al conjunto de datos incluido en este artículo.

Un *box plot* es una herramienta visual que se utiliza para representar un conjunto de datos estadísticos en un gráfico. Muestra la distribución de los datos y permite identificar la presencia de outliers, que son valores que

se encuentran por fuera de la distribución normal de los datos. En este caso, el mapa de caja cartografiado refleja la brecha de género en los municipios de Andalucía, permitiendo identificar las zonas donde existe una mayor o menor brecha entre hombres y mujeres en el acceso al empleo. El mapa de caja (Figura 1) de la brecha de género refleja que los primeros municipios (15) se consideran como atípicos inferiores en términos de la brecha de género y reflejan una situación de casi igualdad entre hombres y mujeres. Además de estos 15 municipios, también existen 181 municipios que se encuentran en el primer cuartil de la distribución, con una brecha de género por debajo del 6,5%. Estos municipios se encuentran principalmente en las zonas orientales de Andalucía y en las costas.

Figura 1. Tasa municipal de desempleo por provincias en Andalucía (hombres y mujeres) 2022

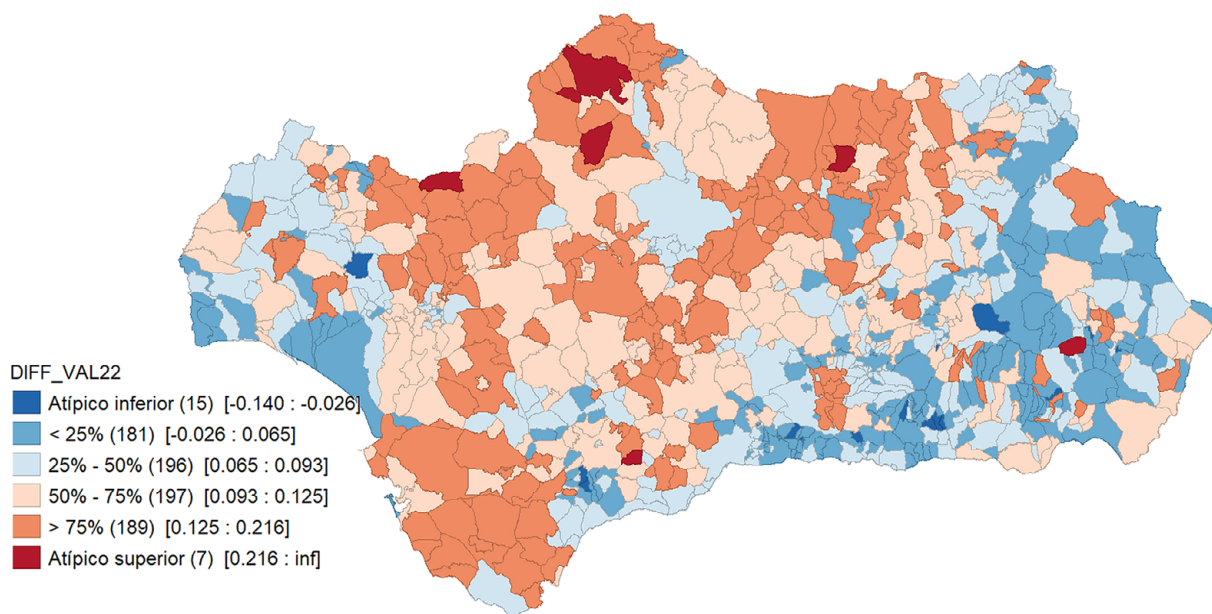


Elaboración propia

El segundo cuartil de la distribución incluye a 196 municipios con una brecha de género en el paro femenino entre el 6,5% y el 9,3%. En el mapa, se puede ver que este grupo de municipios se encuentra mayoritariamente cerca de los municipios del primer cuartil y comienza a aparecer en las zonas centrales de Andalucía. El tercer cuartil, con una brecha de género entre el 9,3% y el 12,5%, incluye a 197 municipios que se encuentran principalmente distribuidos en la zona del alto y bajo Guadalquivir y cerca de la capital de Andalucía, Sevilla. También se concentran en zonas agrarias de las comarcas más al este.

La cuarta agrupación incluye a 189 municipios con una brecha de género en el desempleo por encima del 12,5% y valores superiores al 21%. Estos municipios pueden ser divididos en cuatro zonas geográficas diferentes que incluyen cerca de las comarcas agrarias de Córdoba y Sevilla, la Sierra Norte de Sevilla y la Serranía de Huelva, las comarcas del olivar de Úbeda y Andújar e industria jienense, actualmente deprimidas por las recientes deslocalizaciones productivas de empresas y sectores industriales en Linares, y las comarcas rurales agroganaderas y olivareras de Écija y Puente Genil. Es importante señalar que esta agrupación se muestra en el mapa como una extensión interior del cuartil anterior, lo que sugiere una dependencia espacial de la variable explicativa. Además, los 7 municipios con tasas extremadamente altas de brecha de género en el desempleo, conocidos como *atípicos superiores*, reflejan situaciones de desigualdad extrema entre hombres y mujeres en el acceso al empleo. Estos municipios, representados en tonos rojos intensos, también están inscritos en las demarcaciones geográficas con tasas más altas de desempleo femenino, lo que sugiere un comportamiento social de la brecha de género en el desempleo andaluz geográficamente determinado.

Figura 2. Mapa de caja de la brecha de género en el desempleo en Andalucía



Elaboración propia

En conclusión, el análisis exploratorio de los datos geográficos de la brecha de género a través de un mapa de caja proporciona una valiosa visión sobre la distribución y la concentración de la variable, permitiendo identificar patrones y tendencias significativas en la distribución de la brecha de género en el desempleo. Este análisis es esencial para orientar la investigación y determinar los núcleos de dependencia espacial de la brecha de género en el empleo, lo cual es fundamental para comprender mejor la autocorrelación espacial de la variable.

## 2.5. Dependencia local y global. Diferencial I de Moran

Hasta el momento, en este artículo, hemos examinado el concepto de dependencia espacial de las variables, analizando la relación entre la teoría social y el espacio geográfico. Ahora, nos enfocamos en evaluar la presencia de autocorrelación espacial, ya que, según la estadística espacial (Celemín, 2009; Vilalta y Perdomo, 2005), su presencia en los indicadores puede afectar la validez de las estimaciones de las regresiones econométricas. La falta de consideración adecuada de la autocorrelación espacial puede resultar en un sesgo en las estimaciones debido a heterocedasticidad en los errores de varianza, lo que puede invalidar los resultados de la regresión. Por lo tanto, es fundamental no solo examinar la distribución de las variables intensivas espacialmente, sino también investigar la presencia de autocorrelación espacial utilizando el ESDA como un primer paso antes de realizar un análisis de regresión confirmatorio. Esto garantiza una evaluación exhaustiva y precisa de los datos, y asegura la validez de los resultados obtenidos a través del análisis.

El estadístico I de Moran es una de las herramientas más comúnmente utilizadas en la evaluación exploratoria de la autocorrelación espacial de datos georreferenciados. Como uno de los métodos más populares utilizados en la estadística espacial, este estadístico mide la correlación entre una variable espacialmente intensiva y su promedio ponderado en las localizaciones vecinas. La estadística de Moran funciona igual que un coeficiente de correlación de Pearson que, en caso de una autocorrelación espacial positiva, denotará que los valores de la variable en una ubicación serán similares a los valores en sus vecinos, mientras que una autocorrelación espacial negativa indicará valores desiguales en las ubicaciones vecinas. Si los resultados del estadístico I de Moran se encuentran cercanos a cero, esto sugiere la ausencia de autocorrelación espacial y, por lo tanto, los valores en las unidades espaciales vecinas pueden llegar a considerarse como producidos de manera aleatoria (Acevedo-Bohórquez & Velásquez-Ceballos, 2008).

El procedimiento comienza con el usuario introduciendo una matriz de contigüidad para identificar la vecindad entre los objetos espaciales. La conectividad que define la vecindad se incorpora en la matriz  $W$ , que representa a los objetos espaciales en cada fila  $i$ . A su vez, la matriz contiene elementos correspondientes a las mismas ubicaciones representadas igualmente en las columnas  $j$ . La estructura de  $W_{ij}$  identifica las



ubicaciones vecinas a una dada, de forma que los valores 1 representan “vecinos” y los valores 0 implican “no vecindad”.

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{pmatrix}$$

La forma del índice de Moran para cada ubicación  $i$  es la siguiente:

$$I_i = (z_i / m_2) \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j$$

donde  $m_2$  = varianza y las observaciones  $z$  desviaciones de la media  $z = (x_i - \bar{x})$ . El sumatorio de todos los valores locales de la  $I$  de Moran conforma el índice  $I$  de Moran global.

$$\sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j$$

La dependencia espacial global que puede revelar el global  $I$  de Moran no detecta la significatividad de las ubicaciones locales. Para este fin (Anselin, 1995) desarrolla el algoritmo *I local de Moran* al igual que su representación gráfica o mapa LISA (Local Indicators of Spatial Association). El algoritmo  $I_i$  calcula un estadístico por cada una de las ubicaciones espaciales para comprobar si en cada unidad  $i$  existe una asociación significativa de valores análogos (altos o bajos) de la siguiente forma:

$$I_i = \frac{y_i}{m_2} \sum_{j \in J_i} w_{ij} y_j$$

Siendo  $y_i$  e  $y_j$  los valores de la variable  $Y$ , tomados en desviaciones de la media en las ubicaciones  $i, j$ .  $w_{ij}$  hace referencia a la matriz de pesos espaciales,  $m_2$  reseña un factor de proporcionalidad constante en todas las unidades espaciales y  $J_i$  hace referencia al conjunto de unidades relacionadas con  $i$ . El resultado evidencia que la media de los valores de  $I_i$  será igual a la media de  $I$  por el factor de proporcionalidad.

El diferencial  $I$  de Moran es la pendiente en una regresión del retraso espacial de la diferencia, es decir,  $\sum_j w_{ij} (y_{j,t} - y_{j,t-1})$  sobre la diferencia  $(y_{i,t} - y_{i,t-1})$ . Hay que tener en consideración que, para el cálculo de la pendiente, se aplica al valor estandarizado de la diferencia y no a la diferencia entre los valores estandarizados.

En este estudio, se utiliza una matriz de pesos espaciales de contigüidad de Reina de primer orden, también conocida como matriz Queen. Esta matriz se utiliza ampliamente en estudios georreferenciados sociales a nivel municipal para definir la vecindad a partir de fronteras compartidas y líneas divisorias en un mapa, ya sea en línea recta o diagonal. Su funcionamiento se entiende mejor gracias a su analogía con los movimientos de una dama en ajedrez. Además de las matrices Queen, también se utilizan matrices híbridas; matrices de distancia, como la distancia inversa; y vecinos más cercanos.

Sin embargo, como apuntan Lesage & Pace (2014) es importante evitar un exceso de modelado de las matrices de vecindad para garantizar resultados precisos y confiables, y prevenir así la falta de parsimonia explicativa en los análisis. La elección adecuada de la matriz de vecindad y un modelado correcto son esenciales para asegurar resultados robustos y confiables en el análisis georreferenciado. Por esta razón, en esta publicación se presenta la matriz Queen de primer orden, que es más comprensible para la comunidad científica fuera del ámbito del modelado econométrico espacial. En el *data set* que acompaña el artículo, se pueden realizar pruebas con diferentes matrices de vecindad, pero se advierte que los resultados presentan similitudes importantes y pueden resultar repetitivos.

El procedimiento empleado utiliza el estadístico  $I$  de Moran diferencial para detectar la autocorrelación espacial en la brecha de género en relación con la tasa de desempleo. Para ello, se utiliza la tasa de desempleo de las mujeres, como variable dependiente ( $x$ ), y la tasa de desempleo de los hombres a nivel municipal, como variable independiente ( $y$ ). El análisis se lleva a cabo mediante el software Geoda, que permite la implementación del estadístico *I de Moran diferencial*. Este estadístico mide la pendiente en una regresión del retraso espacial de la diferencia entre las tasas de desempleo de hombres y mujeres, y permite evaluar la presencia de autocorrelación espacial en la brecha de género para cada uno de los años de la serie (2011-2022).

Realizada la prueba de autocorrelación global de la brecha de género para cada uno de los años de la serie, la estadística se centra en comprobar qué ubicaciones locales aportan más para la construcción del indicador y, para este fin, se utiliza el estadístico *diferencial I local de Moran* aplicado a la brecha de género en el desempleo. Los resultados nos permiten evaluar la formación de clústeres de alta incidencia (*High-High*), que es el objetivo de este artículo. Expresado en otras palabras, ubicaciones con mayor dominio de altos valores del indicador de brecha de género rodeados por vecinos con valores similares. Además de estos clústeres de valores altos, el esquema de colores presenta los clústeres formados por municipios con valores bajos (*Low-Low*), y atípicos (*Low-High* y *High-Low*) de alto interés, pero que quedan fuera de los objetivos de este artículo.

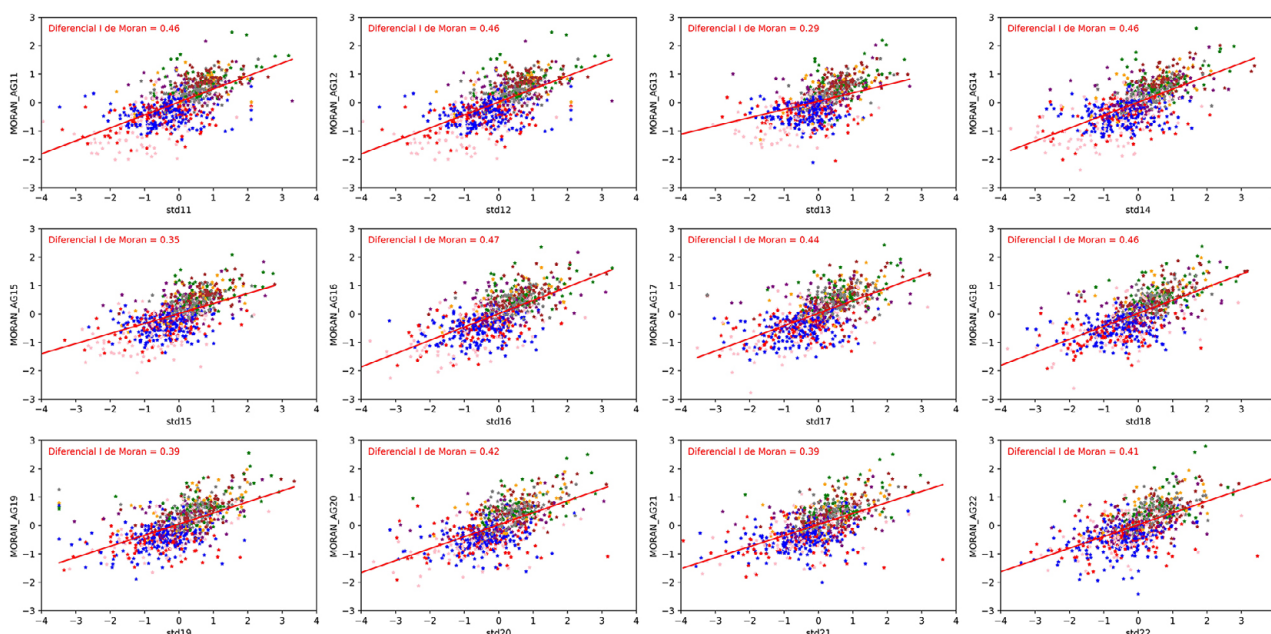
La prueba diferencial I local de Moran se aplicó a la serie temporal para obtener los mapas LISA correspondientes y condensar los resultados en un *colocation map* del indicador local para cada año de la serie. Este mapa es el resultado final de la investigación y permite visualizar la componente estructural y espaciotemporal de las diferencias porcentuales de desempleo entre hombres y mujeres. El mapa identifica las ubicaciones que han permanecido en los clústeres a lo largo de la serie temporal, permitiendo una mejor comprensión de la dinámica espacial de la brecha de género en el desempleo en Andalucía. Además, se incluye una tabla-resumen (Anexo 1) con los clústeres de alta incidencia del indicador (*High-High*), que incluye información sobre las ATE, las tasas de paro municipal, las tasas de desempleo de hombres y mujeres y la brecha de género en el desempleo para el año 2022.

En conclusión, el *colocation map* del indicador local presentado en este estudio permite una visualización clara y efectiva de la dinámica espacial de la brecha de género en el desempleo en Andalucía y proporciona información valiosa para comprender mejor el fenómeno social y las ubicaciones que han permanecido en los clústeres a lo largo del tiempo.

### 3. Resultados

Los resultados del análisis de panel indican que todos los valores del índice de autocorrelación espacial de Moran son positivos. Además, después de llevar a cabo pruebas de permutación condicional, se observa que estos valores son altamente significativos. Estos hallazgos sugieren que existe autocorrelación espacial en el indicador de brecha de género del desempleo en Andalucía, lo que indica que la brecha de género no es uniforme en todo el territorio, sino que está estrechamente relacionada con el contexto geográfico en el que se produce el fenómeno social. En otras palabras, la disparidad de género en el desempleo en Andalucía está influida por la dependencia espacial y la brecha de género varía significativamente según la ubicación geográfica.

Figura 3. Diferencial I de Moran (2011-2022)<sup>7</sup>

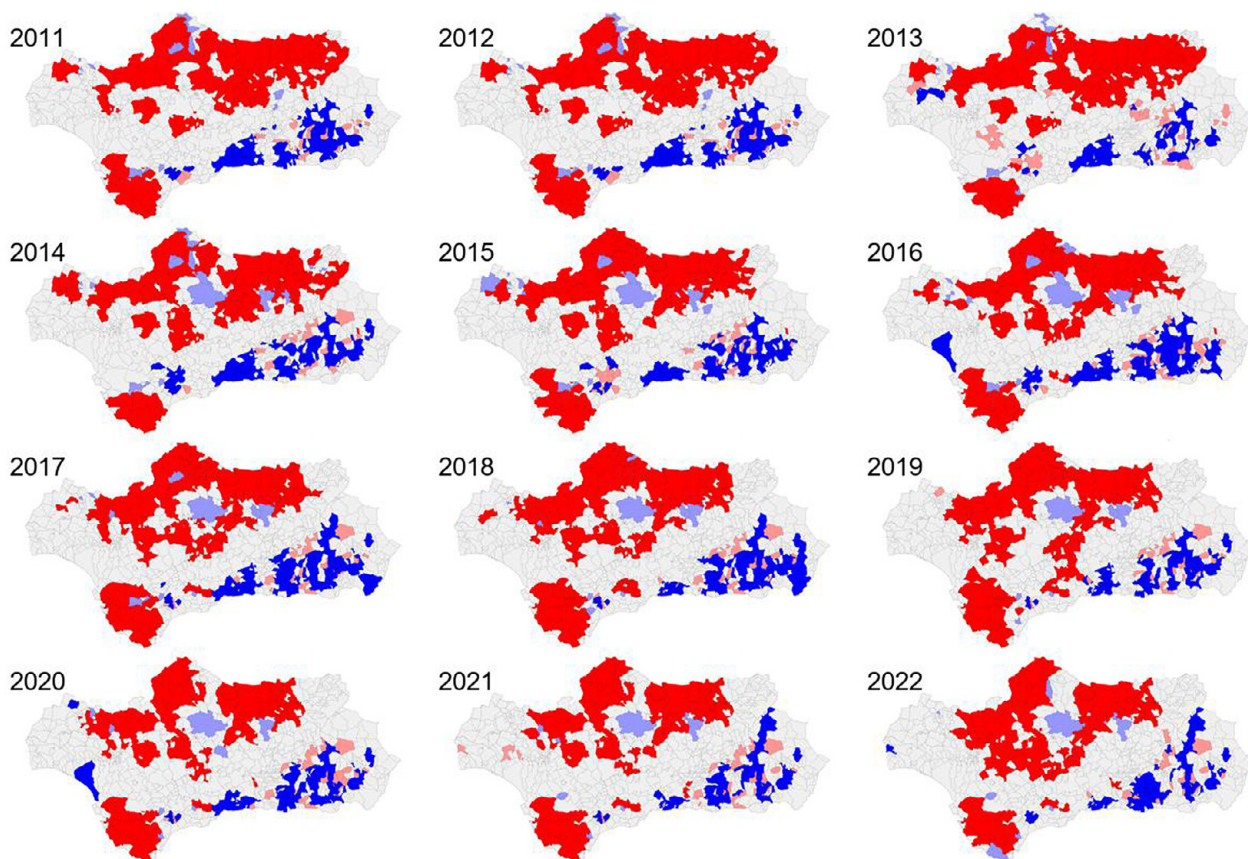


Elaboración propia

<sup>7</sup> Códigos provi\_C50: 'Almería': 'red', 'Cádiz': 'orange', 'Córdoba': 'green', 'Granada': 'blue', 'Huelva': 'purple', 'Jaén': 'brown', 'Málaga': 'pink', 'Sevilla': 'gray'

En relación a la dependencia local (Figura 4), como se mencionó anteriormente, el objetivo es identificar las ubicaciones que tienen una mayor influencia en la formación del índice de Moran. Es decir, se busca identificar cuáles son los municipios con mayores tasas de brecha de género que están rodeados por vecinos con tasas similares de brecha de género. Estos municipios ocuparán el cuadrante superior derecho (*High-High*) en el hiperplano de los gráficos de correlación (*scatter plot*), lo que indica que son las ubicaciones con valores extremos que más contribuyen a la construcción de la pendiente (*slope b*). De manera análoga, se aplicará el mismo procedimiento para las ubicaciones con valores bajos, las cuales se representarán gráficamente en el cuadrante inferior izquierdo (*Low-Low*).

