



EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



**UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI**

**El análisis de los Servicios
Ecosistémicos Culturales a partir de
Información Geográfica Voluntaria.**

El caso del periurbano de Tarragona

AITOR ÀVILA CALLAU



TESIS DOCTORAL

2022

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

AITOR AVILA CALLAU

El análisis de los Servicios Ecosistémicos Culturales a partir de Información Geográfica Voluntaria.

El caso del periurbano de Tarragona

Tesis doctoral

Codirigida por:

Dra. Yolanda Pérez Albert

Dr. Joan Alberich González



Departament
de Geografia



Grup de Recerca d'Anàlisi
Territorial i Estudis Turístics



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Facultad de Turismo y Geografía
C/ Joanot Martorell, 15
43480 Vila-seca
Tel. 977 29 79 00



Departament
de Geografia

HAGO CONSTAR que la presente tesis, titulada *El análisis de los Servicios Ecosistémicos Culturales a partir de Información Geográfica Voluntaria. El caso del periurbano de Tarragona*, que presenta Aitor Àvila Callau para la obtención del título de Doctor, ha sido realizada bajo mi dirección en el Departamento de Geografía de esta Universidad y cumple con los requerimientos para poder optar a la Mención Internacional.

Vila-seca 17/06/2022

La directora de la tesis doctoral,

Maria Yolanda Firmado
Perez Albert - digitalmente por
DNI Maria Yolanda
39674202F Perez Albert - DNI
(TCAT) 39674202F (TCAT)
Fecha: 2022.06.17
16:01:40 +02'00'

Dra. Yolanda Pérez Albert

El director de la tesis doctoral,

Joan Alberich Firmado
González - digitalmente por
DNI Joan Alberich
36525178M González - DNI
(AUT) 36525178M (AUT)
Fecha: 2022.06.17
13:17:24 +02'00'

Dr. Joan Alberich González

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. Yolanda Pérez y al Dr. Joan Alberich, directores de esta tesis doctoral, por el apoyo y dedicación que han proporcionado a este trabajo, por el respeto a mis ideas o sugerencias y por la dirección y el rigor que han facilitado a las mismas. Especialmente, agradezco a la Dra. Yolanda la confianza depositada, iniciada con la tutorización de mi trabajo final de Grado, además del tiempo dedicado y de sus ideas ofrecidas.

En segundo lugar, quiero manifestar mi gratitud con el Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics (GRATET), del cual he formado parte durante la realización de la tesis, y con el Departamento de Geografía de esta Universidad por confiar en mí, ya desde el inicio del contrato predoctoral, para la docencia impartida en el Grado de Geografía, Análisis Territorial y Sostenibilidad y en el Grado de Gestión en Turismo y Hotelería. Además, también agradezco a los profesores con quienes compartí docencia y a los compañeros de los proyectos de investigación CHORA y RESTAURA por todo el soporte brindado.

En tercer lugar, deseo trasladar mi agradecimiento a los profesores del Centre for Environmental and Sustainability Research (CENSE) de la Universidade NOVA de Lisboa, el Dr. Rui Ferreira dos Santos y la Dra. Paula Antunes, junto a su equipo, por su acogida durante la estancia realizada y por su interés en colaborar con la tesis y con los proyectos de investigación a los cuales esta se vincula.

Tampoco puedo obviar mi gratitud con los doctorandos (algunos ya doctores en la actualidad) y compañeros del Departamento de Geografía por los fructuosos intercambios de conocimiento, *in situ*, durante los

primeros meses desde mi incorporación (hasta que el COVID-19 lo virtualizó todo) y a los investigadores en formación que se fueron incorporando posteriormente y con los que también tuve oportunidad de compartir momentos cuando las restricciones derivadas de la pandemia distendieron, volviendo así la presencialidad. En especial mención al Dr. Antoni Doménech, recalcando su provechosa ayuda desde el inicio, al Dr. Jon Olano, al Dr. Benito Zaragozí, a Edgar Bustamante y a Anna Boqué.

Finalmente, gracias a la familia y a mi pareja, Janet, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios especialmente en los momentos más difíciles de este trabajo de investigación.

Financiación de los ejemplares impresos de la tesis:

- GRATET: Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics.
- Esta tesis forma parte del proyecto de I+D+i RESTAURA (referencia: *PID2020-114363GB-I00*) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/

La realización de la presente tesis doctoral ha sido posible gracias a las:

- *Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores 2018* (Referencia: *PRE2018-084802*). Financiadas por:



Publicaciones y presentaciones en congresos derivadas de la tesis:

- Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Serrano Giné, D. (2020). Quality of GNSS Traces from VGI: A Data Cleaning Method Based on Activity Type and User Experience. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 9, 727. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi9120727>
- Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Serrano Giné, D. (2021). *La calidad de la IGV para el análisis territorial*. Póster presentado en XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía (AGE). 15 de diciembre de 2021. La Laguna, Tenerife.
- Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Alberich González, J. (2021). *Propuesta metodológica de un SIGPP para analizar el uso público y la percepción del paisaje en Tarragona*. Póster presentado en XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía (AGE). 15 de diciembre de 2021. La Laguna, Tenerife.
- Àvila Callau, A. (2019). *Analysis of landscape perception from voluntary photography available on social platforms*. Conferencia realizada en el SUMCULA (Sustainable Management of Cultural Landscapes) IP (Intensive Program) Project Management Meeting. 13 de octubre de 2019. Universidad de Pécs, Hungría.

Artículos derivados de la tesis en proceso de publicación en revistas científicas:

- Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Alberich González, J.; Serrano Giné. Using crowdsourced geolocated photographs to assess outdoor recreationists' preferences for Cultural Ecosystem Services in peri-urban áreas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism-Research Planning and Management*. Estado del artículo a junio de 2022: enviado.
- Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Alberich González, J.; Serrano Giné. Content analysis of geolocated images from social media for CES assessment. A semi-automatic method based on photograph recognition and tagging. *MethodsX*. Estado del artículo a junio de 2022: enviado.

Otras publicaciones vinculadas a la investigación:

- Serrano Giné, D.; Pérez Albert, M.Y.; Àvila Callau, A.; Jurado Rota, J. (2020). Dataset on georeferenced and tagged photographs for ecosystem services assessment, Ebro Delta, N-E Spain. *Data in Brief*, 29, 105-178, p. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105178>
- Àvila Callau, A.; Pérez Albert, M.Y.; Jurado Rota, J.; Serrano Giné, D. (2019). Landscape characterization using photographs from crowdsourced platforms: content analysis of social media photographs. *Open Geosciences*, 11, 1, p. 558-571. DOI: <https://doi.org/10.1515/geo-2019-0046>

Estancias de investigación:

- La estancia vinculada a esta investigación se ha realizado en Lisboa, Portugal. El grupo de investigación receptor ha sido el Centre for Environmental and Sustainability Research (CENSE) de la Universidade NOVA de Lisboa, ubicado en el Departamento de Ciencias e Engenharia do Ambiente - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Esta estancia ha tenido una duración de tres meses, desde el día 2 de setiembre de 2021 hasta el día 2 de diciembre de 2021, y se ha desarrollado bajo la supervisión del Dr. Rui Ferreira dos Santos.

Grupo de investigación:

- GRATET: Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics. Grupo de investigación consolidado por la Direcció General de Recerca de la Generalitat de Catalunya, con el código: 2017-SGR22.

Proyectos de investigación:

- ACTIVA TGN (2022). *Avaluació dels actius de salut per a la gent gran de la infraestructura verda de Tarragona*. Financiado por la DIPTA y la URV.
- RESTAURA (2021-2023). *Servicios ecosistémicos culturales, salud y bienestar en zonas urbanas y periurbanas con clústeres petroquímicos* (Referencia: PID2020-114363GB-I00). Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de Investigación.
- CHORA (2018-2020). *El paisaje como valor colectivo. Análisis de su significado, usos y percepción social* (Referencia: CSO2017-82411-P). Financiado por el MEC y la Agencia Estatal de Investigación.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

Tabla de contenidos

RESUM	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
PRIMERA PARTE. INTRODUCCIÓN, MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA	9
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Introducción, justificación y brechas de investigación	12
1.2 Objetivos e hipótesis de investigación	17
1.3 Área de estudio	19
1.3.1 Justificación de la delimitación del área de estudio.....	20
1.3.2 Descripción general de la zona periurbana	21
1.3.3 Caracterización del paisaje y sus valores	23
2. MARCO TEÓRICO	33
2.1 Servicios ecosistémicos y salutogénesis	35
2.1.1 Los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC) en espacios periurbanos	41
2.1.2 La salutogénesis y los activos de salud en la recreación al aire libre	45
2.1.3 Los senderos como activos de salud	50
2.2 La Información Geográfica Voluntaria (IGV) para el estudio de los SEC	58
2.2.1 La IGV activa: Sistemas de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP).....	61
2.2.2 La IGV pasiva: los datos geolocalizados de las redes sociales	64
2.2.2.1 Las fotografías geolocalizadas de las redes sociales.....	64
2.2.2.2 Las trazas GNSS de las redes sociales deportivas	74
2.2.3 El análisis del conflicto potencial en la recreación al aire libre a partir de IGV.	78
2.2.4 La IGV como fuente para la integración de los SEC y la salutogénesis en la planificación de los espacios periurbanos.....	88
2.2.5 Limitaciones y sesgos asociados a la IGV	90

3. METODOLOGÍA	99
3.1 La obtención, generación y depuración de la base de datos	100
3.1.1 Descarga y estructuración de la base de datos	100
3.1.2 Filtrado y control de calidad de las fotografías geolocalizadas	105
3.1.3 Filtrado y control de calidad de las trazas GNSS.....	106
3.2 El análisis de contenido de las imágenes geolocalizadas.....	109
3.2.1 Etiquetado automático con <i>software</i> previamente entrenado y proceso de categorización	110
3.2.2 Evaluación del proceso de categorización	120
3.2.3 Análisis espacial de las imágenes.....	122
3.3 El análisis de las trazas GNSS	124
3.3.1 Análisis espacial de las trazas GNSS	124
3.3.2 Análisis espacial de los puntos de inicio/final y trabajo de campo	125
3.3.3 Análisis espacial del conflicto potencial recreativo	134
3.4 La evaluación de los senderos oficiales	141
3.4.1 Selección de los tramos de senderos homologados con mayor uso	142
3.4.2 Diseño de indicadores y trabajo de campo	146
3.4.3 Normalización y ponderación de los subindicadores	158
3.4.4 Determinación de la aptitud de los subtramos ajustada al perfil de usuario potencial.....	164
SEGUNDA PARTE. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	179
4. LOS RESULTADOS DE LA DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	181
4.1 Control de calidad de las fotografías geolocalizadas	182
4.2 Control de calidad de las trazas GNSS	182
4.2.1 Preprocesado y filtrado de las trazas GNSS	183
4.2.2 Análisis de la tipología de errores en las rutas.....	184
4.2.3 Cuantificación de los resultados del control de calidad según el tipo de actividad deportiva	188
5. LOS SEC EN EL PERIURBANO DE TARRAGONA: PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS DE ACTIVIDAD RECREATIVA Y DEPORTIVA AL AIRE LIBRE.....	191

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC	192
5.1.1 Análisis de contenido: etiquetas identificadas y tipos de SEC capturados por los usuarios de recreación deportiva al aire libre en el periurbano de Tarragona	192
5.1.2 Patrones temporales y preferencia de SEC por tipologías de actividad deportiva.....	195
5.1.3 Representación cartográfica del uso de SEC.....	198
5.1.4 SEC principal y secundario y su superposición espacial	203
5.2 La evaluación del método de análisis de contenido	214
6. LA RECREACIÓN AL AIRE LIBRE EN EL PERIURBANO DE TARRAGONA: ESTUDIO DE FRECUENTACIÓN Y ANÁLISIS DEL CONFLICTO RECREATIVO	219
6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS	220
6.1.1 Análisis espaciotemporal de las rutas y sus puntos de inicio/final	220
6.1.2 Características y patrones espaciotemporales de las rutas por actividades.....	228
6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre	236
6.2.1 Identificación y caracterización de los espacios aptos para acoger equipamientos.....	236
6.2.2 Evaluación de los espacios aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre mediante trabajo de campo	247
6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad ...	249
6.3.1 La conflictividad potencial entre ciclistas y usuarios a pie.....	249
6.3.2 El fenómeno “fuera de pista” y la conflictividad potencial entre usuarios de recreación y propietarios de terrenos	258
6.3.3 Tipología y características de los conflictos reales informados.....	261
7. LA EVALUACIÓN DE LOS SENDEROS HOMOLOGADOS COMO ACTIVOS DE SALUD A PARTIR DE SUS CARACTERÍSTICAS Y DE LOS PERFILES DE USUARIO POTENCIAL	269
7.1 Los senderos oficiales más frecuentados.....	270
7.2 Los resultados de la evaluación.....	274
7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario	290

8. DISCUSIÓN	303
8.1 El control de calidad y las consideraciones éticas de la IGV	304
8.1.1 El control de calidad de las fotografías geolocalizadas	304
8.1.2 El control de calidad de las trazas GNSS	305
8.1.3 Consideraciones éticas	307
8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas	309
8.2.1 Las redes sociales deportivas para la evaluación de los SEC	309
8.2.2 Modelado y cuantificación del uso y preferencias de SEC	310
8.2.3 Cartografiado y patrones espaciales del uso de los SEC	312
8.2.4 SEC principal y secundario	316
8.2.5 Evaluación del análisis de contenido	317
8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas	320
8.3.1 Las redes sociales deportivas como fuente para modelar la intensidad de uso de los espacios	320
8.3.2 Las características de las trazas GNSS	322
8.3.3 Los análisis espaciotemporales de las trazas GNSS	324
8.3.4 El análisis del conflicto recreativo a través de las trazas GNSS	328
8.4 Los senderos homologados como activos saludables de recreación al aire libre	331
9. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	335
9.1 Conclusiones.....	336
9.1.1 Aportaciones de la investigación	336
9.1.2 Futuras líneas de investigación	346
9.2 Propuestas y retos para la planificación	349
CONCLUSIONS AND PROPOSALS	353
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	367
ÍNDICE DE FIGURAS	386

ÍNDICE DE TABLAS390

ANEXOS.....393

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

RESUM

L'objectiu general de la tesi consisteix en estudiar els Serveis Ecosistèmics Culturals (SEC) d'una zona periurbana específica utilitzant la Informació Geogràfica Voluntària (IGV) com a font de dades principal. La finalitat, a més de proporcionar informació útil per a la gestió i la planificació dels SEC, és generar un conjunt de propostes d'actuació enfocades a la sostenibilitat social i ambiental dels SEC a la zona estudiada.

Com a zona d'estudi es selecciona un espai periurbà, ja que aquests acullen nombrosos i complexos SEC vinculats de manera funcional a la salut humana: més contacte amb la natura i el gaudi de l'aire lliure; més contactes socials; major activitat física, aventura i desafiaments; més relaxació i reducció de l'estrès, etc. Concretament, l'estudi s'aplica al periurbà de Tarragona (Catalunya).

Els principals passos metodològics es divideixen en quatre fases. La primera consisteix a generar una base de dades procedent d'una font d'IGV passiva (una plataforma en línia per compartir activitats recreatives o esportives a l'aire lliure) i depurar-ne els errors. Aquesta base de dades es compon de dues components: fotografies geolocalitzades i traces GNSS. La segona fase fa referència a l'anàlisi de contingut i a l'anàlisi espacial de les fotografies geolocalitzades. La tercera fa referència a l'anàlisi espacial de les traces o rutes GNSS. Finalment, la quarta fase consisteix a identificar un conjunt de senders homologats de la zona d'estudi i avaluar-los com a actius de salut a partir de treball de camp.

Entre els resultats destaquen: (1) el disseny d'un procés metodològic per depurar errors associats a aquest tipus de font que ha permès obtenir una

base de dades filtrada i optimitzada; (2) el modelatge espacial de les preferències dels usuaris de recreació a l'aire lliure pels SEC del periurbà de Tarragona a partir de les fotografies geolocalitzades; (3) l'anàlisi espacial de la recreació a l'aire lliure a la zona analitzada a partir de les traces GNSS; (4) la determinació de les fortaleses i debilitats com a actius de salut dels senders oficials més utilitzats, a més de determinar el grau d'afinitat d'aquests senders amb les tipologies d'usuari preestablertes.

Paraules clau: *Serveis Ecosistèmics Culturals, Informació Geogràfica Voluntària, salutogènesi, actius de salut, espais periurbans, recreació a l'aire lliure, senders homologats.*

RESUMEN

El objetivo general de la tesis consiste en estudiar los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC) en una zona periurbana específica utilizando la Información Geográfica Voluntaria (IGV) como fuente de datos principal. La finalidad, además de proporcionar información útil para la gestión y planificación de los SEC, es generar un conjunto de propuestas de actuación enfocadas a la sostenibilidad social y ambiental de los SEC en la zona estudiada.

Como zona de estudio se selecciona un espacio periurbano debido a que estos acogen numerosos y complejos SEC, vinculados de manera funcional a la salud humana: mayor contacto con la naturaleza y disfrute del aire libre; más contactos sociales; mayor actividad física, aventura y desafíos; mayor relajación y reducción del estrés, etc. Concretamente, el estudio se aplica al periurbano de Tarragona (Cataluña, España).

Los principales pasos metodológicos se dividen en cuatro fases. La primera consiste en generar una base de datos procedente de una fuente de IGV pasiva (una plataforma en línea para compartir actividades recreativas o deportivas al aire libre) y depurar los errores presentes en la misma. Esta base de datos cuenta con dos componentes: fotografías geolocalizadas y trazas GNSS. La segunda fase hace referencia al análisis de contenido y al análisis espacial de las fotografías geolocalizadas. La tercera se refiere al análisis espacial de las trazas o rutas GNSS. Por último, la cuarta fase consiste en identificar un conjunto de senderos homologados de la zona de estudio y evaluarlos como activos de salud a partir de trabajo de campo.

Entre los resultados destacan: (1) el diseño de un proceso metodológico para depurar errores asociados a este tipo de fuente que ha permitido obtener una base de datos filtrada y optimizada; (2) el modelado espacial de las preferencias de los usuarios de recreación al aire libre por los SEC del periurbano de Tarragona a partir de las fotografías geolocalizadas; (3) el análisis espacial de la recreación al aire libre en la zona analizada a partir de las trazas GNSS; (4) la determinación de las fortalezas y debilidades como activos de salud de los senderos oficiales más utilizados, además de determinar el grado de afinidad de dichos senderos con las tipologías de usuario preestablecidas.

Palabras clave: *Servicios Ecosistémicos Culturales, Información Geográfica Voluntaria, salutogénesis, activos de salud, espacios periurbanos, recreación al aire libre, senderos homologados.*

ABSTRACT

The primary objective of this research is to study the Cultural Ecosystem Services (CES) in a specific peri-urban area using Volunteered Geographic Information (VGI) as the primary data source. In addition to providing helpful information for the management and planning of the CES, the purpose is to generate a set of action proposals focused on the social and environmental sustainability of the CES in the area studied.

A peri-urban space is selected as a study area because these spaces contain numerous complexes CES, functionally linked to human health: more excellent contact with nature and enjoyment of the outdoors; more social contacts; increased physical activity, adventure and challenges; increased relaxation and stress reduction, etc. Specifically, the study is applied to the peri-urban area of Tarragona (Catalonia, Spain).

The main methodological steps are divided into four phases. The first consists of generating a database from a passive VGI source (an online platform for sharing recreational or outdoor sports activities) and debugging the errors. This database has two components: geolocated photographs and GNSS traces. The second phase refers to geolocated photographs' content and spatial analysis, and the third refers to the spatial analysis of GNSS traces or routes. Finally, the fourth phase consists of identifying a set of approved trails in the study area and evaluating them as health assets based on fieldwork.

Among the results, the following stand out: (1) the design of a methodological process to debug errors associated with this type of source, which has made it possible to obtain a filtered and optimised database; (2) the spatial modelling of the preferences of outdoor

recreationists by the CES of the peri-urban area of Tarragona from geolocated photographs; (3) spatial analysis of outdoor recreation in the analysed area from GNSS traces; (4) the determination of the strengths and weaknesses as health assets of the most used official trails, in addition to determining the degree of affinity of these trails with the pre-established user typologies.

Keywords: *Cultural Ecosystem Services, Volunteered Geographic Information, salutogenesis, health assets, peri-urban spaces, outdoor recreation, approved trails.*

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

PRIMERA PARTE. INTRODUCCIÓN, MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

1. Introducción

En este primer capítulo introductorio de la tesis se presentan, en primer lugar, la justificación de la investigación, en segundo lugar, los objetivos, tanto el principal como los específicos, e hipótesis y, en tercer lugar, se contextualiza el ámbito de estudio, correspondiente al periurbano de Tarragona. De esta forma, el capítulo se estructura en tres apartados.

1.1 Introducción, justificación y brechas de investigación

Los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC) se definen como los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de la recreación, las relaciones sociales, las experiencias estéticas o el patrimonio cultural e identitario, y que afectan a sus estados físicos y mentales (MEA, 2005; Haines-Young y Potschin, 2013). No obstante, este tipo de servicio es el menos estudiado en las evaluaciones de servicios ecosistémicos, sobre todo por la dificultad de medirlos derivada de su intangibilidad (Retka *et al.*, 2019; Havinga *et al.*, 2020). Además, las evaluaciones de SEC se suelen aplicar a ámbitos de estudio específicos, como los espacios naturales protegidos o los entornos urbanos, mientras que no resulta sencillo encontrar trabajos enfocados en otras tipologías de territorios, como por ejemplo los espacios periurbanos, en los cuales los SEC suelen presentar un gran valor para la población que los habita (Pickering y Rossi, 2016; Žlender y Ward Thompson, 2017; Keith *et al.*, 2018).

La evaluación de los SEC, se ha realizado tradicionalmente a partir de métodos sociológicos como entrevistas o encuestas (Plieninger *et al.*, 2013; Richards y Friess, 2015; Richards y Tunçer, 2018; Zhang *et al.*, 2020; Tian *et al.*, 2021). No obstante, en los últimos años se ha popularizado el estudio de los SEC a través de una fuente de información novedosa, aunque con limitaciones importantes (Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019): la Información Geográfica Voluntaria (IGV). La IGV consiste en una serie de prácticas que permiten a usuarios no profesionales generar y compartir información geográfica en Internet de forma voluntaria (Goodchild, 2007; Elwood *et al.*, 2012). Esta fuente se puede clasificar en dos tipologías: activa y pasiva (See *et al.*, 2016; Bubalo *et al.*, 2019). En la activa, los

usuarios que participan en el proceso de generación de datos geográficos conocen el propósito de la investigación y, por tanto, aceptan participar de forma activa. Un ejemplo de esta tipología de IGV serían los Sistemas de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP). Por el contrario, en la IGV pasiva, los usuarios que comparten sus datos geográficos no saben de forma explícita que estos se utilizarán para la investigación geográfica. Un caso de ejemplo sería el de las redes sociales que permiten compartir contenido geolocalizado.

Los SEC se relacionan directamente con la salutogénesis, es decir, la salud humana entendida como un proceso en el cual cada persona puede descubrir sus propias fuentes de salud para mantener una vida saludable (Hernán *et al.*, 2010; Kronsted Lund *et al.*, 2020). Asimismo, este tipo de servicios ecosistémicos, en especial el de recreación al aire libre, aportan una serie de beneficios para la salud de las personas, tanto física como emocional: actividad física que reporta beneficios cardiovasculares; recuperación de la fatiga mental y restauración del estrés; conexión con otras personas; entre otros (Breitenstein y Ewert, 1990; Norman *et al.*, 2010; Kerr *et al.*, 2012; Olafsdottir *et al.*, 2020; Zingmark *et al.*, 2021). Por ello, las infraestructuras y servicios para la recreación al aire libre se consideran activos de salud, los cuales se definen como los factores que apoyan la salud y el bienestar de la población (Hernán *et al.*, 2010). Uno de los activos de salud más relevantes en el ámbito de la recreación deportiva al aire libre es la red de senderos multiactividad o multiuso. Asimismo, en estos senderos se focaliza la recreación al aire libre, sobre todo en zonas periurbanas, por lo cual el estudio de este SEC a partir de la investigación y evaluación de dichos senderos es importante para conocer sus características intrínsecas, así como las preferencias de sus usuarios.

1. Introducción

La justificación de este trabajo y de todo el proceso asociado, se basa en tres brechas investigación o vacíos en la literatura académica. La primera se relaciona con la tipología de ámbito de estudio seleccionada, los espacios periurbanos. El estudio se desarrolla en un espacio periurbano concreto y su selección se debe a que estos espacios acogen numerosos y complejos SEC (Andersson *et al.*, 2019) vinculados de manera funcional a la salud humana: mayor contacto con la naturaleza y disfrute del aire libre; más contactos sociales; mayor actividad física, aventura y retos; mayor relajación y reducción del estrés; etc. (X. Chen *et al.*, 2019; Keith *et al.*, 2018). Sin embargo, existen pocos trabajos que estudien las preferencias y uso de los SEC en espacios periurbanos o que evalúen el papel que representan los propios SEC en estos tipos de contextos territoriales y, todavía menos, que lo estudien a partir de IGV.

La segunda brecha se relaciona con la fuente de IGV pasiva seleccionada, ya que, la mayoría de estudios sobre las preferencias y uso de los SEC a partir de IGV, concretamente a partir de datos geolocalizados de las redes sociales, utilizan plataformas online de amplia difusión (Arslan y Örüçü, 2021), como por ejemplo Flickr (la cual permite compartir fotografías geotiquetadas). En esta investigación, se utiliza una plataforma para compartir actividades recreativas y deportivas al aire libre (*outdoor activity-sharing platforms*, según Llanos-Paez y Acuña, 2022), las cuales presentan una serie de ventajas sobre otras plataformas web populares de fotografías georreferenciadas en el momento de evaluar el uso de los SEC en un ámbito concreto. En este sentido, las primeras atienden a una población más reducida que las segundas, y sus perfiles de usuario son más homogéneos, compartiendo un mismo interés por la actividad física y recreativa al aire libre. Además, las *outdoor activity-sharing platforms*, también permiten conocer cómo son percibidos, utilizados y valorados los SEC por parte de los practicantes habituales de actividades recreativas

y físicas al aire libre en el mismo instante que están realizando su actividad, un campo poco explorado hasta ahora en la literatura.

El tercer vacío literario se relaciona con la integración de la salutogénesis en la recreación al aire libre. La recreación al aire libre aporta una serie de beneficios a la salud, tanto física como mental de las personas (Breitenstein y Ewert, 1990; Kerr *et al.*, 2012; Olafsdottir *et al.*, 2020; Zingmark *et al.*, 2021), no obstante, existe escasa bibliografía que se centre en fortalecer este vínculo y que genere información de utilidad para apoyar a la administración a promover, por ejemplo, rutas saludables o activos de salud relacionados con la recreación al aire libre. Por el contrario, en esta investigación se considera relevante identificar y evaluar los senderos homologados; aquellos que funcionan como activos de salud del periurbano estudiado y que proporcionan mayores aportes a la salud de sus potenciales usuarios. La evaluación, además, se realiza de forma “personalizada”, según el perfil de usuario (estado de forma, patologías que dificulten la actividad física, motivación e interés por diferentes SEC y tipologías de actividad física, etc.) lo que aporta mayor profundidad a la a misma.

Por tanto, a partir de la IGV como principal fuente de datos y considerando la zona periurbana de Tarragona como área de estudio, en esta tesis se investigan, en primer lugar, las preferencias de SEC por parte de los usuarios de recreación deportiva en el preciso momento en el que están practicando su actividad física al aire libre. En segundo lugar, se estudia en profundidad la recreación deportiva al aire libre en la zona estudiada, diferenciando algunas sublíneas de investigación, entre las que destacan el análisis del conflicto en la recreación al aire libre, la evaluación de los senderos oficiales como activos de salud y el modelado

1. Introducción

del grado de afinidad de dichos senderos con diferentes perfiles de usuario potencial.

La presente tesis se estructura en dos partes. En la primera se integran tres capítulos: la introducción, el marco teórico y la metodología. La segunda se compone de cinco capítulos, los tres primeros referentes a los resultados, el cuarto a la discusión de estos y, el último, a las conclusiones y propuestas.

Asimismo, en este primer capítulo introductorio, se exponen la justificación de la investigación, los objetivos e hipótesis y la zona de estudio. En el segundo capítulo se presenta la fundamentación teórica o estado de la cuestión sobre la temática y los conceptos de la tesis. El tercer capítulo se centra en detallar, tanto el proceso de obtención de los datos utilizados (y su control de calidad), como los diferentes pasos metodológicos que permiten abordar los objetivos específicos de la tesis. En el cuarto capítulo, que es el primero sobre los resultados y el que inaugura la segunda parte de esta tesis, se presentan los resultados de la depuración de la base de datos de IGV generada y de sus dos principales componentes: las fotografías geolocalizadas y las trazas GNSS¹. El quinto capítulo se centra en exponer los resultados derivados del análisis de contenido de las imágenes georreferenciadas y, por tanto, de las preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre por los SEC. El sexto y séptimo capítulos, respectivamente, abordan

¹ GNSS: *Global Navigation Satellite System* o Sistema Global de Navegación por Satélite. El GNSS consiste en una constelación de satélites que posibilitan el posicionamiento y localización, en cualquier parte de la Tierra, a partir de la determinación de sus coordenadas geográficas y altitud. Una traza GNSS corresponde a una ruta compuesta por diferentes puntos georreferenciados, normalmente equidistantes, que se muestran a través del GNSS.

los resultados que se derivan del análisis de las trazas GNSS y de la evaluación de los senderos homologados y, en conjunción, presentan los hallazgos sobre el estudio de la recreación al aire libre en la zona estudiada. El octavo capítulo consiste en la discusión de los resultados, estructurada en cuatro apartados, uno por cada capítulo de resultados. Finalmente, el noveno y último capítulo de este trabajo de investigación, refleja las conclusiones extraídas además de plantear un conjunto de propuestas de gestión y planificación derivadas de los resultados.

1.2 Objetivos e hipótesis de investigación

La hipótesis de partida que se pretende comprobar o refutar con esta investigación es: “la IGV es una fuente útil, valiosa y de calidad para estudiar los SEC, especialmente el SEC de recreación al aire libre en espacios periurbanos que, complementada con trabajo de campo, permite obtener una información útil para los planificadores y gestores del territorio”.

En esta línea, este trabajo plantea un objetivo principal o general y cuatro objetivos específicos. El objetivo general es estudiar los SEC para el ámbito del periurbano de Tarragona considerando la IGV como fuente de datos principal. La finalidad, además de proporcionar información útil para la gestión y planificación de los SEC, particularmente de la recreación al aire libre, es generar un conjunto de propuestas de actuación, por una parte, enfocadas a la sostenibilidad social y ambiental de los SEC en la zona estudiada y, por otra parte, dirigidas a la administración competente.

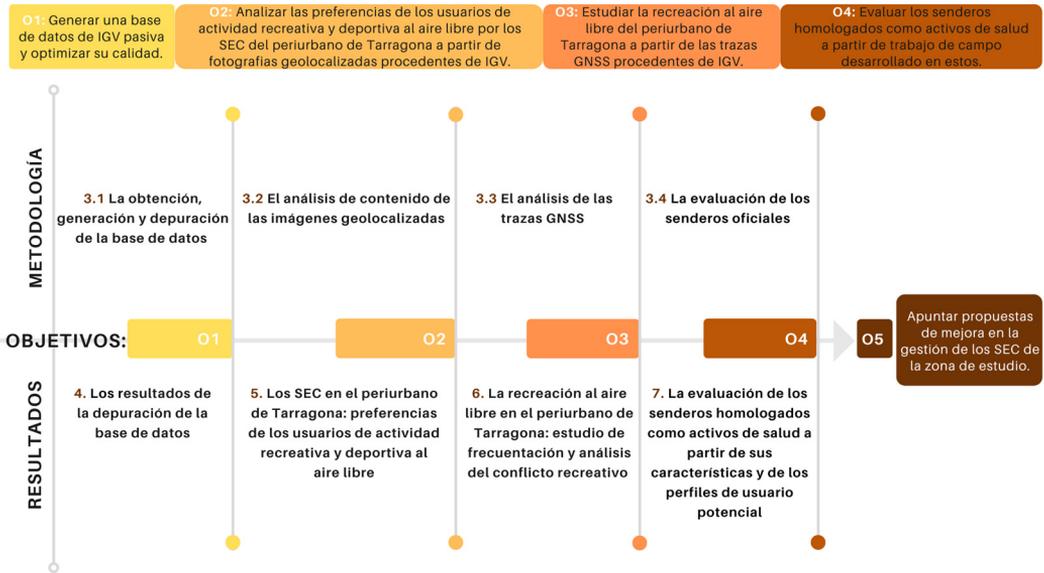
1. Introducció

Los objetivos específicos se detallan a continuación:

- **O1:** Generar una base de datos de IGV pasiva y optimizar su calidad.
- **O2:** Analizar las preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre por los SEC del periurbano de Tarragona a partir de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV.
- **O3:** Estudiar la recreación deportiva al aire libre en el periurbano de Tarragona a partir de trazas GNSS procedentes de IGV.
- **O4:** Evaluar los senderos homologados como activos de salud a partir de trabajo de campo desarrollado en estos.
- **O5:** Apuntar propuestas de mejora en la gestión de los SEC del periurbano de Tarragona.

En el siguiente diagrama (**Figura 1**) se puede apreciar la interrelación entre, por un lado, los diferentes objetivos específicos planteados, por otro lado, los correspondientes pasos metodológicos y, finalmente, los resultados generados.

Figura 1: Relación entre los objetivos específicos, los pasos metodológicos y los resultados de la tesis.



Fuente: Elaboración propia.

1.3 Área de estudio

En este apartado se presenta el espacio periurbano en el cual se aplican los diferentes análisis de esta tesis. Asimismo, en primer lugar, se justifica la delimitación de la zona de estudio, en segundo lugar, se realiza una breve descripción de la misma (apoyada sobre un mapa topográfico) y, en tercer lugar, se caracteriza el paisaje y sus valores. Por ello, el apartado se divide en tres subapartados.

1.3.1 Justificación de la delimitación del área de estudio

Las áreas periurbanas no tienen límites claros, tanto en términos geográficos como conceptuales (Gonçalves *et al.*, 2017). Las regiones metropolitanas que han ampliado el crecimiento espacial de las actividades agrícolas y no agrícolas están expuestas a una ambigua distinción entre zonas rurales y urbanas, por tanto, la periurbanización se puede entender como un fenómeno que se produce en la proximidad de centros regionales con extensión de los procesos urbanizadores en las zonas rurales circundantes (Iaquinta y Drescher, 2000). Además, el área periurbana también puede reconocerse como (1) centros urbanos dentro de las zonas rurales con fronteras borrosas y una conexión separada con centros urbanos o metropolitanos más grandes o (2) un anillo exterior formado por zonas rurales que están habitadas por residentes que trabajan en la ciudad (Amirinejad *et al.*, 2018).

Debido a la ambigüedad que presenta el concepto de periurbano y la falta de consenso en los criterios para establecer sus límites, en este trabajo, con la intención de estudiar la zona periurbana más próxima al núcleo de Tarragona (Cataluña) y no llegar a extender excesivamente el ámbito, se utilizan los límites municipales como criterio delimitador. Concretamente, se consideran todos los municipios colindantes al de Tarragona, sin excluir ningún uso del suelo, tampoco el suelo urbano, ya que, en muchas ocasiones, la red de caminos se inicia en la propia ciudad y también forma parte del propio tejido periurbano. No obstante, la zona de estudio presentada no se debe considerar conceptualmente como el periurbano de Tarragona, ya que, seguramente, existen diferentes interpretaciones de hasta dónde llega su extensión (Saladié y Pintó, 2008; Saladié, 2010). Por tanto, el área de estudio seleccionada y llamada, de

aquí en adelante, periurbano de Tarragona, pretende ser una simple aproximación funcional y adaptada a la escala con la que se ha decidido trabajar en esta tesis.

1.3.2 Descripción general de la zona periurbana

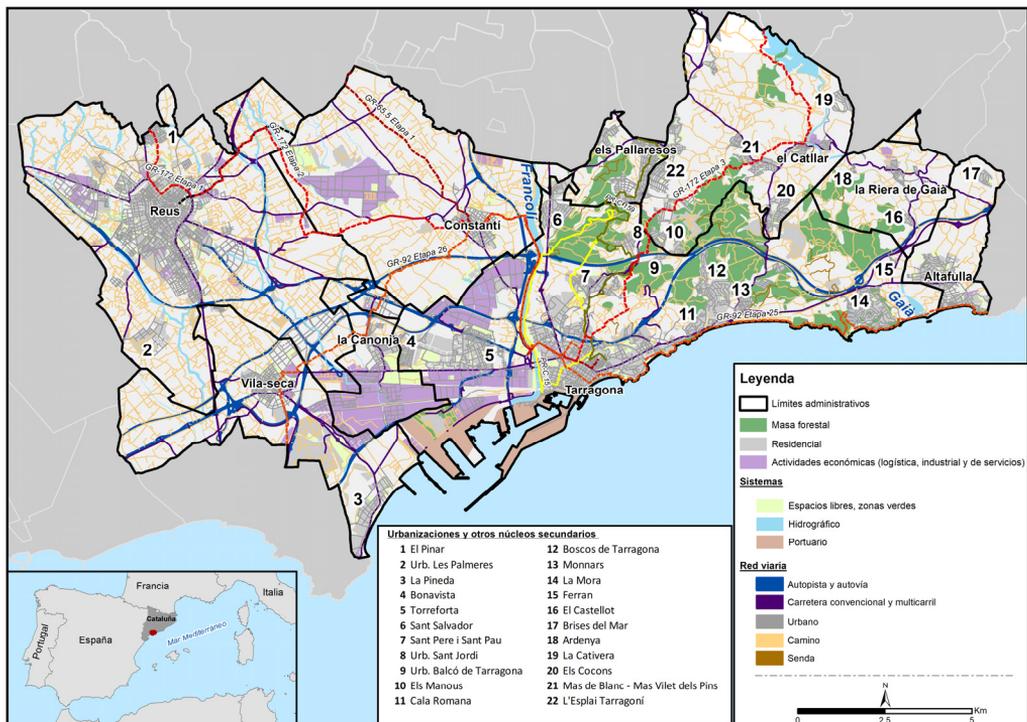
Este estudio se realiza en una zona periurbana que comprende el municipio de Tarragona (Cataluña, España) y todos sus municipios limítrofes: Vila-seca, Reus, La Canonja, Constantí, Els Pallaresos, El Catllar, La Riera de Gaià y Altafulla (**Figura 2**). La zona de estudio cuenta con una superficie de 21.871 hectáreas y dos grandes núcleos de población (Tarragona y Reus), además de otros asentamientos menores y centros comerciales y de ocio que se organizan en torno a ellos. El río Francolí divide esta zona periurbana de costa en dos: oeste y este. Se caracteriza por ser un espacio complejo, muy fragmentado y con muchas zonas intersticiales entre los barrios periurbanos debido a la proliferación de áreas industriales, logísticas y comerciales junto con la presencia de una densa red de infraestructuras (Àvila *et al.*, 2020).

A pesar de este cúmulo de funciones, este espacio periurbano dispone de una riqueza notoria en SEC, entre los cuales destacan (1) la realización de actividades al aire libre, centradas en los bosques periurbanos de un alto valor social y recreativo a través de su extensa red de caminos y senderos, algunos de ellos homologados por la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) y la Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya (FEEC); (2) la estética y apreciación del paisaje, con la presencia de paisajes de tipo mediterráneo cuyos valores estéticos se extienden principalmente por las playas, calas, desembocaduras y entornos naturales de la costa, o en menor medida a través del mosaico

1. Introducció

de pinedas y extensas masas forestales de interior; y (3) el patrimonio cultural, centrado en "Tarraco", hoy en día Tarragona (declarada "Patrimonio de la Humanidad" por la UNESCO el 30 de Noviembre del 2.000), el primero y más antiguo asentamiento romano de la Península Ibérica que conserva un rico legado arqueológico, al que se suma a un variado patrimonio histórico-cultural (Observatori del Paisatge, 2010).

Figura 2: Área de estudio: Periurbano de Tarragona.



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Urbanístico de Cataluña (MUC) y de la cartografía base procedente de las capas cartográficas del IGN.

1.3.3 Caracterización del paisaje y sus valores

El Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona (CPCT)², fue elaborado por el Observatorio del Paisaje; entregado en el antiguo Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Catalunya el 31 de octubre de 2006 y aprobado definitivamente el 19 de mayo de 2010. Según el Observatorio del Paisaje de Cataluña, “los catálogos de paisaje son un instrumento para proteger, gestionar y ordenar el paisaje en Cataluña, y están concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial. A su vez, son de gran utilidad en el desarrollo de otras políticas y estrategias de carácter sectorial ligadas al paisaje (conservación de la naturaleza, agricultura, industria, infraestructuras de transporte, cultura y turismo), así como la sensibilización de la sociedad catalana sobre el paisaje y los valores ambientales, culturales y estéticos”. De esta forma, en el CPCT se identifican y cartografían un conjunto de valores del paisaje y los ecosistemas para la unidad territorial del Camp de Tarragona: valores naturales-ecológicos, valores estéticos, valores históricos, valores simbólicos y valores religiosos.