Figura 4. Mapas LISA (2011-2022)<sup>8</sup>



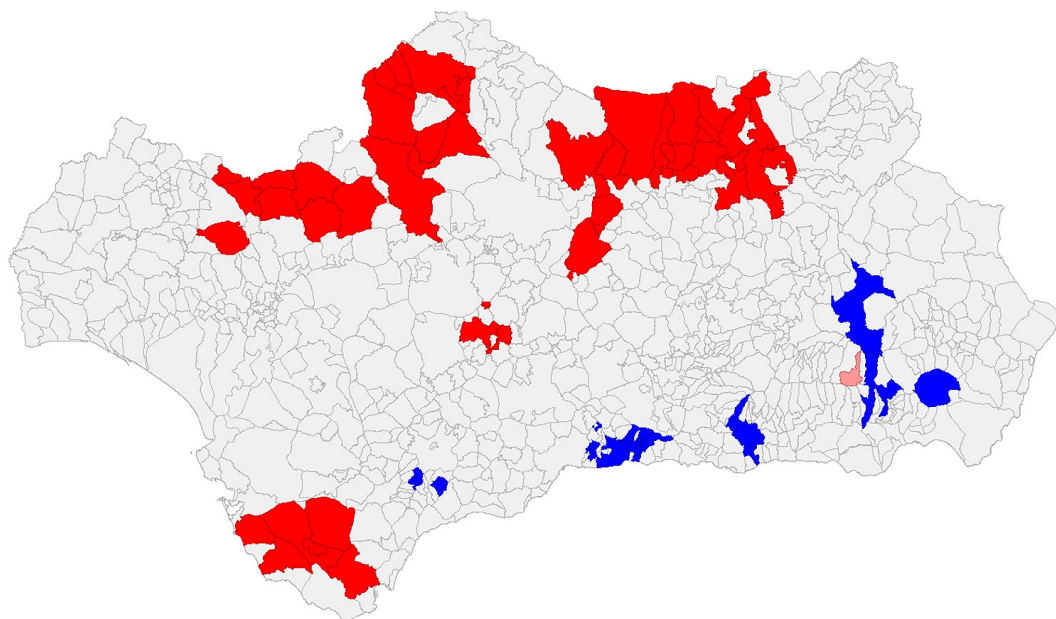
Elaboración propia

En cuanto al *colocation map* LISA (Figura 5)<sup>9</sup>, hay que destacar que, tras una rápida inspección visual, se puede identificar la presencia de cinco agrupaciones principales de municipios con alta incidencia del indicador de brecha de género. Al analizar con este mapa de forma conjunta para cada uno de los años de la serie comprendida entre 2011 y 2022, se confirma la estabilidad en el tiempo de estas estructuras de dependencia espacial relacionadas con la brecha de género en el desempleo. La identificación de estas estructuras geográficas de incidencia elevada es crucial para comprender la dinámica territorial del desempleo, la brecha de género en Andalucía y poder orientar el diseño de las políticas públicas que puedan implementarse para corregir este comportamiento. Igualmente, es importante mencionar que los clústeres de baja incidencia (*Low-Low*) parecen situarse en la zona este y sureste de Andalucía, principalmente cerca de las costas, lo que indica una falta de uniformidad territorial en el paro de las mujeres y enfatiza la necesidad de profundizar en estudios de estructuras territoriales que tomen en cuenta estas diferencias en el comportamiento del desempleo.

<sup>8</sup> En el conjunto de datos que acompaña a este artículo se puede acceder a cada una de las ilustraciones presentadas. Esto permitirá examinar los mapas, las leyendas y las ubicaciones con un mayor nivel de detalle.

<sup>9</sup> Los mapas LISA (Local Indicators of Spatial Association) son una técnica ampliamente utilizada en análisis espacial para identificar patrones de agrupamiento o dispersión en un conjunto de datos geográficos. Estos mapas emplean un esquema de colores estándar, en el que los puntos calientes o clústeres de alta incidencia del indicador se muestran con tonos rojos (*High-High*), mientras que las zonas frías o clústeres de baja incidencia se representan con tonos azules (*Low-Low*). Los valores atípicos se muestran con colores más atenuados y las localizaciones que no han resultado significativas se muestran en blanco. Además, los mapas LISA también proporcionan información sobre el número de localizaciones que pertenecen a cada clúster.

Figura 5. Colocation map LISA (2011-2022)



Elaboración propia

#### 4. Discusión de resultados

Los resultados de la prueba de dependencia local agrupados en el *colocation map* han permitido identificar la presencia de cinco grupos principales de municipios con una incidencia significativa de la brecha de género en el desempleo (*High-High*). Estos clústeres territoriales o puntos calientes —se pueden consultar en el Anexo 1—, conocidos en la literatura espacial como *Hot spots*, han demostrado ser estables a lo largo del período comprendido entre 2011 y 2022, según las medias anuales del indicador. Principio del formulario

- El primer clúster, llamado “Provincia de Cádiz” (*High-High*), incluye seis municipios de tres áreas territoriales de empleo (ATE) específicas: Campo de Gibraltar, Costa-La Janda y Jerez de la Frontera. En promedio, estos municipios tienen una brecha de género del 16,52% y una tasa de desempleo del 26,69%.
- El segundo clúster, “Sierra Norte” (*High-High*), incluye municipios en las provincias de Huelva y Sevilla, en las ATE de Aljarafe-Marismas, La Vega-Sierra Norte y Sierra de Huelva. La tasa promedio de desempleo en estos municipios es del 24,58% y la brecha de género promedio es del 15,57%.
- El clúster 3, llamado “Guadiato-Los Pedroches” (*High-High*), se encuentra en la provincia de Córdoba y está compuesto por 10 municipios, con el municipio de Hornachuelos, perteneciente a la ATE de Vega del Guadalquivir, también afectado. En promedio, la brecha de género en este clúster es del 17,63% y la tasa de desempleo es del 35,44%.
- El cuarto clúster, “Jaén (Noreste-Sur)” (*High-High*), está formado principalmente por municipios de las ATE de Jaén Noreste y Jaén Sur, junto con dos municipios del ATE Alto Guadalquivir en la provincia de Córdoba. La brecha de género promedio en este clúster es del 15,06% y la tasa de desempleo promedio es del 29,55%.
- Por último, el quinto clúster, “Sevilla Sierra Sur” (*High-High*), está compuesto por dos municipios de la ATE Sierra Sur de Sevilla: Casariche y Estepa. En promedio, estos municipios tienen una brecha de género del 12,11% y una tasa de desempleo del 26,35%.

Los resultados obtenidos en el análisis revelan una situación crítica en el clúster número 3, donde se observa una brecha de género del 17,63% y una alta tasa de desempleo. Además, los datos muestran una fuerte correlación entre las elevadas tasas de desempleo femenino y las altas tasas de paro en todos los clústeres identificados, lo que confirma los hallazgos empíricos previamente mencionados. Según la teoría del trabajador desanimado, la participación de las mujeres en los mercados locales de trabajo disminuye cuando hay pocas oportunidades laborales disponibles. En otras palabras, la brecha de género en el desempleo se amplía en aquellas ubicaciones con mayores tasas de desempleo.

Al utilizar la prueba I local de Moran, es importante considerar la interpretación de los resultados. Esta prueba evalúa las ubicaciones que más contribuyen a la construcción del indicador global, es decir, aquellas ubicaciones que se encuentran en los extremos de la recta de regresión —cuadrante superior derecho (*High-High*) e inferior izquierdo (*Low-Low*)— entre la variable dependiente estandarizada y el promedio ponderado de sus vecinos, como variable independiente. Es importante tener en cuenta que los elementos de los clústeres no son clústeres en sí mismos, sino núcleos de clústeres.

En nuestro análisis, se aplicó la prueba I local de Moran de forma espaciotemporal durante los años de la serie (2011-2022). Esta metodología permitió obtener resultados de ubicaciones positivas cercanas geográficamente en cada año, lo que reveló escenarios de heterogeneidad espacial de la variable que fueron visibles a simple vista en los mapas LISA. No obstante, no todas las ubicaciones mantuvieron su adscripción a un determinado clúster durante todos los años de la serie. Es importante destacar que esta prueba se realiza con criterios bastante restrictivos con el fin de identificar los puntos calientes (*Hot spots*) de la brecha de género o los núcleos de urgencia social de la problemática. Por lo tanto, para una explicación más amplia, es fundamental ampliar el contexto a las ATE en las que se encuentran las ubicaciones que han resultado significativas en todos los años de la serie. De esta manera, se puede obtener una visión más completa y precisa de los núcleos de clústeres y su relación con el empleo y la brecha de género en la Comunidad Autónoma.

La tabla 1 presenta un resumen de los resultados de la ampliación de los *Hot spots* a ATE. Es importante destacar que el ATE Aljarafe-Marismas ha sido excluido de los resultados del clúster 2 debido a que su zonificación administrativa no coincide con las características territoriales de los tres municipios situados al Norte, que han resultado positivos en los mapas LISA. Esta circunstancia apunta hacia la validez de los resultados que aquí se presentan producto de un análisis empírico basado en interpretar desde la perspectiva geo-sociológica (Porter, 2011) el desempleo, ya que el hecho de que un área administrativa tan heterogénea como el ATE Aljarafe-Marisma muestre comportamientos en los resultados que dependen de su contexto territorial cercano, en lugar de basarse en una división administrativa determinada, indica que las características geográficas y económicas locales pueden ser un factor determinante en la tasa de desempleo en estas regiones. Por lo tanto, tener en cuenta estas características territoriales próximas puede proporcionar una comprensión más precisa de las dinámicas subyacentes del desempleo.

Tabla 1. Áreas Territoriales de Empleo de los *Hot spots* identificados

Nombre	Clúster	Tasa paro 2022	Tasa paro hombres 2022	Tasa paro mujer 2022	Brecha de género 2022
Jaén-Noreste	4	24,71%	17,38%	32,26%	14,88%
Jerez de La frontera	1	28,66%	21,33%	35,82%	14,49%
Costa La-Janda	1	27,73%	20,96%	35,09%	14,13%
Campo de Gibraltar	1	28,83%	22,20%	35,77%	14,05%
Guadiato-Los Pedroches	3	23,63%	17,07%	30,60%	13,53%
La Vega-Sierra Norte	2	22,37%	16,06%	28,58%	12,52%
Sevilla-Sierra Sur	5	21,11%	14,86%	27,20%	12,34%
Jaén-Sur	4	19,77%	13,73%	26,06%	12,33%
Sierra de Huelva	2	22,16%	17,32%	27,59%	10,27%

Elaboración propia

En último término, es importante considerar con respecto a los resultados de la tabla 1 las zonificaciones que muestran las situaciones más extremas de desempleo, especialmente en lo que respecta a las brechas de género. Las ATE de la provincia de Cádiz (Jerez de la Frontera, Costa La Janda y Campo de Gibraltar) y Jaén-Noreste presentan brechas de género de más de catorce puntos porcentuales, lo que se traduce en tasas de desempleo superiores al 35% para las mujeres y cercanas al 30% para ambos sexos. Si bien no se pretende realizar una explicación detallada de los resultados, se puede observar la emergencia social del desempleo en Andalucía para estos contextos territoriales y la difícil situación a la que se enfrentan las mujeres.

Es importante destacar que, aunque cada una de las agrupaciones presenta heterogeneidad externa, todas tienen en común algunos puntos que respaldan varios de los presupuestos teóricos anunciados. Todas las

ATE identificadas pertenecen a zonas rurales con grandes déficits de transporte y economías dependientes y alejadas de los principales centros metropolitanos de empleo. También es cierto, y reseñable, que otros clústeres no identificados como puntos calientes presentan similares características de ruralidad, lejanía de los centros productivos metropolitanos y otros rasgos socioeconómicos similares. Por lo tanto, más que presentar conclusiones sólidas en clave de causación, la principal fortaleza del ESDA radica en la identificación de escenarios y contextos relevantes del indicador que pueden dar inicio a propuestas de nuevos enfoques de investigación y/o planificación de intervenciones basadas en los resultados obtenidos.

En síntesis, para comprender las brechas de género en el desempleo en las áreas específicas mencionadas, es fundamental considerar diversas hipótesis para diagnosticar las distintas causas territoriales que las producen. Es importante tener en cuenta que la falta de diversificación económica en áreas donde una industria o sector agroalimentario extensivo domina la economía puede afectar más a las mujeres debido a que históricamente ha sido un sector masculino. Además, la falta de inversión en infraestructuras y servicios públicos en áreas remotas y rurales de Andalucía puede limitar las oportunidades de empleo para las mujeres. La discriminación de género en el mercado laboral y el acceso limitado a la formación y capacitación también pueden contribuir a las brechas de género en el desempleo, lo cual se agrava aún más cuando las políticas públicas de formación para el empleo se presentan de manera estándar sin considerar las diferentes particularidades poblacionales y territoriales de las áreas donde se implementan.

## 5. Conclusiones

Se propuso en este estudio utilizar el análisis espacial para identificar las áreas con mayor incidencia de la brecha de género en el desempleo en Andalucía. La metodología espacial empleada permitió la identificación tanto de la estructura global de dependencia espacial de la brecha de género como de la existencia de cinco clústeres de alta incidencia del indicador a lo largo de los años estudiados (2011-2022). Los resultados obtenidos destacan la existencia de una dependencia espacial del fenómeno del desempleo femenino poco explorada por la literatura, lo que revela patrones de estructura geográfica en el comportamiento del indicador.

En este estudio, se encontró que, en los territorios con alta incidencia de desempleo, también se presenta una alta incidencia de desempleo femenino y, por lo tanto, de la brecha de género. Los *Hot spots* que los datos evidencian se agruparon en sus Áreas Territoriales de Empleo correspondientes, presentando un contexto productivo heterogéneo y diferenciado externamente, pero estrechamente relacionado internamente en cuanto al déficit de comunicaciones, la ruralidad y la falta de núcleos metropolitanos que ofrezcan diversidad de opciones de empleo, especialmente para las mujeres. Al mismo tiempo, aunque debido a las limitaciones propias de espacio de la publicación no se haya prestado excesiva atención, los resultados obtenidos han permitido comprobar la polarización y oposición de diferentes regímenes de desempleo para las mujeres. Por una parte, se han observado polarizaciones territoriales del indicador de brecha de alta incidencia en agrupaciones de municipios o clústeres principalmente ubicados en contextos geográficos rurales (*High-High*); por otra parte, se han identificado zonas con niveles cercanos a la paridad entre géneros en las costas y cerca de núcleos urbanos con mayor presencia de ocupaciones diferenciadas, posibilidades de comunicación y especialización productiva, en las que las mujeres tienen mayor representación y posibilidades de empleo (*Low-Low*).

La heterogeneidad del contexto económico y social andaluz, y sus peculiaridades geográficas, que se han puesto de manifiesto en este trabajo, invitan a una planificación seria y basada en múltiples dimensiones en la lucha contra el desempleo femenino. Esto implica no solo considerar las características individuales, sino también las características geográficas y otros factores que pueden influir en la disponibilidad de empleo para las mujeres. En consecuencia, se sugiere que la planificación de objetivos y estrategias de empleo en Andalucía tenga en cuenta la dimensión geográfica y la disponibilidad de datos abiertos para una transmisión efectiva de conocimiento. La utilización de los datos abiertos puede ayudar a la Administración Pública y a otras instituciones a comprender mejor los patrones y tendencias del desempleo en la Comunidad Autónoma, y a desarrollar soluciones más eficaces y adaptadas a las necesidades de cada zona geográfica. De esta manera, se podría avanzar hacia una planificación más integrada y coordinada en la lucha contra el desempleo de las mujeres en Andalucía.

No obstante, es importante destacar las limitaciones de este estudio, las cuales están vinculadas con su carácter exploratorio. En primer lugar, desde una perspectiva estadística, los resultados solo muestran un patrón o comportamiento de la variable en el territorio, pero no informan sobre posibles esquemas ocultos o mecanismos explicativos que puedan revelar el comportamiento de la brecha de género según los pará-

metros propios de cada ubicación. Además, el carácter agregado y univariante del modelo no informa sobre características presentes en estudios econométricos previos de carácter individual, como el nivel de renta, formación, divorcios, cuidados o estructura familiar, entre otros.

Por otro lado, desde la perspectiva de la geografía económica, este estudio se limita a indicar los *Hot spots* del indicador sin profundizar en consideraciones de vital importancia, como la economía de las regiones detectadas, los transportes, las distancias de *commuting* o la especialización productiva de los efectivos laborales.

A pesar de las limitaciones propias de todo diagnóstico previo en los estudios de estadística exploratoria espacial, este artículo ha identificado patrones de polarización espacial de la brecha de género en el desempleo, tendencias estructurales persistentes en el tiempo y contextos territoriales con una elevada feminización del desempleo en Andalucía. La conclusión general del estudio es que el espacio es un factor crucial en la explicación de la brecha de género en el desempleo en diferentes ubicaciones. Las regiones tienden a mantener su posición relativa a lo largo del tiempo, lo que permite una evaluación más precisa de las diferencias de género en el modelo de concentración espacial del desempleo. Es decir, cada unidad geográfica tiene su tasa natural de desempleo femenino idiosincrásica.

En definitiva, el análisis espacial es esencial para entender la problemática del desempleo y poder proponer soluciones específicas para cada contexto territorial. Estos hallazgos permiten establecer conclusiones sólidas sobre el comportamiento del indicador en el área de estudio, y pueden servir como punto de partida para nuevos proyectos de investigación en ciencias de datos espaciales que faciliten la transmisión de conocimiento entre los distintos actores involucrados, con el objetivo final de proponer medidas e implementar soluciones para abordar la principal problemática social percibida por la sociedad andaluza: el desempleo.