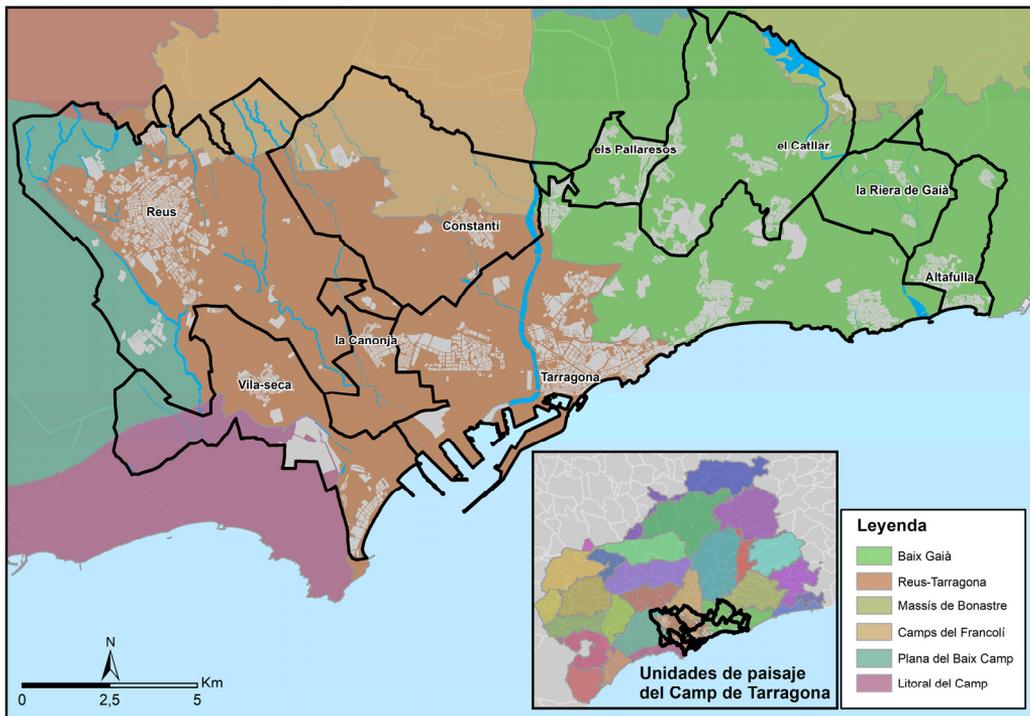
Además, estos catálogos se dividen en diferentes unidades de paisaje, tal y como se observa en la **Figura 3**. La zona de estudio está totalmente inmersa en el ámbito del Camp de Tarragona, no obstante, representa una superficie mínima de esta amplia unidad territorial. Como se aprecia en la propia **Figura 3**, existen dos unidades de paisaje que, conjuntamente, ocupan un 80% de toda la superficie de la zona de estudio. Estas son la unidad de Reus-Tarragona (45% - 9.720 ha) y la unidad del Baix Gaià (35% - 7.621 ha). El resto de las unidades ocupa una superficie mucho menor y

² Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona, elaborado por el Observatorio del Paisaje. Recuperado de: http://www.catpaisatge.net/cat/catalegs_presentats_T.php

1. Introducció

poco representativa, exceptuando la unidad de Camps de Francolí que representa el 10% del total (2.076 ha).

Figura 3: Unidades de paisaje de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona.

Analizando, en primer lugar, los valores naturales-ecológicos y estéticos del ámbito de estudio (Figura 4), se evidencian unos grandes patrones paisajísticos dominantes y muy bien diferenciados. En la mitad oriental de esta zona periurbana (considerando el Francolí como eje divisor), predomina un mosaico agroforestal que, como su propio nombre indica, combina un tramado de masa forestal con superficie de cultivos. La otra mitad, en cambio, está dominada principalmente por una composición de espacios agrícolas homogéneos junto con otros de carácter más heterogéneos. Además de estos grandes patrones, también destacan paisajes litorales, concentrados en gran parte de la línea de costa oriental

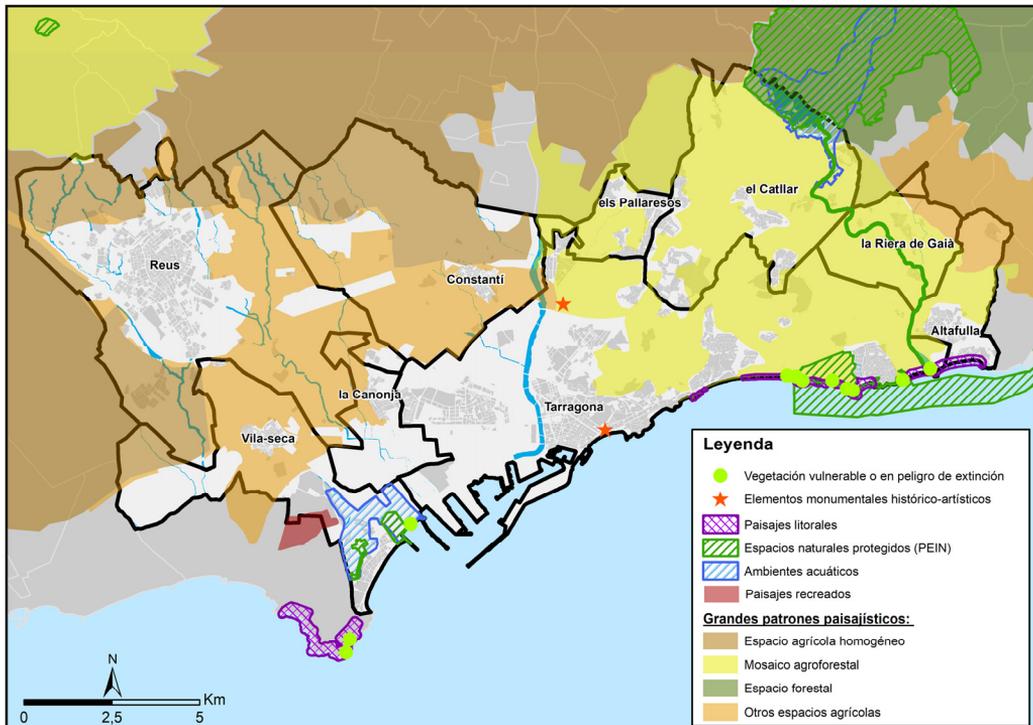
del municipio de Tarragona; ambientes acuáticos, en los alrededores de la Pineda y en el embalse del Gaià, y un paisaje recreado particular que corresponde al complejo PortAventura World, compuesto por diferentes parques temáticos y hoteles, entre otros.

La zona de estudio también incluye en sus dominios algunos espacios naturales protegidos, incluso con vegetación vulnerable o en peligro de extinción. Entre ellos destacan el bosque de la Marquesa (límitrofe con la urbanización La Mora), toda la ribera del río Gaià (junto con su pantano) y otro espacio de tamaño más reducido del término municipal de Vila-seca (la Sèquia Major).

Finalmente, se pueden destacar dos elementos monumentales histórico-artísticos con un gran valor estético. El primero, situado en el casco antiguo de Tarragona, se corresponde a las ruinas del anfiteatro romano. El segundo, localizado en la zona periurbana de Tarragona, es el Parque Eco-histórico del Pont del Diable con su principal elemento: el acueducto romano llamado Pont del Diable o Aqüeducte de les Ferreres.

1. Introducció

Figura 4: Valores naturales-ecológicos y estéticos del ámbito de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona.

En segundo lugar, en referencia a los valores históricos, simbólicos y religiosos (Figura 5) de la zona de estudio, destacan elementos de diferente índole que representan dichos valores. Uno de ellos corresponde a los núcleos urbanos históricos; en el término municipal de Tarragona, en su extremo oriental, se encuentra el pequeño pueblo de Ferran (imagen A en la Figura 5), junto con otros dos localizados en La Riera de Gaià: Ardenya, en su parte occidental, y Virgili, en su parte oriental. Otro elemento que representa claramente los valores históricos y simbólicos de la zona de estudio son las masías. Según el propio CPCT, las masías tienen un gran valor histórico ligado al testimonio de un tipo de asentamiento pretérito que permite comprender cómo eran las relaciones ser humano-naturaleza en un pasado no tan lejano. Muchos de los caseríos han perdido su uso a lo largo de la segunda mitad del siglo

XX, por lo que buena parte de este patrimonio se encuentra en varios estados de degradación (imagen B en la [Figura 5](#)).

Los castillos y torres de defensa cuentan con un gran valor histórico en el área estudiada ([Figura 5](#)). La mayoría de los restos de estos castillos corresponden a la época medieval, con pocas modificaciones posteriores. También destacan los castillos o torres defensivas o de vigía situadas en la línea de costa, la mayoría construidas durante el siglo XVII (Observatori del Paisatge, 2010). De los castillos a destacar se encuentran los de Tamarit (en la parte costera oriental de la urbanización La Mora: imagen C en la [Figura 5](#)), Vila-seca, El Catllar o La Riera de Gaià. Respecto a las torres de defensa, en los dominios de la zona de estudio aparece una de las más bien conservadas de la zona: La Torre de la Mora (en la parte occidental costera de la urbanización La Mora: imagen D en la [Figura 5](#)).

Como conjuntos histórico-artísticos ([Figura 5](#)) el CPCT destaca los mismos que los resaltados anteriormente como valores estéticos: el Parque Eco-histórico del Pont del Diable (imagen E en la [Figura 5](#)) y el anfiteatro romano. No obstante, el primer conjunto resulta claramente señalado, ya que, además de ser un conjunto histórico-artístico, también se considera un elemento monumental simbólico (referente al propio acueducto romano) y unos restos arqueológicos. Por tanto, este parque eco-histórico con el acueducto como principal atractivo, tiene un gran valor en la zona de estudio, ya que aglutina valor estético, histórico y simbólico en un mismo elemento.

Además del Pont del Diable, entre los restos arqueológicos con valor histórico ligados al paisaje ([Figura 5](#)), sobresalen los relacionados con la Tarraco romana: La torre dels Escipions (localizada a la línea de costa en el municipio de Tarragona) y la cantera del Mèdol (muy próxima a la

1. Introducción

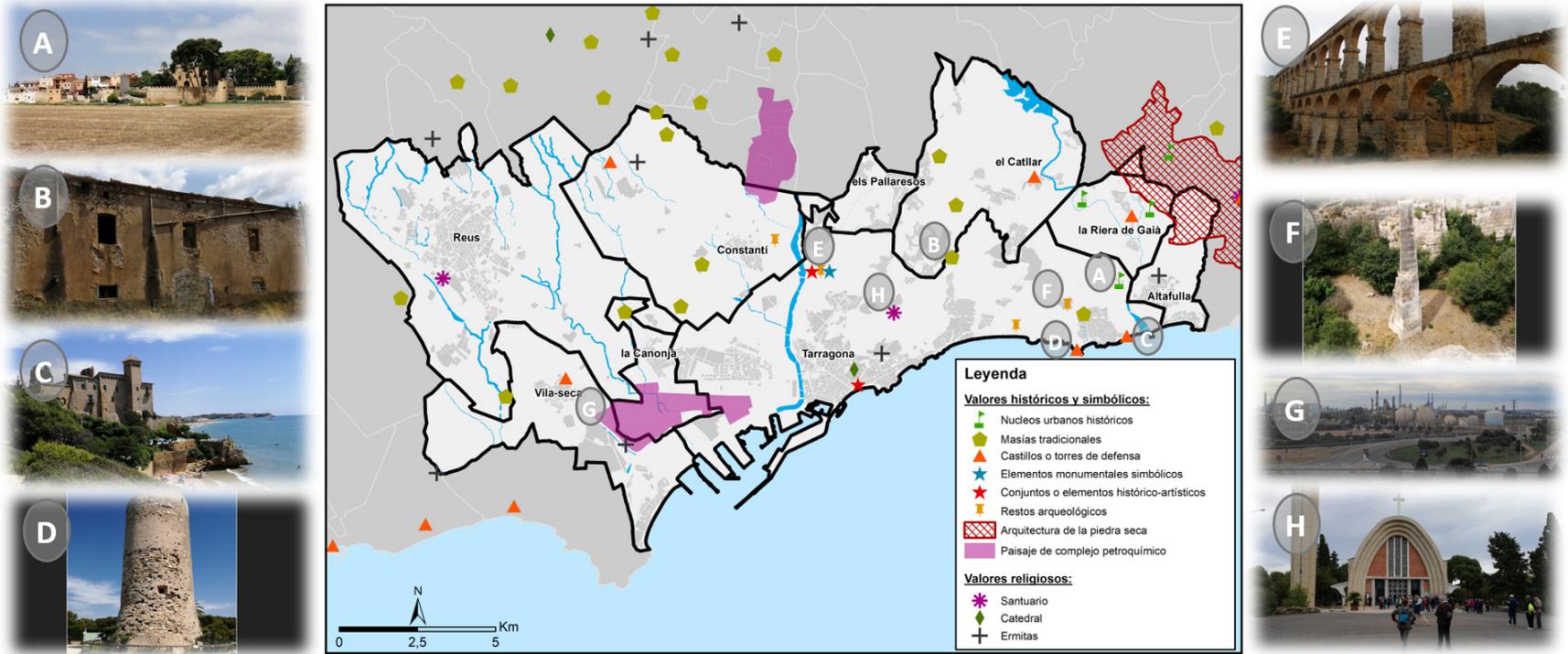
urbanización de La Mora). Según el Ayuntamiento de Tarragona³, esta última, El Mèdol, es una gran hoya de más de 200 metros de largo y una anchura de entre 10 y 40 metros, producida por la constante extracción de piedra en época romana. En el centro de la cantera se levanta una aguja de piedra de 16 metros de altura (imagen F en la **Figura 5**) que marca la cota original de la roca antes de iniciarse la explotación.

Otros valores simbólicos de la zona de estudio (**Figura 5**) corresponden a la arquitectura de la piedra seca, que ocupa una parte muy reducida del extremo oriental de la misma, junto con el paisaje del complejo petroquímico, localizado principalmente en La Canonja, a medio camino entre Tarragona y Vila-seca. Este “Polígono Industrial Entrevies” (imagen G en la **Figura 5**) ocupa unas 1.200 hectáreas de terreno y actualmente es el complejo petroquímico más importante de Cataluña y de España.

En referencia a los valores religiosos del periurbano de Tarragona (**Figura 5**), destacan El Santuario del Loreto (imagen H en la **Figura 5**), situado en una colina con vistas amplias a la ciudad de Tarragona, las ermitas de Tarragona, Vila-seca, Constantí y Altafulla, o la catedral de Tarragona, dedicada a Santa Tecla y ubicada en la parte antigua de la ciudad.

³ Web oficial del Ayuntamiento de Tarragona, Área de Patrimonio. Recuperado de: <https://www.tarragona.cat/patrimoni/museu-historia/monuments/la-pedrera-romana-del-medol>

Figura 5: Valores históricos, simbólicos y religiosos del periurbano de Tarragona.



***Nota:** Las imágenes han sido tomadas por el autor. A: Ferran; B: masía; C: Castillo de Tamarit; D: Torre de la Mora; E: Pont del Diable; F: Cantera del Mèdol; G: Petroquímica (P.I. Entrevies); H: Santuario del Loreto.

Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona.

1. Introducció

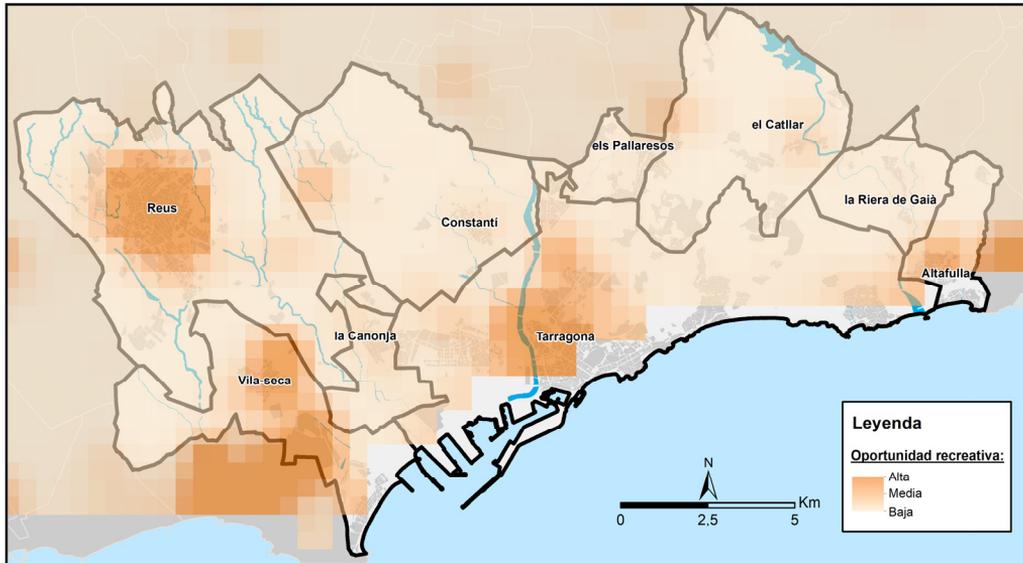
En definitiva, a través del Catálogo de Paisaje del Camp de Tarragona se identifican las diferentes tipologías de valores del paisaje en la zona estudiada que, al mismo tiempo, se relacionan con algunos de los SEC tradicionales: estética y apreciación del paisaje, patrimonio cultural, identitario y simbólico, etc. Sin embargo, los valores recreativos de la zona de estudio, que se relacionarían con el SEC de recreación al aire libre, no se identifican de forma tan clara en dicho catálogo. Aunque caracterizan algunos itinerarios y miradores con el objetivo de apreciar el paisaje, resulta difícil identificar las oportunidades de recreación deportiva al aire libre que presenta esta zona.

Otros organismos intentan cartografiar esta “oportunidad recreativa”, pero a una escala escasamente detallada y con vacíos significativos en los primeros metros respecto a la línea de costa. Es el caso del mapa sobre oportunidades recreativas al aire libre⁴ (Figura 6), elaborado mediante la colaboración entre el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) y el Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA). Este mapa se realiza a partir del análisis de fotografías de la plataforma Flickr, calculando el promedio de imágenes compartidas por usuario y día (PUD, *Photo User Day*). En el mapa se aprecia que los grandes focos con una oportunidad alta para las actividades al aire libre se concentran principalmente en los núcleos urbanos.

⁴ Mapa sobre oportunidades recreativas al aire libre, elaborado por el CREAF y el ICTA. Recuperado de:

https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/infraestructura-verda/serveis-ecosistemics/cartografia/

Figura 6: Mapa sobre oportunidad recreativa al aire libre en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir del CREAM y el ICTA.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

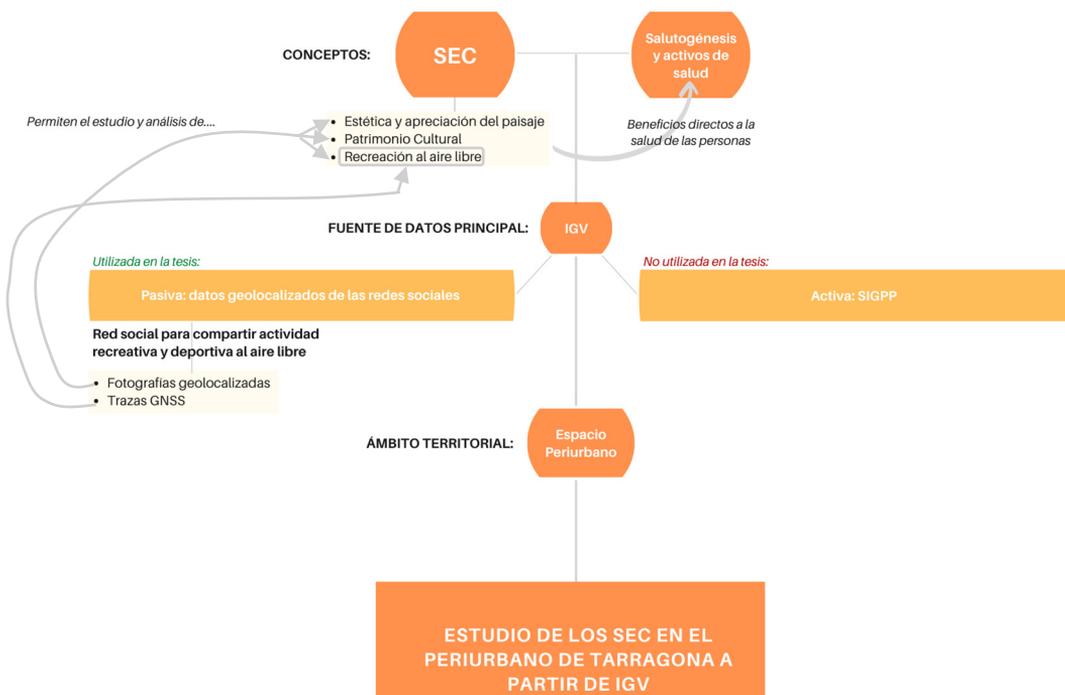
2. Marco teórico

En el presente capítulo se expone el marco teórico o estado de la cuestión sobre los principales conceptos que se tratan en la tesis y que giran en torno a la temática, hipótesis y objetivos de la misma. Considerando que la finalidad principal es estudiar los SEC en el periurbano de Tarragona a partir de IGV teniendo en cuenta su aptitud para proporcionar activos de salud, en primer lugar, se abordan dos conceptos que se interrelacionan entre sí: los SEC y la salutogénesis. En segundo lugar, se contextualiza la IGV, que es la principal fuente de datos utilizada en esta investigación para analizar los SEC, poniendo especial énfasis en la IGV pasiva. Todo ello se enmarca en un contexto o ámbito territorial determinado: los espacios periurbanos. De esta forma, el capítulo se subdivide en dos apartados.

2. Marco teórico

Previamente al inicio de este segundo capítulo, con el fin de facilitar la interpretación de los conceptos detallados y sus relaciones, en la **Figura 7** se estructura el marco conceptual a través del cual se desarrolla este trabajo.

Figura 7: Marco conceptual sobre la temática de la tesis.



Fuente: Elaboración propia.

2.1 Servicios ecosistémicos y salutogénesis

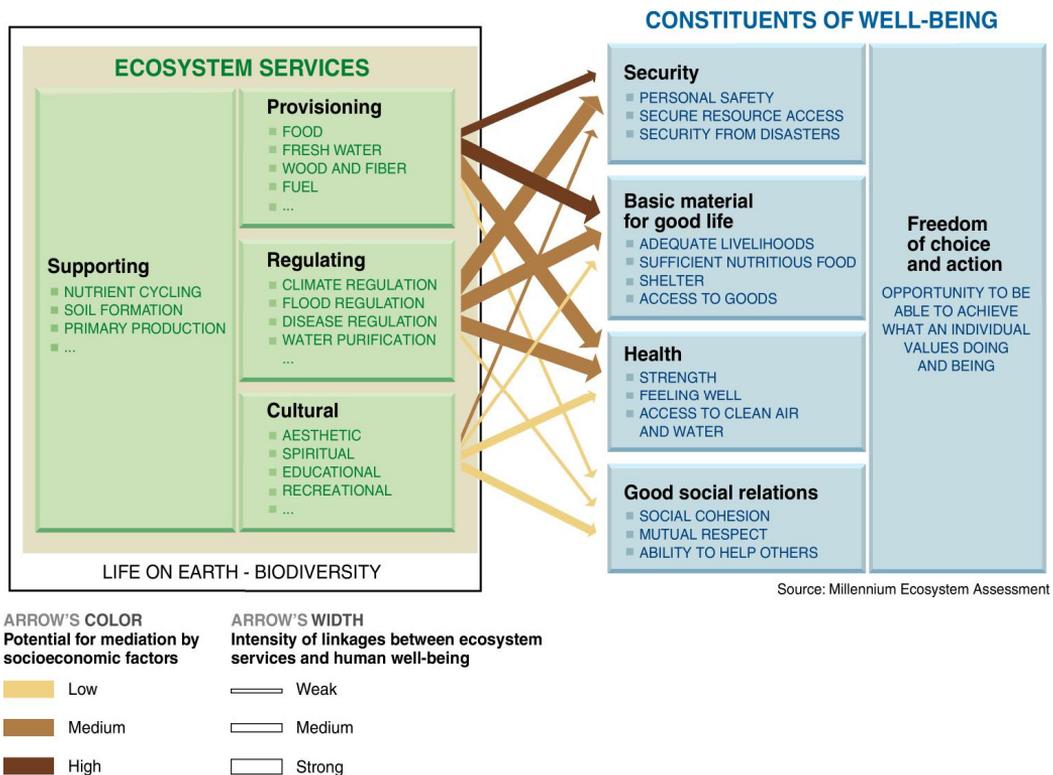
El Millennium Ecosystems Services Assessment Report (MEA, 2005) fue la primera evaluación global integral sobre las implicaciones que los cambios en los ecosistemas tenían sobre las personas. Surgió como resultado de una convocatoria en el año 2000 por el entonces Secretario General de la ONU, Kofi Annan, para evaluar las consecuencias del cambio de los ecosistemas para el bienestar humano (Haines-Young y Potschin, 2010). No obstante, un enfoque basado en los ecosistemas ya surgió como un tema de discusión a fines de la década de 1980 y principios de la de 1990 entre investigadores y políticos interesados en la gestión de la biodiversidad y de los recursos naturales (Haines-Young y Potschin, 2010). Concretamente, se llegó a sugerir que este enfoque generaría políticas más integradas a escala de paisaje y firmemente dirigidas al bienestar humano. El Enfoque Ecosistémico se consolidó en el Convenio para la Diversidad Biológica (CDB), que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993, y que promueve poner las necesidades humanas en el centro de la gestión de la biodiversidad. La principal premisa era identificar claramente los vínculos entre la biodiversidad y el bienestar de las personas para garantizar que las decisiones y políticas derivadas tuvieran plenamente en cuenta el valor de los recursos naturales y la biodiversidad (Haines-Young y Potschin, 2010).

En el primero de los documentos, el MEA, se reconocieron cuatro grandes tipos de servicios ecosistémicos: (1) los servicios materiales o de aprovisionamiento; (2) los que regulan otros medios o procesos ambientales; (3) los relacionados con la cultura o necesidades espirituales de las personas; y (4) los servicios de apoyo que sustentan los tres tipos anteriores. En la **Figura 8** se pueden observar diferentes ejemplos de

2. Marco teórico

servicios bajo cada uno de estos cuatro grandes grupos y su relación directa con los componentes del bienestar humano.

Figura 8: Vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano según el Millennium Ecosystems Services Assessment Report (2005)



Fuente: Millennium Ecosystems Services Assessment Report (MEA, 2005)

Otra organización, la Agencia Europea de Medioambiente (*European Environment Agency*, EEA), también ha tratado el concepto de servicios ecosistémicos estableciendo una clasificación estandarizada. Es el caso de la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) (Haines-Young y Potschin, 2013). Tanto la versión original como la más reciente de CICES definen los servicios ecosistémicos como las contribuciones que los ecosistemas realizan al bienestar humano. La

necesidad de contar con herramientas robustas y de calidad para la clasificación es especialmente importante en el campo de los servicios ecosistémicos (Haines-Young y Potschin, 2018). En este sentido, CICES se desarrolló para reunir las perspectivas de diferentes disciplinas y estandarizar conceptos con la finalidad de que estos sirvan de apoyo al diseño de políticas para la gestión de los servicios de los ecosistemas.

Por tanto, CICES se ha diseñado para recopilar las diferentes formas en que la comunidad científica ha tratado de describir los servicios de los ecosistemas y, siguiendo el uso común, reconoce que las principales categorías de productos de los ecosistemas son los servicios de aprovisionamiento, regulación y los culturales (Haines-Young y Potschin, 2010, 2013, 2018). Para lidiar con el hecho de que las personas trabajan en diferentes escalas espaciales y temáticas, CICES describe estos tipos de servicios por medio de una jerarquía de cinco niveles, donde cada nivel es progresivamente más detallado y específico. Sin embargo, la clasificación es integral o exhaustiva con el objetivo de incluir todo aquello que se puede considerar de manera realista como un servicio ecosistémico. Su funcionamiento se puede comprobar en la [Figura 9](#).

2. Marco teórico

Figura 9: Estructura principal de la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES V5.1)

ABIOTIC ecosystem outputs		
Section	Division	Group
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Ground water for used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Other aqueous ecosystem outputs
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Mineral substances used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Other mineral or non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Maintenance of physical, chemical, abiotic conditions
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Other type of regulation and maintenance service by abiotic processes	Other
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with the abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Other abiotic characteristics that have a non-use value
Cultural (Abiotic)	Other abiotic characteristics of nature that have cultural significance	Other

Fuente: CICES V5.1 (Haines-Young y Potschin, 2013).

Según Haines-Young y Potschin (2010) y C. Zhang *et al.* (2022), los ecologistas tendrán que trabajar cada vez más junto a economistas, geógrafos y un conjunto de otros científicos de las ciencias sociales para comprender mejor el valor que la biodiversidad y los servicios ecosistémicos suponen; para evaluar los costos y beneficios de diferentes estrategias de gestión y para ayudar a diseñar los nuevos sistemas de gobernanza necesarios para el desarrollo sostenible. En este sentido, la cartografía de los servicios ecosistémicos y la construcción de atlas de servicios ecosistémicos facilita trabajar de forma interdisciplinaria.

En definitiva, la integridad de los ecosistemas es fundamental para el bienestar humano, de modo que la investigación científica necesita entender cuáles son los beneficios que las personas obtienen y en qué grado disfrutan de la biodiversidad y la naturaleza. Asimismo, como se

ha visto en la **Figura 9**, los ecosistemas y sus servicios aportan beneficios directos especialmente a la salud de las personas en todas sus dimensiones y, por ello, resulta interesante el análisis de estas interrelaciones, tal y como se aborda en la presente tesis.

En las últimas décadas, el concepto de salud ha evolucionado desde un planteamiento clásico, centrado en la vertiente sanitaria, a un acercamiento integrador que fija la atención en la vertiente socio-ecológica. El concepto de salud, tal y como lo define la Organización Mundial de la Salud (OMS), se puede categorizar en tres dimensiones: física, mental y social (J. Norman *et al.*, 2010). La Carta de Bangkok (OMS, 2005) precisa que la salud es un objetivo fundamental de las comunidades y de la sociedad civil, y reconoce la importancia de “capacitar a la gente para ejercer un mayor control sobre los determinantes de su salud y mejorarla”. Este cambio de planteamiento, sintetizado en el concepto de salutogénesis, es significativo porque implica reconocer que los mismos individuos constituyen la principal fuente de salud, que hay que apoyarlos y capacitarlos a todos los niveles para que se mantengan saludables, y que es necesario crear ambientes favorables a la salud. Por tanto, la salutogénesis es la ciencia del desarrollo de la salud centrada en los factores que fomentan la salud humana y se basa en la relación entre la salud, el estrés y la propia capacidad de gestionar la vida (Kronsted Lund *et al.*, 2020). Desde la filosofía de la salutogénesis, la salud humana es un proceso en continuo desarrollo y esto implica que cada persona puede descubrir sus propias fuentes de salud y decidir lo que necesita hacer para mantener o mejorar su salud mental y su bienestar general (Hernán *et al.*, 2010; Kronsted Lund *et al.*, 2020).

Además, recientemente, la Declaración de Bangkok (ISPAH, 2016) sobre la actividad física para la salud mundial y el desarrollo sostenible

2. Marco teórico

manifiesta que es urgente atender las Enfermedades No Transmisibles (ENT) entre las que destacan la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y respiratorias, el cáncer, la demencia y la mala salud mental. Esta declaración también confirma que uno de los principales factores de riesgo modificables de ENT es la inactividad física y que las medidas para proveer ambientes que faciliten la reducción de la inactividad física brindan beneficios directos para la sociedad, entre los cuales destaca la reducción significativa de los costos en salud.

En la misma línea, la salutogénesis considera los activos de salud como factores que apoyan la salud y el bienestar. Los activos de salud se definen a través de su capacidad para sostener funciones de actividad física, de ocio y recreación, de apreciación del paisaje y de identidad territorial. Por tanto, la conceptualización de activos para la salud sigue la lógica de hacer fáciles y accesibles las opciones sanas, orientadas al bienestar, crecimiento y envejecimiento saludable (Hernán *et al.*, 2010).

Una de las tipologías de Servicios Ecosistémicos (SE) que aporta más beneficios para la salud de la población son los culturales, conocidos oficialmente como Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC). Los SEC, en especial el de recreación al aire libre, se vincula significativamente al concepto de la salutogénesis, basado en los activos de salud, y este vínculo supone la principal línea de investigación de esta tesis. Además, los espacios periurbanos suelen ser unos grandes proveedores de SEC para la población que los habita, ya que, entre otros muchos elementos, pueden estar compuestos por paisaje natural estético que posibilita su apreciación, por infraestructuras o elementos que permiten la recreación al aire libre (senderos, parques, etc.), o por elementos patrimoniales que fomentan la identidad territorial; todos ellos activos directos para la salud de las personas en todas sus dimensiones. Este apartado se estructura en

tres subapartados que abordan los SEC, la salutogénesis y los activos de salud.

2.1.1 Los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC) en espacios periurbanos

Como se ha introducido previamente, los espacios periurbanos pueden contener una oferta variada y de calidad en SEC y, estos, a su vez, proporcionan beneficios significativos a la sociedad. Para comprender mejor dicha interrelación, este subapartado se estructura en dos secciones. En la primera se contextualiza el concepto de los SEC y en la segunda se caracterizan los espacios periurbanos en el contexto de su función como proveedores de los propios SEC.

El concepto de Servicios Ecosistémicos Culturales

Los individuos, las comunidades y las sociedades atribuyen una diversidad de valores a los paisajes. Estos valores se encuentran moldeados por los beneficios y servicios estéticos, culturales y recreativos que brindan esos paisajes (Van Zanten *et al.*, 2016). MEA (2005) define SEC como los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de la recreación, las relaciones sociales, las experiencias estéticas o el patrimonio cultural e identitario, entre otros. La Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) también define los servicios culturales como productos intangibles de los ecosistemas que afectan los estados físicos y mentales de las personas (Haines-young y Potschin, 2013). En diferentes investigaciones sobre SEC indican que los servicios de tipo estético y

2. Marco teórico

recreacional son los más solicitados por parte de la población (Zhang *et al.*, 2020).

Los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC), aun habiendo variaciones en su definición, se caracterizan principalmente por su intangibilidad (Richards y Friess, 2015; Langemeyer *et al.*, 2018; Retka *et al.*, 2019; Clemente *et al.*, 2019; H. Zhang *et al.*, 2020; Arslan y Öürücü, 2021). A pesar del valor de los SEC para el bienestar humano (Havinga *et al.*, 2020; Tian *et al.*, 2021), estos servicios siguen siendo uno de los menos representados en las evaluaciones de SE porque son difíciles de medir debido a su naturaleza intangible (Havinga *et al.*, 2020; Retka *et al.*, 2019). Por tanto, en comparación con otros servicios, la investigación en servicios culturales está infrarrepresentada en la bibliografía científica y aún existen desafíos en relación a su cuantificación y métodos de visualización y representación (Havinga *et al.*, 2020; H. Zhang *et al.*, 2020).

Los espacios periurbanos como grandes proveedores de SEC

El paisaje periurbano, por su amalgama y yuxtaposición de elementos y funciones, ha sido entendido de manera contradictoria: como amenaza y como oportunidad, como espacio de intervención y como espacio banal, como la antítesis de lo estético y, para algunos, incluso como el no-paisaje (Logan y Molotch, 2015). El paisaje periurbano agrupa varios elementos de los que destacan: los crecimientos residenciales recientes, frecuentemente faltos de carácter y eminentemente aterritoriales (Muñoz, 2008); las redes viarias e infraestructuras de acceso a la ciudad, desproporcionadas y poco integradas en el entorno (Lucarno *et al.*, 2015); los polígonos industriales, comerciales y de ocio, de difícil integración estética y fuerte impacto visual; los campos de cultivo fragmentados y residuales y cada vez con menor valor productivo y mayor valor social (Segrelles, 2015).

A pesar de que en términos de calidad del paisaje estas zonas suburbanas suelen encontrarse degradadas y no poseen valores estéticos sobresalientes, pueden ser importantes para mejorar la calidad de vida de las personas, ya que se configuran como una vía de escape del estrés cotidiano característico de la ciudad (Serrano, 2015; Pickering y Rossi, 2016). A menudo, los espacios periurbanos se encuentran dotados de redes extensas de vías verdes, caminos o senderos que se configuran como corredores con grandes beneficios recreativos y con una capacidad única para contribuir al desarrollo sostenible de estos territorios (Keith *et al.*, 2018). En este sentido, se ha demostrado que los espacios periurbanos, y sobre todo aquellos fragmentos con presencia de vegetación natural, son cada vez más utilizados con fines recreativos y de ocio por los habitantes de su entorno (Žlender y Ward Thompson, 2017). Asimismo, se ha verificado que existe una fuerte preferencia por los paisajes seminaturales como bosques, campos o vías fluviales (en oposición a los parques y campos de juego formales), y una alta apreciación y un uso intenso por parte de “corredores verdes” (Žlender y Ward Thompson, 2017).

Aquellos autores que han seguido esta línea de investigación confirman que existe una gran variedad de actividades que se pueden realizar en los espacios periurbanos con el motivo principal de ejercitarse físicamente y escapar del estrés de la vida urbana (Keith *et al.*, 2018). No obstante, también apuntan otro tipo de motivaciones sociales o basadas en la naturaleza con un peso muy importante y con sus correspondientes beneficios culturales y experimentales. El primer grupo de motivos está vinculado a la interacción social y la conectividad comunitaria, y los segundos, los basados en la naturaleza, derivan de la recreación al aire libre en entornos naturales (Keith *et al.*, 2018; Pickering y Rossi, 2016).

2. Marco teórico

Por tanto, en los entornos naturales periurbanos se establecen relaciones funcionales entre sus Servicios Ecosistémicos Culturales y la salud humana (Keith *et al.*, 2018; X. Chen *et al.*, 2019). En este sentido, se ha demostrado que los SEC disminuyen en las áreas centrales urbanas con mayor densidad de población, mientras que las personas en áreas periurbanas con más espacios verdes disponibles valoran más este tipo de servicios (Riechers *et al.*, 2019). En definitiva, los espacios periurbanos, y sobre todo los compuestos por corredores verdes, bosques o vías fluviales, pueden contribuir claramente a la salud y el bienestar de múltiples maneras (O'Brien *et al.*, 2014; Žlender y Ward Thompson, 2017).

La principal diferencia entre los paisajes periurbanos y los urbanos, los rurales y los naturales, es la planificación. En este sentido, el espacio periurbano se ha visto, generalmente, en la práctica de la planificación como un espacio en un estado transitorio, que probablemente se desarrolle en el futuro (Žlender y Ward Thompson, 2017). La planificación y gestión de la interfaz periurbana no puede basarse simplemente en la extrapolación de enfoques y herramientas de planificación aplicados en áreas rurales y urbanas. En cambio, debe fundamentarse en la construcción de una estrategia que responda a aspectos ambientales, sociales, económicos e institucionales específicos del entorno periurbano y que permita atender a las necesidades de los usuarios, basadas en los beneficios que aportan los SEC a su salud, o a otras preocupaciones como a su seguridad y protección (Keith *et al.*, 2018).

2.1.2 La salutogénesis y los activos de salud en la recreación al aire libre

La recreación al aire libre (uno de los SEC más relevantes), particularmente en espacios naturales, puede aportar los siguientes beneficios para la salud: (1) aumento de la actividad física que brinda beneficios cardiovasculares y un mejor control del peso; (2) recuperación de la fatiga mental y restauración del estrés, así como una mejor capacidad de concentración y mayores facultades para hacer frente a las crisis personales; (3) un sentido de pertenencia al entorno que proporciona una mayor satisfacción con la vida y (4), potencialmente, un sentimiento de conexión con otras personas que también realizan actividades recreativas (J. Norman *et al.*, 2010). Con la finalidad de contextualizar este vínculo entre la recreación al aire libre y la salud y bienestar de las personas de la sociedad, el presente subapartado se divide en tres secciones.

La actividad física como base para la salud y el bienestar

Hoy en día, la sobrecarga de trabajo y estudio son comunes en la vida urbana y, junto con los factores ambientales perjudiciales de las ciudades como la contaminación del aire o el ruido del tráfico, pueden tener impactos negativos en la salud de las personas. Estas experiencias se asocian a mayores niveles de estrés fisiológico y psicológico y pueden aumentar el riesgo de síntomas crónicos, incluidas enfermedades cardiovasculares y problemas de salud mental (Li *et al.*, 2022).

Al mismo tiempo, muchos de los desafíos de la salud física, incluida la obesidad y la enfermedad coronaria, también están relacionados con estilos de vida sedentarios y de interior. Por el contrario, las personas físicamente activas tienen menor riesgo de morir por coronariopatías,

2. Marco teórico

diabetes o hipertensión (Barton y Pretty, 2013). La actividad física también tiene la capacidad de aumentar la salud mental, fortalecer los músculos y los huesos y ayudar a mantener la salud en general y la independencia en los adultos más mayores (Barton y Pretty, 2013; Artigues *et al.*, 2020; Zingmark *et al.*, 2021).

En este sentido, la actividad física es recomendada por la OMS como una estrategia esencial para promover la salud (J. Norman *et al.*, 2010; Artigues *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2022;). Muchos estudios sugieren que algunos ejercicios de actividad física, como caminar regularmente, desempeñan un papel fundamental en la mejora de la salud física y mental de las personas, experimentando mejoras en su salud cardiovascular, metabólica, psicológica y social (J. Norman *et al.*, 2010; Artigues *et al.*, 2020; Xie *et al.*, 2022). Según Park *et al.* (2017), algunos organismos recomiendan al menos 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada por semana para que los adultos obtengan beneficios sustanciales para la salud.

La recreación al aire libre y su impacto sobre la salud

La actividad física es beneficiosa para la salud y, además, el tiempo que se pasa al aire libre está relacionado directamente con el estado físico y emocional de las personas (Kerr *et al.*, 2012). En relación con esta afirmación, Breitenstein y Ewert (1990) identificaron cuatro beneficios para la salud específicamente relacionadas con la recreación al aire libre: beneficios psicológicos, sociológicos, educativos y físicos.

En referencia a los beneficios psicológicos, la salud emocional se ve favorecida por la recreación al aire libre porque se reducen los niveles de ansiedad y estrés (Breitenstein y Ewert, 1990; Kerr *et al.*, 2012; Olafsdottir *et al.*, 2020; Zingmark *et al.*, 2021). En cuanto a los beneficios sociales de la

recreación al aire libre, estos incluyen la cooperación grupal, el respeto por los demás y las habilidades de comunicación (Breitenstein y Ewert, 1990). Así, las actividades recreativas al aire libre exigen que los miembros de un grupo trabajen juntos hacia un objetivo común. Además, esta "experiencia compartida" puede ser un agente impulsor del cambio y del desarrollo individual en las relaciones y actitudes de uno hacia los demás (Breitenstein y Ewert, 1990). Respecto a los beneficios físicos de las actividades recreativas al aire libre, estas contribuyen en uno o más elementos importantes de la aptitud física, como la resistencia, la fuerza, la flexibilidad y el mantenimiento del peso deseado (Breitenstein y Ewert, 1990; J. Norman *et al.*, 2010; Kerr *et al.*, 2012; Hill y Gómez, 2020). Por último, aunque los beneficios intelectuales o cognitivos derivados de la recreación al aire libre son quizás los menos evidentes, se ha demostrado que el ejercicio, el juego y las actividades al aire libre se asocian positivamente con el rendimiento escolar, o con las puntuaciones obtenidas en pruebas de rendimiento y creatividad (Breitenstein y Ewert, 1990; Zingmark *et al.*, 2021; Xie *et al.*, 2022).

Además de las ventajas detalladas en el párrafo anterior, la recreación al aire libre puede ser especialmente beneficiosa para algunos segmentos poblacionales como la gente mayor, desde el punto de vista del envejecimiento activo (Kerr *et al.*, 2012; Barton y Pretty, 2013; Zingmark *et al.*, 2021). A medida que aumenta el número de adultos mayores, las políticas y acciones sobre el envejecimiento activo se convierten en una estrategia social cada vez más importante. La OMS define el envejecimiento activo como el proceso por el cual se optimizan las oportunidades de salud, participación y seguridad a fin de mejorar la calidad de vida de las personas a medida que envejecen. Por tanto, desde una perspectiva social, el envejecimiento activo se refiere a los procesos de optimización de las oportunidades de salud (física, mental y social), y

2. Marco teórico

de la participación y la seguridad (Zingmark *et al.*, 2021). Esto incluye mejorar las opciones en relación con la accesibilidad desde diferentes nodos (transporte, vivienda, ambientes al aire libre, servicios, etc.) y la inclusión (lucha contra la edad, voluntariado, etc.).

En los estudios de Barton y Pretty (2013) y Kerr *et al.* (2012) se relacionó el estar al aire libre y estar activo con un mayor estado físico, menos miedo a caerse y menos síntomas depresivos para este sector de población. Sin embargo, con el aumento de la edad, es menos probable que los adultos mayores participen activamente en actividades al aire libre debido a limitaciones en la salud, la seguridad personal, la capacidad física y la discapacidad. Si tales limitaciones conducen a la desconexión involuntaria de la recreación al aire libre, los beneficios para la salud y el bienestar también pueden verse afectados negativamente (Zingmark *et al.*, 2021).

Los beneficios para la salud de la recreación al aire libre en entornos naturales

Cualquier actividad física en entornos naturales se denomina generalmente “ejercicio verde”, y se considera que al ser realizado en ambientes agradables puede tener un efecto positivo mayor sobre la presión arterial, una medida importante de la salud cardiovascular, y sobre la salud mental (Barton y Pretty, 2013). Diferentes estudios muestran que el ejercicio verde a menudo mejora la salud tanto física como mental (Barton y Pretty, 2010; Calogiuri y Elliott, 2017; Hill y Gómez, 2020; Li *et al.*, 2022). Al mismo tiempo, algunos autores han establecido que existen diferencias entre los diferentes tipos de ejercicio verde al aire libre. Por ejemplo, Olafsdottir *et al.* (2020) determinan que la caminata recreativa en la naturaleza tiene efectos restauradores sobre el estado de ánimo y las respuestas psicofisiológicas al estrés, más allá de

los efectos de la exposición pasiva (sin realizar actividad física) a la naturaleza o el simple ejercicio físico en entornos no naturales. En esta línea, Hill y Gómez (2020) concluyeron que, de entre los ejercicios verdes basados en la actividad física (p. ej. ciclismo de montaña, paseos en bote, actividades en el bosque, equitación, caminatas y pesca), el ciclismo de montaña es el que en general consume la mayor cantidad de calorías, lo que conduce a una mayor pérdida de peso por parte de sus usuarios y, presumiblemente, a una mejor salud física.

Además, el ejercicio en entornos naturales boscosos puede tener algunas ventajas sobre el realizado en espacios verdes urbanos (Li *et al.*, 2022). Por tanto, no únicamente es respaldada la idea de que el ejercicio verde presenta mayores beneficios sobre la salud que el ejercicio en entornos no naturales, sino que también se refuerzan las ventajas de los entornos naturales boscosos sobre los espacios verdes urbanos para mejorar algunos aspectos de salud, especialmente en referencia a la salud mental.

Del mismo modo, el ejercicio en entornos naturales se suele concentrar en espacios públicos abiertos debido a que son grandes proveedores de naturaleza (Giles-Corti *et al.*, 2005; Hill y Gómez, 2020; Li *et al.*, 2022). Por tanto, los usuarios de espacios públicos de recreación al aire libre tienen el triple de probabilidades de cumplir con los niveles de actividad física recomendables (Hill y Gómez, 2020). Además, la proximidad a espacios verdes se asocia a un menor riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y diabetes (Barton y Pretty, 2010; Hill y Gómez, 2020; Xie *et al.*, 2022). Algunos de los factores que influyen en el uso de los espacios públicos abiertos incluyen la proximidad percibida, la accesibilidad, la presencia de elementos naturales y la disponibilidad de servicios como senderos para la recreación deportiva al aire libre, además de su mantenimiento (Giles-Corti *et al.*, 2005).

2. Marco teórico

Para algunos sectores concretos de la población, la recreación al aire libre en entornos naturales también aporta beneficios desde el punto de vista de la salutogénesis. En comparación con otros adultos, las personas mayores tienen una mayor motivación para caminar en un entorno natural (Zhai *et al.*, 2020). Además, un área natural más grande puede contribuir a un mejor estado de ánimo y a inducir a las personas mayores a quedarse más tiempo y caminar más. Por ejemplo, en el estudio de Zhai *et al.* (2020), realizado en 15 parques urbanos vecinales (con un área inferior a 10 ha) de Shanghái (China) que incluyó a 234 participantes de la tercera edad, los resultados indicaron que, para la gente mayor, algunas características de los espacios públicos abiertos como la longitud de los senderos que los atraviesan o el total de superficie natural, además de la presencia de equipamientos como equipos de gimnasia al aire libre, fueron elementos positivos que indujeron a caminar más y gastar mayor cantidad de energía. En definitiva, dado que la recreación al aire libre es importante para muchos adultos mayores, las actividades en la naturaleza tienen el potencial de impactar en la salud y el bienestar y, en última instancia, promover el envejecimiento activo (Zingmark *et al.*, 2021).

2.1.3 Los senderos como activos de salud

Los senderos o caminos de recreación y las actividades deportivas al aire libre, debido a los beneficios directos e indirectos que reportan a la salud y bienestar de las personas (Corning *et al.*, 2012; Wan Omar *et al.*, 2012; Watts y Bauer, 2021), son grandes activos de salud para la población que los utiliza. Este argumento es analizado con detalle en las cuatro secciones en el que divide el presente subapartado.

El uso de los senderos y sus beneficios para la salud

Caminar, montar en bicicleta o correr son actividades físicas comunes para los usuarios de senderos (Corning *et al.*, 2012; Zingmark *et al.*, 2021). Por ejemplo, en el estudio de Wang *et al.* (2004), el 97 % del conjunto de usuarios de senderos eran senderistas, ciclistas o corredores. Debido a esta confluencia de diferentes actividades y tipos de usuario, se suelen denominar senderos multiuso o multiactividad. En algunos casos y según el grado de naturalidad que presenten, se pueden denominar vías verdes⁵.

La mayoría de los senderos se utilizan principalmente para la actividad física y, según Corning *et al.*, (2012), las personas preocupadas por su condición física consideran que los senderos son más importantes para ellos que para otros usuarios menos motivados por conseguir mejorar su estado de forma físico. No obstante, además del ejercicio físico, las motivaciones más frecuentes para el uso de senderos son disfrutar del aire libre, relajarse, apreciar la naturaleza y gozar del sentimiento de independencia que generan (Corning *et al.*, 2012; Wan Omar *et al.*, 2012; Watts y Bauer, 2021). Aunque en algunas ocasiones también pueden tener la función de vías de comunicación, la mayoría de los senderos se utilizan con fines recreativos y escasamente para desplazamientos o como medio de transporte (Wan Omar *et al.*, 2012).

A las consideraciones anteriores es necesario añadir que las actividades que se realizan en los senderos tienen un efecto positivo en el tiempo dedicado al ocio familiar, en la capacidad de hacer ejercicio, en el

⁵ No confundir con el significado que se le asocia al termino de “vía verde” en España: sendas para uso peatonal, ciclista y a caballo en el medio natural resultado del acondicionamiento de infraestructuras en desuso, principalmente antiguas vías férreas.

2. Marco teórico

desarrollo de habilidades físicas, en el fomento de la amistad o en las relaciones sociales; influyendo y mejorando directamente la salud física y mental de las personas que los utilizan (Corning *et al.*, 2012). Por ejemplo, en el estudio de Corning *et al.* (2012) centrado en analizar los beneficios y preocupaciones de quienes viven y poseen propiedades contiguas a un sendero, este se concebía como un lugar óptimo para que las familias pasaran tiempo juntas y se relacionaran. Asimismo, en este estudio, en el cual entrevistaron a una muestra de propietarios con terrenos adyacentes a un conjunto de senderos de Bloomington (Indiana, Estados Unidos), los senderos proporcionaban un ambiente de aprendizaje divertido, experiencial e interactivo para los niños, sin las distracciones electrónicas típicas del día a día.

Desde el punto de vista geográfico, la semirruralidad de los senderos suele proporcionar una oportunidad de interacción con el entorno natural que, junto con sus otros beneficios, puede mejorar la calidad de vida de sus usuarios. En el mismo estudio, Corning *et al.* (2012) encontraron beneficios para la salud o derivados de los elementos naturales al observar los arroyos que fluyen junto a los senderos, ver plantas y animales y experimentar las vistas asociadas con las áreas abiertas semirurales. Los senderos que conectan las áreas periurbanas y rurales con un núcleo urbano brindan una infraestructura de primer orden que se configura en una base sólida para una vida activa (Schasberger *et al.*, 2009); por tanto, los senderos son aliados excepcionales para llevar una vida activa en las áreas suburbanas y rurales. Estos senderos pueden ser especialmente importantes en las comunidades rurales normalmente envejecidas, con un alto riesgo de padecer enfermedades crónicas y que carecen de acceso a muchos programas de salud pública e instalaciones de entrenamiento físico (Wiggs *et al.*, 2008). De este modo, los senderos públicos son una forma de brindar oportunidades equitativas y accesibles

para las áreas rurales donde existe escasa infraestructura para realizar ejercicio físico (Park *et al.*, 2017).

La proximidad, disponibilidad y accesibilidad a los senderos como factores clave para la promoción de la salud

Según Corning *et al.* (2012), es más probable que las personas que viven cerca de un sendero lo utilicen para hacer ejercicio físico que las personas que viven alejadas. Por tanto, la proximidad a senderos o vías verdes juega un papel fundamental en la promoción de la salud (Schasberger *et al.*, 2009; Xie *et al.*, 2022). Por ejemplo, en el estudio de Xie *et al.* (2022) se explora el impacto de una intervención en un sendero o vía verde (*Greenway* en inglés) de un gran parque urbano de Wuhan (China) sobre los resultados de salud de los residentes. Concretamente, recolectaron datos de 1.020 participantes que vivían a una distancia de 5 km de la red viaria de los accesos a esa vía verde, antes y después de la intervención (en 2016 y 2019, respectivamente). Concluyen que los residentes que vivían dentro de un radio de 2 km a los senderos obtuvieron cambios positivos en su salud mental.

Por consiguiente, para optimizar los beneficios sobre la salud, es imprescindible tener en cuenta el grado de accesibilidad a los senderos y a las vías verdes por parte de los residentes que viven en áreas circundantes (Xie *et al.*, 2022). Sin duda, una mejora de la accesibilidad a estas infraestructuras incrementaría su uso. En este sentido, queda claro que la disponibilidad y accesibilidad a senderos puede fomentar la adopción y el mantenimiento de opciones individuales para mantenerse activo (Brownson *et al.*, 2000; Neff *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2004; Wan Omar *et al.*, 2012; Xie *et al.*, 2022). Por ejemplo, Evenson *et al.* (2005) aseguran que aquellas personas que disponían de lugares para caminar, como los senderos, eran significativamente más propensas a cumplir con las

2. Marco teórico

recomendaciones de actividad física prescritas por los expertos que las que no los tenían. En esta línea, Wang *et al.* (2004) establecieron que la mayoría de los usuarios de senderos realizaban actividad física al menos 3 días a la semana, lo que implica que, si hay senderos disponibles, las personas físicamente activas los utilizarán.

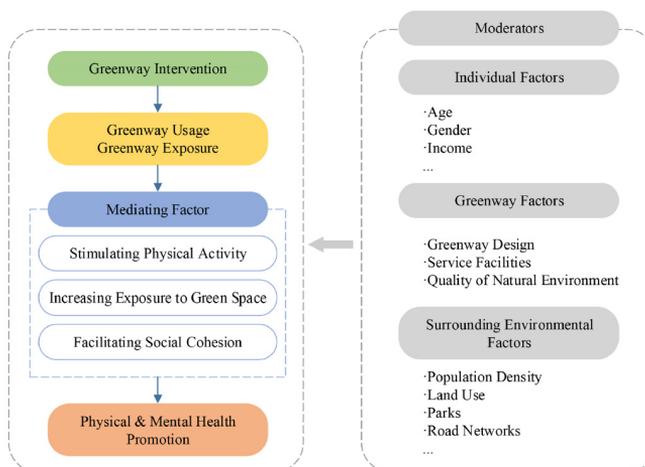
Para determinados sectores poblacionales también resulta beneficioso la disponibilidad y accesibilidad a senderos de recreación. En Corning *et al.* (2012) una pareja de jubilados reconocía que vivir junto al sendero había marcado una diferencia significativa en su rutina de ejercicios: “Estamos haciendo más ejercicio que nunca, en lugar de sentarnos y mirar la televisión saldremos y caminaremos por el sendero porque lo tenemos cerca”(Corning *et al.*, 2012:281). El estudio de Zhai *et al.* (2020), anteriormente descrito, descubre que la longitud total del sendero presenta una correlación directa con el número total de pasos que dan las personas mayores que lo utilizan. Por tanto, un sendero más largo brindará más oportunidades para que las personas mayores caminen más.

La construcción e intervención de senderos como activos de salud

Establecer una red de senderos para caminar o realizar otro tipo de actividad física es una intervención que puede disminuir las barreras que reducen la comodidad o dificultan la accesibilidad fomentando la actividad física continuada, porque los senderos se convierten en un equipamiento permanente en la comunidad (Brownson *et al.*, 2000). En definitiva, la creación de senderos o vías verdes estimula directamente su uso por parte de los residentes cercanos, lo que aumenta su actividad física, la exposición a los espacios verdes y la cohesión social y, en última instancia, mejora su salud física y mental (Xie *et al.*, 2022) (Figura 10). Por ejemplo, Brownson *et al.* (2000) sugieren que la habilitación de senderos

para caminar puede ser una estrategia de intervención viable para la promoción de la salud, especialmente entre las subpoblaciones con mayor riesgo de inactividad física (p. ej., personas de bajo nivel socioeconómico y personas mayores). Otro ejemplo destacable es el de Park *et al.* (2017) que se involucraron en la construcción de 40 senderos en el sureste rural de Missouri para aumentar el acceso y promover la actividad física entre los residentes. Después de la puesta en marcha de los senderos, las pruebas de colesterol realizadas sugirieron una posible reducción en el riesgo de enfermedad cardiovascular. Del mismo modo, otros estudios han demostrado una relación inversamente proporcional entre las intervenciones en vías verdes y senderos sobre el comportamiento sedentario, lo que indica que estas actuaciones pueden facilitar cambios de comportamiento saludable en la población (Xie *et al.*, 2022).

Figura 10: Marco conceptual sobre la relación entre intervenciones en vías verdes y los resultados en la salud.



Fuente: Imagen procedente de Xie *et al.* (2022)

Por tanto, una de las estrategias sugerida para abordar las preocupaciones sobre la contaminación y la obesidad es proporcionar una red de senderos alrededor del centro de la ciudad y sus vecindarios que

2. Marco teórico

promuevan una vida activa tanto para residentes como para turistas (Wan Omar *et al.*, 2012).

Aunque un entorno propicio para la actividad física se considera un componente esencial en las estrategias de promoción de la salud de la población, se desconoce la rentabilidad de determinadas intervenciones, como la construcción de senderos para bicicletas y peatones (Wang *et al.*, 2004; Zhai *et al.*, 2020). Para desarrollar o ejecutar dichas actuaciones, los gestores del territorio y las organizaciones vecinales necesitan información sobre el coste y la eficacia de las intervenciones ambientales (Wang *et al.*, 2004). No obstante, muchos de los proyectos de senderos no implican un alto coste. Por ejemplo, un estudio de seis senderos en una ciudad mediana del Medio Oeste de Estados Unidos de América estimó que una inversión de 1 dólar en senderos de usos múltiples ahorraría alrededor de 3 dólares en costes médicos (I.-M. Lee y Buchner, 2008).

Las características de los senderos seguros y saludables

Las características individuales de cada sendero y del entorno construido por el que transcurren impactan en los resultados de salud de los residentes (Xie *et al.*, 2022) (ver [Figura 10](#)). Es el caso que estudian Neff *et al.* (2000), donde la mayoría de los usuarios de sendero analizados tenían entre 20 y 50 años, eran mujeres y la ubicación y la seguridad se mencionaron como los principales factores para el uso de estos. Según Wan Omar *et al.* (2012), existe un conjunto de características de los senderos que son importantes para influir en el comportamiento y la actividad física de las personas. Estos incluyen dotarlos de medios de seguridad frente al tráfico y la delincuencia, contar con una superficie o pavimento adecuados, ser accesibles para sillas de ruedas, contar con vistas panorámicas, instalaciones y equipamientos junto a los senderos y realizar un mantenimiento regular. Una combinación de estas

características ayuda a crear senderos más amigables, adaptados y atractivos para la recreación al aire libre. Según Xie *et al.* (2022), otros estudios centrados en las características de las vías verdes, es decir, en el diseño de las vías verdes, las instalaciones de servicio y la calidad del entorno natural, afirman que estas influyen en las preferencias de las personas y en su uso. Por lo tanto, un paisaje de alta calidad y con suficientes instalaciones de apoyo, como áreas de estacionamiento o de descanso, alientan a las personas a participar en las actividades de las vías verdes, generando así mayores beneficios para la salud colectiva. Al mismo tiempo, un mayor grado de diversidad de usos a lo largo de la vía verde puede proporcionar más destinos potenciales para sus usuarios, lo que a su vez tiene un impacto positivo en el uso de la vía verde (Xie *et al.*, 2022).

En los caminos o vías verdes, las instalaciones como las áreas de descanso adaptadas y, en especial, los bancos, son importantes sobre todo para aquellas personas con condiciones físicas limitadas que necesitan descansar regularmente (Artigues *et al.*, 2020; Zingmark *et al.*, 2021). Por esta razón, se considera que los ítems que evalúan directamente la caminabilidad de un sendero no solo se determinan a partir del pavimento y las condiciones del entorno inmediato, sino también han de tomar en consideración la presencia de suficientes bancos, luz y arbolado; aspectos que se incluyen en el bloque de infraestructuras del entorno que fomenta la actividad física (Artigues *et al.*, 2020).

En el caso de las personas mayores, las características del sendero también condicionan su propio uso. En este sentido cabe destacar el estudio de Zingmark *et al.* (2021) en el que algunos encuestados de edades avanzadas claramente evitaron los terrenos irregulares, como senderos con muchas raíces, o colinas con pendientes. En cambio, destacaron la

2. Marco teórico

importancia de las carreteras pavimentadas y los senderos anchos para caminar: “Cuando entro en la naturaleza, puedo caminar en el bosque, pero uno se tambalea con los años, así que me limito a caminos llanos y pavimentados. Ya no camino mucho en la naturaleza salvaje; es duro y difícil caminar” (Zingmark *et al.*, 2021:8). Otros de los encuestados reflejaron la necesidad de equipamientos de confort: “Si tuviera que reclamar algo, como persona mayor que soy, es que no hay lugares para sentarse o descansar a lo largo del camino.” (Zingmark *et al.*, 2021:8).

2.2 La Información Geográfica Voluntaria (IGV) para el estudio de los SEC

La cartografía web o *web mapping* ha popularizado la información geográfica, divulgado la cartografía y democratizado los Sistemas de Información Geográfica (SIG); estas nuevas aplicaciones han hecho llegar la información geográfica al ciudadano hasta el punto de convertirla en algo cotidiano (Goodchild, 2007; Rodríguez *et al.*, 2009; Plantin, 2014).

En este sentido, la participación de los usuarios en la generación de información geográfica ha dado lugar a la neogeografía, también llamada Información Geográfica Colaborativa (IGC), Información Geográfica Voluntaria (IGV) o Ciencia Ciudadana (CC) (See *et al.*, 2016) que se define como aquellas técnicas y prácticas que permiten a usuarios no experimentados generar y compartir información geográfica en Internet de manera voluntaria (Goodchild, 2007; Elwood *et al.*, 2012).

Elwood *et al.* (2012) distinguen tres grupos de iniciativas orientadas a compartir IGV. El primero engloba aquellas dirigidas principalmente al cartografiado de información aportada por el usuario; el segundo a las

encaminadas a capturar, compilar e integrar contenidos geotiquetados, es decir, datos generados a través de servicios basados en la ubicación; y el tercero, a las que permiten a los usuarios compartir información geolocalizada a través de sus redes profesionales o sociales. En el primer grupo se encuentran experiencias como la de Open Street Map o los Sistemas de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP); en el segundo plataformas sociales como Flickr o Panoramio y, en el tercero, plataformas deportivas para compartir actividades al aire libre como Wikiloc, Strava o MapMyFitness.

Por tanto, la IGV se clasifica en dos variantes principales: la pasiva y la activa (See *et al.*, 2016; Bubalo *et al.*, 2019). En la pasiva, el usuario de la plataforma web o red social (p. ej. Flickr o Strava), comparte sus datos georreferenciados sin saber que serán utilizados para la investigación. Por el contrario, en la activa, como en el caso de Open Street Map o los SIGPP, el usuario sabe perfectamente con qué propósito comparte sus datos geográficos y es él quien decide colaborar activamente en la generación de datos para la investigación.

La IGV, como fuente de datos, se considera muy valiosa e innovadora en la investigación geográfica (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019; Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019) y es utilizada para diferentes objetivos como el manejo de áreas naturales protegidas, la gestión de la movilidad urbana, el comportamiento de turistas o la determinación de las preferencias de los usuarios en relación a los lugares visitados, al paisaje o a los SEC (García-Palomares *et al.*, 2015; P. Norman y Pickering, 2017; Palacio Buendía *et al.*, 2019).

Entre las numerosas ventajas que tiene la IGV, Goodchild y Li (2012) destacan el hecho de ser gratuitas, el elevado número y continuidad de

2. Marco teórico

datos que proporcionan y el que ofrecen información que nunca antes se había utilizado espacialmente. No obstante, la IGV también presenta desafíos (Flanagin y Metzger, 2008; Goodchild y Li, 2012) y limitaciones en relación con su calidad que se abordarán en la correspondiente sección de este subapartado.

Tradicionalmente, para la evaluación del uso de SEC se han utilizado métodos incardinados en enfoques sociológicos como entrevistas, encuestas/cuestionarios o grupos focales (Plieninger *et al.*, 2013; Richards y Friess, 2015; Richards y Tunçer, 2018; Zhang *et al.*, 2020; Tian *et al.*, 2021). Estos métodos, aunque ofrecen información relevante, siempre han supuesto una gran inversión de tiempo y, por lo tanto, de dinero (Richards y Friess, 2015; Richards y Tunçer, 2018).

En los últimos años se han utilizado nuevas metodologías y fuentes para la evaluación y estudio de los SEC, incluso algunas de estas se suelen combinar con otras de carácter tradicional (Dunford *et al.*, 2018). Una de ellas es la IGV, fuente relativamente novedosa para la investigación de los SEC y de la que destacan dos variantes: (1) la cartografía participativa, también llamado SIG participativo (PGIS) o SIG de participación pública (SIGPP) que analiza la relación entre la ubicación y los SEC percibidos por la población (p. ej. Brown *et al.*, 2012; Brown y Fagerholm, 2015; Fagerholm *et al.*, 2012; Palacio Buendía *et al.*, 2019; Plieninger *et al.*, 2013) y (2) los datos georreferenciados de las redes sociales (p. ej. Richards y Friess, 2015; Gliozzo *et al.*, 2016; Guerrero *et al.*, 2016; Richards y Tunçer, 2018; Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Àvila *et al.*, 2019; Clemente *et al.*, 2019; Gosal *et al.*, 2019; Retka *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2020; Ghermandi *et al.*, 2020; Gosal y Ziv, 2020; Havinga *et al.*, 2020; Ros-Candeira *et al.*, 2020; Rossi *et al.*, 2020; Ruiz-Frau *et al.*, 2020; Arslan y Örüçü, 2021; Tian *et al.*, 2021). En relación a la segunda opción, se considera que, el uso de estos

datos geolocalizados disponibles gratuitamente en las redes sociales como un aproximación para estudiar las tendencias espaciales en distintos campos, es una práctica interesante, de rápido crecimiento y que presenta un sinfín de oportunidades para la investigación (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019; Guerrero *et al.*, 2016). Dichos datos proporcionan una huella digital de las actividades de sus usuarios en una gran variedad de formatos (fotografías, rutas GNSS, textos, etc.) y se pueden utilizar para analizar el comportamiento espacial y temporal de las personas (Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019) así como su percepción.

En la presente tesis, se utilizan principalmente datos procedentes de las redes sociales (IGV pasiva) para estudiar los SEC de un área periurbana, en especial el recreativo, y su relación con la salud de las personas. De este modo, este apartado se divide en cinco subapartados. Cabe mencionar que se presta especial atención en contextualizar la IGV pasiva, en comparación con la activa, porque corresponde al tipo de información que predominantemente se utiliza en el desarrollo de esta tesis.

2.2.1 La IGV activa: Sistemas de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP)

El concepto general de "cartografía participativa" describe cualquier proceso en el que las personas comparten la creación de un mapa de modo que se incluye en la IGV. Los métodos SIGPP demuestran un alto potencial para la identificación de los servicios del ecosistema, especialmente los servicios culturales como lugares de recreación y turismo, lugares de patrimonio cultural o la belleza escénica de los

2. Marco teórico

paisajes (Brown y Fagerholm, 2015). En el cartografiado de los servicios ecosistémicos, los participantes identifican y localizan los beneficios directos e indirectos de los ecosistemas que contribuyen al bienestar humano, además de incluir una evaluación de la importancia de los mencionados servicios (Brown y Fagerholm, 2015).

El valor y el significado de los servicios paisajísticos surge de la observación personal y de la experiencia ambiental, y está relacionado con las percepciones subjetivas y la valoración del paisaje (Crow *et al.*, 2006; Zube *et al.*, 1982). Los habitantes locales son los verdaderos expertos de su entorno, para quienes el paisaje es una experiencia vivida con valores tangibles e intangibles (Gustafson *et al.*, 2019). En este sentido, la población puede identificar y cartografiar diferentes valores, percepciones y servicios vinculados al paisaje. Este método de cartografiado de la distribución de servicios paisajísticos basado en el conocimiento local difiere de aquél derivado de información procedente de documentación técnica o científica o del modelado de procesos. Además, la participación de la población local también ofrece la posibilidad de profundizar en la evaluación y la apreciación de los beneficios no materiales que el paisaje y los ecosistemas brindan a los humanos (Fagerholm *et al.*, 2012).

Las evaluaciones cartográficas de servicios culturales deben impulsarse como elementos indispensables en la gestión y protección de los paisajes culturales. La información espacialmente explícita sobre los SEC que incorpora las percepciones diferenciadas de las poblaciones locales proporciona una base rica para el desarrollo de estrategias de gestión sostenible del territorio. Estos podrían realinear las agendas de conservación de la biodiversidad y preservación del patrimonio cultural (Plieninger *et al.*, 2013; Fagerholm *et al.*, 2019).

En los últimos años se ha popularizado esta metodología de participación activa por parte de la población para evaluar los SEC a través de los SIGPP. Por ejemplo, Brown *et al.* (2012) evaluaron el uso de un SIGPP *online* para identificar los servicios ecosistémicos en el condado de Colorado (Estados Unidos). Así, examinaron la distribución de los servicios ecosistémicos, identificaron las características de los participantes en el estudio y exploraron las relaciones potenciales entre dichos servicios.

Otro caso destacable es el de Plieninger *et al.* (2013) en el que aplicaron un SIGPP en cinco aldeas de una Reserva de la Biosfera localizada en la parte oriental del estado de Sajonia, en Alemania. Sus resultados surgen de una combinación de ejercicios de cartografiado y entrevistas estructuradas con 93 personas y muestran que los encuestados relacionan diversos SEC y múltiples ubicaciones a nivel local con su bienestar individual.

En el trabajo de Palacio Buendía *et al.* (2019) se recopilan la percepción de 209 participantes sobre los SEC y el uso público del Parque Natural del Delta del Ebro (Cataluña) a través de la metodología SIGPP. En su caso, diseñaron una encuesta *online*, utilizando la API de Google Maps, HTML y JAVASCRIPT, en la que los encuestados debían de colocar y calificar trece elementos en un mapa interactivo para caracterizar y georreferenciar el uso público. Las variables seleccionadas fueron la accesibilidad, las instalaciones y los servicios, la señalización, la seguridad y las actividades al aire libre.

2.2.2 La IGV pasiva: los datos geolocalizados de las redes sociales

Entre las iniciativas orientadas a crear IGV destacan las que permiten a los usuarios compartir información geolocalizada en sus redes profesionales o sociales (Elwood *et al.*, 2012). En comparación con las fuentes de datos tradicionales, la IGV, y concretamente los datos georreferenciados de las redes sociales como parte de la misma, hace posible una evaluación de los SEC rápida, a gran escala y altamente rentable (H. Zhang *et al.*, 2020). Es posible distinguir dos ejes o líneas de investigación básicas que utilizan grandes cantidades de datos geolocalizados o geoetiquetados de las redes sociales: (1) los enfocados al análisis de los Servicios Ecosistémicos Culturales (SEC) y de los valores del paisaje a partir de fotografías y/o comentarios geoetiquetados y (2) los utilizados para el monitoreo del comportamiento espacial de las personas a partir de las rutas o trazas GNSS que han creado y compartido. Por ello, este subapartado se divide en dos subapartados que atienden dichas componentes de IGV pasiva: las fotografías y las rutas.

2.2.2.1 Las fotografías geolocalizadas de las redes sociales

Como se ha visto anteriormente, el SIGPP se utiliza ampliamente para evaluar y cartografiar los SEC. Sin embargo, suele ser una metodología que requiere mucho tiempo y que únicamente permite abordar escalas espaciales y temporales de reducidas dimensiones. Las evaluaciones basadas en datos geolocalizados y de colaboración colectiva pasiva de las redes sociales presentan nuevas oportunidades para evaluar los SEC a

través de una gran cantidad de datos disponibles y para amplias escalas espaciales y temporales (Depietri *et al.*, 2021).

En este contexto, especialmente las fotografías geoetiquetadas de fuentes colaborativas (p. ej. Flickr, Panoramio o Instagram) brindan una perspectiva interesante sobre las conexiones entre los seres humanos y la naturaleza y facilitan la comprensión de cómo las personas perciben los paisajes y experimentan los SEC (Oteros-Rozas *et al.*, 2018). Estas imágenes contienen información geográfica y temporal, lo que permite el cartografiado de los SEC, en altas resoluciones espaciales y para períodos de tiempo específicos de una manera sencilla y rápida (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019; Ros-Candeira *et al.*, 2020). Por tanto, el análisis de series de fotografías de plataformas sociales ya ha demostrado ser una aproximación adecuada para evaluar y cartografiar SEC en diversos contextos (Guerrero *et al.*, 2016; Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Àvila *et al.*, 2019; Clemente *et al.*, 2019; Arslan y Özücü, 2021).

Numerosos trabajos se acercan al estudio de los SEC mediante fotografías de paisaje o fotografías donde el paisaje tiene un protagonismo destacado (Van Zanten *et al.*, 2016; Gosal *et al.*, 2019; O Karasov *et al.*, 2020). El paisaje muestra los elementos abióticos, bióticos y culturales, y la manera como se interrelacionan y forman configuraciones diferenciadas (Serrano, 2015), por lo tanto, proporcionan una base para entender la manera cómo la población se beneficia de los ecosistemas.

La principal metodología para inferir categorías de SEC en estas fotografías consiste en el análisis de su propio contenido, ya sea de forma manual, automática o híbrida (Clemente *et al.*, 2019; Retka *et al.*, 2019; H. Zhang *et al.*, 2020). De este modo, el presente subapartado se desglosa en

2. Marco teórico

cuatro secciones que abordan el papel de la fotografía y su análisis de contenido para el estudio del paisaje y los SEC.

La fotografía como elemento para el estudio del paisaje y los SEC

Se entiende que una fotografía revela lo que atrae la atención del visitante hacia un sitio, ya sea relacionado con la estética o con los sentimientos íntimos; el acto de tomar una fotografía indica que algo en el paisaje ha llamado la atención, que hay una información que las personas han retenido como algo importante para ellos (Havinga *et al.*, 2020). De esta forma, hacer una fotografía estando inmerso en un paisaje es un proceso de experiencia subjetiva y práctica con ese paisaje y tiene una dimensión perceptiva (Oteros-Rozas *et al.*, 2018). Además, las fotografías exponen las formas históricas, culturales y sociales de ver el mundo, por lo que pueden ser independientes como fuentes de datos y expresiones de las propias ideas (Oteros-Rozas *et al.*, 2018).

En este caso, las fotografías son consideradas como testigos de lo que se observa de un determinado territorio, puesto que sus características quedan reflejadas en la misma. Una fotografía es un componente de inventario que ofrece información visual referida a un punto del espacio, por ello se puede utilizar como soporte para la valoración tanto de la calidad como de la fragilidad de los paisajes, entre otros muchos usos (González Echeverría, 2000).

Las fotografías tomadas por la población proporcionan evidencias de cómo ésta percibe el territorio y qué aspectos de éste le resultan más interesantes, ya sean positivos o negativos. En el caso de que las imágenes las hayan tomado visitantes o turistas, las fotografías proporcionan información creíble de lo que un futuro visitante puede esperar del destino, de modo que los resultados son valiosos para el diseño de la

imagen de promoción de este. En el caso de que la experiencia se lleve a cabo por la población local, la información resultante puede incorporarse en los procesos de planificación incrementando el papel de la sociedad de modo que se alcance una planificación más equitativa.

El análisis de contenido de las fotografías

Según la revisión de Zhang *et al.* (2020), los objetivos de investigación de los SEC a partir de fotografías geolocalizadas de las redes sociales se dividen en las siguientes categorías: (1) evaluar la idoneidad del método para la investigación de los SEC identificando sus ventajas y desventajas; (2) determinar la fiabilidad de estos datos para predecir el número de visitas de una zona; (3) identificar categorías de SEC a partir del análisis de contenido de las fotografías; (4) modelar los patrones espaciales y temporales del uso de los SEC; y (5) explorar los impactos de los atributos ambientales, sociales e instalaciones en la distribución espacial y temporal de los SEC. Uno de los objetivos más interesantes del listado anterior es el que se refiere a la identificación de categorías de SEC a partir del análisis de los contenidos de las fotografías.

El análisis de contenido de fotografías de redes sociales proporciona una herramienta poderosa para estudiar las relaciones entre humanos y naturaleza a escala y generar conocimiento para la conservación y gestión de los ecosistemas y sus servicios (Retka *et al.*, 2019). Asimismo, permite identificar indicadores de SEC individuales y cartografiar sus patrones espaciales (Richards y Friess, 2015).

En esta línea, existen diferentes enfoques para asociar fotografías georreferenciadas con las tipologías específicas de los SEC que reflejan (Ghermandi, Camacho-Valdez, *et al.*, 2020), aunque el más común consiste en analizar el contenido real de las fotografías individuales para

2. Marco teórico

clasificarlas en función de la presencia o ausencia de elementos específicos en categorías como apreciación de la naturaleza, edificios históricos y culturales o infraestructuras turísticas y de recreación (p. ej. Richards y Friess, 2015; Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Richards y Tunçer, 2018; Àvila *et al.*, 2019; Retka *et al.*, 2019; Moreno-Llorca *et al.*, 2020; Ros-Candeira *et al.*, 2020; Ruiz-Frau *et al.*, 2020).

El procedimiento consiste en cuatro pasos: (1) selección de imágenes, (2) establecimiento de categorías de elementos presentes en las mismas, (3) codificación de imágenes y (4) análisis de resultados, y se encuentra en la interfase de procedimientos cuantitativos y cualitativos. Su propósito es codificar y analizar la presencia y frecuencia de determinados elementos o atributos, y derivar clasificaciones homogéneas basadas en la información que contienen (Rose, 2016).

Uno de los pasos más importantes es determinar las categorías de clasificación puesto que estas dan sentido al análisis de contenidos y definen el significado del estudio (Hu *et al.*, 2014). Las categorías seleccionadas deben ser excluyentes, para evitar ambigüedades en la asignación de códigos, y exhaustivas, para no obviar elementos; sin embargo, no deben ser completas, en el sentido que no deben clasificar todo lo que existe en las fotografías sino sólo lo que resulta de interés para el estudio. Durante este proceso, se debe establecer una conexión teorizada (Rose, 2016) entre contenido y contexto, que permita entender de manera efectiva el mensaje de las fotografías (Richards y Tunçer, 2018). Algunos trabajos (p. ej. Ghermandi, Camacho-Valdez, *et al.*, 2020; Arslan y Örüçü, 2021) se basan en clasificaciones de amplia difusión y reconocimiento (p. ej. MEA, 2005; Haines-young y Potschin, 2013), mientras que otros establecen categorías *ad hoc* según los propósitos de su estudio (Oteros-Rozas *et al.*, 2018), o buscan clasificaciones de consenso

(Havinga *et al.*, 2020). El resultado es que no todas las clasificaciones de SEC siguen los mismos criterios, tienen las mismas categorías o son comparables (H. Zhang *et al.*, 2020). Ello no debe sobreestimarse, particularmente si el objetivo de los estudios y la manera de codificar contenidos no es la misma. Un ejemplo al caso son las clasificaciones de Clemente *et al.* (2019) y Tian *et al.* (2021), que son similares pero difícilmente intercambiables.