## Anexos

Anexo 1. Tabla LISA Colocation map. Hot spots y clusters (High-High) 2011-2022

Provincia	ATE	Municipio	TMD22	TMDH22	TMDM22	Brecha22
Cádiz	Campo de Gibraltar	Barrios (Los)	23,11%	15,71%	31,02%	-15,31%
Cádiz	Costa-La Janda	Vejer de la Frontera	27,90%	21,01%	35,61%	-14,60%
Cádiz	Costa-La Janda	Chiclana de la Frontera	27,90%	21,25%	34,92%	-13,67%
Cádiz	Jerez de la Frontera	Medina-Sidonia	28,13%	18,87%	37,95%	-19,08%
Cádiz	Jerez de la Frontera	Alcalá de los Gazules	27,60%	18,76%	37,34%	-18,58%
Cádiz	Jerez de la Frontera	Benalup-Casas Viejas	25,48%	17,43%	33,95%	-16,52%
Córdoba	Alto Guadalquivir	Montoro	19,79%	14,03%	25,20%	-11,17%
Córdoba	Alto Guadalquivir	Valenzuela	19,78%	14,33%	25,58%	-11,25%
Córdoba	Alto Guadalquivir	Baena	19,72%	13,19%	26,16%	-12,97%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Granjuela (La)	35,34%	20,73%	50,30%	-29,57%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Fuente la Lancha	31,77%	24,62%	37,99%	-13,37%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Fuente Obejuna	31,71%	23,57%	41,10%	-17,53%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Valsequillo	28,94%	19,11%	38,04%	-18,93%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Villanueva del Rey	27,58%	16,86%	39,74%	-22,88%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Blázquez (Los)	27,51%	19,59%	36,96%	-17,37%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Hinojosa del Duque	25,08%	14,54%	36,68%	-22,14%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Espiel	22,55%	15,93%	29,81%	-13,88%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Villaralto	21,81%	15,02%	28,65%	-13,63%
Córdoba	Guadiato-Los Pedroches	Villanueva del Duque	18,30%	12,62%	24,94%	-12,32%
Córdoba	Vega del Guadalquivir	Hornachuelos	19,72%	13,37%	25,68%	-12,31%
Huelva	Sierra de Huelva	Cala	29,38%	22,09%	36,77%	-14,68%

<b>Huelva</b>	Sierra de Huelva	Santa Olalla del Cala	24,03%	15,52%	33,33%	-17,81%
<b>Jaén</b>	Jaén-Este	Navas de San Juan	16,85%	10,83%	22,77%	-11,94%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Carolina (La)	31,04%	23,52%	38,66%	-15,14%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Linares	27,82%	22,20%	33,32%	-11,12%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Guarromán	27,65%	18,92%	37,27%	-18,35%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Andújar	25,65%	17,37%	34,10%	-16,73%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Bailen	25,64%	14,70%	38,43%	-23,73%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Espeluy	23,01%	12,18%	33,32%	-21,14%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Baños de la Encina	22,21%	13,98%	32,02%	-18,04%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Vilches	21,35%	14,98%	28,34%	-13,36%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Jabalquinto	20,97%	13,40%	28,98%	-15,58%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Carboneros	20,73%	11,91%	29,39%	-17,48%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Aldeaquemada	20,57%	15,86%	27,33%	-11,47%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Marmolejo	20,51%	13,56%	26,93%	-13,37%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Lopera	20,45%	13,17%	27,14%	-13,97%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Villanueva de la Reina	20,12%	12,94%	27,88%	-14,94%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Arjonilla	19,05%	13,27%	24,80%	-11,53%
<b>Jaén</b>	Jaén-Noreste	Porcuna	17,44%	10,97%	24,49%	-13,52%
<b>Jaén</b>	Jaén-Sur	Úbeda	21,27%	15,38%	27,21%	-11,83%
<b>Jaén</b>	Jaén-Sur	Ibros	20,75%	14,44%	28,27%	-13,83%
<b>Jaén</b>	Jaén-Sur	Rus	19,73%	13,50%	27,02%	-13,52%
<b>Jaén</b>	Jaén-Sur	Sabiote	18,61%	11,08%	27,43%	-16,35%
<b>Jaén</b>	Jaén-Sur	Baeza	17,45%	10,72%	25,00%	-14,28%
<b>Sevilla</b>	Aljarafe-Marismas	Real de la Jara (El)	26,03%	15,60%	38,56%	-22,96%
<b>Sevilla</b>	Aljarafe-Marismas	Almadén de la Plata	22,03%	15,21%	29,97%	-14,76%
<b>Sevilla</b>	Aljarafe-Marismas	Castillo de las Guardas (El)	21,98%	17,84%	27,44%	-9,60%
<b>Sevilla</b>	La Vega-Sierra Norte	Pedroso (El)	25,50%	16,58%	35,52%	-18,94%
<b>Sevilla</b>	La Vega-Sierra Norte	Constantina	24,27%	16,75%	31,36%	-14,61%
<b>Sevilla</b>	La Vega-Sierra Norte	Cazalla de la Sierra	23,43%	16,79%	30,44%	-13,65%
<b>Sevilla</b>	Sevilla-Sierra Sur	Casariche	22,19%	16,43%	27,86%	-11,43%
<b>Sevilla</b>	Sevilla-Sierra Sur	Estepa	18,23%	12,06%	24,84%	-12,78%

Elaboración propia



## Referencias

- Acevedo Blanco, A. J., & Martínez Quintana, V. (2021). Dependencia espacial de la tasa municipal de desempleo en Andalucía. Un análisis espacial exploratorio. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 51(51), 89–124. <https://doi.org/10.5944/empiria.51.2021.30809>
- Acevedo-Blanco, A. J., & Martínez-Quintana, V. (2021). Hacia una explotación de la encuesta de estructura salarial en hostelería desde el análisis exploratorio de datos con aplicación a la brecha salarial de género. *Revista Atlántida*, 12, 101–129. <https://doi.org/10.25145/j.atlantid.2021.12.06>
- Acevedo-Blanco, A. J., & Martínez-Quintana, V. (2022). Trabajadoras Eventuales Agrícolas Subsidiadas. *Anduli*, 22, 31–63. <https://doi.org/10.12795/anduli.2022.i22.03>
- Acevedo-Bohórquez, I., & Velásquez-Ceballos, E. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecós de Economía*.
- Agnew, J. (1996). Mapping politics: How context counts in electoral geography. *Political Geography*, 15(2), 129–146. [https://doi.org/10.1016/0962-6298\(95\)00076-3](https://doi.org/10.1016/0962-6298(95)00076-3)
- Al-Ayouty, I., & Hassaballa, H. (2020). Regional unemployment in Egypt: Spatial panel data analysis. *African Development Review*, 32(4), 565–577. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12461>
- Albert, C., & Toharia, L. (2007). *Las estadísticas administrativas como fuentes de información para el estudio del mercado de trabajo andaluz*. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/estudios/administrativas/administrativas.pdf>
- Alonso-Villar, O., & del Río, C. (2008). Geographical Concentration of Unemployment: A Male–Female Comparison in Spain. *Regional Studies*, 42(3), 401–412. <https://doi.org/10.1080/00343400701291559>
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Anselin, L. (1999). The future of spatial analysis in the social sciences. *Geographic Information Sciences*, 5(2), 67–76. <https://doi.org/10.1080/10824009909480516>
- Anselin, L., Syabri, I., & Kho, Y. (2006). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5–22. <https://doi.org/10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x>
- B.O.E. (1985). ORDEN de 11 de marzo de 1985 por la que se establecen criterios estadísticos para la medición del paro registrado. *Boletín Oficial del Estado* (Vol. 63, p. 6612). [https://www.boe.es/eli/es/o/1985/03/11/\(1\)](https://www.boe.es/eli/es/o/1985/03/11/(1))
- Camarero, L., Castellanos-Ortega, M.-L., García-Borrego, I., & Sampedro-Gallego, R. (2006). *El trabajo desvelado. Trayectorias ocupacionales de las mujeres rurales en España*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto de la Mujer. [https://solidaridadintergeneracional.es/files/biblioteca/documentos/El\\_Trabajo\\_Desvelado.\\_Trayectorias\\_ocupacionales\\_de\\_las\\_mujeres\\_rurales\\_en\\_Espaa.pdf](https://solidaridadintergeneracional.es/files/biblioteca/documentos/El_Trabajo_Desvelado._Trayectorias_ocupacionales_de_las_mujeres_rurales_en_Espaa.pdf)
- Celbiş, M. G. (2022). Unemployment in Rural Europe: A Machine Learning Perspective. *Applied Spatial Analysis and Policy*. <https://doi.org/10.1007/s12061-022-09464-0>
- Celemín, J. P. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*, 18(1), 11–31. <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239099001.pdf>
- Chasco, C. (2003). Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales. In *Dirección General de Economía y Planificación. Comunidad de Madrid*. <http://www.revista-eea.net/documentos/22326.pdf>
- Chasco, C., & Fernández-Avilés, G. (2009). *Análisis de datos espacio-temporales para la economía y el geomarketing*. Netbiblo.
- Checa-Olivas, M. (2021). *Los determinantes de la brecha de género en el empleo: un análisis empírico a escala regional* [Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/71418>
- Chica-Olmo, J., Checa-Olivas, M., & Lopez-Castellano, F. (2021). Regional characteristics of the gender employment gap: A spatio-temporal approach. *Economic and Labour Relations Review*, 32(4), 575–593. <https://doi.org/10.1177/10353046211023242>

- del Río, C., & Alonso-Villar, O. (2007). Diferencias entre mujeres y hombres en el mercado de trabajo: desempleo y salarios. *Economía e Igualdad de Género: Retos de La Hacienda Pública En El Siglo XXI. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid*, 1–41.
- Elhorst, J.P. (2003). The Mystery of Regional Unemployment Differentials: Theoretical and Empirical Explanations. *Journal of Economic Surveys*, 17(5), 709–748. <https://doi.org/10.1046/j.1467-6419.2003.00211.x>
- Elhorst, J. P. (2008). A spatiotemporal analysis of aggregate labour force behaviour by sex and age across the European Union. *Journal of Geographical Systems*, 10(2), 167–190. <https://doi.org/10.1007/s10109-008-0061-9>
- Fischer, M. M., & Griffith, D. A. (2008). Modeling Spatial Autocorrelation In Spatial Interaction Data: An Application To Patent Citation Data In The European Union\*. *Journal of Regional Science*, 48(5), 969–989. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00572.x>
- Garrocho, C. (2016). Ciencias sociales espacialmente integradas: la tendencia de Economía, Sociedad y Territorio. *Economía, Sociedad y Territorio*, 16(50), 1–15. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212016000100001&lng=es&tling=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212016000100001&lng=es&tling=es)
- Gómez-Pellón, E. (2022). Estrategias frente a la despoblación: el caso del commuting en un área de ruralidad extrema del norte de España. *Ager*, 34, 47–75. <https://doi.org/10.4422/ager.2022.05>
- González-Rabanal, M.C. (2022). Los indicadores como herramienta de evaluación de los programas sociales. Algunas propuestas de aplicación en el ámbito del bienestar. Aranzadi.
- Gutiérrez-Puebla, J., García-Palomares, J. C., & Henar Salas-Olmedo, M. (2016). Big (Geo)Data en Ciencias Sociales: Retos y Oportunidades. *Revista de Estudios Andaluces*, 33(1), 1–23. <https://doi.org/10.12795/rea.2016.i33.01>
- Haining, R., Wise, S., & Ma, J. (1998). *Exploratory Spatial Data Analysis. Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 47(3), 457–469. <https://doi.org/10.1111/1467-9884.00147>
- Halleck Vega, S., & Elhorst, J. P. (2016). A regional unemployment model simultaneously accounting for serial dynamics, spatial dependence and common factors. *Regional Science and Urban Economics*, 60, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2016.07.002>
- Jaba, E., Balan, C. B., Roman, M., & Roman, M. (2010). Statistical Evaluation Of Spatial Concentration Of Unemployment By Gender. *Economic Computation And Economic Cybernetics Studies And Research*, 44(3), 79–91. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/25161/>
- Kondo, K. (2015). Spatial persistence of Japanese unemployment rates. *Japan and the World Economy*, 36, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2015.11.001>
- Lesage, J. P., & Pace, R. K. (2014). The biggest myth in spatial econometrics. *Econometrics*, 2(4), 217–249. <https://doi.org/10.3390/econometrics2040217>
- Lewandowska-Gwarda, K. (2018). Female unemployment and its determinants in Poland in 2016 from the spatial perspective. *Oeconomia Copernicana*, 9(2), 183–204. <https://doi.org/10.24136/oc.2018.010>
- Lillydahl, J. H., & Singell, L. D. (1985). The spatial variation in unemployment and labour force participation rates of male and female workers. *Regional Studies*, 19(5), 459–469. <https://doi.org/10.1080/09595238500185451>
- López-Bazo, E., & Motellón, E. (2017). Diferencias en las Características de Los Trabajadores y la Geografía del Desempleo. *Papeles de Economía Española*, 152, 70–89, 194–195. [https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS\\_PEE/152art06.pdf](https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PEE/152art06.pdf)
- López-Hernández, F. A. (2013). Second-order polynomial spatial error model. Global and local spatial dependence in unemployment in Andalusia. *Economic Modelling*, 33, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.04.014>
- Mansour, S., Al-Awadhi, T., al Nasiri, N., & al Balushi, A. (2020). Modernization and female labour force participation in Oman: spatial modelling of local variations. *Annals of GIS*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1768437>
- Manzanares-Gutiérrez, Á. (2017). Análisis de la coherencia en los mercados locales de trabajo de la provincia de Huelva. *Revista de Estudios Regionales*, 109, 15–38.

- Manzanares-Gutiérrez, Á. (2021). Spatial analysis of the gender gap in employment in the labor market of the Region of Murcia (Spain). *Brazilian Journal of Business*, 3(3), 2671–2684. <https://doi.org/10.34140/bjbv3n3-046>
- Manzanares-Gutiérrez, Á., & Riquelme-Perea, P. J. (2014). Mercados laborales locales en la región de Murcia: la brecha de género en el empleo. *Anales de Economía Aplicada 2014*, 2014, 191–209, March, 191–209. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5056489>
- Manzanares-Gutiérrez, Á., & Riquelme-Perea, P. J. (2017). Análise Espacial Do Desemprego Nos Mercados Locais De Trabalho Espanhóis. *Revista Galega de Economía*, 26(2), 29–42. <https://doi.org/10.15304/rge.26.2.4469>
- Martínez-Gayo, G., & Martínez-Quintana, V. (2020). Precariedad laboral en el turismo español bajo la perspectiva de género. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 18(4), 649–665. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2020.18.046>
- Martínez-Quintana, V., & Martínez-Gayo, G. (2019). Empoderamiento y desigualdad en el trabajo turístico femenino. una perspectiva comparada. *Papers de Turisme*, 62, 37–57. <http://www.turisme.gva.es/ojs/index.php/Papers/article/view/513>
- Martínez-Tola, E., & Cal-de-la, M. Luz. (2017). Una aproximación territorial y de género al desempleo durante la crisis. el caso de los municipios vascos. *Lurralde: Investigación y Espacio.*, 40, 247–272. <http://www.ingeiba.org/lurralde/lurranet/lur40/40martinez.pdf>
- Noback, I., Broersma, L., & van Dijk, J. (2013a). Gender-Specific Spatial Interactions on Dutch Regional Labour Markets and the Gender Employment Gap. *Regional Studies*, 47(8), 1299–1312. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.629183>
- Noback, I., Broersma, L., & van Dijk, J. (2013b). Gender-Specific Spatial Interactions on Dutch Regional Labour Markets and the Gender Employment Gap. *Regional Studies*, 47(8), 1299–1312. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.629183>
- Obeso-Muñiz, Í. (2019). The spatial diffusion of economic activity in the Oviedo region (1970-2018). *Investigaciones Geográficas*, 72, 189–207. <https://doi.org/10.14198/INGEO2019.72.09>
- Olivetti, C., & Petrongolo, B. (2014). Gender gaps across countries and skills: Demand, supply and the industry structure. *Review of Economic Dynamics*, 17(4), 842–859. <https://doi.org/10.1016/j.red.2014.03.001>
- Osuna Rodríguez, M. & Rodríguez García, L. (Coords.). (2015). Mujeres, turismo rural y brecha salarial de género. Una propuesta de investigación, acciones de fomento y sensibilización. Editorial Universidad de Córdoba. <http://hdl.handle.net/10396/14841>
- Porter, J. R. (2011). Context, Location, and Space: The Continued Development of our ‘Geo-Sociological’ Imaginations. *The American Sociologist*, 42(4), 288–302. <https://doi.org/10.1007/s12108-011-9131-4>
- Prodromidis, P. (2012). Modeling male and female employment policy in Greece from local data. *Economic Modelling*, 29(3), 823–839. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.09.004>
- Prodromidis, P. (2008). *The spatial distribution of male and female employment and unemployment in Greece*. Studies 66. Centre for Planning and Economic Research.
- Rakowska, J. (2014). Female unemployment trends in rural areas of Poland in 2008-2012. *Studies in Agricultural Economics*, 116(1), 33–40. <https://doi.org/10.7896/j.1321>
- Rivera Mateos, M. (2018). Turismo, brecha salarial y desigualdades laborales de género en espacios rurales de Andalucía (España). *Cuadernos Geográficos*, 57(3), 291–312. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i3.6459>
- Rodrigues-Silveira, R. (2013). *Representación espacial y mapas* (Centro de Investigaciones Sociológicas CIS, Ed.; *Cuadernos Metodológicos*, Vol. 50).
- Rodríguez Moya, J. M., & Pozo Rivera, E. (2019). Análisis territorial del desempleo por género en la Comunidad de Madrid durante la crisis (2008-2014). *Cuadernos Geográficos*, 58(1), 277–299. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.5630>

- Rodríguez-González, S. (2018). Brechas de género en el mercado laboral: una mirada crítica ante el horizonte 2030. *Atlántida. Revista Canaria de Ciencias Sociales*, 9, 69–89. <https://doi.org/10.25145/j.atlantid.2018.09.004>
- Soja, E. W. (2022). La organización política del espacio. *Geopolítica(s). Revista de Estudios Sobre Espacio y Poder*, 13(2), 385–447. <https://doi.org/10.5209/geop.85021>
- Sui, D. Z. (2004). Tobler's First Law of Geography: A Big Idea for a Small World? *Annals of the Association of American Geographers*, 94(2), 269–277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2004.09402003.x>
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Tukey, J. W. (1997). *Exploratory Data Analysis*. Reading: Addison-Wesley.
- Verick, S. (2018). Female labor force participation and development. *IZA World of Labor*. <https://doi.org/10.15185/izawol.87.v2>
- Vilalta y Perdomo, C. J. (2005). Cómo enseñar autocorrelación espacial. *Economía, Sociedad y Territorio*, v(18), 323–333. <https://doi.org/10.22136/est002005307>
- Zolnik, E. J. (2011). The Geographic Distribution of U.S. Unemployment by Gender. *Economic Development Quarterly*, 25(1), 91–103. <https://doi.org/10.1177/0891242410386592>
- Zolnik, E. J. (2013). A Spatial Analysis of Male and Female Unemployment in the USA. *International Journal of Applied Geospatial Research*, 4(4), 76–87. <https://doi.org/10.4018/jagr.2013100105>

# Organización espacial de la economía de la langosta en el estado de Yucatán, México

## Spatial organization of the lobster economy in the state of Yucatan, Mexico

### AUTORÍA

José María Casado Izquierdo 

Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

José Manuel Crespo Guerrero 

Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

### DOI

<https://doi.org/10.14198/INGEO.24920>

### CITACIÓN

Casado Izquierdo, J. M. & Crespo Guerrero, J. M. (2023). Organización espacial de la economía de la langosta en el estado de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas*, (80), 237-257. <https://doi.org/10.14198/INGEO.24920>

### CORRESPONDENCIA


José María Casado Izquierdo  
([chema@geografia.unam.mx](mailto:chema@geografia.unam.mx))

### HISTORIA

Recibido: 30 marzo 2023  
Aceptado: 10 julio 2023  
Publicado: 19 julio 2023

### TÉRMINOS

© la autoría

 Este trabajo se publica bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Resumen

Considerada alimento gourmet, la langosta es una de las principales pesquerías de México y Yucatán, estado que se especializa en la producción de cola de langosta para el mercado turístico nacional (Cancún). Bajo el posicionamiento teórico de la Organización Espacial de la Economía y una metodología que combina elementos cualitativos y cuantitativos, esta investigación revela la compleja interrelación entre diferentes espacios (productores, procesadores y de consumo) generada por la economía de la langosta yucateca. No obstante, la actual estructura espacial puede verse alterada por la incipiente captura de langosta viva, impulsada por nuevos actores y dirigida al mercado internacional (China).