La codificación de imágenes se realiza mediante etiquetas descriptivas, que han de ser inequívocas, para evitar ambigüedades y duplicidades, y significativas, para capturar todos los elementos de las fotografías que se desea estudiar (Rose, 2016). Para asegurar la bondad de los resultados este proceso ha de ser minucioso, sistemático y replicable, y requiere del establecimiento de reglas en función de lo que se desee analizar y de las categorías de clasificación previamente establecidas. Un aspecto clave en este proceso es la representatividad de las imágenes. Los SEC suelen superponerse y combinarse en distinto grado y manera (Martín-López *et al.*, 2012; Plieninger *et al.*, 2013), y muchas fotografías pueden identificarse con más de un SEC (Clemente *et al.*, 2019). La multiplicidad de correspondencias suele simplificarse mediante criterios cuantitativos, según los cuales una fotografía se asigna al SEC que ocupa la mayor parte de la imagen (Retka *et al.*, 2019) o que se asume como principal (Ghermandi, Camacho-Valdez, *et al.*, 2020), de tal manera que cada fotografía se relaciona con un único SEC (Wood *et al.*, 2013; Rossi *et al.*, 2020). Esta simplificación facilita el proceso de codificación, pero empobrece el análisis de contenidos porque prescinde de elementos contextuales (Richards y Tunçer, 2018), obvia la naturaleza propia de las imágenes (Rose, 2016) y potencialmente generaliza la realidad al construir modelos en los que las opciones de encontrar puntos con confluencia de SEC diferentes se reducen. En cualquier caso, determinar la relevancia de

2. Marco teórico

contenidos es una tarea más difícil de lo que parece, debido a la complejidad de la información gráfica (Hu *et al.*, 2014). Este proceso es delicado y tiene limitaciones porque las motivaciones para tomar fotografías pueden diferir entre usuarios (H. Lee *et al.*, 2019; Oleksandr Karasov *et al.*, 2020) o tener significados solo relevantes para quienes las tomaron (Àvila *et al.*, 2019). En este sentido, en las plataformas dedicadas a compartir fotografías destacan los lugares que los usuarios encuentran lo suficientemente atractivos como para compartir una imagen virtualmente con otros (Alivand y Hochmair, 2017). Además, cualquier fotografía tiene una dimensión artística inherente (H. Zhang *et al.*, 2020), que puede traducirse en sesgos a la hora de realizar valoraciones escénicas (Havinga *et al.*, 2020) o interpretar la realidad (Donaire *et al.*, 2014).

Tipos de análisis de contenido

El análisis del contenido de las fotografías se puede realizar de forma manual o automática. La inspección manual de fotografías requiere una gran inversión de tiempo. Oteros-Rozas *et al.* (2018) estimaron entre 30 y 60 segundos por fotografía, y Richards y Friess (2015) calcularon una hora de trabajo para unas 136 imágenes. Algunos autores registran que esta inversión de tiempo, aunque elevada, es menor de la que se necesitaría para analizar SEC mediante entrevistas (Plieninger *et al.*, 2013). El etiquetado automático comporta menos tiempo de análisis, menos mano de obra y mayor consistencia en la codificación y, además, es preferible para el análisis de un gran número de fotografías y a gran escala (Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Richards y Tunçer, 2018; Zhang *et al.*, 2020). A todas estas ventajas se suma el hecho de que también puede proporcionar otro tipo de información, al distinguir entre diferentes servicios de los

ecosistemas culturales o aspectos del medio ambiente que son de interés (Richards y Friess, 2015; Richards y Tunçer, 2018).

Muchos autores han optado por un análisis manual y visual del contenido de las fotografías para su categorización. Es el ejemplo de Retka *et al.* (2019) con un estudio en el que evalúan los SEC de una área marina protegida en Brasil con unas 2.000 imágenes de Flickr que son clasificadas de forma manual según su contenido y agrupadas entre los nueve servicios del ecosistema cultural que se determinan. Otro caso a destacar es el de Clemente *et al.* (2019), en el que utilizan fotografías de redes sociales para modelar la distribución espacial de las preferencias de las personas por los SEC, cartografiar sus puntos de acceso e identificar las variables determinantes y la correlación espacial entre SEC. Estos autores analizaron una colección de 1.378 imágenes geoetiquetadas tomadas dentro de un parque natural de Portugal y publicadas en Flickr entre 2004 y 2015. Estas fotografías se analizaron y clasificaron de acuerdo con una lista personalizada de SEC que se basaba en la Clasificación Internacional Común de Servicios de Ecosistemas (Haines-young y Potschin, 2013). Asimismo, Oteros-Rozas, Martín-López, Fagerholm, Bieling y Plieninger (2018) realizaron un análisis de contenido de 1.404 fotografías de Flickr y Panoramio que pueden representar SEC. En su estudio comparan cinco ciudades europeas y finalmente, a partir del análisis de contenidos de las imágenes, obtienen el conjunto de características del paisaje y SEC para las diferentes áreas de estudio. Por último, Langemeyer *et al.* (2018) llevaron a cabo un cartografiado de la estética del paisaje y los SEC en la provincia de Barcelona con una metodología participativa basada en expertos y fotografías de origen público (13.460 imágenes de Flickr). Estos autores analizaron, por un lado, la capacidad estética del paisaje y, por el otro, el flujo de la estética del paisaje. La capacidad estética del paisaje se estableció mediante una evaluación espacial de criterios múltiples en la

2. Marco teórico

que participan la cuenca visual y una selección ponderada, basada en la opinión de expertos, de las características del paisaje. El flujo de la estética del paisaje, es decir, la apreciación real que las personas sienten por la estética del paisaje se evaluó analizando las fotografías geolocalizadas de Flickr.

No obstante, en los últimos años, la clasificación automática se está utilizando con mayor frecuencia a partir de *software* de reconocimiento automático de imágenes como Google Cloud Vision (p.ej. Gosal *et al.*, 2019; Richards y Tunçer, 2018; Ghermandi, Sinclair, *et al.*, 2020; Gosal y Ziv, 2020), Clarifai (p.ej. Oleksandr Karasov *et al.*, 2020) o 8bit (p.ej. Àvila *et al.*, 2019; Serrano *et al.*, 2020). La lógica detrás de este procedimiento es la codificación automática mediante etiquetas predefinidas. Se asume que fotografías con contenidos similares se pueden describir con etiquetas similares porque se refieren a realidades similares. Por ejemplo, Gosal, Geijzendorffer, Václavík, Poulin, y Ziv (2019) analizaron más de 20.000 imágenes geoetiquetadas procedentes de Flickr en la región de la Camarga francesa. En ese estudio, se estudia la relación entre el uso público del Delta de la Camarga y los SEC aprovechando el contenido de las fotografías georreferenciadas, que son etiquetadas de forma automatizada con Google Cloud Vision para su posterior categorización. Richards y Tunçer (2018) también etiquetaron fotografías de Flickr (25.000) de una región de Singapur con el mismo *software* y, posteriormente, las clasificaron a partir de un *clúster* jerárquico en categorías relacionadas con SEC. En esta línea, Ghermandi, Sinclair, *et al.* (2020) analizaron el contenido de 111.884 fotografías de Flickr, VKontakte y Panoramio realizadas en Israel, también con Google Cloud Vision, que posteriormente clasificaron en tres categorías (positiva, negativa, neutra) según la polaridad predominante de todas las etiquetas asociadas.

La evaluación del proceso de etiquetado o categorización

Distintos procedimientos estadísticos ayudan a organizar y caracterizar los resultados del etiquetado, y a derivar su conexión con los SEC. Además, con el objetivo de mantener la congruencia y validez del análisis, es necesario asegurar la sistematicidad de las operaciones. Por un lado, la consistencia metodológica se puede conseguir incorporando al equipo operadores entrenados y procedimientos para consensuar desacuerdos. Por ejemplo, Donaire *et al.* (2014) analizaron manualmente fotografías en un destino turístico de montaña y las clasificaron en cuatro categorías. Los tres autores del estudio clasificaron las mismas fotografías por separado y, en los casos en los que detectaron discrepancias, buscaron un acuerdo de manera conjunta para asegurar la robustez de la clasificación. Otros trabajos siguen procedimientos similares (Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Ros-Candeira *et al.*, 2020) con el objetivo de asegurar la fiabilidad de los resultados.

Por otro lado, se puede analizar la bondad de las clasificaciones mediante estadísticos que comparan clasificaciones automáticas con clasificaciones manuales de una muestra representativa de imágenes. Por ejemplo, Ruiz-Frau *et al.* (2020) utilizaron el coeficiente Kappa de Cohen en tres áreas de estudio y obtuvieron valores entre 0,4 y 0,61 para imágenes analizadas con Microsoft Captionbot, mientras que Richards y Tunçer (2018) obtuvieron un Kappa de 0,83 con el algoritmo de Google Cloud Vision.

La bondad del *software* es altamente dependiente de objetos tangibles, y no alcanza los mismos resultados que los de la visión humana (Jácome-Galarza *et al.*, 2020) ya que el resultado se encuentra en función de cómo los algoritmos de análisis responden a parámetros como la luz, el brillo o el color. En cualquier caso, no se ha de perder de vista que el uso de un procedimiento automático de análisis de los contenidos de las fotografías

2. Marco teórico

no excluye categóricamente la participación de las personas. En aquellas fotografías en las que la asignación de contenidos no sea clara, se necesitará un técnico u operador que depure manualmente el resultado. Ello conduce a que algunos trabajos adopten un enfoque híbrido, donde las fotografías etiquetadas con incertidumbre se verifican manualmente para asegurar su correcta adscripción (Àvila *et al.*, 2019).

2.2.2.2 Las trazas GNSS de las redes sociales deportivas

Además de la identificación y localización de los SEC a partir del análisis de contenidos de fotografías procedentes de plataformas sociales tal y como se ha reflejado en el apartado anterior, la IGV ofrece la posibilidad del análisis del comportamiento espacio-temporal de las personas utilizando trazas georreferenciadas. Así, las trazas GNSS procedentes de redes sociales para compartir actividades deportivas al aire libre, como Wikiloc, Strava o GPSies, se aprovechan principalmente para el análisis de movimientos de las personas a través de los paisajes (p. ej. Griffin y Jiao, 2015; Santos *et al.*, 2016) o el estudio del SEC de la recreación al aire libre (p. ej. Campelo y Nogueira Mendes, 2016; Norman y Pickering, 2017; Barros *et al.*, 2019; Jurado, Pérez, y Serrano, 2019; Norman, Pickering, y Castley, 2019).

Las actividades recreativas al aire libre y los movimientos de visitantes son un tema crucial en la gestión, especialmente, de las áreas protegidas. En este sentido, los datos de IGV pueden ser extremadamente útiles para evaluar las actividades y movimientos de los visitantes en espacios abiertos y promete ser una fuente de información de gran valor para las áreas protegidas (Jurado *et al.*, 2019). La IGV ha sido utilizada

recientemente por los responsables de Espacios Naturales Protegidos (ENP) para examinar los patrones de uso de senderos (P. Norman *et al.*, 2019), de modo que, las trazas GNSS que comparten sus creadores y, a la vez, usuarios de redes sociales de carácter deportivo, son las principales componentes para analizar el uso y frecuentación de senderos de recreación deportiva al aire libre (Barros *et al.*, 2022). Por ejemplo, en el estudio de Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez (2019), tomando el Parque Nacional del Teide (Tenerife) como zona de estudio y a través de los datos de una red social para compartir fotografías (Flickr) y trazas de GPS de una plataforma para compartir actividad deportiva al aire libre (Wikiloc), analizan la distribución y comportamiento espaciotemporal de los visitantes, los puntos de interés más visitados o el uso de la red de itinerarios y senderos. Además, a través de estos datos, determinan ubicaciones óptimas para nuevas instalaciones, como puestos de información.

Otro estudio similar (Jurado *et al.*, 2019) utilizó un conjunto de aproximadamente 5.000 trazas GNSS descargadas de Wikiloc para monitorear o analizar el comportamiento espaciotemporal de visitantes del Delta del Ebro, un parque natural del sur de Cataluña. En la misma línea, Campelo y Nogueira Mendes (2016), para el ámbito de estudio del Parque Natural de Sintra-Cascais (Portugal), descargaron un conjunto de trazas GNSS (de ciclismo de montaña) utilizando dos redes sociales de carácter deportivo: GPSies (417 trazas) y Wikiloc (214 trazas). Estas trazas GNSS las utilizaron para medir la intensidad de uso de los senderos del parque natural, comparando los resultados con los datos de ambas plataformas.

De forma similar, P. Norman y Pickering (2017) utilizaron los datos de tres plataformas distintas para compartir deportes al aire libre

2. Marco teórico

(MapMyFitness, GPSies y Wikiloc) con el fin de estudiar tres espacios naturales protegidos del sureste de Queensland, Australia. Concretamente, descargaron un total de 1.398 trazas GNSS, para las actividades de senderismo y correr, que les permitieron desarrollar un análisis espaciotemporal comparativo entre los datos de las tres plataformas. También detectaron el uso informal o actividad recreativa fuera de los senderos oficiales. Un par de años después, los mismos autores (P. Norman *et al.*, 2019) para el mismo ámbito de estudio, añadieron la actividad de ciclismo a las actividades de senderismo y correr, descargando cerca de un millar de trazas de dichas actividades, pero en esta ocasión, procedentes exclusivamente de MapMyFitness. Con esta tercera actividad deportiva incluida, estudiaron las características espaciotemporales de esas rutas por actividades. Además, en otro estudio relacionado (P. Norman y Pickering, 2019), utilizaron las rutas GNSS publicadas en MapMyFitness, Strava y Wikiloc para evaluar la popularidad relativa de 40 parques nacionales, también del sureste de Queensland. Utilizando modelos lineales generalizados, se identificaron las variables topográficas, geográficas, de gestión y ambientales que mejor predijeron la popularidad del parque entre los usuarios.

La investigación que utiliza las redes sociales para monitorear las visitas a las áreas naturales se encuentra en sus primeras etapas (abordando temas como la distribución espaciotemporal y las comparaciones entre plataformas y áreas de estudio), pero se expandirá rápidamente en escala, ubicación e importancia (Teles da Mota y Pickering, 2020). Lo que resulta cada vez más evidente es que la aparición de plataformas web donde las personas comparten datos geográficos proporciona una nueva forma de monitorear cómo estas utilizan los paisajes (P. Norman y Pickering, 2017). Del mismo modo, los datos de IGV pueden ser una manera eficiente, en tiempo y coste, de recopilar datos de visitantes en comparación con otros

métodos, como los contadores de ruta y las observaciones (P. Norman y Pickering, 2017).

El uso de estos datos no solamente permite espacializar e inferir la intensidad de uso de las actividades recreativas en los senderos especializados para ello, sino que también posibilita la identificación de áreas de conflictos potenciales entre diferentes usuarios o actividades y puede ayudar a definir campañas de monitoreo o estudios de campo (Campelo y Nogueira Mendes, 2016). Por ejemplo, en el caso de Santos *et al.*, (2016), con el objetivo de analizar la superposición espacial y el conflicto potencial entre ciclistas de montaña y corredores, se descargaron 342 trazas GNSS de GPSies (realizadas corriendo y con bicicleta de montaña) en un parque urbano (verde) de Lisboa (Portugal).

Aunque la tendencia evidente consiste en evaluar áreas naturales protegidas, recientemente se detecta el interés por estudiar y cartografiar actividades recreativas al aire libre en otros contextos territoriales como áreas rurales, metropolitanas o periurbanas. En esta línea, Santos *et al.* (2022) descargaron un conjunto de 22.031 trazas GNSS de la plataforma GPSies realizadas con diferentes actividades, tanto a pie como en bicicleta, para evaluar los usos recreativos en el Área Metropolitana de Lisboa y el suroeste de Portugal. Además, aprovechando esas trazas, evaluaron el atractivo y uso de un sendero homologado de Gran Recorrido (GR) que pasa por la zona de estudio.

Los trabajos que utilizan las trazas GNSS procedentes de redes sociales deportivas para inferir la intensidad de uso de los senderos demuestran que sus resultados son representativos de los usuarios cuya motivación y objetivo principal son los deportes al aire libre. Sin embargo, en muchos

2. Marco teórico

casos, el proceso de validación está limitado por la falta de datos oficiales sobre el uso de los senderos analizados (Barros *et al.*, 2022).

2.2.3 El análisis del conflicto potencial en la recreación al aire libre a partir de IGV

En la recreación deportiva al aire libre se producen conflictos, normalmente entre diferentes tipologías de usuario (ciclistas, senderistas, etc) o entre usuarios en general y propietarios de caminos o terrenos privados. En este sentido, los senderos multiuso o multiactividad, predominantes en áreas periurbanas, son la principal fuente del conflicto recreativo y los datos procedentes de IGV son de gran utilidad para su estudio. De este modo, el presente subapartado se divide en seis secciones que presentan las tipologías de conflicto recreativo, el papel de la IGV en el análisis de los conflictos y, por último, los conflictos potenciales en áreas periurbanas.

Los tipos de conflicto en la recreación al aire libre

La definición tradicional de conflicto en el contexto de la recreación al aire libre se asocia a la interferencia de objetivos (conflicto interpersonal) donde la presencia física de un individuo o grupo interfiere con los objetivos de otro individuo o grupo (Bury *et al.*, 1983; Carothers *et al.*, 2001). Recientemente se ha indagado sobre la influencia que los valores sociales tienen en el origen y explicación del conflicto ya que, incluso sin existir un contacto directo, este tipo de situaciones puede producirse entre usuarios con diferentes creencias y valores (Carothers *et al.*, 2001; Vaske *et al.*, 2007). Por tanto, en la literatura se identifican dos tipos de conflictos entre usuarios recreativos: (1) el conflicto interpersonal que

2.2 La Información Geográfica Voluntaria (IGV) para el estudio de los SEC

involucra necesariamente un contacto directo o indirecto entre usuarios y se suele relacionar mayoritariamente con las percepciones sobre el riesgo de colisiones o la reducción de la naturalidad del entorno (p. ej. la emisión de ruidos molestos o música); y (2) el conflicto de valor social entre usuarios con diferentes creencias u orientaciones de valor (Pickering y Rossi, 2016). Asimismo, los principales factores que producen conflictos de recreación al aire libre son cuatro: (1) tipología de actividad recreativa; (2) especificidad de recursos (importancia asociada al uso de un recurso de recreación específico para una experiencia de recreación dada); (3) modo de experiencia (diferentes expectativas de cómo se percibirá el entorno natural); y (4) tolerancia de estilo de vida (tendencia a aceptar o rechazar estilos de vida diferentes a los propios) (Jacob y Schreyer, 1980).

La información temporal de detalle es valiosa a la hora de evaluar el riesgo potencial de conflictos en senderos, ya que el conflicto tiende a ocurrir cuando las personas usan la misma ubicación para diferentes actividades al mismo tiempo y con una alta intensidad (especialmente en los periodos vacacionales y fines de semana) (P. Norman *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2016). En este sentido, Arnberger y Eder (2008) observaron que el tipo de interacciones variaban durante el año, apareciendo una disminución de los conflictos entre usuarios en otoño, mientras que la mayoría de conflictos fueron identificados en el mes de marzo (primavera). Durante el invierno se registraron más interacciones entre corredores mientras que en verano, los usuarios a pie interferían más con los ciclistas. Particularmente en mayo, los ciclistas participaron en más del 90% de todos los conflictos.

En el contexto de un sendero multiuso, cuando unas personas se encuentran repentinamente con otras mientras realizan algún tipo de actividad, existe el riesgo de colisiones y la diferencia de velocidad entre

2. Marco teórico

actividades agudiza el peligro (P. Norman *et al.*, 2019). En el estudio de Arnberger y Eder (2008) la mayoría de las interacciones entre usuarios se identificaron como movimientos de esquivar o desplazamiento de la trayectoria de unos para evitar colisiones con otros. Así mismo, los ciclistas, los vehículos de mantenimiento, los grupos de personas numerosos y los niños tenían más probabilidades de participar en un conflicto. Además, características biofísicas como la pendiente o el firme del camino y no solamente aspectos sociales como la velocidad o el comportamiento, pueden favorecer la aparición de conflictos entre usuarios (Santos *et al.*, 2016).

Los senderos multiuso como fuente de conflicto entre diferentes actividades

Los senderos de uso múltiple son un recurso de recreación al aire libre en donde con relativa facilidad se pueden originar conflictos entre usuarios porque se realizan diferentes tipos de actividades que coinciden espacial y temporalmente (Wolf *et al.*, 2018). Esta coincidencia en tiempo y lugar hace que las interacciones entre diferentes tipos de usuario sean frecuentes aumentando de esta forma la probabilidad de potenciales conflictos (P. Norman *et al.*, 2019). El tipo de sendero y su designación como de uso único o múltiple por parte de la administración puede afectar la presencia y la gravedad del conflicto recreativo (Pickering y Rossi, 2016) y, además, las limitaciones de espacio en los senderos pueden conducir a situaciones de aglomeración por lo que se reduce la capacidad del mismo para que los diferentes usuarios alcancen sus objetivos de recreación (Shilling *et al.*, 2012). De esta forma, aunque muchos autores coinciden en que los conflictos entre usuarios de espacios recreativos al aire libre se originan principalmente en caminos muy utilizados o concurridos (Arnberger y Eder, 2008; Shilling *et al.*, 2012;

Santos *et al.*, 2016; P. Norman *et al.*, 2019), el potencial conflicto puede variar entre áreas protegidas urbanas/periurbanas y áreas naturales más remotas, o entre áreas de conservación y lugares más antropizados, como parques de bicicletas de montaña, estaciones de esquí y senderos ferroviarios (vías verdes) (Pickering y Rossi, 2016).

El conflicto potencial entre ciclistas y usuarios a pie

Los conflictos más analizados en la bibliografía científica han sido los que se producen entre ciclistas de montaña y usuarios a pie (senderistas/excursionistas, corredores, etc.) y, en este sentido, la bicicleta se percibe comúnmente como un peligro cuando se considera que sus usuarios conducen demasiado rápido en relación a las condiciones del sendero (por ejemplo, en senderos concurridos y de uso múltiple); no disminuyen la velocidad lo suficiente al acercarse a puntos ciegos; o sorprenden y asustan a otros usuarios porque se mueven de forma rápida y silenciosa (Cessford, 2003; Koemle y Morawetz, 2016; P. Norman *et al.*, 2019). Incluso se considera que, de entre las actividades físico-deportivas en el medio natural más comunes, la práctica de la bicicleta de montaña o todo terreno es de las que produce un impacto ambiental mayor (Farías Torbidoni, *et al.* 2009). Además, algunos de estos ciclistas prefieren senderos de gran variedad que incluyan secciones con diferentes niveles de dificultad (cuesta arriba, llano y cuesta abajo) con tramos que abarcan desde caminos de tierra de ejecución fácil hasta terrenos pedregosos mucho más técnicos. Por lo tanto, utilizan una amplia variedad de senderos legales e ilegales, lo que aumenta el potencial de conflicto con otros usuarios (Koemle y Morawetz, 2016).

En el caso de los ciclistas de montaña, la velocidad de descenso es un factor de gran importancia a la hora de generar conflictos con otros grupos de recreación al aire libre. Así lo demuestra el análisis de Zajc y

2. Marco teórico

Berzelak (2016) en donde los ciclistas en estilo libre o *freeride* y en tramos de descenso reportan conflictos más frecuentes con otros usuarios, particularmente con excursionistas y propietarios de tierras. Mann y Absher (2008) encuentran que los jinetes a caballo y los excursionistas son los grupos que reportaron como principal perturbación social la presencia exagerada de ciclistas de montaña, además de su comportamiento alarmante o amenazador (conducir a demasiada velocidad, pasar demasiado cerca de otros usuarios sin dar señales de su presencia, etc.). Carothers *et al.* (2001), que valoraron el comportamiento de ciclistas de montaña y excursionistas, encontraron que estos últimos eran más propensos que los primeros a experimentar conflictos y que se registraron menos conflictos provocados por el senderismo que por el ciclismo de montaña. En el trabajo de Vaske *et al.* (2007) la mayoría de las interacciones ocurrieron entre senderistas y ciclistas (38% de todas las interacciones); los ciclistas eran más propensos que los caminantes a evitar colisiones al cambiar su posición en el camino. En menor medida, se han estudiado los conflictos entre usuarios motorizados y no motorizados: en Shilling *et al.* (2012) los usuarios no motorizados expresaron su rechazo a la presencia de usuarios motorizados en el mismo itinerario, mientras que los motorizados estuvieron de acuerdo con las rutas de uso múltiple o descartaron la consistencia de las preocupaciones de los recreacionistas no motorizados.

No obstante, muchas veces la percepción del riesgo o impacto no se corresponde con la presencia real de conflictos de recreación, y una mayor conciencia y experiencia puede conducir a una reducción en las percepciones de los problemas (Cessford, 2003). Ramthun (1995) encontró que la sensibilidad tiene un efecto significativo en la atribución real del conflicto y existen factores (como los años de experiencia y la frecuencia

de participación) que pueden hacer que las personas sean más o menos sensibles al comportamiento de otros grupos de usuarios.

Desde este contexto de la percepción, los excursionistas y los ciclistas de montaña parecen percibir el conflicto de manera diferente, ya que los excursionistas sienten que su experiencia se ve negativamente afectada y aprecian más problemas de seguridad que a la inversa. En cambio, la percepción de los ciclistas por parte de los excursionistas puede ser en gran medida positiva (Koemle y Morawetz, 2016).

El conflicto potencial entre usuarios de sendero y propietarios de terrenos privados

Además de los conflictos entre usuarios en el ámbito de los senderos multiusuario, también pueden aparecer conflictos entre los propietarios privados adyacentes a los senderos y sus usuarios (R. L. Moore, 1994). Las preocupaciones mencionadas por los propietarios a menudo tienen que ver con la privacidad, la entrada ilegal y el uso irresponsable de los senderos por parte de los usuarios, mientras que los problemas citados con más frecuencia incluyen el aparcamiento o el paso de vehículos en propiedad privada, la presencia de perros de los usuarios del sendero sin atar y la ocurrencia de daños en su propiedad. No obstante, existe una notable carencia de investigaciones sobre los conflictos que se producen entre usuarios y propietarios de tierras adyacentes a un sendero (Corning *et al.*, 2012).

La IGV como fuente para el análisis del conflicto potencial de recreación al aire libre

En la investigación de los conflictos entre usuarios de senderos multiusuario se han utilizado principalmente dos fuentes de datos de IGV: (1) datos

2. Marco teórico

procedentes de redes sociales deportivas en forma de rutas GPS o (2) datos recopilados mediante un SIG de participación pública (SIGPP).

En el primer caso son los usuarios de la plataforma deportiva (de forma pasiva) quienes comparten su contenido y es el investigador quien descarga la información geolocalizada. A partir de las rutas GPS obtenidas, se superponen espacialmente las intensidades de uso de dos o más actividades o de tipos de usuario diferentes para identificar los potenciales conflictos que recaerán en los lugares con mayor presencia de diferentes usuarios y actividades. Un ejemplo claro es el estudio de Santos *et al.* (2016) en el cual se identifican espacios de conflictividad potencial entre ciclistas y corredores.

El segundo se ayuda de un SIGPP y son los propios usuarios del espacio público los que, de forma voluntaria y activa, comparten su opinión: se realizan preguntas con referencia espacial para que los encuestados puedan informar directamente de ubicaciones conflictivas o lugares donde hayan experimentado algún tipo de problema con otros usuarios o con los propietarios. Por tanto, la cartografía participativa es otra herramienta útil para obtener datos sociales y predecir conflictos potenciales con el objetivo de apoyar la toma de decisiones en la planificación (S. A. Moore *et al.*, 2017). Destaca, en este sentido, el estudio de Wolf *et al.* (2018) en el que utilizan un SIGPP aplicado en un conjunto de parques nacionales de Sídney (Australia) para determinar las ubicaciones conflictivas entre diferentes usuarios como ciclistas o senderistas. De esta forma, cartografiaron la intensidad de usos concurrentes para identificar posibles ubicaciones con conflictos, localizando así los espacios de mayor preocupación. En la misma zona de estudio, se realizó el trabajo de Wolf *et al.* (2015) que combinó un SIGPP con el seguimiento GPS para monitorear a los ciclistas de montaña de y

averiguar las acciones específicas necesarias para mejorar sus experiencias. Otro ejemplo es el análisis de Pietilä (2018) que, mediante un SIGPP lanzado en el Parque Nacional de Oulanka (Finlandia), los visitantes del parque colocaron marcadores predefinidos en un mapa electrónico que representaban experiencias derivadas de visitar ciertas localizaciones y las percepciones de los impactos negativos de la recreación.

La principal limitación que presentan los datos de redes sociales deportivas respecto a los datos procedentes de un SIGPP es que, con los primeros, las tipologías de conflicto entre usuarios o sus necesidades específicas se han de inferir a partir de las coincidencias de diferentes actividades o densidades de rutas y, por tanto, los resultados se centran en establecer conflictos potenciales en base a las huellas digitales que han dejado los usuarios en el territorio. En cambio, con un SIGPP se recibe el *feedback* o realimentación directa del usuario que puede detallar los tipos de conflicto, sus características y las experiencias vividas en ese ámbito.

Gestión del conflicto en senderos multiusuario de áreas periurbanas

Las demandas recreativas y de ocio de los habitantes urbanos y rurales se centran cada vez más en las áreas periurbanas (Komossa *et al.*, 2019). Por tanto, los espacios periurbanos, como grandes proveedores de recreación al aire libre, deben integrar la gestión del conflicto en senderos multiusuario, unos de sus principales activos de recreación al aire libre.

Disponer de una oferta recreativa basada en senderos multiusuario o pistas compartidas requiere que sus administradores sean más competentes en la gestión de conflictos entre los diferentes usuarios (Cessford, 2003). Además, identificar el conflicto potencial entre usuarios de recursos de recreación a partir de las ubicaciones específicas donde es probable que

2. Marco teórico

haya altos grados de interacción es una aportación valiosa para el proceso de planificación de las actividades de recreación (Jacob y Schreyer, 1980). Las estrategias de gestión de los senderos multiuso y de los conflictos involucrados en los mismos son diversas, pero la mayoría coinciden en la necesidad de incidir en la educación y la comunicación de los potenciales usuarios para mitigar el problema (Cessford, 2003; Beeton, 2006; Vaske *et al.*, 2007; Mann y Absher, 2008; Zajc y Berzelak, 2016; Koemle y Morawetz, 2016; Wolf *et al.*, 2018; Neumann y Mason, 2019). La educación y comunicación tiene como objetivo modificar o corregir el comportamiento de los usuarios de los senderos compartidos. Normalmente se realiza a partir de la señalización con información, por ejemplo, de reglas, normas o recomendaciones sobre protección de la naturaleza, acceso responsable, tolerancia con otros tipos de actividad, etc. (Neumann y Mason, 2019; Koemle y Morawetz, 2016; Zajc y Berzelak, 2016). Aunque también se resalta la necesidad de una comunicación bidireccional efectiva para identificar las necesidades del usuario (Neumann y Mason, 2019). En este sentido, es esencial desarrollar estrategias de comunicación dirigidas a grupos de usuarios involucrados con el objetivo de promover usos recreativos diversos y multifuncionales (Mann y Absher, 2008). Además, la estrategia de la educación suele funcionar en mayor medida cuando la fuente del conflicto tiene su origen en una diferencia de valores (Vaske *et al.*, 2007) y, por tanto, las intervenciones de comunicación persuasiva deben considerarse parte del plan estratégico de gestión de conflictos (Beeton, 2006; Wolf *et al.*, 2018). Las entidades y asociaciones, como las de ciclismo de montaña, representan un papel primordial para estimular la participación activa de los usuarios de senderos y promover la educación o las acciones de construcción de puentes o vínculos entre ellos (por ejemplo, trabajo voluntario) (Zajc y Berzelak, 2016).

Otra estrategia popular para tratar el conflicto se refiere a la zonificación de usos incompatibles en diferentes ubicaciones o la designación de senderos para diferentes tipologías de usuario (Koemle y Morawetz, 2016; P. Norman *et al.*, 2019) y se asocia en gran parte al conflicto interpersonal (Vaske *et al.*, 2007). En esta línea, la planificación debe abordar las preferencias de los diferentes usuarios y designar áreas recreativas alternativas con instalaciones especializadas (como parques de actividades específicas) para intentar segregar en estos espacios a los usuarios que lo requieran (Santos *et al.*, 2016). Por el contrario, otros autores apoyan el sendero multiuso pero con un diseño e infraestructura adecuados para varios estilos de circulación y uso, incluido el acceso legal a los mismos (Neumann y Mason, 2019; Zajc y Berzelak, 2016).

Además, la aparición del COVID-19 en 2019 provocó el uso intensivo de muchos parques y senderos públicos para el descanso mental y la realización de actividad física en el tiempo libre (Wynveen *et al.*, 2021). Para reducir la exposición al COVID-19, la Organización Mundial de la Salud recomendó el distanciamiento físico entre personas de al menos un metro. No obstante, algunos comportamientos anecdóticos divulgados por los medios de comunicación sobre el incumplimiento de esta recomendación de distanciamiento llevaron al cierre de espacios verdes y a un replanteamiento general del diseño de parques y senderos para restringir el acceso, prevenir comportamientos de riesgo, limitar la exposición y mantener a las personas seguras (Schneider *et al.*, 2022). En este sentido, a medida que los planificadores trabajan en las crisis del COVID-19, deben abordar estas nuevas fuentes de conflicto entre usuarios derivadas de la pandemia y priorizar los recursos para crear parques y senderos públicos, cada vez más reconocidos como "infraestructura crítica" (Wynveen *et al.*, 2021; Schneider *et al.*, 2022).

2.2.4 La IGV como fuente para la integración de los SEC y la salutogénesis en la planificación de los espacios periurbanos

La identificación y cartografiado de los SEC en espacios periurbanos a partir de fuentes de IGV es un campo poco explorado en la investigación académica. Aunque los estudios de este tipo cubren una gran variedad de tipos de paisajes, son mayoritarios los que abordan territorios protegidos como parques nacionales. En este sentido, la caracterización de los SEC y el cartografiado de su uso en los espacios periurbanos se identifica como una brecha de investigación. La creciente demanda de una variedad de actividades recreativas al aire libre en áreas periurbanas evoca la necesidad de estrategias efectivas de gestión del paisaje basadas en información confiable sobre los recreacionistas, sus preferencias y el uso del paisaje (Komossa *et al.*, 2020).

En los espacios periurbanos los servicios ecosistémicos intangibles pueden dominar lo tangible enfatizando la necesidad de que los planificadores evalúen el papel y el valor de los mismos (Vejre *et al.*, 2010). Por tanto, los paisajes periurbanos como proveedores clave de SEC deberían recibir atención adicional en las políticas de uso del suelo y el planeamiento territorial (O'Brien *et al.*, 2017; Langemeyer *et al.*, 2018).

El uso de esta información también puede servir, no únicamente para destacar las áreas con un gran uso de SEC, sino también para promover y valorar otras áreas con SEC potenciales, sobre todo de patrimonio cultural (Clemente *et al.*, 2019). Además, el análisis de los SEC puede usarse como un medio efectivo para gestionar posibles conflictos debido a su superposición espacial. Por ejemplo, dicha información puede ayudar a desarrollar y monitorear acciones para regular el flujo de visitantes a

través del desarrollo de infraestructura específica, o imponiendo restricciones espaciales y temporales para controlar el acceso a determinados enclaves (Retka *et al.*, 2019).

A partir del estudio de la frecuentación de un espacio dado con datos de IGV se pueden desarrollar una serie de aplicaciones prácticas con un gran potencial para mejorar la gestión y planificación de la recreación al aire libre y del uso público. Las aplicaciones principales que se han identificado en la literatura son las siguientes: (1) localización óptima de equipamientos (p. ej. Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019), (2) análisis de las interacciones espaciales y detección del uso informal (p. ej. P. Norman y Pickering, 2017; Jurado *et al.*, 2019), (3) análisis de los conflictos potenciales entre usuarios de diferentes tipos (p. ej. Santos *et al.*, 2016) y (4) identificación de rutas escénicas (p. ej. Alivand y Hochmair, 2013).

Estos estudios demuestran que la IGV tiene un gran papel en la gestión y planificación del territorio como proveedor de información. Los planificadores deben conocer los comportamientos de los usuarios del espacio público, así como los lugares con más probabilidades de ser utilizados por ciertos grupos de usuarios o los lugares visitados con mayor o menor frecuencia (Jurado *et al.*, 2019). En resumen, las aplicaciones derivadas de estos estudios de frecuentación pueden ser muy valiosas para la toma de decisiones en diferentes ámbitos: desde la optimización de recursos en la gestión de un entorno protegido (Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019), al desarrollo de ciudades o espacios amigables con los diferentes tipos de usuario.

También resulta importante que los planificadores del paisaje y los administradores forestales reconozcan los aspectos de salud de la recreación al aire libre al formular planes de gestión para espacios

2. Marco teórico

periurbanos verdes. Un estudio realizado por la Escuela de Salud Pública de Harvard, la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial, preveía que los principales contribuyentes a la carga de morbilidad en 2020 en las regiones desarrolladas y en desarrollo serían las enfermedades cardiovasculares, seguidas de la depresión y otras enfermedades mentales (J. Norman *et al.*, 2010). Teniendo en cuenta que una cantidad restringida del presupuesto sanitario de la Unión Europea se suele destinar a este objetivo, es importante buscar otras acciones rentables como la recreación al aire libre para la promoción de la salud y la mejora del bienestar de las personas (J. Norman *et al.*, 2010).

2.2.5 Limitaciones y sesgos asociados a la IGV

La IGV, como muchas otras tipologías de fuentes de información, no está exenta de limitaciones y sesgos, los cuales se deben conocer y tener en consideración. Además, cuando se trabaja con esta fuente, se considera necesario aplicar unos controles que permitan abordar sus carencias desde el punto de vista de la calidad de los datos y mitigar algunos de sus sesgos asociados. Por ello, este subapartado se estructura en dos secciones.

La calidad de la IGV

A pesar de su creciente utilización para la investigación geográfica, la IGV y los datos geolocalizados de las redes sociales como parte de la misma presentan algunas limitaciones y sesgos que deben ser considerados (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019). Es necesario tener en cuenta que la IGV es una fuente de información cuyos datos no han sido recopilados por profesionales ni siguiendo unas directrices o estándares

de generación de datos, por lo cual suelen presentar errores temáticos y espaciales (Flanagin y Metzger, 2008; Goodchild y Li, 2012; Àvila *et al.*, 2020). Así, una de las mayores preocupaciones de los investigadores recae en la calidad y fiabilidad de los datos (Mooney *et al.*, 2016). Según Goodchild y Li (2012) sería un gran beneficio que su calidad pudiera ser asegurada con la aplicación de algunos parámetros de corrección. Por eso resulta necesario, previamente a su análisis y siempre que sea posible, un control de calidad de los datos que permita la detección de anomalías y su posterior corrección (Ariza-López *et al.*, 2014; Mooney *et al.*, 2016).

El control de calidad es un tema particularmente sensible a la hora de evaluar la fiabilidad de IGV. Así, el primer protocolo formalmente descrito en la literatura para la recopilación de datos vectoriales de IGV (*Towards a Protocol for the Collection of VGI Vector Data* - Mooney, Minghini, Laakso, Antoniou, Olteanu-Raimond y Skopeliti, 2016) insiste en la necesidad de filtrar el “ruido” existente en estas fuentes de información. De esta manera, los errores relacionados con la inexactitud, incorrección o incompletitud se deben corregir editando o agregando la información incorrecta o faltante y, si ello no es posible, se deben eliminar los datos que generan ruido en el conjunto.

Otra cuestión a tener en cuenta corresponde a las incertidumbres en la precisión de la ubicación de los datos (Àvila *et al.*, 2020; Havinga *et al.*, 2020). Los errores geométricos más comunes relacionados con la captura de datos a partir de dispositivos GNSS son debidos a tres factores que influyen en la calidad de la señal GPS: (1) retrasos ionosféricos y atmosféricos; (2) efecto multitrayectoria (cuando el receptor está situado cerca de una superficie reflectora) y (3) la dilución de la precisión (Gil de la Vega *et al.*, 2016). Cuando se tratan datos GPS procedentes de IGV, este tipo de errores no siempre son los más relevantes porque, aunque

2. Marco teórico

distorsionan la señal GNSS, son más frecuentes los ocasionados por los propios usuarios. En relación con la calidad de estos datos GNSS, se pueden identificar 2 fuentes de errores: (1) los errores derivados del dispositivo de captura y (2) los provocados por el uso incorrecto de la plataforma en la que los usuarios comparten los datos, es decir, las rutas o itinerarios realizados. Aunque es evidente que la primera fuente de error, el dispositivo, puede distorsionar en gran medida el proceso de captura de un recorrido GPS, la segunda, la correspondiente a la buena *praxis* del usuario, también es capaz de afectar no solamente a los atributos temáticos de las trazas, sino a la geometría de estas (Àvila *et al.*, 2020).

En el caso de las imágenes procedentes de IGV, uno de los problemas más frecuentes se produce cuando existe una discrepancia entre la ubicación donde se tomó una imagen y donde se geolocalizó a la hora de compartirla en la plataforma social. Esto puede deberse a que las personas toman fotografías, pero esperan hasta más tarde para subirlas y compartirlas o, tal vez, sus dispositivos no pueden realizar esta tarea de inmediato debido a problemas de red (Guerrero *et al.*, 2016). Además, a menudo el contenido de la fotografía es un paisaje en la distancia. En este caso, el uso de la ubicación de la imagen en el análisis espacial o en el análisis de contenido puede dar como resultado la asignación del valor del paisaje en la distancia a la ubicación de la fotografía (H. Zhang *et al.*, 2020).

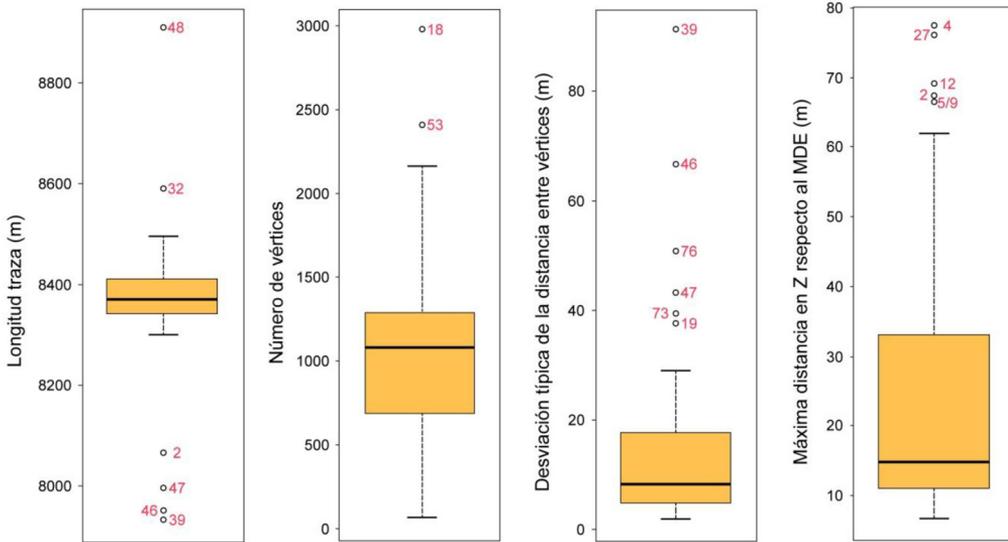
En el caso de las trazas GNSS, Gil de la Vega *et al.*, (2016) agrupan los problemas detectados en tres categorías: (1) problemas en el acceso y disponibilidad de los datos (común en todos los datos procedentes de IGV); (2) falta de información complementaria que permita interpretarlos de forma correcta y (3) escasa y variable calidad de los mismos. Existen

experiencias de preprocesado de datos a partir de la depuración de trazas GPS procedentes de IGV. Algunos de los más destacables son los de Qi y Du (2013b, 2013a), Ariza-López *et al.* (2014), Gil de la Vega *et al.* (2016), Ivanović *et al.* (2016) y Ivanovic *et al.* (2019) que en su mayoría se centran, en primer lugar, en la detección de los valores atípicos para, en segundo lugar, corregirlos o eliminarlos.

Por tanto, la depuración de un conjunto de trazas GPS se basa en la detección y eliminación de entidades atípicas con el fin de evaluar su calidad espacial intrínseca y evitar el uso de trazas anómalas. Un valor atípico en una traza GPS se puede definir como un punto o coordenada x, y , cuyas características geométricas difieren significativamente de las características de otros puntos o coordenadas que componen su traza completa (Gil de la Vega *et al.*, 2016; Ivanović, Raimond, Mustière y Devogele, 2016). En los trabajos de Ariza-López *et al.*, (2014) y Gil de la Vega *et al.* (2016) se utilizan las características geométricas de los componentes de las trazas para la detección y análisis de valores atípicos (Figura 11). Parten de la base de que una secuencia continua de puntos (coordenadas) o de segmentos de una traza con una desviación significativa respecto a la secuencia principal de trazas GNSS, determina una sección atípica de la traza en cuestión.

2. Marco teórico

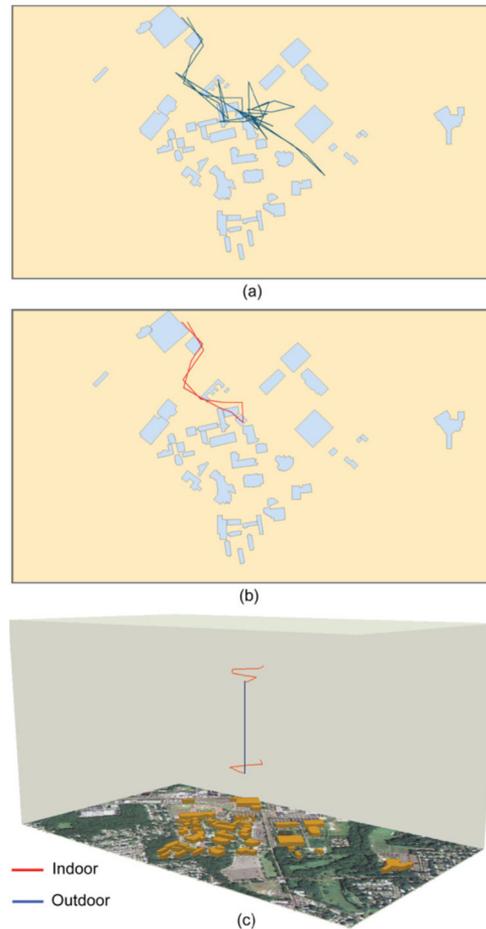
Figura 11: Diagramas de caja para identificar las trazas atípicas.



Fuente: Gil de la Vega *et al.* (2016).

Otros estudios como los de Qi y Du (2013a, 2013b) aplican métodos de preprocesado de datos aprovechando todas sus componentes, incluyendo la temporal. De esta manera, identifican los ruidos de las trazas con un cubo espacio-tiempo en función de la forma, la velocidad y la topología de los segmentos que componen la traza (Figura 12).

Figura 12: Preprocesamiento y segmentación de trazas. (a) una traza en bruto; (b) la traza preprocesada; (c) preprocesado y segmentado en un cubo de espacio-tiempo.



Fuente: Qi y Du (2013a, 2013b).

A pesar de que hoy en día existen numerosos estudios que utilizan IGV, son escasos los que describen de forma detallada los procesos de filtrado y control de calidad. Además, hay que tener en cuenta que buena parte de los problemas de calidad de estos datos derivan de la capacitación o perfil de los usuarios más que del fallo de los dispositivos empleados para registrar las trazas o ubicar las fotografías, por ese motivo es importante conocer sus características.

2. Marco teórico

La representatividad y otros sesgos asociados a la IGV

La otra gran preocupación de los investigadores en referencia a los sesgos que presentan este tipo de datos de las redes sociales es su limitada o parcial representatividad (Guerrero *et al.*, 2016; Àvila *et al.*, 2019; Clemente *et al.*, 2019; Gosal *et al.*, 2019; Havinga *et al.*, 2020; Serrano *et al.*, 2020; H. Zhang *et al.*, 2020). En este sentido, el sesgo de la muestra es inherente a los datos de las redes sociales ya que la comunidad que comparte sus datos en estas plataformas no suele ser representativa de la población de la zona de estudio y, en consecuencia, tampoco lo son las preferencias que se infieren (Clemente *et al.*, 2019; Gosal *et al.*, 2019). Normalmente el sesgo se produce porque los grupos con conocimientos tecnológicos y de mayores ingresos suelen estar sobrerrepresentados en la información procedentes de la IGV (Guerrero *et al.*, 2016; Clemente *et al.*, 2019; H. Zhang *et al.*, 2020). Las plataformas de sitios web para compartir deportes como Wikiloc o Strava ofrecen varias ventajas sobre otros sitios populares de datos geográficos voluntarios como Flickr y Panoramio y pueden reducir este sesgo. Al igual que las demás plataformas, los sitios web de deportes no permiten distinciones demográficas, pero están destinados a una población específica: los usuarios deportivos, un grupo más homogéneo con ciertos intereses comunes que el de otras plataformas populares (Àvila *et al.*, 2019).

Además, los usuarios muy productivos, por ejemplo aquellos que comparten un número extraordinario de rutas o imágenes, también provocan sesgos en los datos geoetiquetados ya que sus actividades o preferencias son sobreestimadas en el análisis (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019; Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez, 2019; Barros *et al.*, 2022). De esta forma, es aconsejable tener en cuenta que, cuando se trabaja con IGV, algunos participantes contribuyen mucho más que otros,

contrariamente a la investigación empírica que a menudo implica una participación en igualdad (Guerrero *et al.*, 2016). Además de la concentración de datos en determinados usuarios de la muestra, también se pueden producir concentraciones geográficas ya que los lugares más accesibles suelen generar un mayor número de registros o datos compartidos en plataformas sociales (Havinga *et al.*, 2020; H. Zhang *et al.*, 2020). Incluso es más probable que las personas publiquen experiencias positivas y, por lo tanto, puede haber menos datos disponibles en ubicaciones donde los usuarios encontraron algún elemento perturbador (P. Norman *et al.*, 2019; Àvila *et al.*, 2019; Serrano *et al.*, 2020).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

3. Metodología

En este capítulo se describen y argumentan todos los pasos metodológicos que se llevan a cabo con la finalidad de alcanzar los diferentes objetivos específicos de la tesis. Para cumplir con el objetivo específico 1 (O1), se selecciona una fuente de datos de IGV pasiva de la que se obtendrá su contenido y se generará una base de datos, tanto temática como espacial, que posteriormente será depurada para optimizar su calidad. Para afrontar el objetivo específico 2 (O2), se analiza el contenido de una de las componentes de la base de datos de IGV obtenida, las fotografías geolocalizadas. Finalmente, con la intención de abordar los objetivos específicos 3 (O3) y 4 (O4), por un lado, se analizan las trazas GNSS de la base de datos (segunda componente) y, por otro lado, se evalúan una serie de senderos homologados de la zona de estudio.

3.1 La obtención, generación y depuración de la base de datos

Con el fin de abordar el primer objetivo específico de esta tesis, la generación de una base de datos de IGV pasiva y la optimización de su calidad, en primer lugar, se selecciona la fuente de IGV y, en segundo lugar, se descargan, estructuran y depuran los datos para la zona de estudio en específico. De este modo, en el presente apartado se proporcionan los detalles, por un lado, del proceso de generación de la base de datos de IGV utilizada y, por otro lado, sobre la depuración y control de calidad de dicha base, diferenciando entre sus dos componentes: las fotografías geolocalizadas y las trazas GNSS. Por este motivo, este apartado se desagrega en tres subapartados.

3.1.1 Descarga y estructuración de la base de datos

Los datos utilizados en esta investigación proceden principalmente de dos fuentes diferentes: (1) de una plataforma para compartir deportes al aire libre se obtiene la IGV y (2) de datos recopilados a través del trabajo de campo desarrollado en el ámbito de estudio (complementados con trabajo de gabinete o SIG).

En el primer caso, se selecciona como fuente de IGV la plataforma Wikiloc⁶, una red social de deportes al aire libre muy popular en la zona

⁶ Wikiloc es una *mashup* (aplicación web híbrida) donde se pueden almacenar y compartir rutas al aire libre georreferenciadas (especialmente con GPS) y puntos de interés (*waypoints*) de todo el mundo. Las rutas pertenecen a distintas categorías según

3.1 La obtención, generación y depuración de la base de datos

de estudio. Otros trabajos de investigación que utilizan la misma plataforma en ámbitos de estudio muy cercanos corroboran su popularidad y utilidad para la investigación científica (p. ej. Àvila *et al.*, 2019, 2020; Serrano *et al.*, 2020). Esta plataforma online, entre otras muchas funciones, permite compartir rutas grabadas por sus usuarios (a partir de dispositivo GPS o *Smartphone*) y fotografías georreferenciadas que se adjuntan a las mismas. A principios de 2022 ya superaban los 9 millones de usuarios en todo el mundo con más de 30 millones de rutas y de 50 millones de fotografías compartidas.

Los datos (no sujetos a restricción de usuario-contraseña) se han descargado a partir del mapa interactivo disponible en la web de la plataforma (compartidos entre enero de 2005 y junio de 2019). Por un lado, se han obtenido las rutas o trazas GNSS que tienen su punto de inicio en el área de estudio y, por otro lado, las localizaciones de las fotografías asociadas a las rutas. También se ha descargado la información temática relacionada a estos datos geográficos. En el caso de las fotografías, se ha analizado su contenido a partir de etiquetas generadas con un *software* en línea previamente entrenado (ver subapartado 3.2.1).

Esta base de datos se compone de cuatro archivos: (1) un archivo con la información geográfica y temática de las fotografías en formato CSV⁷, sin incluirlas físicamente; (2) otro archivo en formato CSV con las etiquetas

el desplazamiento, destacando senderismo, ciclismo y multitud de actividades más. Recuperado de: <https://es.wikiloc.com/>

⁷ Los archivos CSV (del inglés *comma-separated values*) son un tipo de documento en formato abierto para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas. Recuperado de: <https://www.creativyst.com/Doc/Articles/CSV/CSV01.shtml>

3. Metodología

generadas a partir de su contenido; (3) un fichero espacial con la información geométrica de las rutas en formato KML⁸ y (4) otro temático en formato CSV con los atributos de estas. El archivo KML obtenido contiene las rutas generalizadas o simplificadas, es decir, el número de vértices que las componen es menor al de las rutas originales en extensión GPX⁹, formato original de las trazas.

La información temática que se relaciona a las fotografías es la siguiente (ver **Tabla 1**): identificador de la ruta a la cual pertenece la imagen, identificador de cada imagen, nombre, coordenadas geográficas y URL. Entre la información temática asociada a las rutas, destacan los siguientes campos: actividad realizada, URL de la ruta, descargas recibidas, fecha de grabación y dispositivo de grabado, entre otros.

⁸ KML (anteriormente conocido como Keyhole Markup Language) es un formato de archivo desarrollado por Google basado en XML para mostrar información en un contexto geográfico. Recuperado de:

https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut

⁹ GPX, o GPS eXchange Format (Formato de Intercambio GPS) es un esquema XML pensado para transferir datos GPS entre aplicaciones. Se puede usar para describir puntos (*waypoints*), recorridos (*tracks*), y rutas (*routes*). Recuperado de:

<https://www.topografix.com/gpx.asp>

Tabla 1: Información temática asociada a las trazas GNSS y a las fotografías geolocalizadas.

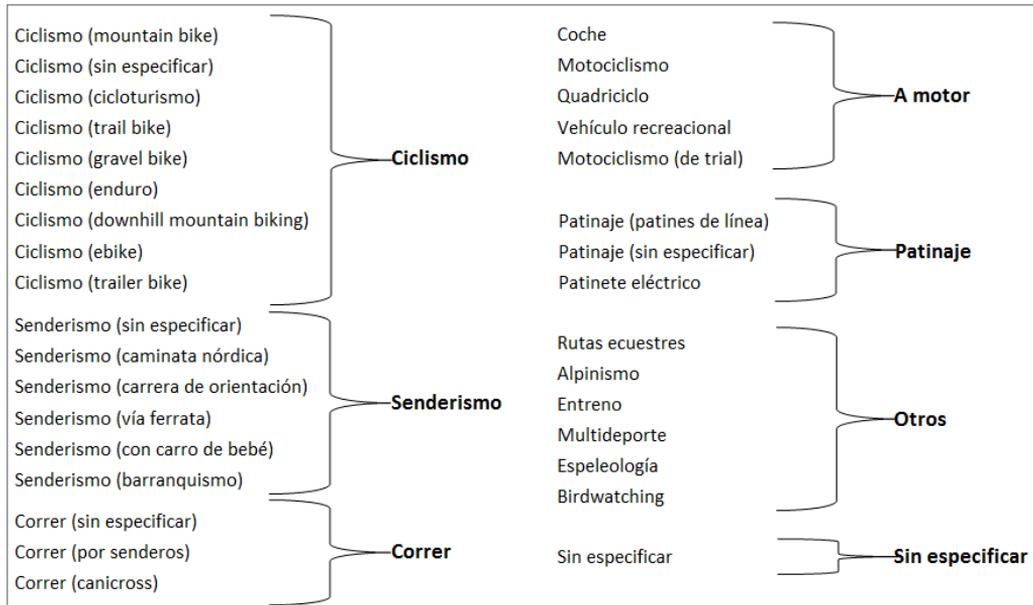
Archivo trazas GNSS	Archivo imágenes
ID de la ruta (de generación propia)	ID de la ruta (de generación propia)
Nombre de la ruta	ID de la imagen (de generación propia)
Distancia (en km)	Nombre de la imagen
Dificultad (del 1 al 5)	Longitud y latitud de la imagen
Longitud y latitud del punto de inicio	URL de la imagen
ID del autor/usuario	
URL de la ruta	
Número de visitas que ha recibido la ruta	
Número de descargas que ha recibido la ruta	
Duración (en minutos)	
Fecha en que se ha compartido	
Fecha en que se ha grabado (únicamente mes y año)	
Número de fotos asociadas	
Si es circular o no	
Tipo de actividad recreativa o deportiva	
Tipo de actividad reclasificada (creado a posterior)	
Descripción de la ruta	
Número de comentarios que ha recibido	
Si se ha creado en smartphone o GPS	
Comentarios de otros usuarios sobre la ruta	

***Nota:** A partir del identificador de la ruta, se relaciona la información contenida en los dos archivos. **Fuente:** Elaboración propia.

Para garantizar el adecuado tratamiento y análisis de estos datos, además de para simplificar la base de datos, en el archivo original que contiene la información temática de las trazas GNSS se añade un campo adicional que se utiliza para reclasificar las 33 tipologías originales de actividad deportiva al aire libre en 7 categorías de movilidad más generalistas (ver [Figura 13](#)).

3. Metodología

Figura 13: Reclasificación de las tipologías de actividad originales en categorías de movilidad generales



Fuente: Elaboración propia.

La base de datos generada a partir de trabajo de campo y trabajo con SIG se compone de tres archivos: (1) un archivo comprimido en formato ZIP que contiene todas las fotografías geolocalizadas que se han tomado durante el trabajo de campo, (2) un archivo espacial en formato KML con la información geométrica de las rutas y las fotografías realizadas y (3) otro fichero en formato CSV con la información temática recopilada tanto durante el trabajo de campo como a partir del uso de SIG. Los campos de información contenidos en este último archivo se pueden consultar en los subapartados 3.3.1 y 3.4.2 de este capítulo.

3.1.2 Filtraje y control de calidad de las fotografías geolocalizadas

Como ya se ha introducido en el subapartado 2.2.5 del anterior capítulo, las imágenes geolocalizadas procedentes de IGV presentan limitaciones en relación con la calidad de su ubicación y de los metadatos que las complementan. Además, puede existir un problema de sobrerrepresentación de la contribución de algunos usuarios particulares, cuya producción es significativamente superior a la mayoría. Esto puede provocar un sesgo o una sobreestimación en el análisis por lo que resulta conveniente aplicar un proceso de filtrado, previamente al análisis de los datos.

En este sentido, con la finalidad de corregir y mitigar la sobrerrepresentación de algunos usuarios, la ratio de fotografías por usuario permite detectar valores atípicos (*outliers*) y usuarios muy productivos o superusuarios. Por ejemplo, en el estudio de Bahrehdar y Purves (2018), se descartan las imágenes de Flickr del 1% de los usuarios más prolíficos o productivos, cuya contribución es del 20% sobre el total de la base de datos original. En la misma línea, para eliminar fotografías que pudieran estar sobrerrepresentadas, se ha calculado el número promedio de fotografías por usuario con el fin de aislar los superusuarios o usuarios *outlier*. Una vez identificados, se ha seleccionado aleatoriamente una muestra de las fotografías tomadas por superusuarios igual al número promedio de fotografías tomadas por los 10 usuarios no *outlier* con más fotografías compartidas.

Respecto al filtraje espacial, aparte de excluir las imágenes externas al ámbito de estudio, no se ha realizado ningún control de calidad espacial al conjunto de ubicaciones de las imágenes, en parte debido a su gran

volumen y a la práctica imposibilidad de aplicar algún procedimiento automático que permita comprobar si las coordenadas de la imagen se corresponden realmente con la ubicación exacta donde se ha realizado la fotografía, uno de los sesgos posibles cuando se trabaja con estos datos (Guerrero *et al.*, 2016; H. Zhang *et al.*, 2020).

3.1.3 Filtrado y control de calidad de las trazas GNSS

En este subapartado se presentan los detalles del proceso de filtrado y control de calidad espacial de las trazas GNSS, estructurados en tres fases. El objetivo consiste en depurar el conjunto original de rutas para minimizar las trazas erróneas y obtener una base de datos espacial que sea operativa para los análisis posteriores. El método de filtrado diseñado y aplicado, además de los resultados de la depuración, están disponibles tanto en un artículo científico publicado en la revista *International Journal of Geo-Information*¹⁰ como un póster académico presentado en el XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía (AGE)¹¹ y que también está adjunto en el anexo 3 de este documento.

¹⁰ Àvila Callau, A.; Pérez-Albert, Y.; Serrano Giné, D. Quality of GNSS Traces from VGI: A Data Cleaning Method Based on Activity Type and User Experience. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2020**, *9*, 727. <https://doi.org/10.3390/ijgi9120727>

¹¹ Libro de resúmenes de los trabajos del XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía: https://xxviiicongresodegeografia.es/wp-content/uploads/2020/07/LibroResumenesAportaciones_al_XXVIIICongresodeGeografi a.pdf

Fase 1 - Filtrado preliminar

El proceso de depuración empieza con un primer filtrado preliminar con el objetivo de (1) descartar las rutas con una longitud inferior a 500 m consideradas pruebas de funcionamiento realizadas por el usuario, o por recorridos grabados *ex profeso* que no son representativos del conjunto y (2) eliminar aquellas rutas que discurren total o parcialmente sobre el mar, puesto que el estudio se centra en recorridos terrestres. En ambos casos, estas rutas no aportan información sustancial a la base de datos, ni espacial ni temáticamente, y se considera oportuno descartarlas.

Cabe mencionar que, al contrario de lo ocurrido con las fotografías, tras aplicar la ratio de rutas por usuario no se han detectado superusuarios o usuarios *outlier*, por lo que no se ha requerido ningún filtraje o corrección preliminar en este sentido.

Fase 2 - Análisis estadístico para la detección y eliminación de entidades atípicas

Se considera que es más eficaz detectar trazas estadísticamente atípicas dentro del conjunto de rutas de la misma actividad que a partir del total de rutas, sin distinguir tipología. Por ejemplo, una ruta de 180 km de longitud sería un valor atípico en la categoría “senderismo” pero no en “a motor”. Por este motivo, las 32 actividades detectadas se han reclasificado en 7 categorías en función del tipo de movilidad.

Posteriormente, cada una de las trazas se ha procesado para obtener los segmentos que las componen con el algoritmo “Explotar líneas” de QGIS¹². Una vez segmentadas las trazas, para cada una de ellas se ha

¹² QGIS es un SIG libre y de código abierto. Recuperado de:
<https://www.qgis.org/es/site/>

3. Metodología

calculado: (a) la longitud del segmento más largo, (b) el promedio de la longitud de los segmentos y (c) la desviación estándar de la longitud de los segmentos. Para cada una de estas variables, se ha generado un diagrama de caja y bigotes con el objetivo de identificar trazas con segmentos atípicamente largos dentro del grupo de actividad al que pertenecen. En este tipo de gráficos, los valores atípicos (*outliers*) son aquellos que están por encima del límite superior $-L_s-$ (el tercer cuartil + el rango intercuartílico: $Q3 + IQR$) y por debajo del límite inferior $-L_i-$ (el primer cuartil - el rango intercuartílico: $Q1 - IQR$). En este caso, un segmento de una traza atípicamente corto puede estar relacionado con una alta frecuencia de muestreo del GPS y no presenta ningún tipo de error en la misma. En cambio, la presencia de uno o más segmentos atípicamente largos en una pista significa que hay errores en su geometría (Ariza-López *et al.*, 2014; Gil de la Vega *et al.*, 2016; Àvila *et al.*, 2020). Por lo tanto, solo se han considerado como trazas GNSS erróneas las que presentaban uno o más segmentos con una longitud superior al límite superior (L_s).

Fase 3 - Identificación y asignación de tipos de error en las rutas descartadas

Con el fin de identificar y caracterizar los errores más comunes, se han analizado visualmente las trazas para detectar los segmentos extremadamente largos que son, en gran parte, responsables del “ruido” presente en el conjunto de datos. Además, se han identificado las posibles causas de cada error y si estos los origina el usuario o el dispositivo. Este análisis visual ha permitido identificar un total de cuatro tipos diferentes de errores (A, B, C y D), que se describen y explican en el correspondiente subapartado de este documento (4.2.2).

Debido a la dificultad de cuantificar los tipos de error de todo el conjunto de trazas erróneas, se ha realizado una estimación a partir de una muestra aleatoria. Para este cálculo se ha aplicado el algoritmo “QGIS selección aleatoria” para extraer una muestra del 30% de las pistas descartadas. Por tanto, del conjunto total de trazas descartadas (8.096), se ha extraído un conjunto de 2.428 rutas (30%) para su análisis visual, asignando, a cada una de ellas, uno de los cuatro tipos de errores definidos. Este paso se ha realizado manualmente mediante la inspección visual de la muestra. Las trazas erróneas se han clasificado en uno de los cuatro tipos de errores definidos previamente, además de un quinto denominado “otros tipos”.

3.2 El análisis de contenido de las imágenes geolocalizadas

El segundo objetivo específico consiste en analizar las preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre por los SEC de la zona de estudio a partir de fotografías georreferenciadas procedentes de IGV. Con la finalidad de lograr este objetivo, por un lado, se realiza un análisis del contenido de las imágenes geolocalizadas comprendidas en la base de datos y, por otro lado, se aplican herramientas de análisis espacial. Por ello, el presente apartado se divide en tres subapartados.

3.2.1 Etiquetaje automático con *software* previamente entrenado y proceso de categorización

En este subapartado se presentan los detalles estructurados del método de clasificación de imágenes en categorías de SEC. El objetivo consiste en clasificar las fotografías en categorías de SEC principales y categorías de SEC secundarias (solo en aquellas que lo requieran) a partir del análisis de su contenido, tanto principal como secundario. Este método se articula en tres fases. Además, la fase 3 contiene varios pasos que se discutirán en dicha subsección.

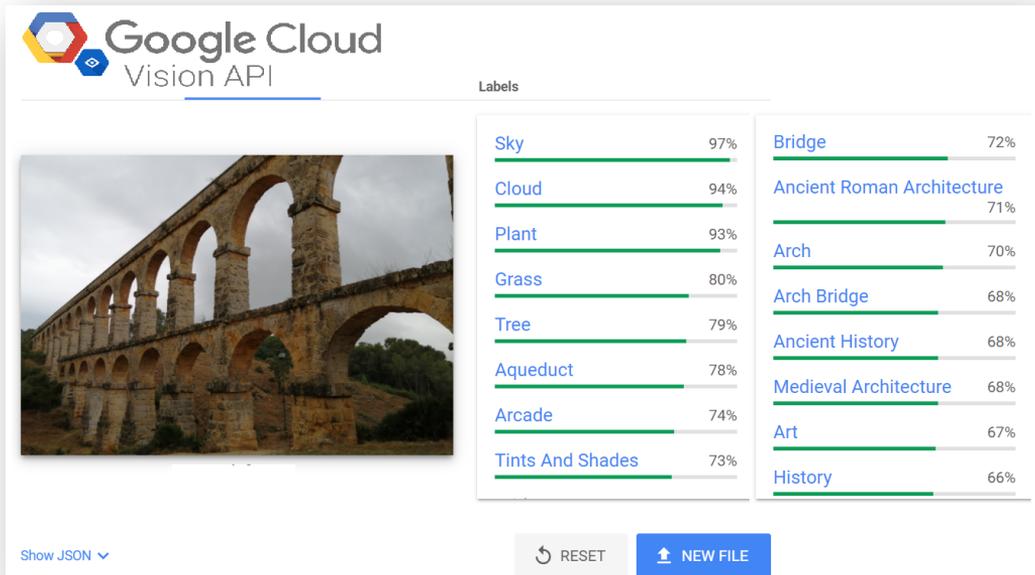
Fase 1 - Etiquetaje de las fotografías con *software* entrenado

El primer paso del análisis de contenido de las fotografías consiste en la generación automática de etiquetas descriptivas. Para ello, siguiendo otros estudios similares (p. ej. Richards y Tunçer, 2018), se utiliza Google Cloud Vision API¹³, un *software* online que genera un conjunto de etiquetas para cada imagen junto con un “*score*” o probabilidad de acierto, que va de 0,50 a 0,99, siendo el segundo valor el que asegura una confianza estimada mayor (Figura 14). Este programa genera hasta un máximo de 20 etiquetas por cada fotografía, aunque en el presente estudio se limita a 10 para simplificar el proceso y porque más allá de diez etiquetas las posibilidades de acierto decrecen considerablemente. El procesado de las imágenes se realiza automáticamente a través de la URL presente en Wikiloc en la cual se aloja cada fotografía individual. Una vez procesadas todas las imágenes, se obtiene como resultado un fichero CSV

¹³ Google Cloud Vision API es una interfaz de programación de aplicaciones (API) para el reconocimiento del contenido de imágenes o fotografías. Recuperado de: <https://cloud.google.com/vision/>

con el ID (identificador único) de la fotografía (de generación propia), el campo “tag” (10 etiquetas para cada una) y su “score” asignado a cada etiqueta.

Figura 14: Ejemplo del funcionamiento online de Google Cloud Vision API con una imagen de muestra.



***Nota:** La imagen corresponde al Pont del Diable, un antiguo acueducto romano del área de estudio. Es una réplica de una fotografía original de la red social utilizada, realizada a partir de trabajo de campo y no sujeta a derechos de autor. **Fuente:** Elaboración propia a partir de Google Cloud Vision API.

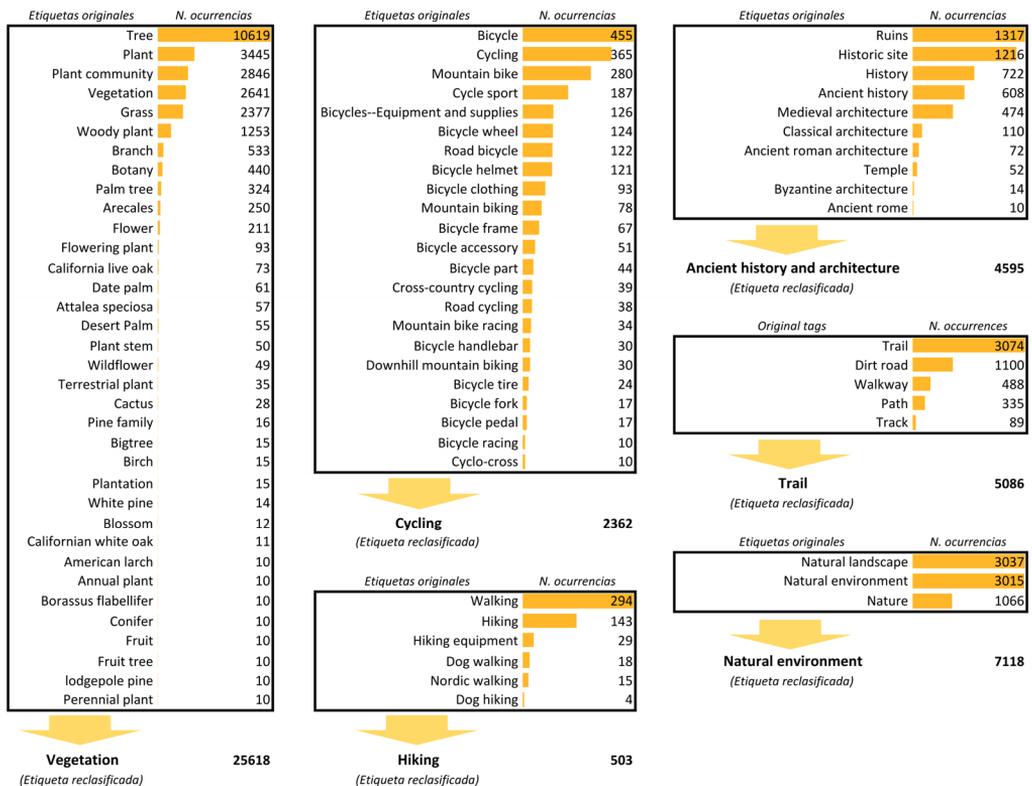
Fase 2 -Reclasificación y agrupación de etiquetas

Una vez etiquetado el conjunto de imágenes, se genera un listado con todas las ocurrencias/etiquetas y se simplifica agrupando aquellas etiquetas que tienen un significado común o una relación muy estrecha. Para ello, se interrelacionan las etiquetas que componen toda la base de datos y, las que lo requieran, se reclasifican de forma manual asignando una etiqueta generalista que las represente (Figura 15). Por ejemplo, las etiquetas “bicycle”, “bicycle clothing”, “mountain bike” y “road bicycle”

3. Metodología

se agruparían en una etiqueta llamada “cycling”, o las etiquetas “ancient history”, “ancient roman architecture”, “ancient rome”, “historic site” y “history” se agruparían en una etiqueta llamada “ancient history and architecture”. Este análisis consiste en ordenar todas las etiquetas alfabéticamente en una hoja de cálculo y, en una columna nueva adyacente (llamada “Tag_reclas”), asignar etiquetas representativas a aquellas que tengan un significado común. Con este procedimiento se ejecutan un total de 186 reclasificaciones y se consigue reducir el número de etiquetas de 1.787 hasta 1.631, con el fin de agilizar el siguiente paso.

Figura 15: Muestra gráfica de las reclasificaciones de etiquetas más relevantes que se han efectuado.



Fuente: Elaboración propia.

Fase 3 - Asignación de categorías de SEC principales y secundarias a las fotografías

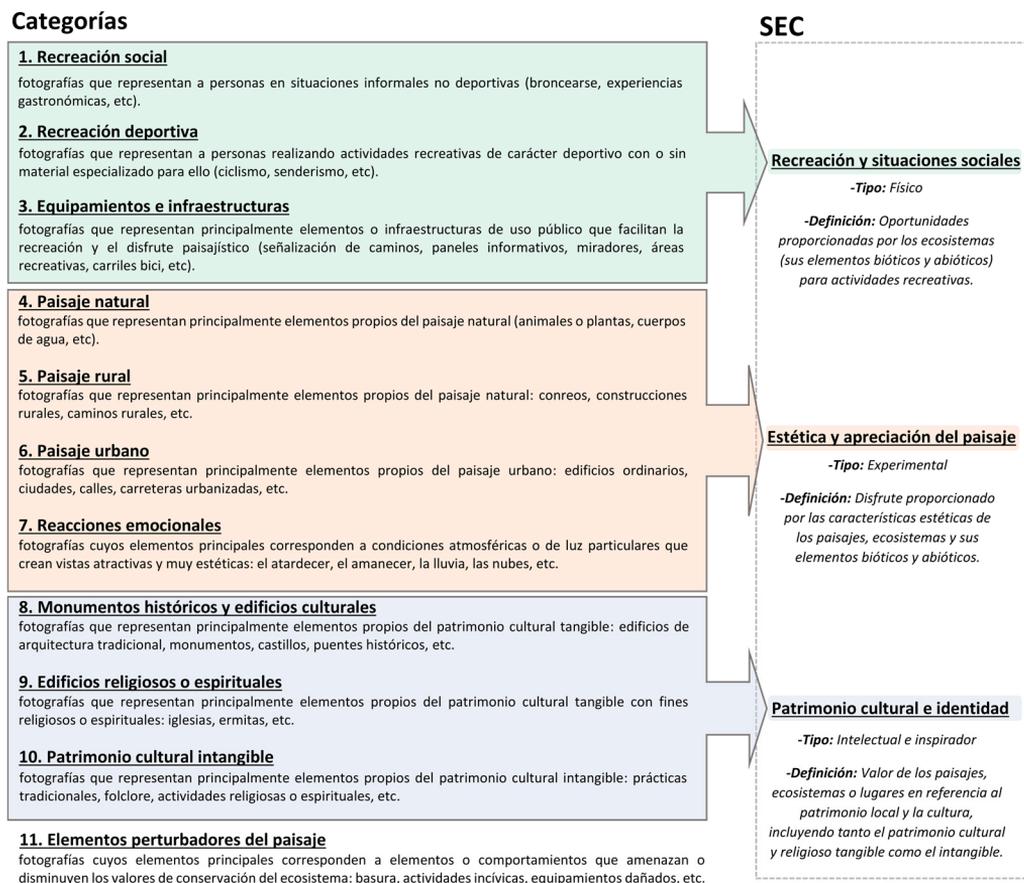
La última fase y seguramente la de mayor importancia del análisis de contenido consiste en clasificar las fotografías, a partir de las etiquetas reclasificadas (campo "Tag_reclas"), en categorías de SEC principales y secundarios. Esta fase se divide en tres pasos: (1) la categorización de las etiquetas reclasificadas en categorías de SEC; (2) la asignación de una categoría de SEC principal a cada imagen; (3) la asignación de una categoría de SEC secundario a las imágenes que lo requieran.

(1) *La categorización de las etiquetas reclasificadas en categorías de SEC* – En este paso, un operador entrenado y con conocimiento del ámbito de estudio asigna una categoría de SEC a cada una de las 1.631 etiquetas reclasificadas. Esta asignación se realiza con el apoyo de un listado previamente definido de categorías de SEC. El listado de categorías (**Figura 16**) se adapta a partir de las tipologías descritas por Àvila *et al.* (2019) y su asignación directa a los 3 tipos de SEC definidos se inspira en MEA (2005) y en otros trabajos como los de Retka *et al.* (2019) o Richards y Friess (2015). Este listado integra la categoría de "edificios religiosos o espirituales" en el SEC de "patrimonio cultural e identidad" porque se consideran aspectos propios del patrimonio cultural de la zona de estudio y, al mismo tiempo, excluye la categoría de "elementos perturbadores" de los tres SEC asignados porque se asimilan como aspectos distorsionadores de los ecosistemas. Entonces, el operador relaciona a cada etiqueta una categoría de SEC del listado previamente definido en base a su significado. Por ejemplo, si la etiqueta es "cycling", se asigna la categoría "recreación deportiva" o si la etiqueta es "ancient history and architecture" se asigna la categoría "monumentos históricos y edificios culturales". Además, cuando las etiquetas presentan una ambigüedad

3. Metodología

importante en su significado, se asigna la categoría “no categorizable”. Es el caso, por ejemplo, de la etiqueta “landscape” que no se puede determinar si se corresponde a la categoría “paisaje natural”, “paisaje rural” o “paisaje urbano”. Una vez se han categorizado todas las etiquetas previamente reclasificadas, se asigna un nuevo campo en el archivo mencionado en la fase 1 que se llama “Tag_reclass-to-CES_category” y que contiene las categorías de SEC relacionadas a cada etiqueta individual.

Figura 16: Listado de categorías de SEC utilizadas en el proceso, su descripción y su correspondencia con algunos de los SEC tradicionales.

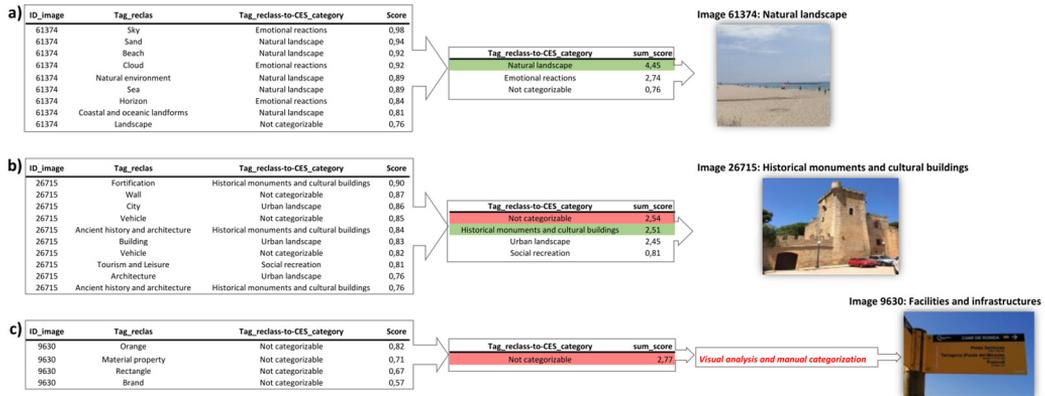


Fuente: Elaboración propia.

(2) *La asignación de una categoría de SEC principal a cada imagen* – Las imágenes pueden presentar diferentes contenidos y de diferentes temáticas, aspecto que no se tiene en cuenta puesto que en este tipo de estudios suele predominar la identificación del contenido principal. En este paso metodológico se clasifican las imágenes de forma semiautomática en categorías de SEC principales, utilizando la información generada en el paso anterior, juntamente con el “score” de cada etiqueta. Para ello se aplica un sumatorio del “score” de todas las categorías del campo “tag_reclass-to-CES_category” repetidas en una misma imagen (Figura 17). La categoría de SEC que presenta el sumatorio mayor de “score” es la que queda asignada como representante del contenido principal de la fotografía -14.348 imágenes en este estudio- (Figura 17a). Si la categoría con un sumatorio mayor corresponde a “no categorizable”, se asigna la siguiente con un sumatorio más alto -3.077 imágenes en este estudio- (Figura 17b). Si la fotografía únicamente se compone por “no categorizable” -110 imágenes en este estudio- (Figura 17c), se reserva para un análisis visual por parte de un operador entrenado que pueda identificar su contenido principal y asignar una categoría de SEC.