**Palabras clave:** pesca comercial; Geografía de la Pesca; comercialización; comunidades costeras; estructura económica.

## Abstract

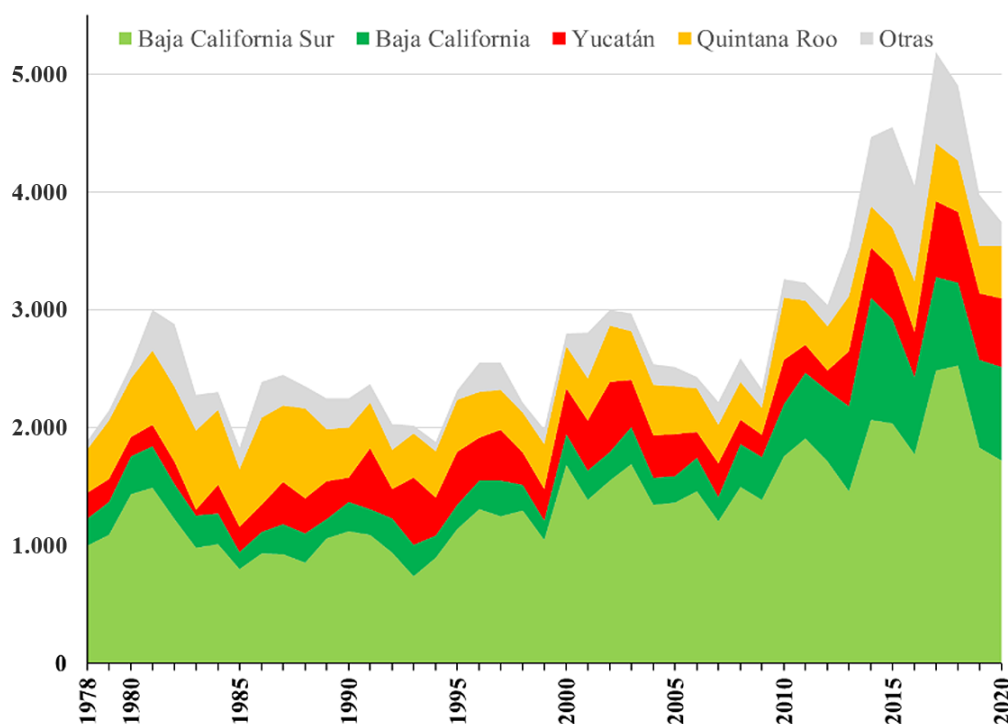
Regarded as gourmet food, lobster is one of the main fisheries in Mexico and Yucatan, a state that specializes in the production of lobster tail for the national tourism market (Cancun). Using the theoretical positioning of the Spatial Organization of the Economy and a methodology that combines qualitative and quantitative data, this investigation reveals the complex interrelationship between different spaces (fishing, processing, and consumption zones) generated by the Yucatecan lobster economy. However, the current spatial structure could be modified by the incipient catch of live lobster, driven by new actors and directed to the international market (China).

**Keywords:** commercial fishing; fishing geography; commercialization; coastal communities; economic structure.

## 1. Introducción

En la década 2011-20 la langosta se convirtió en una de las principales pesquerías de México con cifras que en 2020 alcanzaron los 56 millones de USD en términos de captura y 110 millones de USD en exportaciones. Estos datos sitúan la langosta en 5º lugar por valor de capturas y en 3ª posición por valor de exportaciones pesqueras. Geográficamente, su producción se concentra en el litoral Pacífico, sobre todo en Baja California Sur y Baja California, mientras en el Golfo de México y Caribe destacan Yucatán y Quintana Roo (Figura 1).

Figura 1. Producción de langosta por entidad federativa, 1978-2020 (toneladas de peso vivo)



Fuente: Conapesca, 2022a. Elaboración propia

El Programa Maestro Nacional de Langosta (Itam-Cec, 2007) muestra las importantes diferencias de esta pesquería en cada litoral, particularidades que, 15 años después, aún se mantienen: 1.- Mientras en el litoral Pacífico se pesca principalmente langosta roja (*Panulirus interruptus*), azul (*Panulirus inflatus*) y verde (*Panulirus gracilis*), en el Golfo de México y Mar Caribe predomina la langosta espinosa (*Panulirus argus*); 2.- Si bien en el Pacífico la langosta es comercializada principalmente por los propios productores, en el sur de México existe una mayor presencia de intermediarios; 3.- Las artes de pesca empleadas y, en función de ello, el tipo de producto comercializado, son diferentes: en el Pacífico se utilizan únicamente trampas, las cuales permiten la captura de langosta entera o viva, mientras en Quintana Roo y Yucatán se permite el uso del gancho, lo que implica su comercialización como cola de langosta (*ibid.*).

Desde aquel estudio de 2007, el estado de Quintana Roo ha evolucionado hacia un modelo de captura y comercialización similar al del litoral Pacífico: ha potenciado el uso de trampas que, junto con el lazo y el jamo permiten capturar langosta viva —frente a su tradicional producción de cola de langosta—, y se ha incorporado así a los mercados internacionales, antes monopolizados por los langosteros del Pacífico —Hong Kong, Estados Unidos y, en los últimos años, China—. Entretanto, Yucatán se ha mantenido fiel al uso del gancho como arte de pesca debido a su especialización en la producción de cola de langosta que, aunque también se exporta, se consume mayormente en los mercados turísticos nacionales. Es éste un hecho diferencial que justifica su estudio, más aún al considerar que ese estado se ha posicionado desde hace años como tercer productor nacional, tras Baja California Sur y Baja California y por delante de Quintana Roo.

Una característica esencial de la pesquería de langosta en México es su concentración en un reducido número de permisionarios y concesionarios<sup>1</sup> —129 unidades económicas— y su pertenencia casi exclusiva a sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP) (Conapesca, 2021). Esta circunstancia hunde sus raíces en 1936, cuando la captura de langosta y de otras especies de alto valor económico se reserva legalmente a las cooperativas (González-Cano, 2007; Vega, 2006). La Ley de Pesca de 1992 pondrá fin a este privilegio, al ser uno de los requisitos para la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TL-CAN) en 1994. Como se mostrará más adelante, en Yucatán, las SCPP aún controlan la captura de langosta, aunque con diferencias notables en sus estructuras organizativas y en sus estrategias comercializadoras.

<sup>1</sup> La principal diferencia entre una concesión y un permiso de pesca comercial es su duración: de cinco a 20 años para la concesión, y de dos a cinco años para el permiso. Además, la solicitud de una concesión debe incluir una propuesta de manejo de la pesquería y, una vez otorgada, el concesionario ha de presentar un informe cada dos años (Dof, 2018).

El alto valor comercial de la langosta convierte a esta pesquería en una de las más rentables del país (Tabla 1), si bien las unidades económicas implicadas en su captura suelen combinar su pesca con otras especies: escama, tiburón y abulón en el Pacífico; y escama, pulpo, mero y pepino de mar en el Golfo de México y Caribe.

Tabla 1. Unidades económicas con autorizaciones vigentes para la pesca de langosta, 2021

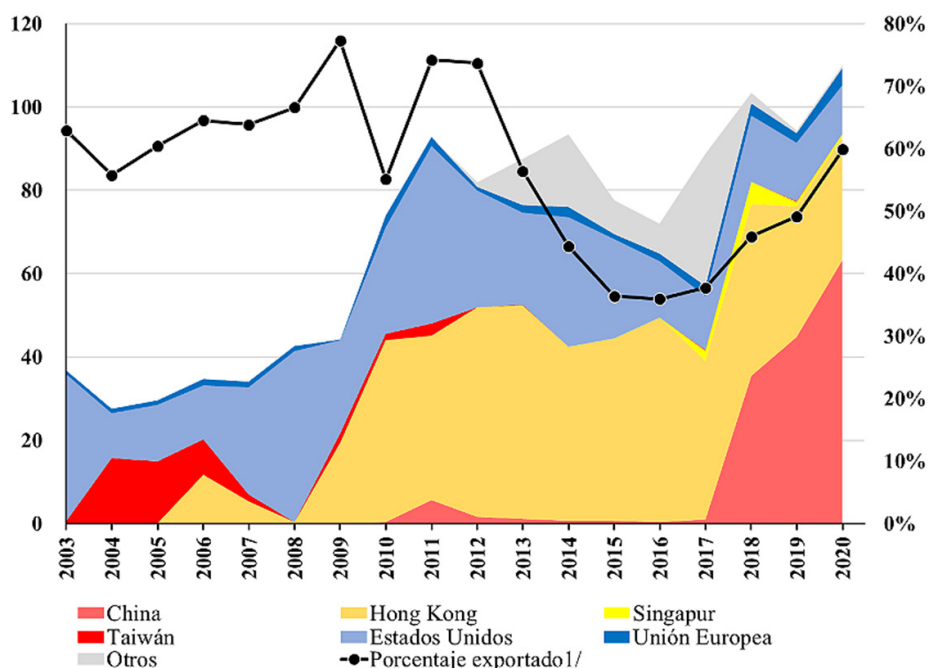
Entidad federativa	Unidades económicas (núm)	Producción, 2020 (miles de USD)	Promedio por UE (miles de USD)
Baja California	33	10.011	303
Baja California Sur	15	31.660	2.111
Quintana Roo	13	6.414	493
Yucatán	24	5.982	249
Otras	44	1.818	41
Total	129	55.884	433

Fuente: Conapesca, 2021, 2022a. Elaboración propia

El mercado internacional absorbe gran parte de las capturas mexicanas de langosta, pero su relevancia varía según la fuente y el año consultados. Con datos de 2005, Itam-Cec (2007) estimaba en un 73,8% el volumen de la producción destinada al mercado externo, señalando que era exportada fundamentalmente por los propios productores como langosta viva. Para la década 2011-20, cálculos propios sitúan ese dato en torno al 50%, con máximos del 73-79% entre 2009-12 (Figura 2). Domina la exportación hacia mercados asiáticos, especialmente Hong Kong y China, que en los últimos años han desplazado a Taiwán y Estados Unidos como principales destinos.

Bajo este panorama nacional e internacional, surge la pregunta motora de la investigación ¿qué elementos económicos configuran y articulan espacialmente la economía de la langosta en Yucatán? Para resolverla, se adopta la Organización Espacial de la Economía (OEE) como marco teórico-conceptual, examinando los procesos históricos de esta pesquería, los actores sociales involucrados y la estructura espacial generada. A continuación, se discuten tres temas: 1.- El uso del crédito como estrategia de subordinación de la actividad extractiva (cooperativas) respecto de la actividad de procesamiento y comercialización (empresas procesadoras); 2.- Las similitudes y las diferencias entre la actividad langostera de Yucatán y de la Zona Pacífico Norte, esta última considerada un ejemplo de éxito del cooperativismo pesquero mexicano; 3.- El problema de la sostenibilidad del recurso langosta en relación con los denominados derechos territoriales exclusivos de pesca.

Figura 2. Exportaciones de langosta, 2003-20 (en millones USD)



1/ Porcentaje exportado respecto del volumen desembarcado.

Fuente: Conapesca, 2022a; Secretaría de Economía, 2022. Elaboración propia

## 2. Metodología

### 2.1. La Organización Espacial de la Economía aplicada a la pesca

Concebida como actividad económica, la pesca alberga un amplio conjunto de actividades como “la pesca extractiva y el marisqueo, pero también la acuicultura, el procesado y la conservación de productos de la mar, y su comercialización final” (Piñeiro & Lois, 2018, p. 316). Se trata de actividades que, a escala global, generan más de 58 millones de empleos, 38 millones sólo en su fase extractiva (Fao, 2022). Además, la pesca, máxime la artesanal, también aporta valores y conocimientos que propician una considerable diversidad de identidades culturales (García-Allut, 2003).

En la extracción, la pesca no se limita a la captura de peces (Bottemanne, 1972), sino que incluye cualquier organismo cuya vida se desarrolla total o parcialmente en aguas saladas, salobres o dulces. Esta interdependencia entre pesca y organismos vivos plantea garantizar su carácter renovable, de ahí la relevancia de su planificación. Asimismo, la confluencia en esta actividad de factores de tipo ambiental y social pone de manifiesto su complejidad.

En tanto que actividad económica, la pesca es objeto de estudio de la geografía económica. Claval sostiene que la geografía económica “intenta explicar la distribución de los hechos de producción, distribución y consumo” (1980, p. 14). Dentro de este campo científico, la teoría de la OEE permite reconocer cuáles son los elementos espaciales que configuran una actividad y cómo se acomodan en el espacio a lo largo del tiempo, propiciando nodos y flujos dinámicos. Miralbés y Higuera son conscientes de la necesidad de identificar estos elementos del espacio geográfico a partir de atributos o parámetros medibles; además, afirman que “los espacios geográficos son interdependientes, y que hay que estudiarlos como sistemas territoriales abiertos a la globalidad de áreas muy amplias e, incluso, del mundo entero” (1993, p. 285). En este contexto donde las regiones son fragmentos del espacio económico, los intereses internacionales, nacionales y regionales se concentran y chocan debido a “la creciente competencia por los recursos y las inversiones estratégicas” (Rzayev et al., 2019, pp. 626-627). Se asiste así a nuevos procesos de polarización y reconfiguración de los espacios económicos, lo que llega a propiciar nuevas desigualdades a nivel productivo y de concentración de las actividades económicas a escala local, subnacional, nacional e internacional (Minakir & Demyanenko, 2010).

La OEE ha posibilitado, por tanto, el impulso del conocimiento geográfico al abordar, por ejemplo, los procesos y las transformaciones de la economía y la sociedad bajo contextos económicos globales (Sánchez & Gutiérrez, 2023). También ha favorecido el análisis de las desigualdades territoriales a partir de la identificación y la explicación de las relaciones territoriales en contextos globales, haciendo énfasis en el papel del capital institucional en el ensamblaje territorial (Aché, 2018). En el caso de la actividad económica pesquera, la OEE ha permitido analizar las estrategias gubernamentales y privadas en contextos neoliberales de inserción de las economías locales pesqueras en la globalidad (Crespo & Jiménez, 2022), así como la estructura territorial de la actividad pesquera en espacios económicos específicos (Yurkievich & Sánchez, 2016).

Cualquier actividad económica, incluida la pesca, es productora de espacios a través de sus diferentes fases: producción, transformación, almacenaje, circulación, venta, consumo, distribución de beneficios y reinversión (Méndez, 1997). Santos añade que “la economía está en el espacio, así como el espacio está en la economía” (2009, p. 147) y afirma que el espacio geográfico —o económico, si se parte de la proposición anterior— de los países menos desarrollados depende altamente de los países más desarrollados, puesto que

se organiza y reorganiza en función de intereses lejanos, inestable en el sentido de las fuerzas de modernización impuestas por el interior o el exterior, y multipolarizado debido a que se encuentra sometido y acosado entre una multiplicidad de influencias y polarizaciones que resultan de los diferentes niveles de decisión (Santos, 1973 citado en Propin & Sánchez, 2001, p. 149).

Son precisamente los países desarrollados los que copan el valor de las importaciones pesqueras, el 69% de las mismas en 2018, aunque también es importante reconocer que las importaciones hacia países en desarrollo han aumentado: en 1976 representaron el 12% del total mundial frente al 31% en 2018 (Fao, 2020).

Los geógrafos Propin y Sánchez identifican la estructura económica con el ‘soporte básico’ donde interactúan los centros responsables de la organización espacial “a través de ejes articuladores del espacio geográfico” (2001, p. 14). Las nuevas necesidades humanas, los avances tecnológicos y los cambios ambientales promueven una constante modificación de la organización y del espacio económico de toda actividad, y la pesca no es la excepción.

Kostrowicki (1975) remarca la relevancia de la estructura espacial al considerarla esencial en cualquier ejercicio de planificación regional de una actividad económica, dado que ésta reconoce “los elementos implantados



en el espacio organizado en función de los lugares de producción, los de consumo y sus interconexiones físicas y funcionales” (Sánchez et al., 2012, p. 105). Analizar la evolución de la estructura por medio de sus reacomodos espaciales hasta su configuración actual, permite comprender la organización espacial de la economía:

las estructuras y procesos espaciales combinados forman la organización espacial, un concepto que se impone cada vez más y que es de particular valor en la planeación, no sólo como una idea dinámica que ayuda a explicar las estructuras y procesos espaciales pasados y presentes, sino porque también implica transformar las estructuras espaciales existentes en unas más deseables (Kostrowicki, 1975, p. 61).

En definitiva, a partir del trabajo de geógrafos como Abler et al., (1972), Kostrowicki (1975), Propin y Sánchez (2001) y Minakir y Demyanenko (2010), se puede entender que la OEE se conforma por dos componentes, la estructura y los procesos, influidos en la actualidad por la reconfiguración constante de los espacios económicos. Por tanto, para reconocer la organización espacial de una actividad económica en un momento dado y a cualquier escala, es útil desentrañar su componente estructural. En la presente investigación se desvelará la organización económica que genera el recurso langosta en el estado de Yucatán.

## 2.2. Métodos

La metodología se fundamentó en el trabajo de escritorio y de campo. Las actividades desarrolladas en el primero incluyen revisión bibliográfica, búsqueda y análisis de datos e información cualitativa, elaboración de cuestionario semiestructurado, selección de actores a entrevistar, aplicación del cuestionario vía telefónica, resolución de dudas con algunos actores por WhatsApp y redacción del manuscrito. En el segundo, se continuó la aplicación del cuestionario de manera presencial y se visitaron instalaciones de cooperativas langosteras y de empresas procesadoras y comercializadoras. También se realizaron ejercicios de observación, se elaboraron notas de trabajo y se implementaron reuniones entre los investigadores para analizar los resultados preliminares a fin de redirigir la salida de campo de ser necesario.

La revisión bibliográfica incluyó material perteneciente a las ciencias sociales, ambientales y humanidades con información sobre la especie de estudio —la langosta—, y las dinámicas socioeconómicas de la pesca en la zona de interés —el estado de Yucatán—; evidentemente, se consideraron otras escalas para contextualizar. Los datos cuantitativos se procesaron en programas estadísticos y cartográficos y se enriquecieron con el análisis de información cualitativa gracias a la comparación constante propuesta por Strauss & Corbin (2002). Todo ello permitió organizarlos y categorizarlos para, más tarde, relacionarlos entre sí, analizarlos en detalle e interpretarlos.

El cuestionario semiestructurado —preguntas abiertas y cerradas— fue aplicado durante las entrevistas realizadas y tuvo diversos objetivos: 1.- Confrontar y actualizar la información recopilada en gabinete; 2.- Profundizar en los aspectos organizativos, económicos y sociales del sector langostero; 3.- Favorecer la comprensión de los procesos socioeconómicos y de la estructura espacial de la pesquería de la langosta. Al no tener como fin la recopilación de datos cuantitativos, el cuestionario se insertó en una estrategia de muestreo no probabilístico (no estadísticamente representativo), consideró dos tipos de actores —las cooperativas y las procesadoras-comercializadoras— y se organizó en seis apartados: 1.- Datos socioeconómicos de la unidad económica; 2.- Actividades y estrategias extractivas (sólo para las cooperativas); 3.- Almacenamiento y transporte; 4.- Procesamiento; 5.- Comercialización; 6.- Desafíos de la economía de la langosta. La selección de los actores sociales entrevistados se basó en su relevancia económica de acuerdo con la información obtenida en gabinete, aunque también buscó manifestar la diversidad de actores involucrados y su distinta presencia y características a lo largo de la costa yucateca; para ello, se utilizó la técnica de la bola de nieve, si bien la selección de actores, y la investigación en general, se benefició del conocimiento previo de anteriores investigaciones, visitas y entrevistas. El cuestionario fue aplicado entre septiembre y noviembre de 2022 a presidentes, tesoreros y representantes de 15 de las 24 cooperativas langosteras del estado, así como a cuatro de las principales empresas procesadoras y comercializadoras de langosta: Atlántida del Sur, Ocean Leader, Productos Pesqueros Orsa y MasPesca.

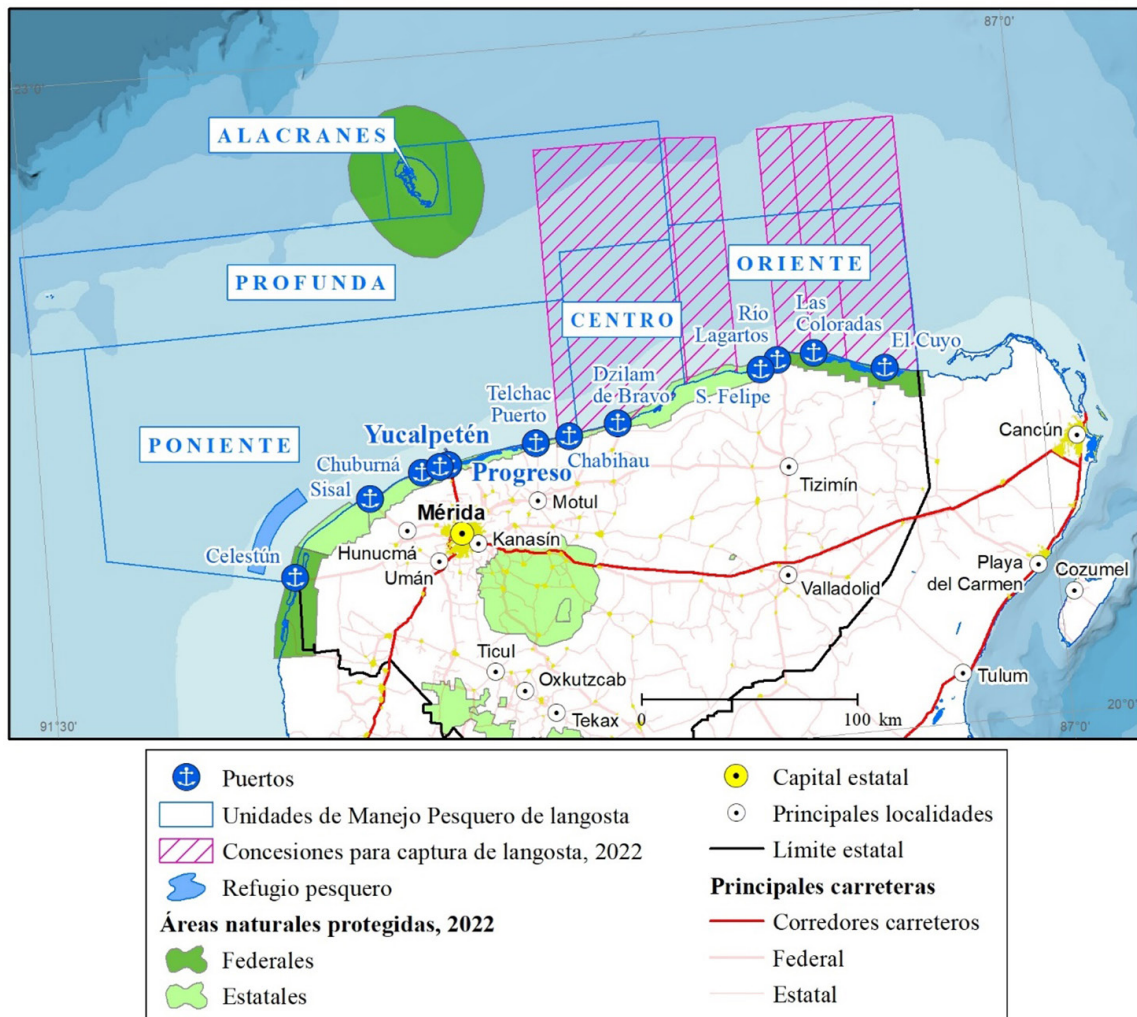
## 3. Resultados

### 3.1. Desarrollo histórico de la pesquería de langosta en Yucatán

La pesca comercial de langosta comienza en el estado de Yucatán en los años 1970 por influencia del vecino estado de Quintana Roo; inicia así en el oriente —El Cuyo, Río Lagartos y San Felipe— gracias al contacto con langosteros de Holbox y Contoy. Desde allí se expande hacia el centro —Dzilam de Bravo— y, a

continuación, al poniente: primero a Arrecife Alacranes y Progreso y, a mediados de 1980, a Sisal y Celestún (Figura 3). Diversos factores contribuirán a su desarrollo: 1.- La formación de cooperativas pesqueras impulsadas por el presidente Luis Echeverría (1970-76); 2.- La llegada de la electricidad en la década de los 70, lo que popularizó el uso del hielo para la conservación frente al tradicional seco-salado; 3.- El incremento significativo de embarcaciones de fibra de vidrio y motores fueraborda en los años 1980, acelerándose este proceso en la década de los 90 —en 1988 más de la mitad de las embarcaciones del estado aún eran de madera—; y 4.- El desarrollo de otros avances técnicos como la compresora (*hookah*) y el sistema electrónico hiperbólico (*Long Range Navigation*), que facilitaron mayor tiempo de inmersión y alcance de la navegación (Arceo et al., 1997; Ríos et al., 1998, 2013).

Figura 3. Características geográficas de la pesquería de langosta en el estado de Yucatán



Fuente: Conapesca, 2022c; Dof, 2014. Elaboración propia

Así, desde 1980 y durante dos décadas, la langosta alcanza el 3% del valor de la producción pesquera yucateca, un porcentaje que se estabiliza en torno al 5% desde 2000 hasta la actualidad (2022). En el estado de Yucatán, el mero y sobre todo el pulpo son las principales pesquerías, aunque con diferente peso a lo largo de la costa: mientras la langosta y el mero tienen mayor relevancia en el Oriente, el pulpo domina la economía pesquera del Centro y el Poniente.

La pesca de langosta ha sido tradicionalmente realizada por embarcaciones menores —con una eslora inferior a 10,5 m—, sin embargo, en Arrecife Alacranes su captura implica el uso de embarcaciones mayores —normalmente de unos 22 m de eslora— dada su lejanía al puerto de Progreso —140 km—. <sup>2</sup> La relevancia de

<sup>2</sup> Esto explica que Yucatán sea el único estado con embarcaciones mayores dedicadas a la captura de langosta, con dos formas de operación: 1.- Como barcos nodrizas que transportan un máximo de seis alijos —embarcaciones de 11 pies y sin motor—, capturándose la langosta mediante buceo con compresora y gancho; 2.- Como barcos que transportan trampas para su pesca en aguas más profundas.

estas embarcaciones mayores aumenta desde finales de la década de 1990, cuando la introducción de trampas expande la captura de langosta a mayores profundidades, en concreto, hacia la llamada Zona Profunda, lo que contrasta con el buceo con compresora y gancho en aguas ribereñas someras de Arrecife Alacranes.

No es posible entender la OEE pesquera de Yucatán sin considerar la conformación del clúster pesquero-procesador de Progreso-Yucalpetén, principal beneficiario de las inversiones y las políticas pesqueras federales impulsadas desde la denominada “Marcha al Mar”<sup>3</sup> del presidente Ruiz Cortines (1952-58). En el estado de Yucatán, estas inversiones y políticas se plantean como respuesta a la crisis henequenera<sup>4</sup>, con la subsiguiente migración campesina al litoral y su incorporación a la actividad pesquera. Tras ser habilitado como puerto de altura en 1968, Yucalpetén se convierte en base de la flota mayor, puerto de exportación, sede de armadores y de la industria procesadora de productos pesqueros y, por todo ello, en el centro de financiación y de decisión de la política pesquera estatal (Paré & Fraga, 1994).

Un aspecto fundamental de la pesca de langosta fue su reserva a favor de las cooperativas durante décadas (1936-92). El fin de esta exclusividad se insertó en una política neoliberal que finalizó con el papel organizador e impulsor que el Estado tenía sobre las cooperativas; supuso la privatización de empresas paraestatales tan sobresalientes en el procesamiento y en la comercialización del sector como Productos Pesqueros Mexicanos (Propemex) y Ocean Garden Products<sup>5</sup>. No obstante, las deficiencias en el funcionamiento de las cooperativas pesqueras (Le Bail, 1984; Bennett, 2017) nunca representó una amenaza real para el control que el capital privado ejercía sobre la actividad pesquera, sobre todo en su industrialización y comercialización; como ejemplo, de las 20 congeladoras que en 1985 operaban en Yucatán, sólo una pertenecía al sector social y otra al sector paraestatal.

Actualmente, la pesca de langosta está sujeta a diversas normativas federales: la veda del 1 de marzo al 30 de junio (Dof, 1994); la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SAG/PESC-2016 (Dof, 2016), que regula las artes de pesca y las embarcaciones permitidas, así como las tallas mínimas; y la Carta Nacional Pesquera (Dof, 2022), instrumento que considera que la langosta ha alcanzado su máximo nivel de aprovechamiento en las zonas Alacranes, Profunda y Oriente, y se encuentra sobreexplotada en las zonas Poniente y Centro, lo que implica prorrogar el no otorgamiento de nuevas autorizaciones que aumenten el esfuerzo pesquero.

### 3.2. Características y patrones espaciales de la pesquería de langosta en Yucatán

Como se mencionó, la economía pesquera de Yucatán está dominada por el pulpo y el mero, situándose la langosta en tercera o cuarta posición en competencia con la rubia (canané, *Ocyurus chrysurus*) (Figura 4). Si bien su captura muestra importantes fluctuaciones anuales vinculadas a diversos fenómenos — frentes fríos, mareas rojas o huracanes —, experimenta tres claros periodos de auge: de 1980 a 1993, de 1999 a 2002 y de 2009 al presente (2022), cuando alcanza máximos históricos (Figura 4).

La captura autorizada de langosta en Yucatán es realizada por 24 cooperativas, con diferentes formas de acceso al recurso: mientras en la Zona Poniente cuentan únicamente con permisos de pesca comercial, por lo general con una vigencia de cinco años, en las zonas Centro y Oriente gozan de concesiones con vigencias de 20 años —salvo una cooperativa de San Felipe; Tabla 2 y Figura 3—. Este contraste se justifica por la mayor antigüedad, tradición y pervivencia en la actividad langostera de las grandes cooperativas del centro y oriente del estado.

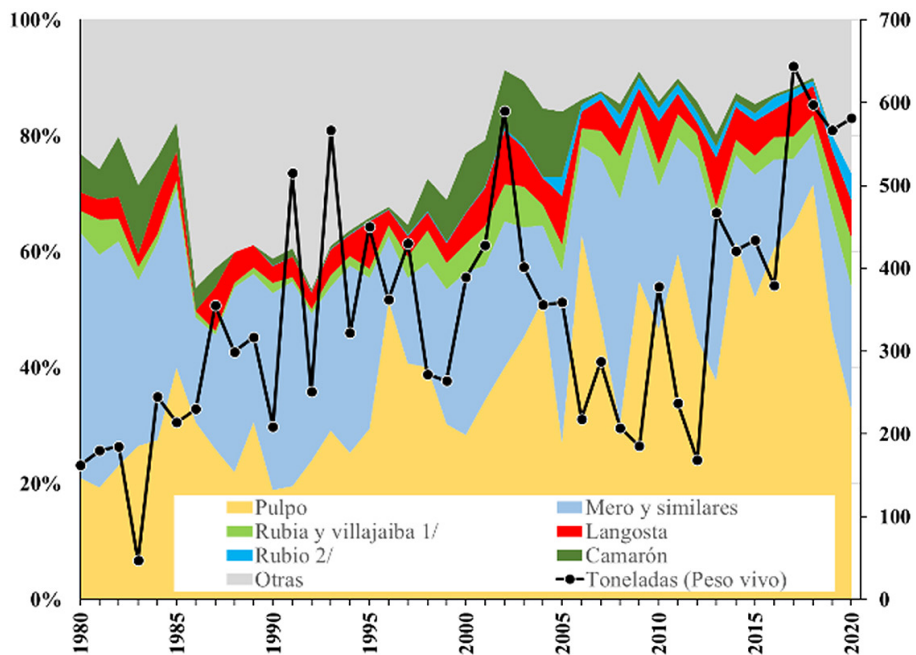
Dicha captura presenta diferencias regionales: aunque históricamente la Zona Oriente ha sido la principal productora debido a la mayor abundancia de langosta, el auge de capturas en el área de Altamar, sobre todo en su Zona Profunda, la ha llevado a competir con la Zona Oriente como principal área productora. En 2021 las capturas en Altamar superaron con claridad a la Zona Oriente (Figura 5), en tanto que la producción de la Zona Centro fue marginal.

3 El Programa de Progreso Marítimo —llamado coloquialmente la “Marcha al Mar”— fomentó el traslado de población del altiplano mexicano al litoral; económicamente, invirtió en el desarrollo de la actividad pesquera, incluyó la creación y el mejoramiento de 70 puertos y la apertura de nuevas comunicaciones interoceánicas y enlaces carreteros de la costa con el altiplano (García-Moctezuma, 2008).

4 La denominada crisis henequenera es un período de declive de la industria del henequén —planta del género de los agaves cuyas fibras se utilizaban en la fabricación de sogas y cordeles—, la cual fue fundamental en la economía yucateca hasta mediados del siglo XX, cuando las fibras sintéticas se popularizaron (Casares-Vidal, 1988).

5 En Yucatán, Propemex estará presente a través de Productos Pesqueros de Yucalpetén (Propeyuc). Ocean Garden Products, con sede en San Diego, si bien surge para impulsar la comercialización de camarón mexicano hacia Estados Unidos, será decisiva en la comercialización de otros productos como la langosta yucateca.

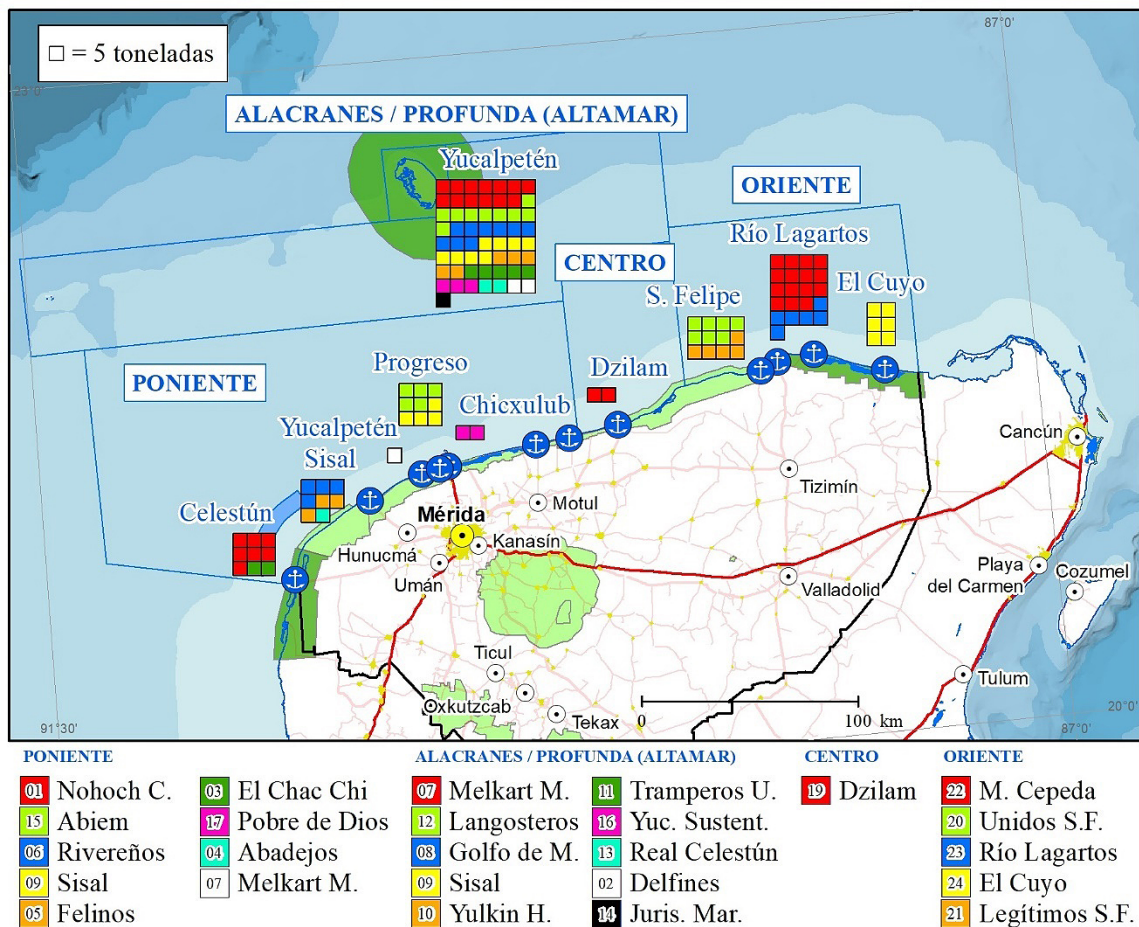
Figura 4. Yucatán: estructura del valor de la producción por especie (%) y producción de langosta (toneladas peso vivo)



1/ Hasta 2004 corresponde únicamente a rubia; básicamente se trata de canané; 2/ Hasta 2004 corresponde a chac chí. No existen datos de valor para langosta en 1986 ni para camarón en 1988 y 1989.

Fuente: Conapesca, 2022a; Inegi, vv.aa. Elaboración propia

Figura 5. Toneladas de langosta por lugar de captura, zona de desembarque y cooperativa, 2021



Fuente: Conapesca, 2022c. Elaboración propia

Por su parte, aun cuando el Poniente constituye sólo la tercera zona productora, allí se sitúa el puerto de altura de Yucalpetén, donde se desembarca la langosta —y otras especies— capturada en Altamar por la flota mayor. Este hecho justifica que en el eje Yucalpetén-Progreso-Mérida se sitúen las principales empresas procesadoras y comercializadoras de productos pesqueros. En el resto de los espacios productivos, la presencia de procesadoras y comercializadoras es limitada —Celestún, Telchac-Puerto, Dzilam de Bravo o Río Lagartos, por citar los puertos más representativos— o incluso inexistente —Sisal, San Felipe o El Cuyo—, con la consiguiente pérdida de valor añadido y de empleos, conformándose como espacios meramente extractivos.