3. Metodología

Figura 17: Ejemplos de la clasificación de las fotografías en categorías de SEC principales.



***Nota:** (a) La categoría de SEC que presenta el sumatorio mayor de “score” es la que se asigna como representante del contenido principal de la fotografía. (b) La categoría de SEC que presenta el segundo sumatorio mayor de “score” es la que se asigna como representante del contenido principal de la fotografía porque el sumatorio mayor es de “no categorizable”. (c) La categoría de SEC principal se asigna con un análisis visual porque la imagen únicamente se compone de “no categorizable”. Las imágenes son réplicas realizadas a partir de trabajo de campo y no sujetas a derechos de autor. **Fuente:** Elaboración propia.

Tanto los sumatorios de “score” como la asignación de la categoría principal de SEC se ha realizado aplicando fórmulas en una hoja de cálculo de Microsoft Excel¹⁴. Para la asignación se han organizado los sumatorios de “score”, de cada categoría y por cada imagen, en columnas, mientras que las diferentes fotografías a partir de sus identificadores se han distribuido en filas. A continuación, se calcula el valor máximo de “sum_score” para cada imagen (campo de la columna O en la Figura 18) y también la posición que ocupa este valor máximo en la tabla (campo de la columna P en la Figura 18). Por último, se asigna la categoría de SEC

¹⁴ Microsoft Excel es un software de hojas de cálculo y una herramienta avanzada de análisis y visualización de datos. Recuperado de: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel>

3.2 El análisis de contenido de las imágenes geolocalizadas

principal a cada imagen a partir del campo “PositionMaxValue_B2toM2”, previamente calculado con la función “COINCIDIR” (busca un valor en una lista de valores y, si lo encuentra, devuelve la posición en la que se ubica). Cuando el sumatorio mayor de “score” corresponde a “no categorizable”, mediante el filtro de Excel se elimina el valor en cuestión y se marca la casilla en color rojo para identificarla (Figura 18). De esta forma, el algoritmo obvia este valor eliminado y asigna el siguiente más alto como valor máximo de “sum_score”.

Figura 18: Muestra gráfica de la hoja de cálculo en donde se ha desarrollado la clasificación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	sum_score																
2	ID_img	disturbing	religious	facilities	historical	Not_categorizable	intangible	natural	rural	urban	sport	emotional	social	TOTAL	MaxValue_B2toM2	PositionMaxValue_B2toM2	Main_CES_category
3	73						0,60307	1,3317	0,5271			1,48657		6,36091	1,48657	11	emotional
4	74			0,86539			4,83847	0,7869	1,3709					7,8616	4,83847	7	natural
5	75				4,15001	0,56436		0,70087	1,4238					6,83901	4,15001	4	historical
6	76							9,16623						9,16623	9,16623	7	natural
7	77			1,17622		0,59585		1,27239	0,669					3,71348	1,27239	7	natural
8	78					1,69418			7,1039					8,79806	7,10388	9	urban
9	79	0,5813		0,78464		1,32916				3,1552				5,85034	3,15524	9	urban
10	80					0,88433		7,4146						9,21335	7,4146	7	natural
11	81			1,50455		0,68082		2,17972	0,7794	2,2223				7,36676	2,22225	9	urban
12	82			0,5025		0,52		4,73869	0,6385					6,39971	4,73869	7	natural
13	86			0,84373		0,83513		2,40999	1,3841	1,8588		0,89413		7,81591	2,40999	7	natural
14	87			1,43358				4,49371	0,8391	0,8833				7,64962	4,49371	7	natural
15	114					0,85134		7,48161		0,9057				9,2386	7,48161	7	natural
16	115			0,73137				1,62182	1,4551	1,5263				7,54448	1,62182	7	natural
17	116				3,30273	2,3647		1,4489	0,9019					8,01821	3,30273	4	historical
18	118				3,30888			0,68692	1,9283					5,92409	3,30888	4	historical
19	119				2,27036			2,0892						7,31663	2,27036	4	historical
20	120					2,22436			3,5884	1,4773				7,29003	3,58837	8	rural
21	121					2,83151		6,63427						9,46578	6,63427	7	natural
22	122			0,86022		0,69823		6,7017						8,26015	6,7017	7	natural
23	123					1,74604		5,41547	0,8969	0,8926				8,95097	5,41547	7	natural
24	124			1,82944		0,92456		5,28797	0,9037					8,94571	5,28797	7	natural
25	125			0,60045		1,02789		1,27982				0,73261	1,416	5,05645	1,41568	12	social
26	126							9,01609						9,01609	9,01609	7	natural

Fuente: Elaboración propia.

(3) *La asignación de una categoría de SEC secundaria a las imágenes que lo requieran*– Resulta interesante identificar el contenido secundario o categoría de SEC secundaria de las fotografías, en el caso de que esta exista. Para ello se utiliza una estrategia similar al paso 2 de esta fase, aunque con algunas variaciones. En primer lugar, se asigna como categoría de SEC secundaria la categoría con un “sum_score” más alto después del valor máximo. Por tanto, correspondería a la categoría que ocupase la segunda posición en un hipotético ranking de “sum_score”. No obstante, se debe considerar que, en algunas ocasiones, esta segunda categoría no tiene por qué estar representada estrictamente en el

3. Metodología

contenido de la fotografía y se puede dar el caso de que sea una categoría alternativa a la principal, debido a que el etiquetaje inicial confunde o no puede determinar con exactitud el contenido de la imagen en cuestión. A modo de ejemplo, se puede dar el caso que la categoría principal sea “monumentos históricos” con un “sum_score” de 2,8 y la secundaria sea “paisaje urbano” con un 2,1 y, en algunos casos, no significa que aparezcan los dos contenidos a la vez, sino que se refiere al mismo contenido, pero con distintos grados de probabilidad de acierto. Para minimizar este sesgo y no forzar a que todas las imágenes tengan una categoría de SEC secundaria, se considera que esta quedará asignada únicamente cuando la diferencia entre el valor máximo y el segundo valor mayor de “sum_score” sea inferior a la mitad del primer valor (Figura 19a). De esta forma, no se asignan categorías de SEC secundarias a imágenes cuyo contenido secundario tienen un valor muy bajo de probabilidad respecto al principal. Un total de 9.298 imágenes no cumplen esta condición y por tanto no se les ha asignado categoría de SEC secundaria. Además, si la imagen solamente presenta una categoría, correspondiente a la principal, no se asigna ninguna categoría de SEC secundaria a la misma -548 imágenes en este estudio- (Figura 19b). Tampoco se asigna una categoría de SEC secundaria si la segunda categoría con un valor mayor de “sum_score” es “no categorizable” -2.188 imágenes en este estudio- (Figura 19c) o si la imagen está compuesta totalmente por “no categorizable” -110 imágenes en este estudio- (Figura 19d). Este último caso corresponde a las imágenes que se han categorizado manualmente de forma visual, únicamente valorando el contenido principal. Por tanto, del total de 17.535 imágenes, a 5.391 (30,74%) se les ha asignado una categoría de SEC secundaria mientras que al resto no (12.144 imágenes – 69,26%).

3.2 El análisis de contenido de las imágenes geolocalizadas

Figura 19: Ejemplos de la clasificación de las fotografías en categorías de SEC secundarias.

***Nota:** (a) La categoría de SEC que presenta el segundo sumatorio mayor de “score” es la que se asigna como representante del contenido secundario de la fotografía. (b) No se asigna contenido secundario a la fotografía porque únicamente presenta una categoría de SEC que se establece como el contenido principal. (c) No se asigna contenido secundario a la fotografía porque la segunda categoría de SEC con el segundo sumatorio mayor de “sum_score” es “no categorizable”. (d) No se asigna contenido secundario a la fotografía porque la imagen se compone únicamente de “no categorizable”. Las imágenes son réplicas realizadas a partir de trabajo de campo y no sujetas a derechos de autor. **Fuente:** Elaboración propia.

Para esta asignación de categoría de SEC secundaria, se calcula el segundo valor mayor después del máximo (“SecondMaxValue_B2toM2” en la Figura 20) utilizando la función de Excel “K.ESIMO.MAYOR” que devuelve el *n*-ésimo valor mayor de un conjunto dado de valores. A continuación, se calcula la diferencia entre el valor máximo de “sum_score” y el segundo valor mayor después del máximo (“MaxValue”-“SecondMaxValue” en la Figura 20). También es necesario calcular la mitad del valor máximo de “sum_score” para después restarlo al valor resultante de “MaxValue”-“SecondMaxValue”: (“MaxValue”-“SecondMaxValue”) - 50% de MaxValue. Si el resultado de este cálculo es

3. Metodología

un valor negativo, se cumple la condición anteriormente establecida (la diferencia entre el valor máximo y el segundo valor mayor de “sum_score” es inferior a la mitad del valor máximo) y, en consecuencia, se le asigna categoría de SEC secundaria a la imagen (campo “Secondary_CES_category” en la [Figura 20](#)).

Figura 20: Muestra gráfica de la hoja de cálculo en donde se ha desarrollado la clasificación.

	Q	R	S	T	U	V	W	X
1								
2	Main_CES_category	SecondMaxValue_B2toM2	PositionSecondMaxValue_B2toM2	"MaxValue"-SecondMaxValue	50%of_MaxValue	("MaxValue"-SecondMaxValue)*50%of_MaxValue	ColumnV_is_negative?	Secondary_CES_category
3	emotional	1,33165	9	0,15492	0,243285	-0,588365	TRUE	rural
4	natural	1,37088	10	3,46759	2,419235	1,048355	FALSE	-
5	historical	1,42377	10	2,72624	2,075005	0,651235	FALSE	-
6	natural	#(NUM1)	#(NUM1)	#(NUM1)	4,583115	#(NUM1)	FALSE	-
7	natural	1,17622	4	0,09617	0,636195	-0,540025	TRUE	facilities
8	urban	1,69416	6	5,4097	3,55194	1,85776	FALSE	-
9	urban	1,32916	6	1,82608	1,57762	0,24846	FALSE	-
10	natural	0,91442	4	6,50018	3,7073	2,79288	FALSE	-
11	urban	2,17972	8	0,04253	1,111125	-1,068595	TRUE	natural
12	natural	0,63852	9	4,10017	2,369345	1,730825	FALSE	-
13	natural	1,45368	10	0,95119	1,204995	-0,233805	TRUE	urban
14	natural	1,43356	4	3,06013	2,246855	0,813275	FALSE	-
15	natural	0,90565	10	6,57596	3,740805	2,835155	FALSE	-
16	natural	1,5263	10	0,99552	0,81091	-0,71539	TRUE	urban
17	historical	2,3647	6	0,93803	1,651365	-0,713335	TRUE	not_categorizable
18	historical	1,92829	10	1,38059	1,65444	-0,27385	TRUE	urban
19	historical	2,0897	8	0,18116	1,13518	-0,95402	TRUE	natural
20	rural	2,22436	6	1,36401	1,794185	-0,430175	TRUE	not_categorizable
21	natural	2,83151	6	3,80276	3,317135	0,485625	FALSE	-
22	natural	0,86022	4	5,84148	3,35085	2,49063	FALSE	-
23	natural	1,74601	6	3,66943	2,707735	0,961695	FALSE	-
24	natural	1,82944	4	3,45853	2,643985	0,814545	FALSE	-
25	social	1,27982	8	0,13586	0,70784	-0,57198	TRUE	natural
26	natural	#(NUM1)	#(NUM1)	#(NUM1)	4,508045	#(NUM1)	FALSE	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Evaluación del proceso de categorización

Para el control de calidad del proceso de categorización semiautomático, se ha comprobado y categorizado una muestra aleatoria de imágenes a partir de un análisis visual. El objetivo ha sido contrastar los resultados del método planteado en el subapartado anterior con una comprobación manual/visual. La validación del método se basa principalmente en el trabajo de Richards y Tunçer (2018), en el que evaluaron su proceso de categorización automática comparándolo con una categorización manual de un operador a partir de una muestra aleatoria de 140 fotografías (0,56% del total), seleccionando la misma cantidad de fotografías (20 imágenes) para cada una de las categorías de SEC (7 categorías). Además,

compararon el porcentaje de error utilizando una matriz de confusión y el acuerdo entre las clasificaciones manuales y automatizadas se calculó utilizando el índice kappa de Cohen.

Para esta evaluación se ha extraído el 1% (176 imágenes) del conjunto total de 17.535 fotografías. Concretamente, se ha realizado una selección aleatoria de la misma cantidad de imágenes (16 imágenes) para cada una de las 11 categorías establecidas. Estas 16 imágenes de cada categoría de SEC principal se han visualizado y categorizado de forma manual por un operador entrenado. Es importante mencionar que el operador no conocía a qué categoría de SEC principal había quedado asignada cada una de las imágenes revisadas con el método semiautomático.

Por otro lado, también se ha considerado relevante evaluar la asignación semiautomática de categorías de SEC secundarias con un análisis visual de una muestra de imágenes. Para realizar la comprobación visual/manual y siguiendo el mismo criterio del 1% anteriormente mencionado, se han seleccionado aleatoriamente 16 fotografías por cada categoría de SEC secundaria (176 en total), además de 16 imágenes que no tienen ningún contenido secundario asignado. Por este motivo, el número absoluto de imágenes seleccionadas para esta segunda comprobación visual se incrementa de 176 a 192.

Finalmente, siguiendo otros trabajos como el de Richards y Tunçer (2018), se han contrastado los resultados a partir de una matriz de confusión y se ha calculado el kappa de Cohen, un índice que mide el acuerdo entre las diferentes clasificaciones.

3.2.3 Análisis espacial de las imágenes

Una vez categorizadas las imágenes, resulta necesario el análisis de su distribución espacial para estudiar tanto los patrones de cada categoría de SEC por separado como la confluencia espacial de diferentes SEC. Por ello, este subapartado se divide en dos fases diferenciadas.

Fase 1 – Análisis espacial de las fotografías geoetiquetadas

Para la representación espacial de los SEC se ha utilizado una cuadrícula con polígonos de 100 x 100 m (1 hectárea de superficie) siguiendo el trabajo de Jurado *et al.* (2019). Con el algoritmo “unión espacial” de ArcMap 10.4¹⁵ se han contado las imágenes contenidas en cada uno de los polígonos de la malla para la representación del número de fotografías por hectárea. Aprovechando esta cuadrícula que almacena el número de imágenes presentes en cada celda, se ha aplicado el “Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran)” de ArcMap 10.4 para identificar puntos calientes, puntos fríos y valores atípicos espaciales estadísticamente significativos mediante la estadística de I Anselin local de Moran. Según el propio *software*, el campo de tipo *clúster*/valor atípico (COType) distingue entre un *clúster* de valores altos (*High-High clúster*), un *clúster* de valores bajos (*Low-Low clúster*), un valor atípico en el que un valor alto está rodeado principalmente por valores bajos (*High-Low outlier*) y un valor atípico en el que un valor bajo está rodeado principalmente por valores altos (*Low-High outlier*). La importancia estadística está establecida en un nivel de confianza del 95 por ciento. Las

¹⁵ ArcMap es un SIG de escritorio que forma parte del paquete ArcGIS. El número “10.4” se refiere a la versión utilizada del programa. Recuperado de: <https://desktop.arcgis.com/es/desktop/>

nubes de palabras presentes en las representaciones espaciales se han generado con el programa de análisis cualitativo de datos ATLAS.ti 9¹⁶.

Fase 2 – Análisis *clúster* para la confluencia de SEC

Para generar el mapa de diversidad, superposición o confluencia de SEC se ha utilizado la cuadrícula anteriormente mencionada y se han contado las imágenes de cada categoría presentes en el interior de cada celda de la malla. A continuación, con el *software* libre GeoDa 1.2¹⁷, se ha realizado un análisis *clúster* de 6 *clústeres* a partir del método K-means, utilizando una transformación “standardize”, el método de inicialización “random” y con el máximo de iteraciones establecido en 1.000. Antes de aplicar el algoritmo, teniendo en cuenta que para que exista una superposición medianamente significativa de SEC debe haber un número considerable de fotografías, se han descartado las celdas de la malla vacías o que contienen una cantidad de imágenes inferior a 3 veces la desviación estándar (14,12). Es decir, para este análisis únicamente se han utilizado las celdas que contienen tres veces la desviación estándar de fotografías (superior o igual a 42 imágenes), quedando para el análisis *clúster* un total de 49 celdas. Además, no se han añadido en el análisis *clúster* las categorías minoritarias, con una proporción de imágenes inferior al 1 % (tanto en categoría de SEC principal como secundaria), estos son: elementos perturbadores, edificios religiosos o espirituales y patrimonio cultural intangible. Para definir el número óptimo de *clústeres*, en primer lugar, se han realizado 9 pruebas estableciendo el número de *clústeres*

¹⁶ ATLAS.ti es un programa de escritorio para el análisis de datos cualitativos. El número “9” se refiere a la versión utilizada. Recuperado de: <https://atlasti.com/es>

¹⁷ GeoDa es una herramienta de *software* gratuita y de código abierto para el tratamiento de datos espaciales. Recuperado de: <https://geodacenter.github.io/>

3. Metodología

desde 2 a 10 y, en segundo lugar, se han graficado los “total within-cluster sum of squares” que genera el *software* para cada una de las pruebas (X. Zhang *et al.*, 2016; Àvila *et al.*, 2020), encontrando el punto de rotura o “codo” en el *clúster* 6, según el método del codo (Thorndike, 1953).

3.3 El análisis de las trazas GNSS

El tercer objetivo específico de la tesis pretende estudiar la recreación al aire libre del ámbito de estudio a partir de las trazas GNSS descargadas. Para dar cumplimiento a dicho objetivo, se analiza el conjunto depurado de trazas GNSS con la finalidad de establecer las características de los SEC de recreación al aire libre. Para ello se aplican diferentes procesos metodológicos. En primer lugar, se realiza un análisis espacial de las trazas para determinar los ejes más frecuentados por actividades recreativas y deportivas al aire libre. En segundo lugar, se estudian las grandes concentraciones espaciales de puntos de inicio/final de las rutas y se evalúan con trabajo de campo. Finalmente, se estudia el conflicto potencial en la recreación al aire libre. De esta forma, este apartado se desarrolla en tres subapartados.

3.3.1 Análisis espacial de las trazas GNSS

Para la representación espacial de las trazas GNSS, se ha utilizado la misma cuadrícula con polígonos de 100m x 100m (1 hectárea de superficie) que la empleada en el análisis espacial de las imágenes. Con el algoritmo “Unión espacial” de ArcMap 10.4 se han contado, por un lado, las trazas contenidas en cada uno de los polígonos de la malla para los

correspondientes mapas de trazas GNSS por hectárea y, por otro lado, los puntos de inicio/final para los mapas de puntos por hectárea. Aprovechando estas cuadrículas que almacenan tanto el número de trazas como los puntos de inicio/final presentes en cada celda, se ha aplicado el “Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran)” de ArcMap 10.4 para identificar puntos calientes, puntos fríos y valores atípicos espaciales estadísticamente significativos.

3.3.2 Análisis espacial de los puntos de inicio/final y trabajo de campo

En este estudio, los puntos de inicio/final asociados a las trazas GNSS se analizan desde dos perspectivas. La primera está relacionada con los patrones espaciales de estos y su finalidad reside en evidenciar los grandes focos o aglomeraciones de puntos. La segunda asocia las altas concentraciones de puntos con espacios aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre y evaluarlos a través de trabajo de campo. Esta metodología se divide en 3 fases.

Fase 1 – Análisis espacial de los puntos de inicio/final

Respecto al análisis espacial de los puntos de inicio de las trazas (que también corresponden a puntos de final en los recorridos circulares) se ha utilizado el mismo procedimiento metodológico que para el análisis de las trazas GNSS. Por tanto, se pueden consultar los detalles en el anterior subapartado 3.3.1 de esta tesis.

Fase 2 – Determinación de espacios aptos para equipamientos de recreación al aire libre

Se entiende que los espacios con altas concentraciones de puntos inicio/final según las tres actividades más practicadas (ciclismo, senderismo y correr) pueden ser los más aptos para acoger equipamientos especializados en la recreación al aire libre. Por ejemplo, si se detecta un foco de puntos de inicio de rutas ciclistas, puede adaptarse esa zona a este tipo de usuarios: paneles con información para la recreación deportiva enfocada a ciclistas, aparca-bicicletas, etc. Con el objetivo de identificar estos espacios se ha aplicado un análisis *clúster* (a través del algoritmo “Análisis de agrupamiento” de ArcMap 10.4) a partir de la cuadrícula con el número de puntos de inicio/final contados según el tipo de actividad. Esta herramienta asocia cada polígono de la cuadrícula, en función del número de puntos que contiene de cada una de las tres actividades, a uno de los *clústeres* determinados. Después de probar el algoritmo 9 veces desde 2 a 10 agrupaciones, se considera el 4 como número ideal de *clústeres* para estos datos, según el método del codo mencionado anteriormente.

Una vez procesado el algoritmo de análisis de agrupamiento, se han seleccionado las celdas aptas para acoger equipamientos que es donde se desarrollará parte del trabajo de campo. Esta selección se ha efectuado con la intención de, en primer lugar, priorizar los espacios con un número de puntos significativamente alto y, en segundo lugar, evitar la sobrerrepresentación de algunos usuarios. Un número elevado de puntos de inicio en un único polígono de la cuadrícula se pueden asociar en su mayoría a un único usuario. Este caso se puede deber a que el usuario en cuestión tenga, por diferentes motivos, predilección por empezar sus rutas en una misma ubicación.

Por tanto, para una selección óptima de celdas, se establecen los siguientes criterios: (1) el número de puntos de inicio/final por celda (ponderado por el número de descargas que han recibido las rutas) ha de ser igual o superior a la desviación estándar del recuento de puntos de inicio de todas las celdas que contienen al menos un punto: ≥ 155 puntos de inicio (ponderados) por celda. (2) Cada autor/usuario no ha de tener una representación superior al 10% en cada celda.

Finalmente, se extraen las celdas que cumplen dichas condiciones en una capa espacial nueva y se reservan para su evaluación con trabajo de campo. Estas celdas se consideran como espacios aptos para equipamientos de recreación al aire libre.

Fase 3 – Trabajo de campo para la evaluación de los espacios aptos de equipamientos de recreación al aire libre

Una vez seleccionados los espacios aptos para equipamientos de recreación, se calcula para cada uno la ubicación que minimiza la distancia euclidiana total a las entidades que contienen las celdas (mediana de los centroides) con el algoritmo “Centro mediano” de ArcMap 10.4. En el momento de aplicar el algoritmo, se pondera utilizando como campo de peso el número de descargas que ha recibido cada punto de inicio o, lo que significaría lo mismo, cada ruta. Con este cálculo, se obtiene la ubicación orientativa del punto de inicio representativo de todo el conjunto de puntos de inicio que empiezan en aquella zona. De este modo, en la investigación de campo, el técnico de recopilación de los datos se sitúa con la ayuda de un dispositivo GPS en la ubicación correspondiente a la mediana de los centroides y analiza visualmente (360 grados a su alrededor) todo el espacio con la finalidad de evaluarlo en base a unos indicadores y sus correspondientes subindicadores (ver [Tabla 2](#)).

3. Metodología

Para la elección y diseño de indicadores se ha utilizado principalmente la guía sobre el *Estudio de la Situación de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en la Unión Europea*¹⁸ realizada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) dentro del Programa de Caminos Naturales. En esta guía se establecen algunos requisitos para obtener el certificado de calidad de senderos en diferentes países de la Unión Europea.

¹⁸ Estudio de la Situación de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en la Unión Europea. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/publicaciones/otraspublicaciones.aspx>

Tabla 2: Indicadores y subindicadores utilizados en la evaluación de los espacios aptos, junto con sus unidades de medida.

Indicadores	Subindicadores	Unidad medida
accesibilidad	accesibilidad T privado1	N
	accesibilidad T privado2	N
	accesibilidad T público	N
confort	confort bancos	N
	confort bancos mantenimiento	1-4
	confort áreas descanso	N
	confort áreas descanso mantenimiento	1-4
	confort fuentes	N
	confort fuentes mantenimiento	1-4
	confort papeleras	N
	confort papeleras mantenimiento	1-4
	sombra verde	1-4
seguridad física	DEA	N
	cobertura móvil	0-4
	farolas presencia	1-4
señalización	señalización presencia	1-4
	señalización completitud	1-4
	señalización mantenimiento	1-4
	señalización puntos de situación	N
	paneles presencia	N
	paneles completitud	1-4
	paneles mantenimiento	1-4
perturbadores	basura	1-4
	equipamientos vandalizados	N

***Nota:** “N” significa número. “1-4” significa que el subindicador se mide en una escala del 1 al 4, siendo 1 el valor mínimo y 4 el máximo. En el caso de la cobertura móvil, se mide del 0 al 4 porque se asocia a los niveles de cobertura real que aparecen reflejados en el propio dispositivo móvil. **Fuente:** Elaboración propia.

3. Metodología

A continuación, se detalla el significado del conjunto de los 24 subindicadores utilizados, agrupados según el indicador al cual pertenecen (5 en total):

Accesibilidad:

- Accesibilidad T privado1: número de aparcamientos.
- Accesibilidad T privado2: número de plazas de aparcamiento.
- Accesibilidad T público: número de paradas de bus o tren.

Confort:

- Confort bancos: número de bancos.
- Confort bancos mantenimiento: adecuación general de los bancos.
- Confort fuentes: número de fuentes.
- Confort fuentes mantenimiento: adecuación general de las fuentes.
- Confort papeleras: número de papeleras.
- Confort papeleras mantenimiento: adecuación general de las papeleras.
- Confort áreas descanso: número de áreas de descanso o picnic.
- Confort áreas descanso mantenimiento: adecuación general de las zonas de descanso o picnic.
- Sombra verde: presencia de sombra arbórea asociada al espacio.

Seguridad física:

- DEA: número de Desfibriladores Externos Automáticos (DEA) asociados al espacio.
- Cobertura móvil: nivel medio de cobertura móvil del espacio.
- Farolas presencia: presencia de farolas de iluminación nocturna.

Señalización:

- Señalización presencia: presencia de marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.
- Señalización completitud: completitud del marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.

- Señalización mantenimiento: mantenimiento del marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.
- Señalización puntos de situación: número de puntos de situación/postes de indicaciones con indicadores de distancia y referencia a los caminos
- Paneles presencia: número de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.
- Paneles completitud: completitud de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.
- Paneles mantenimiento: mantenimiento de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.

Perturbadores:

- Basura: presencia de acumulaciones de basura en el espacio.
- Equipamientos vandalizados: número de equipamientos para la recreación deportiva al aire libre dañados, rotos o deteriorados a propósito.

El trabajo de campo se ha desarrollado en verano, concretamente durante el mes de julio de 2020. En todos los días de recolección de datos, las condiciones meteorológicas han sido favorables, es decir, no se han experimentado episodios ni de viento ni de lluvia. Todas las fotografías tomadas durante el trabajo de campo han sido registradas y georreferenciadas mediante smartphones con GNSS, utilizando la aplicación móvil “Mapas de España” del Instituto Geográfico Nacional (IGN)¹⁹. Los datos recopilados han sido introducidos en fichas de trabajo de campo en formato analógico (ver anexo 1 de este documento). En estas fichas se registran, por una parte, los datos básicos del espacio en cuestión

¹⁹ La aplicación móvil “Mapas de España” del IGN está disponible en la siguiente dirección: <https://www.ign.es/web/dir-aplicaciones-moviles>

3. Metodología

y de la sesión de trabajo de campo: ID del espacio, topónimo identificativo, fecha y hora de trabajo de campo, tiempo meteorológico y coordenadas del centroide. Por otra parte, se recopilan los datos asociados a los diferentes indicadores y subindicadores.

Cuando ya se han recopilado los datos en el trabajo de campo, se normalizan las variables en una escala del 1 al 4 (Tabla 3). Esto permite obtener una puntuación para cada subindicador en cada espacio de interés que determina su estado, siendo 1 el valor más bajo y 4 el más alto. El siguiente paso consiste en ponderar los subindicadores que forman parte de cada indicador al cual pertenecen, en función de la relevancia que se les atribuye en cada caso (Tabla 3). Las ponderaciones se aplican utilizando el método del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) diseñado por Thomas L. Saaty en 1980 (Saaty, 1980). Para aplicar este método, se estructuran los subindicadores en una matriz y se valoran por pares en función del grado de importancia de unos respecto a otros. Los grados de importancia se clasifican, de menos a más, de la siguiente manera: extremadamente menos importante (1/9), fuertemente menos importante (1/7), moderadamente menos importante (1/5 o 1/3), igual de importante (1), moderadamente más importante (3 o 5), fuertemente más importante (7) y extremadamente más importante (9).

Tabla 3: Normalización y ponderación de los subindicadores utilizados en la evaluación de los espacios aptos.

Indicadores	Subindicadores	Normalización				VP (%)
		1	2	3	4	
accesibilidad	accesibilidad T privado1	0	1	2	>2	20
	accesibilidad T privado2	0	1-20	21-50	>50	20
	accesibilidad T público	0	1	2	>2	60
confort	confort bancos	0	1-5	6-10	>10	15
	confort bancos mantenimiento	1	2	3	4	5
	confort áreas descanso	0	1	2	>2	20
	confort áreas descanso mantenimiento	1	2	3	4	5
	confort fuentes	0	1	2	>2	15
	confort fuentes mantenimiento	1	2	3	4	5
	confort papeleras	0	1-5	6-10	>10	15
	confort papeleras mantenimiento	1	2	3	4	5
sombra verde	1	2	3	4	15	
seguridad física	DEA	0	1	2	>2	20
	cobertura móvil	0	1-2	3-4	>4	40
	farolas presencia	1	2	3	4	40
señalización	señalización presencia	1	2	3	4	30
	señalización completitud	1	2	3	4	10
	señalización mantenimiento	1	2	3	4	5
	señalización puntos de situación	0	1	2	>2	30
	paneles presencia	0	1	2	>2	15
	paneles completitud	1	2	3	4	5
	paneles mantenimiento	1	2	3	4	5
perturbador	basura	1	2	3	4	80
	equipamientos vandalizados	0	1	2	>2	20

*Nota: VP: valor de ponderación. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en función de la puntuación media que obtiene cada indicador, calculada a partir del promedio ponderado de las puntuaciones de sus subindicadores, se valora su estado general diferenciando 4 clases en función de la puntuación total obtenida: deficiente (1-1,75], regular (1,75-2,5], bueno (2,5-3,25] y muy bueno (3,25-4]. Únicamente en el caso del indicador “perturbadores” esta relación se invierte, ya que, cuanto más bajo sea el valor, mejor será su estado. También se valora la necesidad de mejora de cada indicador, que guarda

3. Metodología

una relación inversamente proporcional al anterior: muy baja (3,25-4], baja (2,5-3,25], media (1,75-2,5], alta (1-1,75].

3.3.3 Análisis espacial del conflicto potencial recreativo

Uno de los análisis derivados de las trazas GNSS y de su información vinculada, tanto geométrica como temática, es el conflicto potencial en la recreación al aire libre. Este análisis cuenta con una doble vertiente. Por un lado, se analiza el conflicto potencial entre diferentes tipos de usuarios, concretamente entre ciclistas y usuarios a pie. Por otro lado, se estudia el conflicto potencial entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de parcelas privadas. Finalmente, a partir de los comentarios compartidos por los usuarios y asociados a las trazas GNSS, se intenta detectar el conflicto real en ambos casos. Asimismo, la presente metodología se estructura en 3 fases.

Fase 1 – El conflicto potencial entre ciclistas y usuarios a pie a partir de la información geométrica de las trazas GNSS

Tomando como referencia el trabajo de Santos *et al.* (2016) en el que se modela el conflicto potencial entre diferentes tipos de usuarios recreativos a partir de trazas GNSS procedentes de IGV, se asume que existirá una probabilidad mayor de que se produzcan interacciones desafortunadas entre diferentes tipologías de usuario en senderos donde se superpone una mayor densidad de dichas trazas. Por tanto, el primer paso para detectar posibles conflictos consiste en analizar el uso de la red viaria por parte de ciclistas y usuarios a pie (senderistas y corredores) por separado. Para ello, se descarga la capa espacial de la red viaria

disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica²⁰. Tras esta descarga, se obtiene un fichero comprimido llamado "RT_TARRAGONA.zip" que contiene las capas de Redes de Transporte (RT) de la provincia de Tarragona, agrupadas por modos de transporte; de entre ellas se selecciona la que corresponde a la red viaria ("RT_VIARIA"). Las capas se encuentran en formato "shape" (SHP) y la que se utilizará en esta fase ("rt_tramo_vial") contiene la red viaria dividida en tramos. Esta capa presenta una serie de atributos temáticos, muchos de ellos de gran interés para el análisis espacial del conflicto potencial. Entre los campos de información presentes en la tabla de atributos destacan los siguientes: identificador del vial, identificador del tramo, tipo o clase de vía (autopista, autovía, urbano, carretera convencional, camino o senda), nombre de la vía, sentido de la calzada (única o doble), tipo de firme (sin tratamiento superficial, tratamiento superficial o pavimentado) número de carriles (1, 2 o no aplicable), tipo de uso ("peatón+bici", "peatón+bici+vehículo" o "solo vehículo") y titular (Administración General, Ayuntamiento, Comunidad Autónoma, Diputación Provincial o Desconocido). Para este análisis, se excluyen desde un principio tanto las autovías como las autopistas, ya que su uso está prohibido por normativa tanto para ciclistas como para usuarios a pie.

A partir de los tramos de la red viaria, representados mediante polilíneas, se construye una zona de influencia o *buffer* (con "Zona de influencia" de ArcMap 10.4) que permite convertirlos en polígonos, conservando todos

²⁰ Capa cartográfica oficial de la red viaria, disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional.

Recuperado de:

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscar.do?filtro.codFamilia=REDTR>
#

3. Metodología

sus atributos temáticos. El *buffer* aplicado es diferente para cada tipo de vía: 8,5 m para las carreteras convencionales; 3,5 m para las vías urbanas; 2,5 m para los caminos y 1 m para las sendas. Esta zona de influencia específica para cada tipología de vía viene determinada por su anchura media estimada, calculada con un total de 30 mediciones aleatorias para cada clase (en las vías del ámbito de estudio) mediante fotointerpretación de imágenes satélite con los SIG.

A partir de la capa de polígonos generada, que representa la red viaria del ámbito de estudio, se aplica el algoritmo “Unión espacial” de ArcMap 10.4 para contar, por un lado, todas las trazas GNSS de ciclismo que se superponen a los tramos de las vías y, por otro lado, las trazas de usuarios a pie (senderismo + correr) que intersecan con los tramos de la red viaria. De esta forma, se generan dos capas: una con el número de rutas contadas en el interior de cada polígono o tramo de usuarios a pie, y otra con el mismo contenido, pero de usuarios en bicicleta.

El siguiente paso consiste en seleccionar y extraer los tramos que contienen más de 500 rutas ciclistas y de usuarios a pie a la vez (utilizando el operador de selección “AND”). Con este procedimiento se consigue aislar los tramos de la red viaria de un mayor uso o frecuentados simultáneamente por ciclistas y por usuarios a pie. Esta selección permite generar una capa nueva que contiene los tramos de la red viaria con una mayor probabilidad de interacción entre diferentes tipologías de usuarios.

Considerando que la conflictividad potencial guarda una relación directa con la anchura media de la vía, se clasifican estos tramos en cuatro categorías de conflictividad potencial en función de la anchura media estimada para cada tipo de vía: “muy baja”, “baja”, “alta” y “muy alta”.

Asimismo, la conflictividad potencial asignada es mayor cuanto más estrecha sea el tipo de vía en cuestión: “muy baja” para carretera convencional, “baja” para vía urbana, “alta” para caminos y “muy alta” para sendas.

Además, la pendiente tiene la capacidad de agravar la conflictividad potencial en un camino o sendero multiuso, sobre todo debido al incremento de velocidad que pueden experimentar los ciclistas en bajada (Cessford, 2003; Koemle y Morawetz, 2016; Santos *et al.*, 2016; P. Norman *et al.*, 2019). De este modo, se calcula la pendiente media de los tramos con una conflictividad potencial asignada “alta” y “muy alta” y se clasifica en tres clases: “pendiente baja” (<10%), “pendiente media” (10-20%) y “pendiente alta” (>20%). Para obtener la pendiente media de cada tramo se utiliza un modelo digital de elevaciones de 2x2 m descargado del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya²¹. Con el MDE descargado, en primer lugar, se procesa el algoritmo “Pendiente” de ArcMap 10.4 para calcular las pendientes del terreno y, en segundo lugar, se aplica la herramienta “Estadísticas zonales” del mismo *software*, el cual calcula estadísticas sobre valores de un *ràster* dentro de zonas de otra capa y, por tanto, permite extraer la pendiente media de cada tramo de la red viaria. Por último, se genera una capa de conflictividad potencial agravada por la pendiente, combinando los tramos con conflictividad mayor y su pendiente media calculada.

²¹ Modelo digital de elevaciones de 2x2 m, disponible en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Recuperado de: <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Elevacions/Model-d-elevacions-del-terreny-de-2x2-m>

3. Metodología

Fase 2 – El conflicto potencial entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos privados a partir de la información geométrica de las trazas GNSS

De muchos de los senderos multiuso del ámbito de estudio se desconoce su titularidad, que puede ser pública o privada. Algunos autores analizan la problemática entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de parcelas privadas (R. L. Moore, 1994; Corning *et al.*, 2012), en donde los primeros pueden recorrer senderos privados, muchas veces por desconocimiento, o hacerlo por zonas “fuera de pista” (*off-road / off-trail*) que pueden ser también de titularidad privada. En estas ocasiones, se pueden llegar a desencadenar conflictos entre usuarios recreativos y propietarios de tierras y, por tanto, resulta interesante analizar la conflictividad potencial entre estos dos colectivos.

Para estudiar este fenómeno, el primer paso consiste en superponer las trazas GNSS, de ciclistas por un lado y de usuarios a pie por otro lado, con los usos del suelo de la zona de estudio. Esto permitirá conocer el tipo de suelo por donde se mueven preferentemente los usuarios de recreación al aire libre. Estableciendo los usos más propensos a desarrollar interacciones desafortunadas entre los dos colectivos, se podrá determinar de forma estadística y espacial la proporción de trazas que pasan por los diferentes usos del suelo junto con el nivel de conflictividad potencial. Los usos del suelo que se han considerado como “fuera de pista” han sido el forestal y los cultivos.

La capa de usos del suelo se genera combinando la capa de polígonos de la red viaria, obtenida en la fase 1 de este subapartado, con la capa de

cubierta del suelo descargada del Mapa Urbanístico de Cataluña (MUC)²². Una vez fusionadas las dos capas, la capa resultante se reclasifica en 5 categorías: vías interurbanas (caminos y senderos), suelo urbano, suelo forestal, cultivos y otros (autopista y autovía; carretera multicarril; arenas y playas; urbanizaciones y otras zonas urbanas; zonas con vegetación escasa o nula; zonas industriales y comerciales).

Finalmente, con el algoritmo “Recortar” de ArcMap 10.4, se aíslan las trazas GNSS por tipología de uso del suelo, asumiendo un cierto margen de error debido a las imperfecciones geométricas presentes en algunas de las trazas, ya que, en algunos tramos, estas no se superponen perfectamente con la capa de la red viaria creada en la fase 1 de este subapartado.

Fase 3 – El conflicto real a partir de la información temática asociada a las trazas GNSS

Después de estudiar el conflicto potencial entre diferentes usuarios o tipologías de actividad, se procede a analizar si verdaderamente pueda existir una percepción real de conflicto en la recreación al aire libre del periurbano de Tarragona. Para ello, se analizan semánticamente tanto las descripciones que el autor de la ruta comparte como los comentarios que otros usuarios realizan de la ruta en cuestión. Debido al gran volumen de trazas GNSS que conforman la base de datos, se ha automatizado este análisis semántico de las aportaciones de los usuarios mediante la

²² Mapa Urbanístico de Cataluña, disponible en el Departament de Territori i Urbanisme de la Generalitat de Catalunya. Recuperado de:

https://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/observatori_territori/mapa_urbanistic_de_catalunya/

3. Metodología

creación de palabras clave en el contexto del conflicto de recreación al aire libre.

Las palabras clave identificadas, en los tres idiomas principales de la base de datos (catalán, castellano e inglés) son: conflicto, problema, enfado, pugna, lucha, desacuerdo, enfrentamiento, pelea, disputa, encuentro, encontronazo, colisión, choque, topada, contratiempo, percance, accidente, cuidado, amenaza, experiencia, desagradable, desafortunado/a, velocidad, rápido/a, rapidez, comportamiento, conducta, actitud, cruzarte, ciclista/s, senderista/s, excursionista/s, caminante/s, corredor/es, motor, vehículo y usuario/s.