La especialización y, por tanto, la dependencia económica de las cooperativas y las flotas langosteras, exhibe también un desigual patrón regional (Tabla 2). Las embarcaciones mayores langosteras vinculadas a cooperativas asentadas en Celestún, Chicxulub y, ante todo, Progreso, son las que muestran una mayor especialización: el 79% del valor de sus capturas proviene de la langosta, especie que las cooperativas complementan con el mero —en abril y mayo— y el canané —en la segunda mitad del año—. Las embarcaciones ribereñas repiten un patrón este-oeste: la langosta tiene mayor trascendencia económica para las cooperativas asentadas en las zonas Oriente (42% de sus ingresos) y Centro (32%), allí, el pulpo y el mero surgen como especies complementarias: el mero en El Cuyo y Dzilam de Bravo, y el pulpo en Río Lagartos y San Felipe. Entre tanto, para la flota ribereña y las cooperativas del Poniente, la langosta es más bien una especie secundaria (10% de sus ingresos), pues económicamente dependen del pulpo y el canané. Una mención especial merece el pepino de mar, en veda permanente pero cuya autorización de capturas en 2017 y 2018 generó importantes ingresos para las cooperativas langosteras del Oriente y el Centro.

Tabla 2. Volumen y valor total de las capturas de langosta (2017-21) según zona sede de la cooperativa y por tipo de autorización y de embarcación

Indicador	Poniente			Centro	Oriente	Total	Total	
	Mayor	Menor	Total	Menor	Menor	Menor		
<b>Cooperativas</b>	11	9	18	1	5	15	24	
<b>Autorizaciones</b> <sup>1/</sup>	25	9	34	1 (1)	6 (4)	16 (5)	41 (5)	
<b>Embarcaciones</b>	25	47	72	50	223	320	345	
<b>Peso vivo</b>	Toneladas	1.102	404	1.506	61	1.309	1.774	2.876
	Porcentaje	38,3%	14,0%	52,4%	2,1%	45,5%	61,7%	100,0%
<b>Valor</b>	Millones <sup>2/</sup>	132	45	177	27	417	489	621
	Porcentaje	21,2%	7,3%	28,5%	4,3%	67,2%	78,8%	100,0%
<b>% valor langosta</b> <sup>3/</sup>	79,1%	10,1%	28,9%	31,9%	41,9%	32,1%	36,7%	
<b>% valor otras especies</b> <sup>3/</sup>	Mero (6,3%); Canané (5,4%)	Pulpo (38,1%); Canané (29,9%); Rubio (5,5%); Mero (5,4%)	Pulpo (28,8%); Canané (23,3%); Mero (5,7%)	Mero (18,2%); Pulpo (14,9%); Pepino (9,2%)	Pulpo (20,7%); Mero (15,8%); Pepino (7,2%)	Pulpo (25,5%); Mero (12,9%); Canané (9,6%); Pepino (5,5%)	Pulpo (23,4%); Mero (12,2%); Canané (9,2%); Pepino (5,0%)	

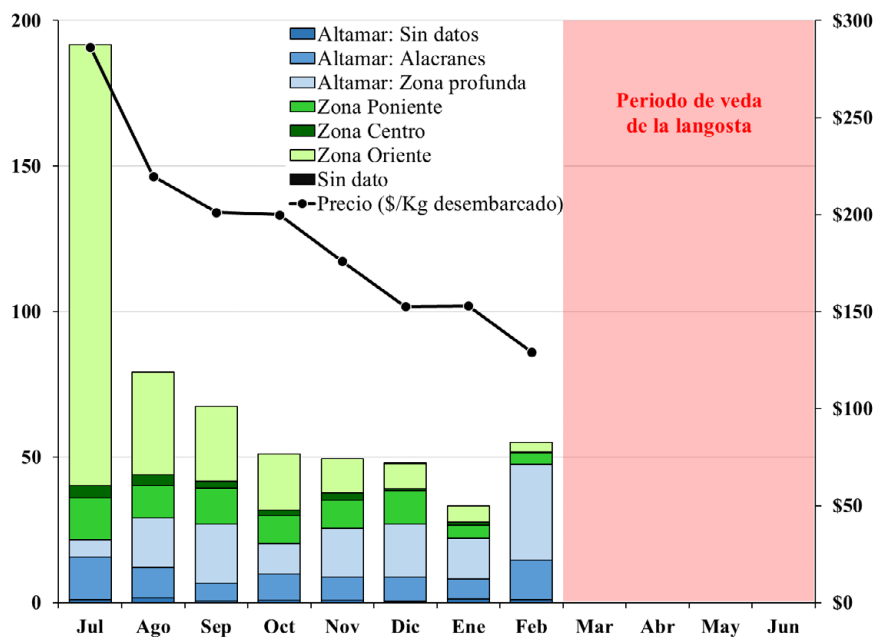
1/ Entre paréntesis se indica el número de autorizaciones del total correspondiente a concesiones; 2/ Pesos constantes (Base Dic. 2021); 3/ Porcentaje del valor de la especie indicada respecto del valor total de las capturas de las cooperativas langosteras con autorización vigente a noviembre 2021. La Zona Poniente incluye los datos de cooperativas que operan en Altamar (Alacranes y Zona Profunda).

Fuente: Conapesca, 2021 y 2022c. Elaboración propia

Desde el punto de vista espacio-temporal, la producción de langosta también exhibe características particulares: tras el fin de su veda (marzo-junio), gran parte de su pesca se realiza en el primer mes de la temporada (julio) y mayormente en la Zona Oriente, cuya drástica reducción de capturas en meses subsecuentes explica la caída de la producción estatal. El resto de las zonas tiene una producción más equilibrada a lo largo de la temporada, aunque a medida que ésta avanza (de noviembre a febrero) cobran protagonismo las capturas en Altamar, especialmente en la Zona Profunda (Figura 6).

La elevada concentración de las capturas en julio se debe a diversos motivos: 1.- La mayor disponibilidad de langosta tras el periodo de veda; 2.- Los mayores precios; 3.- El comienzo de la temporada de pulpo un mes más tarde —agosto—; 4.- La inexistencia de cuotas de capturas; y 5.- La presencia de furtivos. Todo ello incita a los pescadores legales a capturar lo máximo, lo antes posible. Se justifica así el rápido agotamiento del recurso en los primeros meses de la temporada, sobre todo en la Zona Oriente que, además, concentra gran parte de la flota langostera ribereña —223 de las 320 embarcaciones menores autorizadas—, lo que implica una mayor y más rápida presión sobre el recurso. Esta situación llevó a las cooperativas de la Zona Oriente a suspender desde 2006 la captura de langosta en el mes de febrero, dadas sus bajas tallas.

Figura 6. Variación mensual de la captura y el precio de langosta, 2017-21 (toneladas de peso vivo; pesos mexicanos por kilogramo desembarcado)



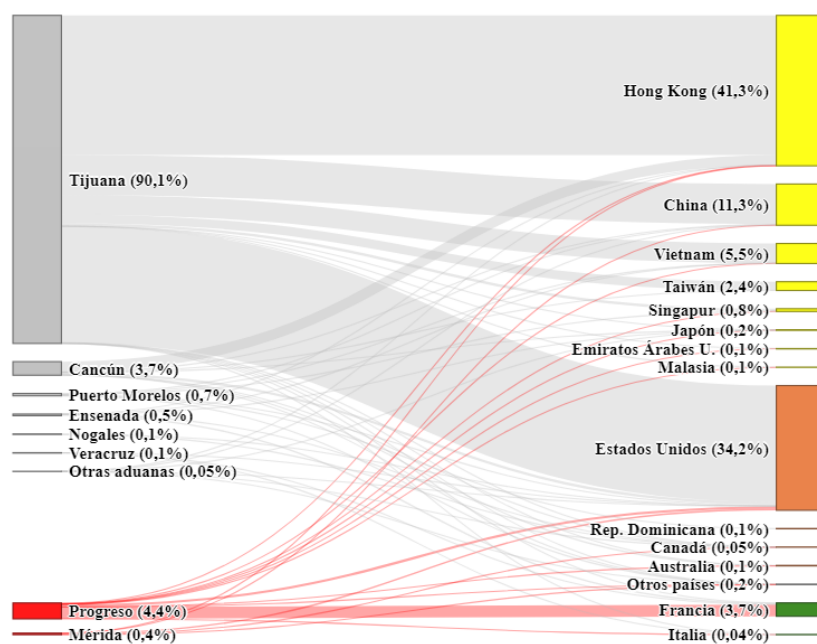
Promedios mensuales. Pesos constantes (Base Dic. 2021). Pese a que los avisos de arriba constituyen el insumo esencial de los datos oficiales de producción pesquera, sus cifras difieren. Los datos reportados en marzo y abril fueron reasignados a febrero.

Fuente: Conapesca, 2022c. Elaboración propia

### 3.3. Estructura espacial de la pesquería de langosta en Yucatán

La Figura 7 permite un primer acercamiento a la articulación espacial generada por la economía de la langosta en México, Yucatán y el mercado global. A nivel nacional, destaca el papel de Tijuana como punto de exportación y su fuerte relación con el mercado asiático; por el contrario, las exportaciones desde Yucatán —puerto de Progreso y aeropuerto de Mérida— desempeñan un papel muy limitado, incluso son superadas por las realizadas desde el vecino Quintana Roo —aeropuerto de Cancún y Puerto Morelos—. No obstante, las exportaciones desde Yucatán tienen la particularidad de monopolizar los envíos hacia el mercado europeo, con Francia como principal destino.

Figura 7. Volumen de las exportaciones de langosta mexicana según aduana de salida y país de destino, 2006-20 (27,3 toneladas)



Fuente: Siap, 2022. Elaboración propia

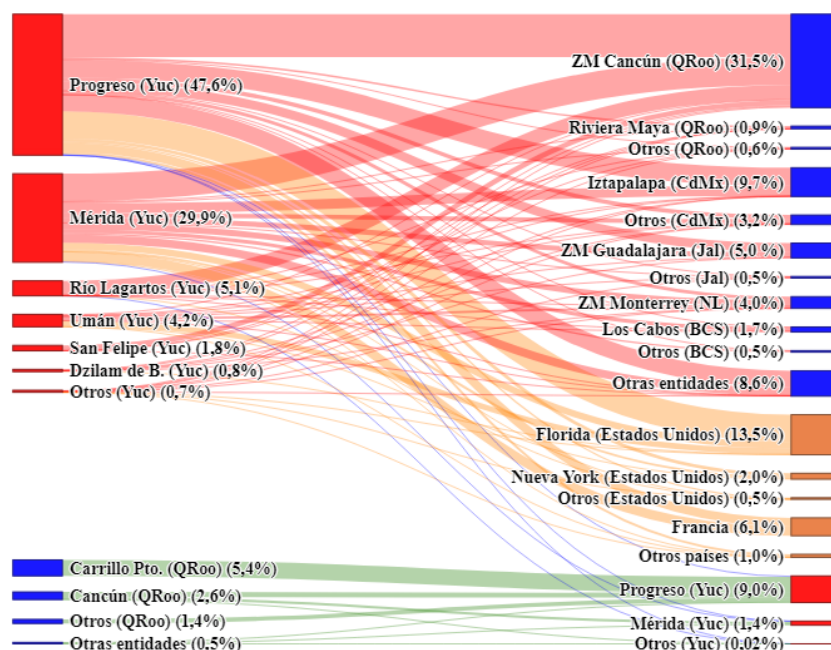
Sorprende que, si bien la información de comercio exterior señala a Europa como principal destino de la langosta exportada desde las aduanas yucatecas (Figura 7), los datos de su transporte apuntan a Estados Unidos (Figura 8), una contradicción que puede ser explicada por diversas causas:

- El transporte de langosta yucateca hasta Tijuana o Matamoros, desde donde se exportaría a Estados Unidos, hipótesis que soporta la bibliografía revisada (Arceo et al., 1997; Ríos et al., 1998; Salas et al., 2005; Dof, 2014).
- La redirección de las exportaciones de langosta desde Yucatán y Quintana Roo en 2020 y 2021 hacia Estados Unidos como efecto de la Covid-19. La drástica caída de las exportaciones a Francia en 2021 y a Hong Kong en 2020 y 2021, impulsó la exportación de langosta hacia Estados Unidos desde Cancún y Puerto Morelos, desvío incentivado por el aumento de precios en Estados Unidos.
- La exportación hacia Estados Unidos de langosta yucateca por ciertas comercializadoras (empresa MasPesca) a través de Puerto Morelos, en vez de las aduanas de Progreso o Mérida.

No obstante, y según entrevistas realizadas a comercializadoras (Atlántida del Sur, Ocean Leader, Productos Pesqueros Orsa, MasPesca), actualmente las exportaciones de langosta yucateca son mínimas y sus principales mercados internacionales son Francia (para la empresa Atlántida del Sur), y en menor medida Estados Unidos y China (para MasPesca y Productos Pesqueros Orsa), lo que confirma la información de la Figura 7.

Los datos de transporte de langosta desde y hacia Yucatán (Figura 8) tienen como ventaja mostrar los vínculos con distintos mercados nacionales, pese al inconveniente de no reflejar, sino de manera débil, los importantes flujos que al interior del estado se generan entre espacios de producción —puertos pesqueros— y espacios procesadores —fundamentalmente Progreso, Mérida y Umán—. Estos tres municipios y Río Lagartos surgen como los principales orígenes de los flujos nacionales, una importancia quizás sobre-dimensionada por la inexistente información sobre el transporte entre espacios productores y procesadores. La Figura 8 expone la relevancia de Quintana Roo, en particular de Cancún, como espacio de consumo de la cola de langosta yucateca, satisfaciendo Yucatán una demanda no cubierta por las capturas realizadas en el mismo Quintana Roo, puesto que una parte importante de la producción de este estado —langosta entera y viva— se destina al mercado internacional —Hong Kong—. Las instalaciones de Ocean Leader en Cancún convierten esta localidad no sólo en centro de consumo, sino también de procesamiento. El papel cada vez más preponderante de Cancún y de la empresa Ocean Leader en la captación de langosta yucateca explica incluso que algunos espacios productores como Río Lagartos, San Felipe o Dzilam de Bravo logren acceder a este mercado sin la intermediación de Progreso o Mérida.

Figura 8. Origen-destino del volumen transportado de langosta desde o hacia Yucatán, 2011-21 (2.121 t)



Los datos de 2011 comprenden sólo de octubre a diciembre.

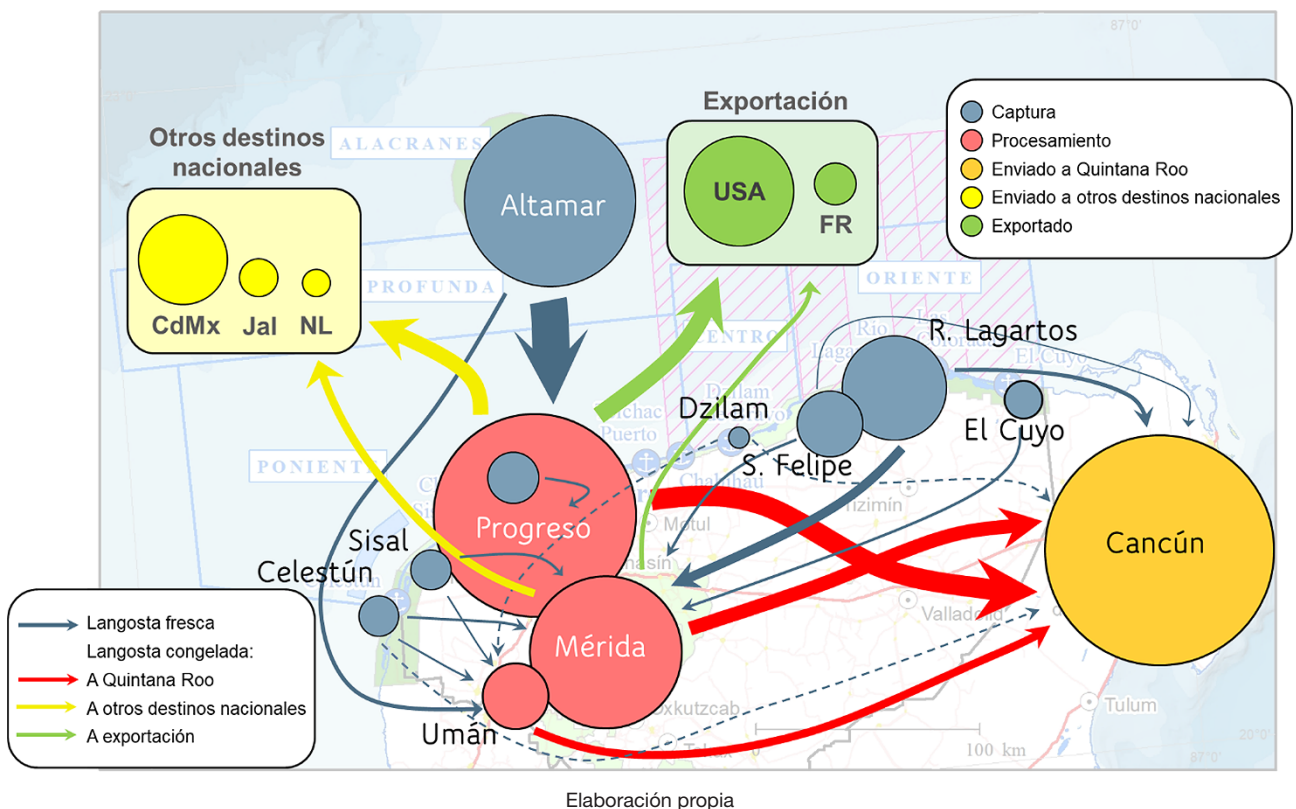
Fuente: Conapesca 2022b. Elaboración propia

Tras Cancún, la Ciudad de México surge como el segundo mercado nacional, básicamente la alcaldía Iztapalapa, donde se ubica La Nueva Viga, la central de abastos de productos pesqueros más grande del mundo tras Tsukiji (Tokio). El peso demográfico y económico explican que las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey sobresalgan también como destinos nacionales, mientras la demanda turística de Los Cabos justifica el transporte de cola de langosta yucateca hasta aquel lejano destino, pues si bien la península de Baja California es una destacada productora de langosta entera y viva, ésta se destina al mercado asiático.

La relevancia de Progreso como espacio procesador y exportador motiva incluso el transporte de langosta desde Quintana Roo —Carrillo Puerto y Cancún— hacia este puerto (Figura 8); ello pese a la acusada demanda del mismo Quintana Roo y la posibilidad de exportar desde Cancún o Puerto Morelos.

La Figura 9 sintetiza la actual estructura espacial generada por la economía de la langosta en Yucatán: Altamar y la Zona Oriente sobresalen como áreas productoras; Progreso y Mérida como espacios procesadores; y Cancún como principal espacio de consumo, procesamiento y exportación —junto con Puerto Morelos— de una parte de la langosta yucateca. Frente a Cancún, el consumo de cola de langosta yucateca en el mercado internacional y las grandes urbes del país es secundario.

Figura 9. Estructura espacial de la economía de la langosta en Yucatán



Los flujos, expresados mediante flechas, ayudan a comprender los tradicionales vínculos de las cooperativas langosteras del Oriente con Mérida —Atlántida del Sur—, pese a su creciente relación con Cancún —Ocean Leader—. También reflejan la trascendencia de Progreso: hogar de armadores, sede de cooperativas, puerto de desembarco de la langosta capturada en aguas ribereñas y, sobre todo, en Altamar, espacio procesador y punto de exportación.

### 3.4. Actores sociales

En cuanto a las cooperativas, en general, se constatan nuevamente diferencias regionales de este-oeste, con tres zonas en función de características tanto cuantitativas como cualitativas: Oriente (de Dzilam de Bravo a El Cuyo), Progreso y alrededores (Yucalpetén y Chicxulub) y Poniente (Sisal y Celestún).

En el Oriente, se asientan las cooperativas langosteras más grandes y longevas (seis), las cuales utilizan exclusivamente embarcaciones menores. Es la única área donde las cooperativas —excepto Legítimos de San Felipe— gozan de concesiones para la pesca de langosta, cuya duración de 20 años explicaría su pervivencia



y éxito al garantizar la estabilidad de sus ingresos y al generar un sentimiento de comunidad, de cooperación y de apropiación del espacio marino concesionado. Este “espíritu comunitario”, reconocido por Salas et al. (2005, p. 36), se manifiesta en aspectos como la propia dirección de las cooperativas —más colectiva y menos personalista—, el manejo mancomunado de los polígonos concesionados a las cooperativas de San Felipe y Río Lagartos —donde faenan no sólo sus socios sino también pescadores de Las Coloradas y de la cooperativa Legítimos de San Felipe—, o la participación en diversos proyectos colectivos: creación de la reserva marina “Actam Chuleb” en 1988 (Chuenpagdee et al., 2002; Salas et al., 2015) y el fracasado intento, en 2003, de procesar la langosta capturada en el Oriente a través de la empresa Integradora Pesquera del Oriente de Yucatán (conocida como Ipoysa).

Pese a este “espíritu comunitario”, su convivencia no ha estado exenta de conflictos, como la escisión, en 2005, de socios de la cooperativa Unidos de San Felipe para formar la nueva SCPP Legítimos de San Felipe (Hernández, 2007), o las tensiones entre pescadores de Las Coloradas y Río Lagartos, al emplear los primeros más embarcaciones de las acordadas con los segundos en la captura de langosta (Doyon et al., 2008; Lozano, 2022).

En esta zona Oriente, la SCPP El Cuyo ha mantenido una relativa independencia respecto a las cooperativas de San Felipe y Río Lagartos; ello, pese a pertenecer a la misma federación de cooperativas y haber participado en el proyecto de Ipoysa. La SCPP El Cuyo gestiona autónomamente su área concesionada y no ha realizado acuerdos con los pescadores de Las Coloradas. A su vez, la SCPP Pescadores de Dzilam de Bravo se asemeja al resto de cooperativas del Oriente por su tamaño, antigüedad y posesión de una concesión de langosta, no obstante, por la dinámica de su puerto —más compleja y amplia— y por estar afiliada a otra federación de cooperativas, la planificación oficial la integra en la denominada Zona Centro (Dof, 2014; Figura 3).

Frente al Oriente, el área en torno a Progreso se identifica por: 1.- El uso de embarcaciones mayores para la captura de langosta en Altamar (Alacranes y Zona Profunda), aunque algunas cooperativas utilizan también embarcaciones ribereñas (Figura 5); 2.- El elevado costo de las embarcaciones mayores explica otra diferencia: su propiedad no recae en los socios de las cooperativas, como suele ser el caso de las embarcaciones menores y sus motores, sino en armadores y empresarios, quienes ceden su usufructo a las cooperativas por medio de comodatos; 3.- Todas las cooperativas cuentan con permisos de pesca de langosta, no con concesiones, cuya duración es mucho menor (cinco años), imponiendo una rentabilidad a corto plazo; 4.- Son cooperativas más pequeñas y jóvenes, e insertas en un entorno pesquero más competitivo, lo que explica su menor tasa de supervivencia, la transferencia o venta de permisos de langosta y la toma de control de las cooperativas por nuevos socios cuando éstas se endeudan; 5.- Una administración de las cooperativas más “personalista”, *id est*, uno de los socios asume la dirección y el control de la sociedad, con casos donde una misma persona controla varias cooperativas.

Por último, las cooperativas de la zona Poniente presentan características mixtas. Como en Progreso y sus alrededores, poseen únicamente permisos de pesca, no concesiones, son pequeñas y cuentan con una administración personalista de orientación empresarial; no obstante, al igual que en el Oriente, la mayoría hace uso de embarcaciones ribereñas.

Además de las cooperativas, la OEE langostera de Yucatán se vincula a un reducido número de empresas de carácter familiar dedicadas al procesamiento, la congelación y la comercialización de langosta y otros productos pesqueros, despuntando el pulpo. A diferencia de la diseminación de las cooperativas langosteras en pequeñas comunidades costeras, el procesamiento de langosta tiene lugar en un limitado número de entornos urbanos, lo que favorece una clara disociación entre espacios de producción, espacios de procesamiento y espacios de consumo (Figura 9). Dos empresas dominan la comercialización de langosta yucateca: Atlántida del Sur y Ocean Leader (Dof, 2014); a éstas se suman otras empresas ubicadas en Progreso y sus alrededores y en Umán, y más recientemente (2022), la llegada de empresas sitas en Ensenada, estado de Baja California.

Emplazada en Mérida y fundada en 1952, Atlántida del Sur (familia Gamboa) es la principal procesadora y comercializadora de productos pesqueros de Yucatán. Sus relaciones con las cooperativas pesqueras y langosteras del estado son históricas, especialmente con aquellas del Oriente (Salas et al., 2005). Durante años, su posición de dominio en Yucatán sólo tuvo como contrapeso a empresarios y armadores de Progreso-Yucalpetén, cuya langosta procesada era comercializada hacia Estados Unidos a través de la paraestatal Ocean Garden Products.

El desarrollo turístico de Cancún y su creciente demanda de langosta supuso el arribo, en torno a 2010, de un nuevo actor, Ocean Leader (familia Guillén), empresa fundada en 1987 como Proveedora de Mariscos Iguiza y con sede en Cancún. El interés de Ocean Leader por la langosta yucateca se centró inicialmente en la Zona Oriente, por su proximidad geográfica y abundancia de recurso —entrando en clara competencia con Atlántida del Sur—, interés que actualmente se ha extendido hasta Celestún, lugar donde estableció un centro de acopio en 2022.

La competencia por la langosta de la Zona Oriente se intensificó en 2022 dado el interés de las cooperativas en exportar langosta viva al mercado asiático, con mejores precios que el mercado nacional de cola de langosta. Gracias al financiamiento chino de Senfu Seafood, asentada en Ensenada como Senfu de México, las cuatro cooperativas langosteras de San Felipe y Río Lagartos fueron dotadas de viveros, cuya producción, centralizada en la SCPP Manuel Cepeda Peraza (Río Lagartos), se exportaría viva a través del aeropuerto de Mérida. A su vez, la SCPP El Cuyo, bajo el asesoramiento de la ONG Impact Blue, desarrolló en 2022 su propio proyecto de captura y comercialización de langosta viva, langosta cuya comercialización sería realizada por la empresa De Garo Jamat, también asentada en Ensenada.

Aunque las estrategias de acopio y transporte, la presentación de la langosta comprada y comercializada (cola o entera, congelada, fresca o viva) y los mercados de destino varían en función de la empresa procesadora y comercializadora, todas han implementado distintas estrategias para asegurarse el suministro de langosta por las cooperativas. La principal y más extendida consiste en el pago de adelantos y créditos sobre futuras ventas, fundamentales para que las cooperativas hagan frente al avituallamiento de las embarcaciones al inicio de temporada, la compra de embarcaciones y motores —también financiada a través de apoyos gubernamentales—, o periodos de inactividad debido a vedas, ciclones, mareas rojas, enfermedades de los pescadores o sus familiares, o más recientemente, la Covid-19.

En el caso de las procesadoras asentadas en Progreso, a las estrategias de adelantos y créditos, se suman otras dos. La primera tiene que ver con la propiedad y la cesión en comodato de las embarcaciones de mediana altura utilizadas por las cooperativas que capturan langosta en Altamar. La segunda tiene lugar cuando las cooperativas se endeudan y los propietarios de procesadoras pasan a controlarlas, al convertirse en socios gracias al doble mecanismo ya aludido: la transferencia de permisos de langosta a otras cooperativas, o la entrada de nuevos socios. Todo ello ha permitido que una misma persona o familia pueda dirigir varias cooperativas langosteras y, además, ser propietaria de plantas procesadoras y/o barcos.

Estas estrategias implementadas por las procesadoras claramente restringen la libertad de comercialización de la langosta por las cooperativas, aunque entre las respuestas más reiteradas a porqué no venden directamente su langosta a hoteles y restaurantes de Cancún, o la exportan, están: 1.- La tardanza en el cobro —de 30 a 60 días—, hecho inasumible para las cooperativas y que contrasta con los adelantos y el pago casi inmediato de las procesadoras-comercializadoras; 2.- Los importantes volúmenes solicitados cuando se trata de exportar; 3.- En el caso de hoteles y restaurantes, la exigencia de garantizar el abasto de langosta durante todo el año —lo que implica su congelación y almacenamiento— y la demanda de tallas específicas —normalmente medianas—. Ante estos requisitos, las cooperativas optan por vender la langosta a granel y a un único precio por kilogramo, independientemente de su talla, lo que garantiza la venta de todas sus capturas; en ocasiones, la venta de langosta es incluso empleada por las cooperativas como factor para negociar la compra de otras especies menos redituables (escama) por las procesadoras. Los requerimientos de inversión de las cooperativas se limitan así a simples centros de acopio, donde la cola de langosta es conservada en hielo por un máximo de tres días.

#### 4. Discusión

Un aspecto reseñable de la pesquería de langosta en Yucatán es la disociación de actores y de espacios según su participación y función en la cadena de valor —captura *versus* procesamiento y comercialización—, de ahí la importancia de profundizar en la relación entre cooperativas y procesadoras-comercializadoras. Esta relación puede ser analizada desde una doble perspectiva: 1.- Una visión económica de especialización productiva, donde, en lugar de darse una integración vertical de esta pesquería por un mismo actor, las cooperativas (sector social) se especializan en la captura y las empresas (sector privado) en el procesamiento y comercialización; 2.- Una visión crítica basada en relaciones de poder, control y dependencia que implican la subordinación de ciertos actores y espacios (cooperativas y pequeñas comunidades pesqueras: extracción) respecto de otros (empresas y espacios urbanos: procesamiento, comercialización y consumo).

Como demuestran varios estudios centrados en Yucatán, la mencionada relación de dependencia no es exclusiva de la langosta. Para Gutiérrez (2014), la dependencia creada por los préstamos de las procesadoras yucatecas es un factor más que contribuye a la vulnerabilidad de pescadores y cooperativas. Otros autores analizan la estrategia crediticia de estas empresas bajo otras perspectivas. Desde el enfoque de recursos y capacidades, Pedroza-Gutiérrez (2019) señala el crédito y los adelantos de dinero como mecanismos de control que permiten, tanto asegurar el suministro de trabajadores y materia prima, como obtener un mayor poder de negociación sobre los precios. A su vez, y a partir de la teoría de la gobernanza de las cadenas de valor globales, Coronado et al. (2020) califican las plantas yucatecas procesadoras de pulpo como actores oligopólicos que ostentan una relación, respecto a permisionarios y cooperativas, fundamentalmente jerárquica —de control—, y sólo en ocasiones, relacional —mayor dependencia mutua basada en la confianza generada por una interacción frecuente y prolongada—.

Si bien la planificación oficial reconoce los problemas de esta dependencia (Salas et al., 2005), se trata de una situación añeja que hasta la década de 1980 se daba entre las cooperativas pesqueras y el Estado mexicano que, a través de Banpesca y las paraestatales Propemex y Ocean Garden Products, financiaba y comercializaba la producción pesquera. Esta circunstancia inhibió el desarrollo de capacidades de financiamiento, procesamiento y comercialización por las cooperativas, además de favorecer que esta dependencia se trasladara al sector privado tras el retiro del Estado de la actividad pesquera (Aguilar, 1989; Hernández, 2007; Magadán et al., 2015).

Esta relación de dependencia es consustancial a la propia pesca a pequeña escala, en la que diversos factores ligados a las unidades de producción limitan sus beneficios en contraste con las unidades de transformación y comercialización (Bjorndal et al., 2014), verbigracia: 1.- Menor capital financiero y humano, que reduce su capacidad de inversión en general y en procesos post-captura en particular (procesamiento, conservación y comercialización), y que supone un menor conocimiento del mercado (sobre todo del global) y de su normativa (requisitos, procesos de certificación, etc.) y precios, 2.- Lejanía y/o aislamiento de las comunidades pesqueras de los grandes mercados urbanos; 3.- Escaso poder de negociación e influencia en la determinación de precios (Salas et al., 2007). Estas circunstancias explican la mayor dependencia de la pesca artesanal respecto de intermediarios y procesadoras, tanto para el procesamiento y la comercialización, como para la obtención de créditos (*ibid.*; Pedroza-Gutiérrez, 2014; Itam-Cec, 2007).

En todo caso, se hace necesario recordar que, en el caso de la langosta mexicana, se confirman diferencias regionales entre la península de Baja California y la de Yucatán (Itam-Cec, 2007). Por ejemplo, la imagen de los espacios y actores que presenta Yucatán es muy diferente en la denominada Zona Pacífico Norte (ZPN) en el estado de Baja California Sur. Aun cuando ambos espacios comparten la langosta como una de sus principales pesquerías, en la ZPN el cooperativismo pesquero es mucho más antiguo —inicia a finales de 1930— y es considerado como un ejemplo de éxito dentro del cooperativismo pesquero mexicano (Crespo & Jiménez, 2019; McCay, 2017). Ello pese a su aislamiento —a 800 km de la capital del estado, La Paz, y a 700 km de Ensenada— y a su escaso poblamiento —algo menos de 6 mil habitantes—, factores que incluso han sido considerados positivos al favorecer una menor presión sobre los recursos, dificultar la pesca ilegal desde otros espacios e impulsar una estrecha colaboración e interdependencia entre cooperativas pesqueras y comunidades costeras.<sup>6</sup> Las cooperativas de esta zona participan activamente en la vida socioeconómica de sus localidades —más incluso que las de la Zona Oriente de Yucatán— al invertir directamente en infraestructuras, actividades deportivas y culturales y otras acciones de beneficio social de sus núcleos de población.

Ciertamente, otros factores del éxito del cooperativismo de la ZPN recuerdan los señalados para la Zona Oriente de Yucatán: concesiones langosteras por 20 años, entorno marino altamente productivo, pesca basada en productos de alto valor (principalmente abulón y langosta, pero también pepino de mar, caracol, almeja y escama) y una importante capacidad de gestión a través de cooperativas con una administración colectiva, rotativa, transparente, justa y que garantiza una efectiva aplicación de las reglas entre sus socios (McCay, 2017). Hasta aquí las similitudes.

Las diferencias se derivan de su distinta participación en la cadena de valor y de sus estrategias de comercialización. Más allá de la mencionada captura de langosta viva mediante trampas para el mercado asiático, todas las cooperativas de la ZPN —así como también las principales cooperativas langosteras del estado de Baja California (Palma, 2010)— tienen sus propias plantas de transformación, lo que permite una estructura

6 Este aislamiento y escaso poblamiento también ha sido considerado como favorable para el éxito del cooperativismo langostero en Punta Allen, Quintana Roo (Sosa-Cordero et al., 2008).

económica verticalmente integrada que, en ciertos casos, se remonta a la década de 1970, habiendo recibido ayudas públicas para su construcción, ampliación y renovación.

Dentro de sus estrategias de comercialización sobresale la eco-certificación *Marine Stewardship Council* (MSC) obtenida en 2004 por la langosta roja de Baja California, ello bajo la iniciativa de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera Baja California (Fedecoop). Se trata de una de las primeras certificaciones del mundo otorgadas a la pesca artesanal y a países en desarrollo, habiendo sido renovada en 2022. Asimismo, la Fedecoop ha creado marcas comerciales propias a fin de diferenciar y promocionar sus productos (sobre todo abulón), una estrategia comercial implementada también por algunas cooperativas langosteras de manera individual (Baxin, 2022). Por último, en 2021, la decidida apuesta por el mercado asiático ha llevado a la Fedecoop a establecer su propia oficina de ventas en Shanghái (China) con dos claros fines: 1.- Reforzar el comercio directo sin ningún tipo de intermediación (todavía presente en algunas cooperativas de Baja California; Palma, 2010); 2.- Conocer de primera mano las dinámicas y los precios de los mercados orientales.

Si bien diversas de estas estrategias han tratado de ser replicadas por cooperativas langosteras de Quintana Roo (certificación y creación de una marca propia), y ésta parece ser la ruta que quieren seguir las cooperativas de Yucatán (sobre todo del Oriente), lo cierto es que esta experiencia de éxito no es fácilmente replicable dadas las especificidades históricas, ambientales, sociales e institucionales de cada caso (Sosa-Cordero et al., 2008; McCay, 2017).

Diferente es el escenario en Belice, donde la captura de langosta es realizada no sólo por cooperativas, sino también por pescadores independientes. Mientras, el procesamiento, empaque y exportación es desarrollado, fundamentalmente, por dos grandes cooperativas de larga tradición, *Northern* y *National*, ambas fundadas en 1960 (WWF, 2004). Y es que desde 1965 la legislación beliceña ha reservado su exportación a las cooperativas, a fin de impedir la participación de extranjeros en este lucrativo negocio cuyo principal mercado hoy en día es Florida (Estados Unidos). También por ley, al menos 5% de la producción debe ser destinada al consumo nacional (Castañeda, 2009).

Por último, en los países caribeños la sostenibilidad de la pesquería de langosta está seriamente amenazada por su sobreexplotación, una sobrepesca impulsada no solo por la alta demanda y los elevados precios de los mercados internacionales, sino también por el auge de su consumo en los centros turísticos de estos mismos países (King, 1997; Winterbottom et al., 2012; Alvarado, 2013). Es en este escenario donde se sitúa Yucatán, dada la gran demanda de langosta de Cancún. En Cuba, a la importante demanda se suman otros factores antrópicos que amenazan el recurso langosta: el represamiento de ríos —y subsiguiente disminución de nutrientes y aumento de la salinidad— y la construcción de infraestructura turística en ámbitos costeros (Puga-Millán et al., 2021). Al respecto, el otorgamiento de concesiones de langosta, esto es, de derechos territoriales exclusivos de pesca, no ha sido una estrategia suficiente para evitar su sobreexplotación y su pesca ilegal, una pesca ilegal al alza ante la inoperancia y falta de recursos de las autoridades y que ha obligado a las propias cooperativas a realizar acciones de patrullaje y vigilancia tanto en Arrecife Alacranes como en la Zona Oriente. Al respecto, la participación de las comunidades y las cooperativas como agentes, y no sólo como meros sujetos de los procesos de decisión y de manejo, han sido señalados como elementos imprescindibles en la sostenibilidad ambiental, social y económica de áreas exclusivas de pesca (Sosa-Cordero et al., 2008; Nguyen Thi Quynh et al., 2017; McCay, 2017), algo todavía en desarrollo en Yucatán. Asimismo, si bien las áreas exclusivas de pesca han sido consideradas como una estrategia efectiva para especies sedentarias, la larga etapa planctónica de las larvas de langosta, a merced de las corrientes, sugiere que su pesca local depende en cierta medida de aportes provenientes de otras áreas (Salas et al., 2012); esta circunstancia hace necesarias estrategias de preservación y explotación no sólo locales, sino internacionales, caso de distintas iniciativas impulsadas por la Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (Ospesca) en las que no participa México.