Además, se ha formulado otro listado de palabras clave enfocadas a detectar posibles conflictos entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos privados. Las palabras clave identificadas en este caso son: valla, barrera, vallado, verja, cerca, cercado, impedimento, obstáculo, señal, cartel, trampa, señalización, prohibido/a, prohibición, privado/a, propiedad, particular, propietario/a y dueño/a.

A partir de esta búsqueda, se han identificado las frases o aportaciones por parte de los usuarios en donde aparecía alguna de las palabras clave especificadas y se han clasificado según el significado interpretado. La clasificación de estas aportaciones se ha efectuado diferenciando entre 2 grupos principales: (1) interacciones entre diferentes tipos de usuarios/actividades y (2) interacciones entre usuarios con propietarios de terrenos privados. En el primer grupo, las interacciones se han clasificado según si se identificaba únicamente percepción de peligro o si se informaba de un conflicto real (diferenciando entre interpersonal o social). En el segundo grupo, las interacciones se han clasificado según si se comunicaba la presencia de impedimentos de paso en caminos (vallas,

rocas, cercados, señales de prohibido el paso, etc.) o si se informaban conflictos reales (también diferenciando entre interpersonal y social).

3.4 La evaluación de los senderos oficiales

Atendiendo al cuarto objetivo específico de esta tesis, en el presente apartado se explican los detalles sobre la evaluación de los senderos oficiales como activos de salud principalmente a partir de trabajo de campo. Esta evaluación pasa por un total de cuatro etapas. En primer lugar, se seleccionan los tramos de los senderos homologados con un mayor uso. En segundo lugar, se diseña y aplica un conjunto de indicadores y subindicadores que caracterizan cada sendero y que se recogen para cada uno de sus tramos a través de trabajo de campo y de SIG. A continuación, se estandarizan y ponderan los diferentes subindicadores con la finalidad de calcular los promedios ponderados de cada uno y representar espacialmente los resultados. Finalmente, a partir de los datos recogidos, se calcula la afinidad de los senderos respecto a unas tipologías de perfil de usuario previamente establecidas. Asimismo, este apartado se organiza en cuatro subapartados.

3.4.1 Selección de los tramos de senderos homologados con mayor uso

La identificación de los tramos de senderos homologados con un mayor uso se basa en la densidad de trazas GNSS de las tres actividades principales: ciclismo, senderismo y correr. En una primera fase, se obtienen todos los itinerarios reconocidos u oficiales que pasan por el ámbito de estudio. En segundo lugar, estos se superponen geográficamente con las celdas que contienen una cantidad significativamente alta de trazas GNSS para acabar seleccionando los tramos de sendero homologado con mayor uso o frecuentación. Este subapartado se divide en dos fases metodológicas.

Fase 1 – Identificación y obtención de los senderos homologados

Aunque existen varios recorridos oficiales promovidos tanto por la administración pública a diferentes niveles (municipal, diputación, etc.) como por entidades y asociaciones, en esta investigación se priorizan los que están homologados por la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME)²³ o por su homónima autonómica, la Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya (FEEC)²⁴, en el caso de la zona de estudio.

La FEDME, al igual que la FEEC, es una entidad privada sin ánimo de lucro, que ha sido declarada de utilidad pública por su labor en la

²³ Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME). Recuperado de: <https://fedme.es/>

²⁴ Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya. Recuperado de: <https://www.feec.cat/>

promoción de los deportes de montaña y la escalada. Esta entidad tiene la función de apoyar a los deportes de montaña, así como a los deportistas que los practican, administrativa, técnica y económicamente.

La principal diferencia entre un sendero señalizado (normalmente promovido por las administraciones) y otro homologado (por parte de entidades competentes mediante técnicos de sendero con formación federativa) es que el primero no ha sido sometido a los controles de calidad de una federación. Según la FEDME, la principal razón para homologar un sendero es la seguridad de los usuarios que lo van a utilizar. Detrás de cualquier itinerario marcado y homologado por una federación se deben encontrar las siguientes características: (1) una señalización completa que permita el autoguiado sin pérdida; (2) un trazado exento de riesgos, exceptuando los derivados de la climatología; (3) una información *in situ*, en los puntos de inicio y final, de las características físicas más sobresalientes (distancia, desnivel, tipo de vial, recomendaciones, etc.) y a distancia a través de publicaciones, páginas web, etc; (4) una acción de control y mantenimiento de las condiciones iniciales del sendero por parte del promotor que permita su uso a lo largo del tiempo.

Esta entidad, homologa principalmente dos tipos de sendero cuya simbología (Figura 21) es ampliamente reconocida por los practicantes habituales de deporte al aire libre: (1) el Gran Recorrido (GR) que se divide en etapas, se identifica con los colores blanco y rojo y presenta una distancia superior a los 50 kilómetros; (2) el Pequeño Recorrido (PR) que se identifica con los colores blanco y amarillo y presenta una distancia entre 10 y 50 km. Sus senderos, además de contar con unas condiciones mínimas de señalización, seguridad y adecuación general exigida para su

3. Metodología

homologación, también cuentan con una gran popularidad por su larga historia.

Figura 21: Simbología oficial de los senderos GR y PR

GR® Gran Recorrido



PR® Pequeño Recorrido



Fuente: FEDME.

Para el análisis de esta fase, se descargan directamente de la FEDME todos los GR y PR que transcurren por el ámbito de estudio y, además, se incluye otro recorrido oficial de carácter local promovido por la administración local de Tarragona: la Anella Verda (Anilla Verde). Este recorrido complementario se descarga del sitio web del Ayuntamiento de Tarragona desde el Área de Espacios Verdes y Caminos²⁵. El motivo de su inclusión es su amplia popularidad y uso, corroborada tanto con el análisis de las rutas GNSS como con el trabajo de campo efectuado. Este recorrido une los dos ríos que desembocan en Tarragona (el Francolí al sur y el Gaià al norte), dando como resultado una gran excursión que muestra gran parte del extenso patrimonio histórico-cultural que atesora el municipio y que se puede realizar por su variante interior o por la de la costa. Este itinerario transcurre por un acueducto romano, masías medievales, edificios modernistas, torres de defensa, canteras romanas, huertas, desembocaduras de ríos, pueblos de interés y calas de alto valor natural. El recorrido completo es circular y tiene un total de 34 km. El

²⁵ Capa cartográfica de la Anella Verda, disponible en el Área de Espacios Verdes y Caminos del Ayuntamiento de Tarragona. Recuperado de: <https://www.tarragona.cat/neteja-i-medi-ambient/espais-verds-i-camins/camins-de-tarragona>

tramo norte, o de interior, discurre desde el río Francolí hasta el río Gaià y se puede realizar tanto a pie como en bicicleta, mientras que el tramo sur, o costero, está mejor adaptado a los senderistas. Además, en más de la mitad de su recorrido se solapa con algunos de los GR y PR que pasan por el área de estudio.

Fase 2 – Superposición de los senderos homologados con las altas densidades de rutas GNSS

Una vez descargados estos senderos homologados en formato KML, se cruzan con los resultados del “Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran)” sobre las rutas ciclistas, senderistas y corriendo (subapartado 3.3.1). Con la intención de extraer las celdas que presentan una mayor frecuentación por parte de las tres actividades principales, se seleccionan las clasificadas con el *clúster* de valores altos (*High-High clúster*), a partir del campo de tipo *clúster* / valor atípico (COType). Una vez seleccionadas las celdas de interés (celdas HH *clúster* de ciclismo, celdas HH *clúster* de senderismo y celdas HH *clúster* de correr), se extraen en tres capas diferentes para después sumarlas en una única capa que las integre todas con el algoritmo “Fusionar” de ArcMap 10.4.

El siguiente paso consiste en intersecar espacialmente esta capa que contiene la mayor densidad de rutas de las tres actividades principales con la capa de recorridos oficiales (GR, PR y Anella Verda). Con esta operación se extraen los tramos de senderos homologados que presentan un mayor uso o frecuentación y que, además, cumplen con dos criterios añadidos. El primero se formula con la intención de priorizar el espacio periurbano (con su rica red de senderos) y consiste en excluir, dentro de lo posible, los segmentos que transcurran por el centro de las ciudades principales, como Tarragona. El segundo, tiene la intención de garantizar la máxima continuidad de estos recorridos, evitando discontinuidades o

3. Metodología

rupturas intermitentes, y consiste en dar continuidad a los recorridos oficiales cuando, al superponerse con la capa de alta densidad de rutas, exista una discontinuidad inferior a 5 km entre las celdas de dicha capa. Finalmente, en base a los dos criterios mencionados, se recortan, seleccionan y extraen estos senderos oficiales más concurridos en una capa espacial nueva y se reservan para analizarse a partir de los indicadores seleccionados y que se describen en el siguiente subapartado.

3.4.2 Diseño de indicadores y trabajo de campo

Los senderos homologados seleccionados deben ser evaluados en base a una serie de indicadores y subindicadores. Para ello, en primer lugar, se diseñan y definen dichos índices a partir de unas guías de referencia. En segundo lugar, se dividen los tramos de sendero homologado en segmentos más pequeños para operativizar la recolección de datos y, dentro de lo posible, homogenizarlos. Finalmente, se recopilan los datos a partir de trabajo de campo desarrollado en los propios senderos y de trabajo de gabinete, concretamente utilizando los SIG. Asimismo este subapartado se desagrega en tres fases metodológicas.

Fase 1 – Diseño y definición de indicadores y subindicadores

En esta fase se diseñan y definen los indicadores y subindicadores que se analizarán para cada tramo que componen las trazas. Para la elección de indicadores se han utilizado principalmente dos guías de referencia. La primera corresponde al *Estudio de la Situación de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en la Unión Europea* realizada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) dentro del Programa de

Camino Naturales²⁶, en la cual se establecen algunos requisitos para obtener el certificado de calidad de senderos en diferentes países de la Unión Europea. La segunda es la *Guía para el Diseño, Implementación y Evaluación de un Plan de Rutas Saludables* realizada por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (MSCBS) desde el Área de Promoción de la Salud junto con la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP)²⁷ y se enfoca en proporcionar información práctica para apoyar a las entidades locales en el diseño, dinamización y evaluación de un Plan de Rutas Saludables.

En total se han establecido 12 indicadores y 47 subindicadores clasificados en tres categorías o tipologías: (1) adecuación general, (2) salud física en la recreación y (3) salud mental y Servicios Ecosistémicos Culturales (ver [Tabla 4](#)). En la primera tipología se integran indicadores propios de la adecuación o mantenimiento que pueda presentar el sendero: elementos que puedan comprometer la seguridad vial de quien los utilice, elementos de señalización o elementos que perturben la experiencia del usuario. La segunda categoría engloba indicadores vinculados a la experiencia físicamente saludable del usuario mientras realiza su actividad: nivel de esfuerzo físico requerido, dificultades para transitar, accesibilidad al propio sendero, elementos de confort y

²⁶ Estudio de la Situación de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en la Unión Europea realizada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/publicaciones/otraspublicaciones.aspx>

²⁷ Guía para el Diseño, Implementación y Evaluación de un Plan de Rutas Saludables realizada por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (MSCBS). Recuperado de: https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/Hacia_Rutas_Saludables.htm

3. Metodología

seguridad en caso de algún accidente o incidente del usuario. La tercera se articula a través de indicadores relacionados, por un lado, con una experiencia mentalmente saludable del usuario mientras realiza su actividad física y de la disponibilidad de los SEC que afectan directamente a esta salud mental (como el grado de naturalidad del paisaje o de recursos culturales). Por otro lado, se asocia a indicadores sobre los servicios y/o equipamientos presentes en el sendero para la recreación deportiva o recreativa al aire libre, otro de los SEC más importantes.

Tabla 4: Indicadores y subindicadores utilizados para la evaluación de los tramos de sendero homologado, según tipología, unidad de medida y medio de recogida de datos.

Tipo	Indicadores	Subindicadores	Unidad medida	Trabajo campo/SIG
Adecuación general	seguridad vial	obstáculos	N	TC
		cruces peligrosos	N	TC
	señalización	señalización presencia	1-5	TC
		señalización completitud	1-5	TC
		señalización mantenimiento	1-5	TC
		señalización puntos de situación	N	TC
		paneles presencia	N	TC
		paneles completitud	1-5	TC
	perturbadores	paneles mantenimiento	1-5	TC
		basura	1-5	TC
equipamientos vandalizados		N	TC	
		elementos artísticos informales	N	TC
Salud física en la recreación	esfuerzo físico	esfuerzo percibido	0-10	TC
		IBP dificultad corriendo	0 - ...	-
		IBP dificultad senderismo	0 - ...	-
		IBP dificultad bici	0 - ...	-
	dificultades transitar	dificultades transitar	%long.	TC
	accesibilidad	accesibilidad T privado	N	TC
		accesibilidad T público	N	TC
	confort	confort bancos	N	TC
		confort fuentes	N	TC
		confort áreas descanso	N	TC
sombra verde		%long.	SIG	
seguridad física	DEA	N	TC	

3.4 La evaluación de los senderos oficiales

Salud mental y SEC		cobertura móvil	0-4	TC
	naturalidad	uso intensivo	%long	SIG
		entorno natural	%long	SIG
		tranquilidad natural	%long	SIG
		paisajes naturales	N	TC
		paisajes naturales singularidad	1-5	TC
		aguas próximas	N	TC
		aguas próximas singularidad	1-5	TC
		atracciones naturales puntuales	N	TC
		atracciones naturales puntuales singularidad	1-5	TC
		variedad	N	TC
	presencia asfalto	%long	SIG	
	recursos culturales	puntos interés cultural	N	TC
		puntos interés cultural singularidad	1-5	TC
		elementos patrimoniales	N	TC
		elementos patrimoniales singularidad	1-5	TC
		elementos artísticos formales	N	TC
	elementos artísticos formales singularidad	1-5	TC	
	facilidades ciclismo	carriles bici	%long	SIG
		ciclable	%long	SIG
circulación rodada ciclismo		%long	SIG	
facilidades peatón	aceras/viales peatones	%long	SIG	
	circulación rodada peatones	%long	SIG	

***Nota:** “N” significa número; “1-5” significa que se mide en una escala del 1 al 5, siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo; “%long” significa el porcentaje de longitud (en metros) del tramo; “0 - ...” significa de 0 a infinito. En el caso de la cobertura móvil, se mide del 0 al 4 porque se asocia a los niveles de cobertura real que aparecen reflejados en el propio dispositivo móvil y, en el caso del esfuerzo percibido, se mide de 0 a 10 siguiendo la escala de Borg modificada. **Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se describe cada uno de los subindicadores que forman parte del modelo de indicadores utilizados para medir la idoneidad de los tramos de los senderos en relación con la salud:

Seguridad vial:

- **Obstáculos:** número de obstáculos en el tramo tanto naturales (rocas, árboles, etc.) como artificiales.
- **Cruces peligrosos:** número de cruces peligrosos como una carretera sin paso peatonal, o una vía de tren sin paso a nivel.

3. Metodología

Señalización:

- Señalización presencia: presencia de marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.
- Señalización completitud: completitud del marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.
- Señalización mantenimiento: mantenimiento del marcado o señalización orientada a la recreación deportiva al aire libre.
- Señalización puntos de situación: número de puntos de situación/postes de indicaciones con indicadores de distancia y referencia al camino concreto.
- Paneles presencia: número de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.
- Paneles completitud: completitud de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.
- Paneles mantenimiento: mantenimiento de paneles o columnas informativas orientadas a la recreación deportiva al aire libre.

Perturbadores:

- Basura: presencia de acumulaciones de basura a lo largo del camino.
- Equipamientos vandalizados: número de equipamientos para la recreación deportiva al aire libre dañados, rotos o deteriorados a propósito.
- Elementos artísticos informales: número de zonas con grafitis o murales informales.

Esfuerzo físico:

- Esfuerzo percibido: nivel medio de esfuerzo percibido (según la escala de Borg) en el tramo por parte de los participantes del trabajo de campo, a un ritmo de marcha moderado y con unas

condiciones meteorológicas favorables (sin viento ni precipitaciones ni temperaturas extremas).

- IBP dificultad corriendo: valor del IBP índice calculado para el tramo con la actividad corriendo.
- IBP dificultad senderismo: valor del IBP índice calculado para el tramo con la actividad senderismo.
- IBP dificultad bici: valor del IBP índice calculado para el tramo con la actividad ciclismo.

Dificultades transitar:

- Dificultades transitar: porcentaje de metros del tramo con dificultades para la circulación como terraplenes, piedras de cantera, cascotes/escombros, etc.

Accesibilidad:

- Accesibilidad T privado: número de aparcamientos unidos al tramo.
- Accesibilidad T público: número de paradas de bus o tren asociadas al tramo.

Confort:

- Confort bancos: número de bancos del tramo.
- Confort fuentes. número de fuentes del tramo.
- Confort áreas descanso: número de áreas de descanso o picnic del tramo.
- Sombra verde: porcentaje de metros del tramo con sombra arbórea asociada.

Seguridad física:

- DEA: número de Desfibriladores Externos Automáticos (DEA) asociados al tramo.
- Cobertura móvil: nivel medio de cobertura móvil del tramo medida en intervalos de 500 metros.

3. Metodología

Naturalidad:

- Uso intensivo: porcentaje de metros del tramo con presencia de obras paralizadas, zonas industriales, depuradoras, líneas de alta tensión, etc.
- Entorno natural: porcentaje de metros del tramo del camino en estado natural, típico del paisaje o entorno en que se encuentra.
- Tranquilidad natural: porcentaje de metros del tramo no unido a ruidos de maquinaria o tráfico rodado.
- Paisajes naturales: número de grandes masas boscosas, biotipos o geotipos excepcionales, paisajes enriscados, zonas ajardinadas, etc.
- Paisajes naturales singularidad: singularidad estética de los paisajes naturales asociados al tramo.
- Aguas próximas: número de fuentes, torrentes/arroyos, ríos, etc.
- Aguas próximas singularidad: singularidad estética de los cursos de agua asociados al tramo.
- Atracciones naturales puntuales: número de desfiladeros, cimas impresionantes, barrancos, cuevas, cataratas, árboles ancianos, monumentos naturales, etc.
- Atracciones naturales puntuales singularidad: singularidad estética de las atracciones naturales puntuales asociadas al tramo.
- Variedad: número de grandes formaciones de paisaje (bosque, terrenos abiertos, asentamientos, grandes superficies de aguas/embalses/lagos, etc.).
- Presencia asfalto: porcentaje de metros del tramo pavimentado con asfalto.

Recursos culturales:

- Puntos interés cultural: número de calles de casco histórico peculiares, urbanismo representativo, mercados, paseos y avenidas arboladas, escenarios y pueblos típicos de la región, etc.

- Puntos interés cultural singularidad: singularidad estética de los puntos de interés cultural asociados al tramo.
- Elementos patrimoniales: número de santuarios, capillas/ermitas, centros de información, museos regionales, castillos, monasterios, restos arqueológicos, etc.
- Elementos patrimoniales singularidad: singularidad estética de los elementos patrimoniales asociados al tramo.
- Elementos artísticos formales: número de estatuas, monumentos, placas conmemorativas, composiciones, etc.
- Elementos artísticos formales singularidad: singularidad estética de los elementos artísticos formales asociados al tramo.

Facilidades ciclismo:

- Carriles bici: porcentaje de metros del tramo con carriles o viales para ciclistas, segregados del tráfico motorizado y de usuarios que circulan a pie.
- Ciclable: porcentaje de metros del tramo que pueden ser recorridos en bicicleta de forma autorizada y sin sobreesfuerzos.
- Circulación rodada ciclismo: porcentaje de metros ciclables del tramo en donde no existe segregación entre el tráfico motorizado y los usuarios ciclistas.

Facilidades peatón:

- Aceras/viales peatones: porcentaje de metros del tramo con carriles o viales para peatones, segregados del tráfico motorizado y de usuarios que circulan en bicicleta.
- Circulación rodada peatones: porcentaje de metros del tramo en donde no existe segregación entre el tráfico motorizado y los usuarios a pie.

3. Metodología

De entre todos los indicadores planteados, cabe destacar el de esfuerzo físico, compuesto por 4 subindicadores. En este caso, el primero de los subindicadores, el esfuerzo percibido, resulta muy complicado de calcular por su subjetividad, ya que cada persona en función de sus características (edad, preparación física, ritmo de marcha, patologías cardiorrespiratorias, etc.) lo puede percibir de forma muy diferente. Además, depende de factores externos al individuo como las condiciones meteorológicas. Para que este subindicador sea representativo se necesita una muestra de población con individuos de diferentes perfiles que estén dispuestos a recorrer los tramos y reflejar su percepción de esfuerzo. Por tanto, si no se dispone de una muestra de estas características y se basa únicamente en la percepción de los investigadores que han participado en el trabajo de campo, es un subindicador que tiene asociado un sesgo importante. Para recopilarlo se ha utilizado la escala de Borg modificada (Borg, 1982) que establece un rango de 0 a 10 y cada valor se describe con términos o frases que califican la dificultad o el esfuerzo percibido (Tabla 5).

Tabla 5: Escala de Borg modificada.

Escala de Borg	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	
6	Duro
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo máximo

Fuente: Elaboración propia a partir de Borg (1982).

Para complementar este subindicador con otros de carácter más objetivo, e intentar corregir el posible sesgo, se han calculado los índices llamados *Intelligent Benchmark Prediction* (IBP) de cada subtramo (en ambos sentidos de dirección) para las tres actividades principales (ciclismo, senderismo y corriendo). El IBP Index²⁸ es un sistema de valoración automático que puntúa la dificultad de una ruta recorrida en bicicleta de montaña, bicicleta de carretera, andando o corriendo. El índice se obtiene analizando los datos de latitud, longitud y altura registrados por un receptor de GPS. Computan las distancias recorridas en los diferentes tramos de subidas y bajadas (1%,2%,3%,4%, etc.), los metros totales ascendidos, descendidos, las ratios medias de subida y bajada, los kilómetros a gran altura y la distribución de las rampas. Aplicando una fórmula matemática estandarizada se obtiene una puntuación entre 0 e infinito. Esta puntuación es 100% objetiva, ya que no tiene en cuenta valores subjetivos como la climatología, el estado de forma físico o el ritmo de carrera.

Para obtener este índice, se han cargado en dicha plataforma los archivos GPX correspondientes a las rutas recorridas durante trabajo de campo (divididas en subtramos).

Fase 2 – Segmentación de los tramos de senderos homologados en subtramos

Los tramos de interés se han subdividido en secciones más pequeñas para, en primer lugar, poder acotar mejor sus potencialidades o debilidades y, en segundo lugar, homogeneizar al máximo la longitud de los subtramos. Esta segmentación es un proceso previo al trabajo de

²⁸ *Intelligent Benchmark Prediction* (IBP) Index. Recuperado de: <https://www.ibpindex.com/index.php/es/>

3. Metodología

campo y se ha realizado con la ayuda del SIG, mediante la fotointerpretación de ortofotomapas. Para ello, se han establecido dos criterios que determinan el punto de rotura o cambio de un subtramo a otro. El primero considera la morfología del camino para detectar un cambio brusco, por ejemplo, cuando en el camino se modifica su anchura o tipo de pavimento de forma radical. El segundo condicionante se relaciona con la homogeneidad en la longitud de estos subtramos y, en este sentido, se ha intentado que cada subtramo tuviera una distancia de recorrido de alrededor de 4 km y, en ningún caso, superior a los 10 km. Este valor se ha establecido en base a la longitud de referencia que consideran para cada segmento de sendero en la guía sobre la evaluación de los criterios de calidad en senderos mencionada en la fase 1 de este subapartado.

Después de segmentar los tramos en subtramos a partir de la edición de la capa espacial y la exportación de cada unidad en capas diferentes, se ha codificado el conjunto. Para la codificación se ha establecido el código TRXX en el caso de los tramos y TRXX_SUBTRXX para los subtramos. Asimismo, "TR" corresponde a tramo, "SUBTR" hace referencia a los subtramos y "XX" es la numeración (substituyendo en cada caso "XX" por el número asignado o identificador único).

Fase 3 – Recopilación de datos mediante trabajo de campo y SIG

El trabajo de campo se ha desarrollado en verano, concretamente durante el mes de julio de 2020. En todos los días de recolección de datos, las condiciones meteorológicas han sido favorables, es decir, no se han experimentado episodios ni de viento, ni de lluvia, ni de temperaturas extremas. El trabajo ha sido realizado por una cantidad variable de personas en función del tramo analizado, no obstante, en total han participado 5 personas de perfiles diferentes del Departamento de

Geografía de la Universitat Rovira i Virgili. La movilidad por los tramos también ha sido variable, alternando entre bicicleta y a pie en función de las características de cada tramo.

Todas las rutas seguidas durante el trabajo de campo han sido grabadas y georreferenciadas mediante *smartphones* con GNSS, utilizando la aplicación móvil “Mapas de España” del Instituto Geográfico Nacional (IGN), anteriormente referenciada. Las fotografías geolocalizadas se han recogido mediante la misma aplicación. Los datos recopilados han sido introducidos en fichas de trabajo de campo en formato analógico (anexo 2). Además, cada tramo se ha recorrido en ambos sentidos (ida y vuelta) con la intención de mejorar la percepción de algunos subindicadores (como el esfuerzo percibido) y validar los valores recogidos en la primera pasada.

Una parte de los indicadores y subindicadores se han recopilado mediante trabajo de gabinete, concretamente utilizando los SIG. Para ello, se han utilizado ortofotomapas con topónimos y la capa espacial que contiene todos los subtramos de interés. De esta forma, a partir de fotointerpretación y de la experiencia previa del trabajo de campo realizado, se han podido recopilar los datos con el SIG y realizar los correspondientes cálculos porcentuales en una hoja de cálculo. Principalmente se ha utilizado la herramienta del *software* que permite “Medir la longitud” para extraer la longitud en metros de cada subindicador en cuestión y para cada subtramo (por ejemplo, medir la longitud del subtramo con presencia de sombra verde o con presencia de asfalto).

3.4.3 Normalización y ponderación de los subindicadores

Una vez recopilados los datos para cada indicador y subtramo, estos se deben normalizar o estandarizar en base a una escala de valores única. Además, para integrar los subindicadores, resulta necesario asignarles pesos diferenciados dentro del indicador al cual pertenecen. Con ello se genera una puntuación estandarizada de cada indicador para cada subtramo. En este sentido, el presente subapartado se divide en 2 fases.

Fase 1 – Estandarización y ponderación de los subindicadores

En esta fase, se normalizan todas las variables en una escala del 1 al 5, siendo el 1 el valor menor de cada indicador y 5 el valor más alto, que mide el estado de cada subindicador en cada subtramo. Esta estandarización se realiza en base a criterios consensuados por un grupo de expertos en el campo de la geografía, la salud y la actividad física. Para ello, se organiza una encuesta en línea²⁹ con preguntas cerradas y abiertas en la que intervienen 7 miembros del Proyecto de Investigación titulado *Servicios Ecosistémicos Culturales, salud y bienestar en zonas urbanas y periurbanas con clústeres petroquímicos* – RESTAURA (PID2020-114363GB-I00)³⁰, en el cual se enmarca esta tesis. Este proyecto está liderado por el Departamento de Geografía de la Universitat Rovira i Virgili y está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de Investigación.

²⁹ La intención inicial era programar y desarrollar un taller participativo presencial, pero, debido a las dificultades y restricciones de reunión derivadas de la pandemia del COVID-19, finalmente se optó por una encuesta en formato digital.

³⁰ Web oficial del proyecto RESTAURA. Recuperado de:
<https://gratet.github.io/restaura/>

Para esta normalización de variables (Tabla 6) se parte de dos guías de referencia anteriormente mencionadas: (1) “Estudio de la Situación de los Caminos Naturales e Itinerarios No Motorizados en la Unión Europea” y (2) “Guía para el Diseño, Implementación y Evaluación de un Plan de Rutas Saludables”.

Una vez normalizados todos los subindicadores a partir de los datos recogidos en la encuesta mencionada, se ponderan para que cada uno de ellos tenga un peso diferente dentro del indicador en el cual se integra. Este peso se calcula teniendo en cuenta la importancia que el subindicador tiene al construir el indicador. El valor de ponderación es porcentual, por lo cual la suma de los pesos asignados a los diferentes subindicadores de cada indicador ha de resultar 100%. Las ponderaciones (Tabla 6) se aplican utilizando el método del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) (Saaty, 1980). Para aplicar este método, se estructuran los subindicadores en una matriz y se valoran por pares en función del grado de importancia de unos respecto a otros. Los grados de importancia se clasifican, de menos a más, de la siguiente manera: extremadamente menos importante (1/9), fuertemente menos importante (1/7), moderadamente menos importante (1/5 o 1/3), igual de importante (1), moderadamente más importante (3 o 5), fuertemente más importante (7) y extremadamente más importante (9).

El AHP posibilita la toma de decisiones grupales mediante el agregado de percepciones u opiniones. Cuando el grupo está formado por expertos, cada uno elabora su propia jerarquía y se combinan los resultados a partir de un promedio. En este sentido, a cada participante se le ha interrogado por la importancia relativa de cada subindicador dentro del indicador al cual pertenece y, en base a ello, han completado la matriz de comparación

3. Metodología

por pares de Saaty³¹. Para integrar todas las aportaciones se ha realizado un promedio simple y se ha obtenido la proporción final de cada uno de los subindicadores considerados en este estudio.

³¹ La plantilla utilizada con la matriz de Saaty se puede consultar en el siguiente enlace:
<https://cutt.ly/SDPSiTS>

Tabla 6: Normalización y ponderación de los subindicadores utilizados en la evaluación de los senderos homologados.

Indicadores	Subindicadores	Normalización					VP(%)
		1	2	3	4	5	
seguridad vial	obstáculos	>3	3	2	1	0	25
	cruces peligrosos	>3	3	2	1	0	75
señalización	señalización presencia	1	2	3	4	5	30
	señalización completitud	1	2	3	4	5	10
	señalización mantenimiento	1	2	3	4	5	10
	señalización puntos de situación	0	1	2	3	>3	30
	paneles presencia	0	1	2	3	>3	10
	paneles completitud	1	2	3	4	5	5
	paneles mantenimiento	1	2	3	4	5	5
perturbadores	basura	1	2	3	4	5	70
	equipamientos vandalizados	0	1	2	3	>3	20
	elementos artísticos informales	0	1	2	3	>3	10
esfuerzo físico	esfuerzo percibido	0-2	3-4	5-6	7-9	10	10
	IBP dificultad corriendo	0-6	7-13	14-19	20-25	>25	30
	IBP dificultad senderismo	0-6	7-13	14-19	20-25	>25	30
	IBP dificultad bici	0-2	3-5	6-8	9-11	>11	30
dificultades transitar	dificultades transitar	0	0-20	20-50	50-80	80-100	100
accesibilidad	accesibilidad T privado	0	1	2	3	>3	40
	accesibilidad T público	0	1	2	3	>3	60

3. Metodología

confort	confort bancos	0	1	2	3	>3	40
	confort fuentes	0	1	2	3	>3	15
	confort áreas descanso	0	1	2	3	>3	15
	sombra verde	0	0-20	20-50	50-80	80-100	30
seguridad física	DEA	0	1	2	3	>3	20
	cobertura móvil	0	1	2	3	4	80
naturalidad	uso intensivo	80-100	50-80	20-50	0-20	0	5
	entorno natural	0	0-20	20-50	50-80	80-100	5
	tranquilidad natural	0	0-20	20-50	50-80	80-100	5
	paisajes naturales	0	1	2	3	>3	10
	paisajes naturales singularidad	1	2	3	4	5	15
	aguas próximas	0	1	2	3	>3	5
	aguas próximas singularidad	1	2	3	4	5	10
	atracciones naturales puntuales	0	1	2	3	>3	15
	atracciones naturales puntuales singularidad	1	2	3	4	5	20
	variedad	0	1	2	3	>3	5
presencia asfalto	80-100	50-80	20-50	0-20	0	5	
recursos culturales	puntos interés cultural	0	1	2	3	>3	10
	puntos interés cultural singularidad	1	2	3	4	5	15
	elementos patrimoniales	0	1	2	3	>3	20
	elementos patrimoniales singularidad	1	2	3	4	5	40
	elementos artísticos formales	0	1	2	3	>3	5
	elementos artísticos formales singularidad	1	2	3	4	5	10
	carriles bici	0	0-20	20-50	50-80	80-100	10

facilidades ciclismo	ciclable	0	0-20	20-50	50-80	80-100	45
	circulación rodada ciclismo	80-100	50-80	20-50	0-20	0	45
facilidades peatón	aceras/viales peatones	0	0-20	20-50	50-80	80-100	55
	circulación rodada peatones	80-100	50-80	20-50	0-20	0	45

***Nota:** VP: valor de ponderación. **Fuente:** Elaboración propia.

Fase 2 – Representación espacial

Finalmente, se cartografían los subtramos según la puntuación de cada indicador. Los intervalos utilizados para la representación espacial son los cuatro siguientes: igual o mayor que 1 hasta 2; mayor que 2 hasta 3; mayor que 3 hasta 4; mayor que 4 hasta 5.

3.4.4 Determinación de la aptitud de los subtramos ajustada al perfil de usuario potencial

Una vez evaluados los senderos oficiales, a partir de una batería de indicadores y subindicadores, se calcula su grado de aptitud o afinidad con unos perfiles de usuario determinados. Este cálculo se basa en contrastar unos valores idóneos que se establecen objetivamente para cada perfil con los valores reales de cada indicador para cada subtramo.

En este sentido, el primer paso consiste en definir los perfiles de usuario tipo, además de determinar los indicadores que influyen directamente sobre estos perfiles. En segundo lugar, se asignan los valores óptimos de cada indicador para cada perfil de usuario con la intención de contrastarlos con los valores reales recogidos para cada subtramo. A continuación, se configura un modelo estadístico que permita establecer el grado de aptitud o afinidad de cada subtramo en función del tipo de perfil de usuario potencial. Finalmente, se cartografían los resultados obtenidos. De esta forma, se diferencian un total de 4 fases.

Fase 1 – Elección de los perfiles de usuario y los indicadores adecuados

La gran diversidad de perfiles de usuarios de senderos condiciona la determinación de los recorridos idóneos a cada perfil o con los que guardan un mayor grado de afinidad. La intención es asignar a cada tipo de usuario senderos o tramos de sendero en función de lo beneficiosos que estos sean para su salud, tanto física como mental, y de lo motivados o interesados que estén por un tipo concreto de SEC (Vías *et al.*, 2014). Las preferencias o intereses de los usuarios (motivaciones) y lo que obtienen después de realizar su experiencia al aire libre (beneficios para la salud) están directamente relacionados con el nivel de satisfacción generado (Fariás-Torbidoni *et al.*, 2020). De ahí que resulte fundamental definir un perfil de usuario *a priori* para poder identificar los mejores tramos de sendero adaptados a cada uno de ellos (los diferentes perfiles de usuario).

Se establecen dos grupos de usuarios tipo o perfiles de usuario que potencialmente utilizarían los senderos homologados seleccionados para el estudio. El primer grupo califica a los potenciales usuarios según su estado de forma física. En este sentido, se establece una relación directamente proporcional con la recreación deportiva saludable al aire libre, ya que, cuanto mayor sea el grado de afinidad de los subtramos con cada perfil de usuario, más saludable (físicamente) deberá ser su experiencia recreativa. El segundo grupo se establece a partir del interés o motivación de los usuarios por los diferentes tipos de Servicios Ecosistémicos Culturales mientras desarrollan su actividad física en los senderos. En este caso se considera que, cuanto mayor sea la afinidad de los subtramos con cada perfil de usuario, más ganancias culturales obtendrán y más satisfechos se sentirán después de realizar su actividad física al aire libre.

3. Metodología

Los usuarios “tipo” del primer grupo se establecen en función de la capacidad física o estado de forma físico (malo, regular o bueno) junto con dos variables dicotómicas que actuarán como agravantes de la primera: (1) si padecen o no patologías/enfermedades (cardiovasculares, respiratorias, etc.) que dificulten la actividad física y (2) si presentan o no factores de riesgo cardiovascular asociados (tabaquismo, obesidad, etc.) (Tabla 7).

Tabla 7: Conjunto de las 12 tipologías de perfil de usuario establecidas en función de sus condiciones físicas.

Estado de forma físico	Patologías	Factores riesgo cardiovascular
Malo	No	No
Malo	Sí	No
Malo	No	Sí
Malo	Sí	Sí
Regular	No	No
Regular	Sí	No
Regular	No	Sí
Regular	Sí	Sí
Bueno	No	No
Bueno	Sí	No
Bueno	No	Sí
Bueno	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el trabajo de Vías *et al.* (2014) los usuarios tipo del segundo grupo se configuran a partir de su interés o motivación por los SEC y de la tipología de actividad deportiva preferente (Tabla 8). En relación con la motivación, se diferencia entre aquellos que están interesados por (1) la naturaleza y apreciación del paisaje, (2) el patrimonio cultural e identitario, y (3) la motivación deportiva. Cabe aclarar que en la tercera motivación prima la vertiente deportiva y se asume que, a estos usuarios, los factores como el riesgo o la dificultad de la ruta que realizan les

resultan prioritarios y muy atractivos. En referencia a la actividad recreativa o deportiva preferente, se discrimina entre (1) ciclismo o (2) a pie.

Tabla 8: Conjunto de las 6 tipologías de perfil de usuario establecidas según sus intereses y preferencias por los SEC.

Intereses usuarios	Tipo actividad preferente
Naturaleza y apreciación del paisaje	Ciclismo
Naturaleza y apreciación del paisaje	A pie
Patrimonio cultural	Ciclismo
Patrimonio cultural	A pie
Motivación deportiva	Ciclismo
Motivación deportiva	A pie

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se seleccionan los indicadores a incluir en el modelo y se calculan los valores óptimos de cada indicador para cada tipo de perfil de usuario. Para el primer grupo de usuarios se incorporan los indicadores que pueden condicionar su experiencia en su actividad física por el sendero: “esfuerzo físico”, “dificultades para transitar”, “accesibilidad”, “confort” y “seguridad física”. Para el segundo grupo se incluyen en el modelo los indicadores que puedan influir en el interés del usuario por los SEC: “naturalidad”, “recursos culturales”, “facilidades para ciclismo”, “facilidades para peatones”, “esfuerzo físico”, “dificultades para transitar”, “confort” y “seguridad física”.

Fase 2 – Asignación de los valores óptimos de cada indicador para cada perfil de usuario

Según las conclusiones extraídas del trabajo con los expertos en el ámbito de la salud y la actividad física, un usuario con una preparación física baja no es conveniente que tolere niveles de esfuerzo muy altos y que el camino tenga pocos elementos de confort, al contrario de otro con un

3. Metodología

estado físico bueno. El mismo planteamiento se desarrolla con las patologías o los factores de riesgo cardiovascular, de manera que, un usuario que las padezca, no le convendrá superar unos lindares de esfuerzo físico determinados y encontrar demasiadas dificultades en el camino que agraven su nivel de agotamiento, al contrario de otro usuario que no padezca ninguna patología.

En esta línea, una vez establecidos los perfiles de usuario, se asigna un hipotético valor óptimo o recomendado para cada uno de estos y para cada indicador, en función de su grado de tolerancia o de necesidad. Estos valores van del 1 al 5, siguiendo la misma escala que la de los indicadores recogidos para los senderos evaluados. Continuando con este planteamiento, se establece un perfil de referencia de estado de forma y se le asignan los valores recomendados (del 1 al 5) para cada indicador, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto. El perfil de referencia corresponde al estado de forma físico “regular”. Para este perfil se asigna, a todos los indicadores, la mediana de la escala de valores del 1 al 5 (que es 3), entendiendo que, al ser el perfil intermedio, le deben corresponder valores intermedios de todos los indicadores. A partir de este perfil de referencia, por un lado, se asume que cuanto mejor sea el estado de forma de la persona, mayor nivel de “esfuerzo físico” y “dificultades para transitar” podrá tolerar, mientras que, por otro lado, menor necesidad tendrá de “accesibilidad”, “confort” y “seguridad física”. Por el contrario, cuanto peor sea el estado de forma físico, menor nivel de “esfuerzo físico” y “dificultades para transitar” podrá tolerar y mayor necesidad tendrá de “accesibilidad”, “confort” y “seguridad física”. Siguiendo esta regla, se incrementa o disminuye el valor de referencia (el 3) en un punto, dependiendo del perfil y del indicador en cuestión (Tabla 9). Como se muestra a continuación, la decisión de que el valor de referencia (o valor mediano) incremente o disminuya únicamente en un punto, viene dada

por la intención de que las variables de patologías y factores de riesgo funcionen como agravantes de este mismo valor.

Tabla 9: Valores óptimos o recomendados iniciales de cada indicador según el estado de forma físico del usuario.

	Estado de forma físico			
	malo	regular	bueno	
esfuerzo físico	2	3	4	<i>Grado tolerancia (1-5)</i>
dificultades transitar	2	3	4	<i>Grado tolerancia (1-5)</i>
accesibilidad	4	3	2	<i>Grado necesidad (1-5)</i>
confort	4	3	2	<i>Grado necesidad (1-5)</i>
seguridad física	4	3	2	<i>Grado necesidad (1-5)</i>

***Nota:** El estado de referencia es “regular” con valor 3. **Fuente:** Elaboración propia.

Con la finalidad de complementar estos perfiles según el estado de forma física, las patologías, por un lado, y los factores de riesgo cardiovascular, por otro, funcionan a modo de agravantes. Es decir, si el usuario padece patologías y/o factores de riesgo cardiovascular, los valores recomendados anteriormente establecidos de “esfuerzo físico” y “dificultades para transitar” se reducen porcentualmente, aunque esta reducción es menor cuanto mejor sea el estado de forma (Tabla 10). La misma lógica se aplica para los indicadores de “accesibilidad”, “confort” y “seguridad física”, pero, en lugar de reducirse, los valores iniciales se incrementan.