## 5. Conclusiones

La actual OEE de la langosta en Yucatán hunde sus raíces a finales de la década de 1960 e inicios de la siguiente. En esa época se fundan, en la Zona Oriente, las primeras cooperativas langosteras, alentadas por una normativa que reservaba su captura a pescadores cooperativizados. La progresiva sobreexplotación de la langosta ribereña —al amparo de apoyos gubernamentales que incrementaron la flota pesquera— ha sido en parte paliada por la expansión de las capturas en la denominada Zona Profunda. Esta evolución impulsa el papel de Altamar como área productora, en competencia con la Zona Oriente, y beneficia a los armadores

y a los comercializadores de Progreso-Yucalpetén, frente al papel dominante ejercido desde Mérida por Atlántida del Sur y basado en la comercialización de langosta capturada en el Oriente.

Desde 1975, los procesos turísticos de Cancún han desempeñado un papel primordial en la OEE langostera de Yucatán. La creciente demanda de cola de langosta de este polo turístico ha sido cubierta, cada vez en mayor medida, por langosta yucateca, en tanto que otros espacios productores (Quintana Roo, Baja California y Baja California Sur) orientaban sus capturas de langosta entera y/o viva al mercado internacional. Esta especialización explica la aparición de nuevos actores vinculados al sector restaurantero y hotelero de Cancún (Ocean Leader), pero también que la comercialización de la langosta yucateca se restrinja en gran medida al mercado nacional. Todo ello se ha visto favorecido por el tradicional uso del gancho como arte de pesca, que impide la captura de langosta entera y/o viva y dificulta su comercialización en el mercado internacional.

No obstante, una pequeña parte de la producción de langosta yucateca se dirige al mercado internacional, particularmente a Francia y Estados Unidos (Florida), un mercado global dominado por las transacciones entre países desarrollados —algunos de ellos grandes productores y consumidores de langosta: Canadá, Estados Unidos o Reino Unido— y por las importaciones desde China y Hong Kong, países que absorben las exportaciones de países menos desarrollados como Brasil, Cuba, Sudáfrica, Mauritania, México —desde Tijuana—, Marruecos, Honduras o Belice, entre otros.

La incipiente captura de langosta viva en la temporada 2022-23 y su comercialización en los mercados asiáticos, esencialmente China, puede suponer, de consolidarse, un punto de inflexión hacia una nueva estructura espacial. Por un lado, la probable competencia y suplantación de procesadores y comercializadores locales y/o regionales por empresas foráneas asentadas en Ensenada —Senfu de México—, las cuales están financiando la infraestructura requerida y que contarían con el *know how* logístico y clientes en los mercados asiáticos. Aunque algunas compañías yucatecas —Productos Pesqueros Orsa y MasPesca— ya han incurrido en la exportación de langosta viva, no lo han hecho las dos principales empresas comercializadoras —Atlántida del Sur y Ocean Leader— dado su interés por el mercado francés y de Cancún, respectivamente, mercados que demandan cola de langosta. Por otro lado, el posible aumento en la captura y en la exportación de langosta viva podría llevar a un incremento de los precios y un desabasto del mercado nacional, especialmente de Cancún, que debería ser cubierto por otros espacios productores. Datos oficiales y declaraciones de comercializadoras ofrecen una potencial solución: importaciones de langosta desde países centroamericanos (Nicaragua, Honduras, Belice), y también desde Estados Unidos, Brasil, Bahamas e incluso el Golfo Pérsico. Y es que toda organización espacial es por definición una estructura viva, cambiante, a partir de los diversos actores y procesos que la modelan.

En definitiva, la presente investigación muestra desde la Geografía cómo la actividad langostera ha contribuido a la construcción de espacios socioeconómicamente diferenciados a lo largo de la costa yucateca. También permite reconocer los vínculos y los flujos espaciales que dicha actividad ha generado, tanto al interior del estado, como a nivel nacional e internacional. Asimismo, incide en los procesos recientes que explican esta estructura espacial y en los actores que fungen como agentes y sujetos de dichos procesos; en otras palabras, revela la OEE langostera en el estado mexicano de Yucatán.

## Financiación

El presente artículo forma parte del proyecto “Organización territorial de la actividad pesquera comercial ribereña en las áreas naturales protegidas del estado de Yucatán, México” (clave IN300619) financiado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por el Siap (Lic. Jorge Gustavo Tenorio Sandoval) y la Conapesca (Biol. Pesq. Leo Gandhi Rodríguez Delgado; Mtro. Bernardino Muñoz Reséndez; Dr. Edgar Edmundo Lanz Sánchez) en la entrega de información estadística.

## Referencias

- Abler, R.F., Adams, J.S., & Gould, P. (1972). *Spatial Organization. The Geographer's View of the World*. Prentice/Hall International Editions.
- Aché, D. B. (2018). La geografía de las desigualdades y la nueva organización territorial de la economía. *Revista Geográfica Venezolana*, 59(1), 148-161.
- Aguilar, W. de J. (1989). El endeudamiento como forma de control hacia los pescadores de El Cuyo, Yucatán. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 170, 81-85.
- Alvarado, N.A. (2013). *¿Del mar quién es dueño? Artisanal fisheries, tourism development, and the struggles over access to marine resources in Playa Gigante, Nicaragua* [Master's thesis, Universidad de Denver]. Digital Commons @ DU. <https://digitalcommons.du.edu/etd/29/>
- Arceo, P., Arce, M., Briones, P., Lozano, E., Salas, S., Seijo, J.C., & Sosa, E. (1997). La pesquería de langosta *Panulirus argus* en la Plataforma de Yucatán y Caribe mexicano. In D. Flores, P. Sánchez, J.C. Seijo, & F. Arreguín (Eds.), *Análisis y diagnóstico de recursos pesqueros críticos del Golfo de México* (pp. 5-126). Universidad Autónoma de Campeche.
- Baxin, J.I. (2022). *Geografía histórica de Isla de Cedros, Baja California. El paisaje insular como palimpsesto, 2020-1540* [Doctoral thesis, El Colegio de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. [https://ri.unam.mx/contenidos/geografia-historica-de-isla-de-cedros-baja-california-el-paisaje-insular-como-palimpsesto-2020-1540-3621202?c=yxADpJ&d=false&i=68&v=1&t=search\\_0](https://ri.unam.mx/contenidos/geografia-historica-de-isla-de-cedros-baja-california-el-paisaje-insular-como-palimpsesto-2020-1540-3621202?c=yxADpJ&d=false&i=68&v=1&t=search_0)
- Bennett, A. (2017). The influence of neoliberalization on the success and failure of fishing cooperatives in contemporary small-scale fishing communities: A case study from Yucatán, Mexico. *Marine Policy*, (80), 96-106. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.06.024>
- Bjorndal, T., Child, A., & Lem, A. (2014). *Value chain dynamics and the small-scale sector*. FAO.
- Bottemanne, C.J. (1972). *Economía de la pesca*. Fondo de Cultura Económica
- Casares-Vidal, D. (1988). El sector henequenero en Yucatán. *Revista CIDOB D'Afers Internacionals*, (12-13), 77-93. <https://www.raco.cat/index.php/RevistaCIDOB/article/download/27778/51897>
- Castañeda, A.E. (2009). *Análisis bioeconómico de la pesquería de langosta espinosa, Panulirus argus, de Belice* [Master's thesis, Colegio de la Frontera Sur]. Ecosur repositorio. <https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/1882>
- Chuenpagdee, R., Fraga, J., & Eúan, J. (2002). Community Perspective Toward a Marine Reserve: A Case Study of San Felipe, Yucatán, México. *Coastal Management*, (30), 183-191. <https://doi.org/10.1080/089207502753504706>
- Claval, P. (1980). *Geografía Económica*. Editorial Oikos-Tau.
- Conapesca (2021). *Permisos de pesca comercial vigentes*. Archivo interno. Recurso de revisión 13328/21 de la solicitud 330008121000035 presentada en la Plataforma de Transparencia.
- Conapesca (2022a). *Anuarios estadísticos 1977 a 1984, 1995 y 2000 y datos por oficina de pesca 2006-2020*. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca> y solicitud 330008122000058 presentada en la Plataforma de Transparencia.
- Conapesca (2022b). *Guías de pesca*. <https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/guias-de-pesca>
- Conapesca (2022c). *Avisos de arribo de langosta y de cooperativas langosteras de Yucatán*. Solicitudes 330008122000059 y 330008122000157 presentadas en la Plataforma de Transparencia.
- Coronado, E., Silvia, S., Cepeda-González, M.F., & Chuenpagdee, R. (2020). Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy*, (118), 104013. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104013>
- Crespo, J.M., & Jiménez, A. (2019). Orígenes y procesos territoriales del cooperativismo pesquero en la zona Pacífico Norte de Baja California Sur, México, 1850-1976. *América Latina En La Historia Económica*, 25(1), 196-238. <https://doi.org/10.18232/alhe.841>
- Crespo, J.M., & Jiménez, A. (2022). Procesos territoriales y territorialidades superpuestas en el manejo de los recursos ícticos del lago Metztlán (México): 1950-2020. *Disparidades. Revista de Antropología*, 77(2), e023. <https://doi.org/10.3989/dra.2022.023>

- Dof (1994). *Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*. 16/03/1994. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4678590&fecha=16/03/1994#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4678590&fecha=16/03/1994#gsc.tab=0)
- Dof (2014). *Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*panulirus argus*) de la Península de Yucatán*. 13/03/2014. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/481932/PMP\\_Langosta\\_Espinosa.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/481932/PMP_Langosta_Espinosa.pdf)
- Dof (2016). *Norma Oficial Mexicana NOM-006-SAG/PESC-2016*. 07/09/2016. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5451782&fecha=07/09/2016#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5451782&fecha=07/09/2016#gsc.tab=0)
- Dof (2018). *Ley general de pesca y acuicultura sustentables*. 19/01/2023. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS.pdf>
- Dof (2022). *Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera*. 26/07/2022. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5659177&fecha=26/07/2022#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5659177&fecha=26/07/2022#gsc.tab=0)
- Doyon, S., Guindon, A. & Leblanc, C. (2008). Descentralización, regionalización y atomización en Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo: prácticas y políticas de las comunidades del oriente de Yucatán. In J. Fraga, G. Villalobos, S. Doyon, & A. García (Ed.), *Descentralización y manejo ambiental. Gobernanza costera en México* (pp. 239-258). Plaza y Valdés.
- Fao (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*, Roma: Fao. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229es>
- Fao (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*, Roma: Fao. <https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf>
- García-Allut, A. (2003). La pesca artesanal, el cambio y la patrimonialización del conocimiento. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, (44), 74-83. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=645590&orden=0&info=link>
- García-Moctezuma, F. (2008). La planeación del desarrollo regional en México (1900-2006). *Investigaciones Geográficas*, (71), 102-121. <https://doi.org/10.14350/riig.18093>
- González-Cano, J. (2007). Una reevaluación de las políticas de manejo para reducir el exceso de capacidad pesquera en la pesquería de langosta al noreste de Yucatán. In M. Agüero (Ed.), *Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe* (pp. 171-190). Fao.
- Gutiérrez, C. (2014). El contexto de vulnerabilidad social de pescadores ribereños en la península de Yucatán. *Sociedad y Ambiente*, 1(5), 25-47.
- Hernández, A. (2007). *Cambio socioeconómico y ambiental en una comunidad pesquera de Yucatán: implicaciones del desarrollo* [Master's thesis, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida]. Cinvestav repositorio. <https://www.mda.cinvestav.mx/FTP/EcologiaHumana/maestria/tesis/04TesisHernandezA07.pdf>
- Inegi (vv.aa.). *Anuario estadístico del estado de Yucatán, 1986 y 1992 a 2005*. <https://www.inegi.org.mx/>
- Itam-Cec (2007). *Programa maestro nacional de langosta*. [https://cadenasproductivas.conapesca.gob.mx/pdf/documentos/comites/csp/Programa\\_Maestro\\_Nacional\\_Langosta.pdf](https://cadenasproductivas.conapesca.gob.mx/pdf/documentos/comites/csp/Programa_Maestro_Nacional_Langosta.pdf)
- King, T.D. (1997). Folk management and local knowledge: lobster fishing and tourism at Caye Caulker, Belize. *Coastal Management*, 25(4), 455-469. <https://doi.org/10.1080/08920759709362337>
- Kostrowicki, J. (1975). Un concepto fundamental. La organización del espacio. *Revista Geográfica de América Central*, 1(2), 51-66. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2067>
- Le Bail, J. (1984). Les coopératives de pêche mexicaines. *Tiers-Monde*, 25(98), 437-440. <https://doi.org/10.3406/tiers.1984.3393>
- Lozano, M. (2022). *Estructura territorial de la pesca comercial ribereña en la reserva de la biosfera Río Lagartos, Yucatán, México*. [Undergraduate thesis, UNAM]. Repositorio Institucional de la UNAM. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/estructura-territorial-de-la-pesca-comercial-riberena-en-la-reserva-de-la-biosfera-los-petenes-campeche-3456625?c=rwXLq7&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=1](https://repositorio.unam.mx/contenidos/estructura-territorial-de-la-pesca-comercial-riberena-en-la-reserva-de-la-biosfera-los-petenes-campeche-3456625?c=rwXLq7&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=1)
- Magadán, L.D., Escalona, M.J., & Hernández, M.A. (2015). El modelo neoliberal en el cooperativismo del sector pesquero artesanal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (1), 273-279

- McCay, B.J. (2017). Territorial use rights in fisheries of the northern Pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 93(1), 69-81. <https://doi.org/10.5343/bms.2015.1091>
- Méndez, R. (1997). *Geografía económica*. Ariel.
- Minakir, P.A., & Demyanenko, A.N. (2010). Spatial Economics: The Evolution of Approaches and Methodology. *Prostranstvennaya Ekonomika*, (2), 6-32. <https://doi.org/10.14530/se.2010.2.006-032>
- Miralbés, R., & Higuera, A. (1993). Reflexiones sobre el espacio geográfico. *Geographica*, (30), 283-294. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.1993301824](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1993301824)
- Nguyen Thi Quynh, C., Schilizzi, S., Hailu, A., & Iftekhhar, S. (2017). Territorial Use Rights for Fisheries (TURFs): State of the art and the road ahead. *Marine Policy*, 75, 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.10.004>
- Palma, O. (2010). *Análisis y comparación de factores que intervienen en la pesca sostenible de las organizaciones pesqueras en El Rosario e Isla de Cedros, Baja California* [Master's thesis, El Colegio de la Frontera Norte]. El Colegio de la Frontera Norte repositorio. <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2008826/>
- Paré, L., & Fraga, J. (1994). La costa de Yucatán: desarrollo y vulnerabilidad ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Sociales.
- Pedroza-Gutiérrez, C. (2014). Informalidad e intermediación en el sector primario: un estudio comparativo de pesca marina y continental. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(3), 233-247.
- Pedroza-Gutiérrez, C. (2019). Seafood supply chain structure of the fishing industry of Yucatan, Mexico. In S. Salas, M.J. Barragán-Paladines, & R. Chuenpagdee (Eds.), *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean* (pp. 353-378). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_15)
- Piñero, M.A., & Camilo Lois, R. (2018). La investigación de la actividad pesquera y marítima: un análisis a través de las revistas españolas de Geografía (1950–2015). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (77), 315-334. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2543>
- Propin, E., & Sánchez, A. (2001). Características básicas de la estructura territorial de la economía mexicana. *Investigaciones Geográficas*, (46), 148-163. <https://doi.org/10.14350/rig.59161>
- Puga-Millán, R., Morales-Fradagas, O., Cobas-Gómez, S. & Alzugaray-Martínez, R. (2021). Implicaciones de factores climáticos y antrópicos para la evaluación y el ordenamiento de la langosta *Panulirus argus* en el golfo de Batabanó, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 38(2), 63-71.
- Ríos, G.V., Espinosa, J.C., Zetina, C.E., Aguilar, C., & Ramírez, A. (2013). *La pesquería de langosta Panulirus argus en el Golfo de México y el mar Caribe mexicano*. Inapesca.
- Ríos, G.V., Zetina, C.E., Cervera, K., Mena, R.W., & Ek, C. (1998). *La pesquería de langosta espinosa Panulirus argus en las costas del estado de Yucatán*, Documento Técnico 6. Inapesca.
- Rzayev, A., Lyshchikova, J., Dobrodomova, T., & Borzenkova, N. (2019). Strategizing of the spatial development of the region based on the concept of "smart specialization". In M. Ibrahimov, A. Aleksic, & D. Dukic (Eds.), *Economic and Social Development* (pp. 625-631). Varazdin Development and Entrepreneurship Agent.
- Salas, S., Bello, J., Ríos, G.V., Cabrera, M.A., Rivas, R., & Santa María, A. (2005). *Programa maestro del sistema producto de la pesquería de langosta en Yucatán*. Conapesca.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J.C., & Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, (87), 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.06.015>
- Salas, S., Fraga, J., Euan, J., & Chuenpagdee, R. (2015). Common Ground, Uncommon Vision: The Importance of Cooperation for Small-Scale Fisheries Governance. In S. Jentof, & R. Chuenpagdee (Eds.), *Interactive governance for small-scale fisheries. Global reflections* (pp. 477-493). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17034-3\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17034-3_25)
- Salas, S., Ríos, G.V., & Arce, A.M. (2012). *Integración y asistencia para la concertación del programa de ordenamiento de la pesquería de langosta en la península de Yucatán. Informe final*. Inapesca-Cinvestav-Ecosur.
- Sánchez, A., Mollinedo, G., & Propin, E. (2012). Estructura territorial del turismo en Guatemala". *Investigaciones Geográficas*, (78), 104-121. <https://doi.org/10.14350/rig.32473>



- Sánchez, M.T., & Gutiérrez, M.T. (2023). *Globalización, políticas neoliberales y transformaciones en la organización espacial de la economía mexicana a partir del decenio de 1980*. México: UNAM, Instituto de Geografía. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/139>
- Santos, M. (2009). Espacio y método. Algunas reflexiones sobre el concepto de espacio. *Gestión y Ambiente*, 12(1), 147-148. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/14214/14995>
- Secretaría de Economía (2022). *Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI)*. <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Siap (2022). *Tabla de información de flujos comerciales con el exterior de langosta*. Archivo interno (Solicitud 330027922000045 presentada en la Plataforma de Transparencia).
- Sosa-Cordero, E., Liceaga-Correa, M.L.A. & Seijo, J.C. (2008). The Punta Allen lobster fishery: current status and recent trends. In R. Townsend, R. Shotton, & H. Uchida (Eds.), *Case studies in fisheries self-governance, Fisheries Technical Paper 504* (pp. 149-162). Fao.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Vega, A. (2006). Langosta de la Península de Baja California. In J. Cuéllar & C.O. Cadena (Coords.), *Sustentabilidad y pesca responsable en México* (pp. 155-210). Inapesca.
- Winterbottom, M., Haughton, M., Mutrie, E., & Grieve, K. (2012). Management of the spiny lobster fishery in CARICOM countries: status and recommendations for conservation, *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/36208/GCFI\\_64-83.pdf?sequence=1](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/36208/GCFI_64-83.pdf?sequence=1)
- WWF (2004). *Cadena de comercialización de la langosta espinosa. Costa atlántica de Belice*. [https://wwf.eu.awsassets.panda.org/downloads/wwfca\\_langosta\\_cameron\\_insertos.pdf](https://wwf.eu.awsassets.panda.org/downloads/wwfca_langosta_cameron_insertos.pdf)
- Yurkievich G., & Sánchez, A. (2016). Estructura territorial de la actividad pesquera en Guaymas, Sonora. *Investigaciones Geográficas*, (91), 152-167. <https://doi.org/10.14350/ig.49937>