En este caso, los porcentajes de incremento o reducción se asignan en base al perfil de estado de forma “malo”. Por un lado, en el caso de que el usuario presente tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular a la vez, para los indicadores de “esfuerzo físico” y “dificultades para transitar” se parte de un 50% de reducción y este valor porcentual se reduce progresivamente una tercera parte a medida que el estado de forma física es mejor. En cambio, para el resto de los indicadores (“accesibilidad”, “confort” y “seguridad física”) se incrementa un 25% y

3. Metodología

este porcentaje también va disminuyendo una tercera parte de forma progresiva cuanto mejor sea el estado de forma. Estos porcentajes vienen dados por la capacidad de incrementar o disminuir el valor óptimo inicialmente calculado para este perfil de referencia. Es decir, en el caso de los dos primeros indicadores, si se disminuye en un 50% el valor óptimo asignado (que es 2) porque el usuario presenta patologías y factores de riesgo, se obtiene 1, que es el valor mínimo posible (de la escala del 1 al 5). Lo mismo ocurre con los otros tres indicadores, ya que, si se aumenta 4 en un 25%, se obtiene el valor máximo posible (que es 5).

Por otro lado, en el caso de que el usuario solo presente patologías o factores de riesgo cardiovascular, se utiliza la misma regla, pero los porcentajes de partida se reducen a la mitad (Tabla 11): el de 50% pasa a 25% y el de 25% pasa a 12,5%.

Tabla 10: Porcentajes de incremento o disminución de los valores óptimos iniciales según el estado de forma físico del usuario en el caso de que presente tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular.

	Malo	Regular	Bueno
esfuerzo físico	▼ 50,00%	▼ 33,33%	▼ 16,67%
dificultades transitar	▼ 50,00%	▼ 33,33%	▼ 16,67%
accesibilidad	▲ 25,00%	▲ 16,67%	▲ 8,33%
confort	▲ 25,00%	▲ 16,67%	▲ 8,33%
seguridad física	▲ 25,00%	▲ 16,67%	▲ 8,33%

***Nota:** El estado de forma de referencia es “malo”. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 11: Porcentajes de incremento o disminución de los valores óptimos iniciales según el estado de forma físico del usuario en el caso de que presente o patologías o factores de riesgo cardiovascular.

	Malo	Regular	Bueno
esfuerzo físico	▼ 25,00%	▼ 16,67%	▼ 8,33%
dificultades transitar	▼ 25,00%	▼ 16,67%	▼ 8,33%
accesibilidad	▲ 12,50%	▲ 8,33%	▲ 4,17%
confort	▲ 12,50%	▲ 8,33%	▲ 4,17%
seguridad física	▲ 12,50%	▲ 8,33%	▲ 4,17%

***Nota:** El estado de forma de referencia es “malo”. **Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, se obtiene un valor óptimo para cada perfil de usuario, agravado según patologías o factores de riesgo (Tabla 12). Como se verá en la siguiente sección, estos valores son los que se contrastarán con los valores reales (del 1 al 5) de cada indicador para cada subtramo, obtenidos a partir del trabajo de campo y de gabinete.

Tabla 12: Valores óptimos finales para cada perfil de usuario modificados según la presencia de patologías y/o factores de riesgo cardiovascular.

Estado de forma:	M	M	M	R	R	R	B	B	B
Patologías o factores de riesgo:	X	✓	X	X	✓	X	X	✓	X
Patologías y factores de riesgo:	X	X	✓	X	X	✓	X	X	✓
esfuerzo físico	2,0	1,5	1,0	3,0	2,5	2,0	4,0	3,6	3,3
dificultades transitar	2,0	1,5	1,0	3,0	2,5	2,0	4,0	3,5	3,3
accesibilidad	4,0	4,5	5,0	3,0	3,2	3,5	2,0	2,0	2,1
confort	4,0	4,5	5,0	3,0	3,2	3,5	2,0	2,0	2,1
seguridad física	4,0	4,5	5,0	3,0	3,2	3,5	2,0	2,0	2,1

***Nota:** “M” significa malo, “R” significa regular y “B” significa bueno. **Fuente:** Elaboración propia.

Para los perfiles de usuario que se definen en función de la motivación o intereses por los SEC, también se configuran unos valores óptimos o recomendados iniciales, aunque en esta ocasión el método varía

3. Metodología

significativamente. Siguiendo el planteamiento anterior, si el interés del usuario se basa en la naturaleza y apreciación del paisaje, el sendero que quiera utilizar deberá tener unos niveles altos de naturalidad; por el contrario, si se basa en el patrimonio cultural, el tramo deberá disponer de recursos culturales. En cambio, si la motivación es de carácter deportiva, el usuario preferirá unos niveles mayores de esfuerzo físico y no considerará tan relevantes las dificultades para transitar o la presencia de elementos de confort, dado que está dispuesto a asumir mayores riesgos vinculados a la actividad deportiva que realiza (mayor ritmo de marcha o de carrera, entre otros factores, que los otros dos perfiles). Además, si su actividad preferente es el ciclismo, la presencia de equipamientos y servicios para ciclistas en el sendero deberán tener un valor alto; lo mismo sucede con los equipamientos y servicios dirigidos a aquellos usuarios que prefieran realizar su actividad a pie.

En este caso, no se aplican incrementos o disminuciones porcentuales porque los diferentes perfiles (apreciación del paisaje, patrimonio cultural y motivación deportiva) son independientes entre sí y no se corresponden a diferentes grados de una misma categoría como ocurría con el estado de forma físico. Por tanto, los valores óptimos se han establecido a partir de los cuartiles de la serie de valores posible de 1 al 5 (Tabla 13). Los cuartiles utilizados son el cuartil 3 (que es el valor 4) y el cuartil 1 (que es el valor 2). No obstante, el valor de “dificultades para transitar” se reduce en un 50% para el perfil de motivación deportiva y actividad de ciclismo, debido a que esta tipología de actividad suele requerir el mínimo nivel de dificultades del terreno para que se pueda desarrollar con éxito. Además, algunos de los indicadores no se consideran aplicables en función del tipo de perfil. Por ejemplo, si el usuario tiene interés por la naturaleza y su actividad preferente es el ciclismo, los indicadores de “recursos

culturales” o “facilidades peatón” no son necesarios en la fórmula y, por tanto, no requieren de un valor óptimo para este perfil concreto.

Tabla 13: Valores óptimos asignados a cada indicador según las motivaciones y preferencias del usuario

Intereses usuarios	N y AP	N y AP	PC	PC	MD	MD
Ciclismo	✓	X	✓	X	✓	X
A pie	X	✓	X	✓	X	✓
naturalidad	4	4	N/A	N/A	N/A	N/A
recursos culturales	N/A	N/A	4	4	N/A	N/A
facilidades ciclismo	4	N/A	4	N/A	4	N/A
facilidades peatón	N/A	4	N/A	4	N/A	4
esfuerzo físico	N/A	N/A	N/A	N/A	4	4
dificultades transitar	N/A	N/A	N/A	N/A	1	2
confort	N/A	N/A	N/A	N/A	2	2
seguridad física	N/A	N/A	N/A	N/A	4	4

***Nota:** “N y AP” significa naturaleza y apreciación del paisaje, “PC” patrimonio cultural y “MD” significa motivación deportiva. **Fuente:** Elaboración propia.

Fase 3 – Diseño del modelo estadístico

Una vez establecidos los intervalos óptimos para cada indicador y para cada perfil de usuario, se construye el modelo estadístico que permite determinar la aptitud o la afinidad de los subtramos ajustada al perfil de usuario potencial. Este modelo se basa en comparar los valores reales de los indicadores de cada subtramo con los valores óptimos calculados para cada perfil y, a partir de ello, establecer un grado de afinidad o coincidencia de los diferentes subtramos para cada uno de los perfiles de usuario.

La aplicación de este modelo se inicia estableciendo la desviación estándar (plasmada a través de la función DESVEST.P de Microsoft Excel) entre el valor real de cada indicador en cada subtramo y el valor óptimo

3. Metodología

de cada perfil de usuario previamente calculado. Cuanto mayor sea esta desviación, más bajo será el valor de aptitud o afinidad resultante. Una vez obtenidos los valores de desviación típica, conociendo la desviación máxima posible (que es 2) entre el valor mínimo (que es 1) y el máximo (que es 5) de la escala de valores, se estandarizan entre 0% y 100%. A continuación, se calcula el promedio ponderado de estas desviaciones normalizadas de cada indicador y para cada perfil de usuario. Estos pesos porcentuales se asignan a partir del método AHP anteriormente mencionado (Tabla 14 y Tabla 15).

Tabla 14: Porcentajes asignados a cada indicador que se aplican al promedio ponderado de las desviaciones estándar normalizadas. Tipología de perfil de usuario según condiciones físicas.

Estado de forma:	M	M	M	R	R	R	B	B	B
Patologías o factores de riesgo:	X	✓	X	X	✓	X	X	✓	X
Patologías y factores de riesgo:	X	X	✓	X	X	✓	X	X	✓
esfuerzo físico	30	30	20	60	30	30	80	60	30
dificultades transitar	30	30	20	10	30	30	5	10	30
accesibilidad	15	10	20	10	15	10	5	10	15
confort	15	20	20	10	15	20	5	10	15
seguridad física	10	10	20	10	10	10	5	10	10
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

***Nota:** “M” significa malo, “R” significa regular y “B” significa bueno. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 15: Porcentajes asignados a cada indicador que se aplican al promedio ponderado de las desviaciones estándar normalizadas. Tipología de perfil de usuario según intereses y motivaciones.

Intereses usuarios	N y AP	N y AP	PC	PC	MD	MD
Ciclismo	✓	X	✓	X	✓	X
A pie	X	✓	X	✓	X	✓
naturalidad	70	70	N/A	N/A	N/A	N/A
recursos culturales	N/A	N/A	70	70	N/A	N/A
facilidades ciclismo	30	N/A	30	N/A	50	N/A
facilidades peatón	N/A	30	N/A	30	N/A	50
esfuerzo físico	N/A	N/A	N/A	N/A	20	20
dificultades transitar	N/A	N/A	N/A	N/A	10	10
confort	N/A	N/A	N/A	N/A	5	5
seguridad física	N/A	N/A	N/A	N/A	15	15
	100	100	100	100	100	100

***Nota:** “N y AP” significa naturaleza y apreciación del paisaje, “PC” patrimonio cultural y “MD” significa motivación deportiva. **Fuente:** Elaboración propia.

Respecto al promedio obtenido, cuanto más cercano a 0, mayor es la aptitud o afinidad del subtramo para el perfil de usuario en cuestión. El valor 0 significa que la diferencia o desviación estándar entre el valor real y el óptimo es inexistente. Por tanto, con la finalidad de conseguir una mayor legibilidad que se obtiene con la interpretación inversa (cuanto más se acerque el valor a 0, menor debe ser la aptitud o afinidad), se resta 100 a este promedio calculado y se multiplica el resultado por (-1) para omitir el signo negativo. Por ejemplo, en el caso de que la puntuación conseguida o desviación estándar promedio de un perfil de usuario en concreto sea de 3,49 (considerando una escala del 0 al 100), se calcula el valor inverso ($3,49 - 100 = -96,51$) y se convierte a valor positivo para obtener el valor de afinidad o coincidencia definitivo, que sería del 96,51% para este ejemplo concreto. En la **Figura 22** se evidencia un ejemplo de los resultados generados con el cálculo del porcentaje de afinidad del subtramo TR01_SUBTR03.

3. Metodología

Figura 22: Resultados del cálculo del grado de afinidad de un subtramo concreto para los diferentes perfiles de usuario según sus condiciones físicas.

	esfuerzo físico	dificultades	tr	accesibilidad	confort	seguridad física			
TRO1_SUBTR03	2,7	2		3,2	2,2	2,8			

Estado de forma	Patologías	Factores riesgo	esfuerzo físico	dificultades	accesibilidad	confort	seguridad física		
malo	NO	NO	0,35	0,00	0,40	0,90	0,60		
malo	SI	NO	0,60	0,25	0,65	1,15	0,85		
malo	NO	SI	0,60	0,25	0,65	1,15	0,85		
malo	SI	SI	0,85	0,50	0,90	1,40	1,10		
regular	NO	NO	0,15	0,50	0,10	0,40	0,10		
regular	SI	NO	0,10	0,25	0,02	0,53	0,23		
regular	NO	SI	0,10	0,25	0,02	0,53	0,23		
regular	SI	SI	0,35	0,00	0,15	0,65	0,35		
bueno	NO	NO	0,65	1,00	0,60	0,10	0,40		
bueno	SI	NO	0,49	0,75	0,56	0,06	0,36		
bueno	NO	SI	0,49	0,75	0,56	0,06	0,36		
bueno	SI	SI	0,32	0,67	0,52	0,02	0,31		

Estado de forma	Patologías	Factores riesgo	esfuerzo físico	dificultades	accesibilidad	confort	seguridad física	Promedio ponderado indicadores	Promedio-100	% Afinidad
malo	NO	NO	17,50	0,00	20,00	45,00	30,00	18,00	-82,00	82,00
malo	SI	NO	30,00	12,50	32,50	57,50	42,50	31,75	-68,25	68,25
malo	NO	SI	30,00	12,50	32,50	57,50	42,50	31,75	-68,25	68,25
malo	SI	SI	42,50	25,00	45,00	70,00	55,00	47,50	-52,50	52,50
regular	NO	NO	7,50	25,00	5,00	20,00	5,00	10,00	-90,00	90,00
regular	SI	NO	5,00	12,50	1,25	26,25	11,25	10,50	-89,50	89,50
regular	NO	SI	5,00	12,50	1,25	26,25	11,25	10,50	-89,50	89,50
regular	SI	SI	17,50	0,00	7,50	32,50	17,50	14,25	-85,75	85,75
bueno	NO	NO	32,50	50,00	30,00	5,00	20,00	31,25	-68,75	68,75
bueno	SI	NO	24,25	37,50	28,00	3,00	18,00	23,20	-76,80	76,80
bueno	NO	SI	24,25	37,50	28,00	3,00	18,00	23,20	-76,80	76,80
bueno	SI	SI	15,75	33,25	25,75	0,75	15,75	20,25	-79,75	79,75

Valores reales del subtramo para cada indicador (de 1 a 5)
Desviaciones estándar entre los valores reales y los valores óptimos calculados para cada perfil de usuario (de 0 a 2)
Normalización de las desviaciones estándar (de 0 a 100)

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando este método, en los resultados obtenidos se puede dar el caso, por ejemplo, de que un subtramo en el cual se requiere un nivel de esfuerzo físico bajo no obtenga un porcentaje muy alto de afinidad para un usuario con una condición física buena. Esto no significa que el subtramo en cuestión no sea adecuado para una persona con un estado de forma bueno, sino que, al no suponerle un esfuerzo físico suficientemente alto para su condición física, estará por debajo de los equivalentes metabólicos (MET) que es capaz de utilizar y, consecuentemente, los beneficios para su salud se verán reducidos significativamente. Un equivalente metabólico (1 MET) es la cantidad de energía (oxígeno) que el cuerpo utiliza cuando se está en reposo. La intensidad se puede describir como un múltiplo de este valor, de manera que, cuanto más trabaja el cuerpo durante una actividad física, más elevado es el nivel MET que se está alcanzando. Según la *Guía para la*

Actividad Física en la Infancia y la Adolescencia desarrollada por el Ministerio de Educación y Ciencia y el Ministerio de Sanidad y Consumo³², cualquier actividad que consuma entre 3 y 6 MET se considera de intensidad moderada, o cualquier actividad que consuma más de 6 MET se considera de intensidad vigorosa. Por tanto, en línea de lo que argumenta la OMS (OMS, 2020), con el objetivo de obtener mayores beneficios para la salud, cuanto mejor sea el estado de forma de la persona, la actividad física que realice tiene que ser más vigorosa y, en consecuencia, debe suponerle mayor esfuerzo físico.

Fase 4 – Representación espacial de los subtramos según la afinidad por perfil de usuario

Finalmente, se cartografían los tramos de senderos afines para cada uno de los tipos de usuario en un conjunto de mapas, uno para cada perfil de usuario. Para mejorar la legibilidad de la representación espacial se dividen las puntuaciones en 6 clases: inferior o igual a 50% (no afín); mayor de 50% hasta 65% (afinidad baja); mayor de 65% hasta 75% (afinidad media); mayor de 75% hasta 90% (afinidad media-alta); mayor de 90% hasta 95% (afinidad alta) y mayor de 95% (afinidad muy alta). Esta clasificación de puntuaciones o porcentajes de afinidad/coincidencia de los senderos según el tipo de perfil de usuario se basa en algunos de los percentiles más utilizados y populares en las clasificaciones de intervalos por percentiles.

³² Guía para la Actividad Física en la Infancia y la Adolescencia, elaborado por el Ministerio de Educación y Ciencia y el Ministerio de Sanidad y Consumo. Recuperado de:
<https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adultos/actiFisica/guiaActiviFisica.htm>

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

SEGUNDA PARTE. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

4. Los resultados de la depuración de la base de datos

El primer objetivo (O1) de esta tesis pretende, por un lado, generar una base de datos de IGV pasiva y, por otro lado, optimizar la calidad de dichos datos. De este modo, en el presente capítulo se muestran los resultados del filtraje y control de calidad de la base de datos, tanto de las fotografías geolocalizadas como de las trazas GNSS. Por este motivo, el capítulo se divide en dos apartados.

4. Los resultados de la depuración de la base de datos

4.1 Control de calidad de las fotografías geolocalizadas

La base de datos original se componía de 19.888 fotografías, todas ellas ubicadas dentro de la zona de estudio. El análisis del número de fotografías por usuario reveló la existencia de un superusuario que aportaba el 14,32% de las imágenes. Después de aplicar el procedimiento descrito en el subapartado 3.1.2 del capítulo sobre la metodología, con el objetivo de mitigar la sobrerrepresentación de la contribución de este usuario determinado, la base de datos utilizada en este estudio se redujo a 17.535 fotografías compartidas por 1.225 usuarios vinculadas a un total de 3.666 rutas. Asimismo, la ratio de fotografías por usuario es de 14,31 y de fotografías por ruta es de 4,78 (considerando únicamente las trazas que presentan alguna fotografía adjunta).

4.2 Control de calidad de las trazas GNSS

Los resultados de la depuración y control de calidad de las trazas GNSS se estructuran en tres subapartados. El primero corresponde al filtraje preliminar junto con el análisis estadístico de la geometría de las trazas para detectar segmentos atípicos y descartar aquellas que presenten anomalías. El segundo se basa en el análisis e identificación de los principales tipos de error presentes en la geometría de las trazas GNSS. Por último, el tercer subapartado se dedica a cuantificar el resultado de la depuración y a reflejar las características longitudinales de las trazas pre y post filtraje.

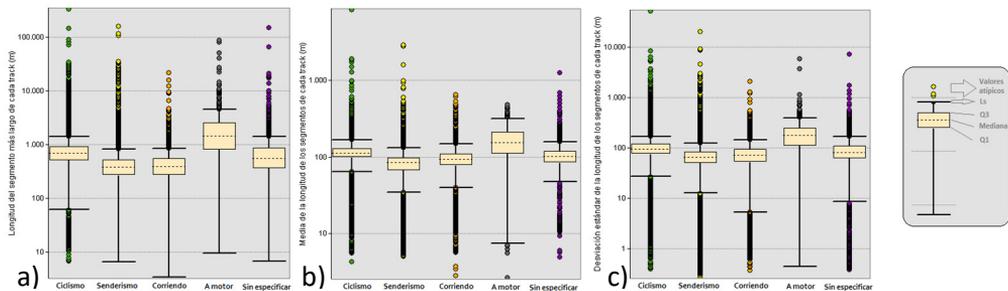
4.2.1 Preprocesado y filtraje de las trazas GNSS

El conjunto original de datos consistía en 48.520 trazas GNSS con punto de inicio en la zona de estudio. En el primer paso del filtrado preliminar correspondiente a la eliminación de las rutas con una longitud inferior a 500 m se descarta un 0,5% de trazas GPS (de 48.520 se pasa a 48.279); con el segundo, referente al descarte de las rutas no terrestres, se elimina un 8,2% pasando de 48.279 a 44.326 rutas.

Las 44.326 rutas resultantes del filtrado preliminar se someten a una segmentación y a un posterior análisis estadístico mediante gráficos de caja y bigote realizados para cada variable (longitud del segmento más largo de cada ruta; longitud promedio de los segmentos de cada ruta y desviación estándar de la longitud de los segmentos de cada ruta) y por grupos de actividad (ciclismo, senderismo, corriendo, a motor y sin especificar) (Figura 23). En estos, se consideran valores atípicos los superiores a L_s (segmentos atípicamente largos): patilla superior de la caja calculada a partir de la suma del tercer cuartil y del rango intercuartílico ($Q3+IQR$). El algoritmo utilizado para seleccionar las trazas correctas es: $a \leq L_s$ (a) AND $b \leq L_s$ (b) AND $c \leq L_s$ (c) que es aplicado para cada tipo de actividad (Tabla 16). Con este método de depuración se conservan un total de 36.230 rutas, llegando a descartar 8.096 recorridos (18,3%).

4. Los resultados de la depuración de la base de datos

Figura 23: Gráficos de caja y bigotes que determinan las trazas con tramos atípicos por tipo de actividad y para las tres variables analizadas: (a) longitud del segmento más largo de cada ruta; (b) longitud promedio de los segmentos de cada ruta; (c) desviación estándar de la longitud de los segmentos de cada ruta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Valores de L_s que se utilizan para determinar las rutas con *outliers* (tramos atípicamente largos) por tipo de actividad y para las tres variables analizadas.

	a	b	c
	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)
Ciclismo	1.395,09	166,44	169,41
Senderismo	495,15	131,64	122,93
Correr	853,30	149,03	143,27
Sin especific.	1.411,31	157,78	165,65
A motor	4.508,78	315,70	394,77

***Nota:** a: longitud del segmento más largo de cada ruta; b: longitud promedio de los segmentos de cada ruta; c: desviación estándar de la longitud de los segmentos de cada ruta. **Fuente:** Elaboración propia.

4.2.2 Análisis de la tipología de errores en las rutas

En relación con las rutas descartadas, a partir del análisis visual se han identificado 4 tipologías de errores predominantes. De estos 4 tipos, 3 se asocian a errores causados por los usuarios y el otro se relaciona con la

calidad de la señal de los dispositivos GNSS. A continuación, se describe cada una de las tipologías encontradas:

A: Segmentos rectos de gran longitud entre el penúltimo y último vértice del recorrido. Este error se asocia al incorrecto uso de la aplicación. El segmento problemático se genera cuando se pausa el *track* y el usuario lo reanuda en una ubicación alejada del final real del mismo (por ejemplo, en su casa). Como se aprecia en la [Figura 24a](#), aparece una traza recta que une el último punto del recorrido (donde se pausa) y el punto donde se carga el *track* a la plataforma para compartirlo.

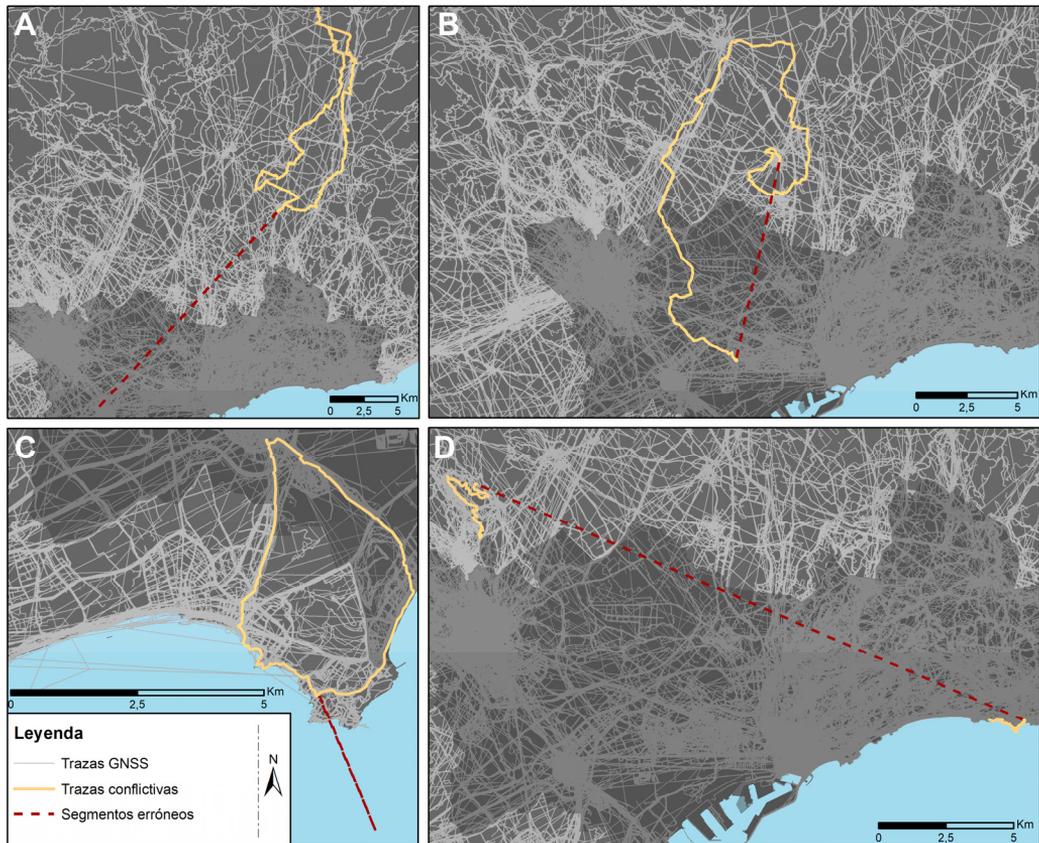
B: Segmentos rectos de gran longitud entre los vértices de cada extremo del recorrido. Este error también se puede asociar directamente al usuario y se genera en el momento que se finaliza el *track* y se le indica a la aplicación que se ha realizado un recorrido circular cuando no lo es. La plataforma genera una línea recta entre los dos extremos del *track* con el objetivo de convertirlo en un itinerario circular y cerrado totalmente ([Figura 24b](#)).

C: Perdidas de la señal GNSS. Errores debidos a la calidad de la señal que genera pares de segmentos de gran longitud en cualquier sección de la traza ([Figura 24c](#)).

D: Segmentos rectos de gran longitud entre el vértice final de un recorrido y el vértice inicial de otro totalmente diferente. Este error se relaciona con el uso incorrecto de la aplicación y es debido a que, una vez finalizada una ruta, el usuario pausa la grabación, pero, al iniciar otro recorrido continúa añadiendo coordenadas a la ruta anterior ([Figura 24d](#)).

4. Los resultados de la depuración de la base de datos

Figura 24: Tipologías de error establecidas con el análisis visual.



***Nota:** A: segmentos rectos de gran longitud entre el penúltimo y último vértice del recorrido; B: segmentos rectos de gran longitud entre los vértices de cada extremo del recorrido; C: pérdida de señal GNSS; D: segmentos rectos de gran longitud entre el vértice final de un recorrido y el vértice inicial de otro totalmente diferente. **Fuente:** Elaboración propia.

Cada traza de una muestra aleatoria del 30% de las rutas descartadas (2.428 rutas del total de 8.096 rutas descartadas) se ha asociado a una tipología de error determinada. Como resultado se obtiene que un 31,01% de las rutas erróneas corresponden a la tipología de error A, un 33,03% a la tipología B, un 22,98% a la C, un 8,98% a la D y el resto (4%) quedan sin clasificar porque se atribuyen a otros errores no tipificados.

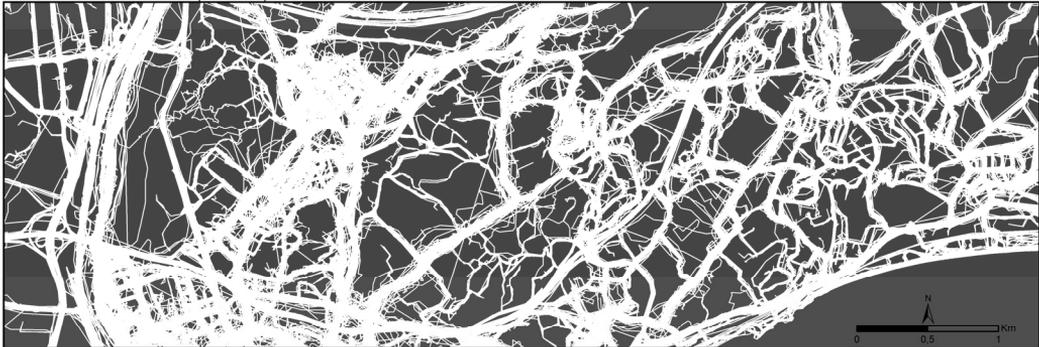
La **Figura 25** muestra una comparación entre las rutas que se consideran correctas y las descartadas. En el primer caso (**Figura 25a**) destaca su lógica espacial, y aparecen representadas de forma ramificada y con la capilaridad característica de la red viaria. En el segundo caso (**Figura 25b**) destaca la geometría atípica de las rutas y la ausencia de sentido territorial.

No obstante, en el mapa de trazas conservadas cabe destacar alguna entidad que a simple vista parece no seguir una geometría lógica y que puede estar asociada a errores en alguno de sus segmentos. Estas líneas rectas de gran longitud no han sido identificadas por el algoritmo de filtraje como segmentos estadísticamente anómalos porque la mayoría hacen referencia a rutas ciclistas o a motor, en las cuales el algoritmo era menos restrictivo. Un análisis aleatorio de las rutas que visualmente todavía contienen errores (n=50), determinó que un 62% corresponden a la categoría ciclismo, un 16% a las rutas motorizadas y el resto (22%) al resto de actividades.

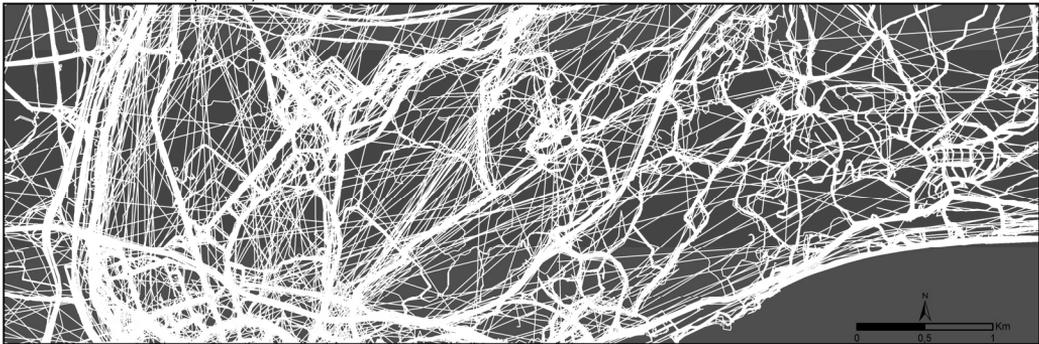
4. Los resultados de la depuración de la base de datos

Figura 25: Trazas conservadas (A) y trazas descartadas (B) después del filtraje.

A: Trazas conservadas ($n=36.230$)



B: Trazas descartadas ($n=8.096$)



***Nota:** La vista se corresponde a una ampliación del ámbito de estudio. **Fuente:** Elaboración propia.

4.2.3 Cuantificación de los resultados del control de calidad según el tipo de actividad deportiva

Más de la mitad de las rutas originales se han realizado en bicicleta y en consecuencia el mayor porcentaje de rutas descartadas se atribuye a esa misma actividad. Las actividades a pie (senderismo y corriendo) en su conjunto representan un 37,3%, mientras que el resto de las actividades muestran pesos poco significativos.

Del grupo de rutas descartadas, un 17,4% corresponden a trazas realizadas con las tres actividades principales (ciclismo, senderismo y corriendo) y esta proporción se divide prácticamente a partes iguales entre las que se realizan en bicicleta o a pie (8,3% y 9,1% respectivamente). Finalmente, el porcentaje de rutas descartadas del resto de actividades es de un escaso 0,9% (Tabla 17).

Tabla 17: Tipo de selección y número de rutas antes y después del filtraje por grupos de actividad.

	Tpre	Tpre (%)	S	TC	TD	TD (%)
Ciclismo	25.310	57,10	Algoritmo de selección	21.611	3.699	8,34
Senderismo	10.644	24,01	Algoritmo de selección	7.348	3.296	7,44
Correr	5.889	13,29	Algoritmo de selección	5.145	744	1,68
Sin especific.	1.675	3,78	Algoritmo de selección	1.415	260	0,59
A motor	680	1,53	Algoritmo de selección	590	90	0,20
Patinaje	67	0,15	Análisis visual y selección manual	63	4	0,01
Otras	61	0,14	Análisis visual y selección manual	58	3	0,01
Total	44.326	100	-	36.230	8.096	18,26

***Nota:** Tpre: trazas pre-depuración; S: tipo de selección de las trazas correctas; TC: trazas conservadas; TD: trazas descartadas. **Fuente:** Elaboración propia.

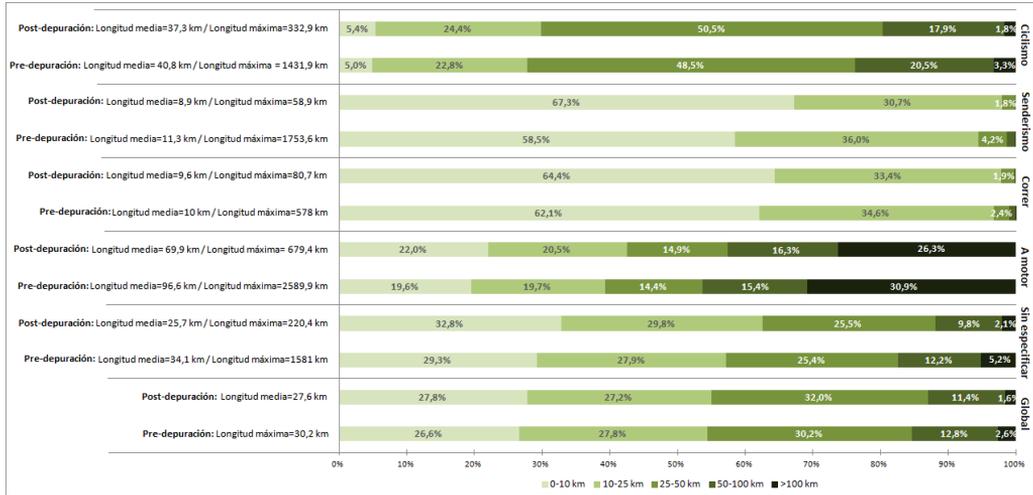
Muchas de las rutas erróneas se caracterizan por contener segmentos atípicos de gran longitud que incrementan en gran medida la extensión real de las mismas. En la Figura 26 se observa que la distancia media y máxima de las rutas es mayor antes de aplicar el filtro y que la longitud máxima de cada tipo de actividad se ve reducida después de la depuración. Por ejemplo, la ruta más larga de la actividad de senderismo antes del procesado era de casi 2.000 km mientras que después es de 59 km. Esta situación es común al resto de actividades siendo la longitud de la ruta más larga coherente con la realidad después de la depuración.

Además, si se analiza la longitud de las rutas por intervalos, se puede observar que en todas las actividades disminuye la proporción de rutas

4. Los resultados de la depuración de la base de datos

con una longitud mayor a 100 km y esto se debe a la eliminación de las rutas con segmentos atípicamente largos.

Figura 26: Características longitudinales de las rutas antes y después del filtraje por grupos de actividad.



Fuente: Elaboración propia.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

El segundo objetivo específico (O2) consiste en analizar las preferencias de los usuarios de actividades recreativas y deportivas al aire libre por los SEC de la zona de estudio a partir de fotografías georreferenciadas procedentes de IGV. Por tanto, en este capítulo se presentan los resultados del análisis de contenido de las imágenes geolocalizadas que permiten alcanzar este objetivo. Al mismo tiempo, con la intención de aportar rigor al método de análisis de contenido diseñado y aplicado en este estudio, se muestran los resultados de la evaluación de dicho método. Así pues, el presente capítulo se divide en dos apartados.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

En el presente apartado se muestran, en primer lugar, los resultados estadísticos del análisis de contenido de las imágenes. En segundo lugar, se analizan los patrones temporales de las fotografías, además de la preferencia de los SEC según la tipología de actividad recreativa al aire libre practicada. En tercer lugar, se reflejan los resultados del análisis espacial de las fotografías clasificadas en categorías de SEC. Por último, se analiza la confluencia de SEC principal y secundario. Por lo tanto, este apartado se estructura en cuatro subapartados.

5.1.1 Análisis de contenido: etiquetas identificadas y tipos de SEC capturados por los usuarios de recreación deportiva al aire libre en el periurbano de Tarragona

La etiqueta con mayor ocurrencia es la de vegetación (“vegetation”) con un 12,13% del total de etiquetas asociadas a las fotografías geolocalizadas (Figura 27). Además de esta, gran parte de las etiquetas con más ocurrencias se relacionan con la categoría de paisaje natural, entre las cuales destacan “coastal and oceanic landforms” (3,68%), “natural environment” (3,37%), “sea” (2,62%), “body of water” (2,09%) o “nature reserve” (1,77%). También destacan etiquetas asociadas al paisaje urbano como “road” (3,02%) o “building” (2,87%) o al patrimonio cultural (“ancient history and architecture”). Por la naturaleza de la plataforma de IGV utilizada, actividades deportivas y recreativas al aire libre, también

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

se identifican etiquetas con bastante ocurrencia sobre equipamientos e infraestructuras de recreación (p. ej. “trail” o “signage”).

Figura 27: Lista de las 25 etiquetas con mayor número de ocurrencias del conjunto de la base de datos.

	N. occurrences	%
1 Vegetation	25618	12,13
2 Sky	7971	3,77
3 Coastal and oceanic landforms	7773	3,68
4 Natural environment	7118	3,37
5 Road	6376	3,02
6 Building	6070	2,87
7 Sea	5537	2,62
8 Trail	5086	2,41
9 Architecture	4955	2,35
10 Ancient history and architecture	4595	2,18
11 Body of water	4412	2,09
12 Nature reserve	3731	1,77
13 Urban area	3347	1,58
14 Tourism and Leisure	3171	1,50
15 Signage	3119	1,48
16 City	3034	1,44
17 Land lot	2894	1,37
18 Rock	2735	1,30
19 Asphalt	2683	1,27
20 Forest	2488	1,18
21 Cycling	2362	1,12
22 Vehicle	2301	1,09
23 Landscape	2240	1,06
24 Beach	2205	1,04
25 Promontory	2181	1,03

Fuente: Elaboración propia.

El 75% de las fotografías se han asignado a dos únicas categorías, “Paisaje natural” con el 52,92% y “Paisaje urbano” con el 22,42% del total (Tabla 18). Ambas categorías corresponden al SEC de “Estética y apreciación del paisaje” lo que hace que, junto con otras aportaciones residuales, sea el más representado con el 79,52% (13.944 fotografías). El SEC de “Recreación y situaciones sociales” supone el 10,32% (1.811 fotografías) del total y lo consigue a partir de las aportaciones de las categorías de “Recreación deportiva”, “Reacciones emocionales” y “Recreación social”.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Por último, el SEC de “Patrimonio cultural e identidad” supone un 9,72%, gracias a la proporción de fotografías asociadas a la categoría de “Monumentos históricos y edificios culturales” (9,22%). El resto de las categorías muestran porcentajes poco significativos y, de este grupo, destacan las tres con una proporción inferior al 1%: “Elementos perturbadores” (0,42%), “Edificios religiosos o espirituales” (0,33%) y “Patrimonio cultural intangible” (0,17%).

En referencia a la categoría de SEC secundaria, en un total de 5.388 fotografías (30,73%) se ha podido identificar un contenido secundario. De ellas, un 6,76% de imágenes se ha asignado a “Paisaje urbano”, seguido de “Paisaje natural” (6,24%) o “Monumentos históricos” (3,13%). El resto de categorías de SEC secundarias presentan pesos menores a excepción de “fotografías sin categoría de SEC secundaria” con un 69,26% y que se desglosa de esta forma: 2.188 (18,02%) fotografías que no tienen asignada una categoría de SEC secundaria porque esta se corresponde a “no categorizable”; 548 (4,51%) fotografías que presentan únicamente una categoría y esta corresponde a la principal; 110 (0,91%) fotografías que presentan únicamente la categoría “no categorizable” y que en consecuencia han requerido de un análisis visual para asignarles una categoría de SEC principal.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

Tabla 18: Número y porcentaje de fotografías asignadas a cada categoría en función de si se corresponde a categoría de SEC principal o secundaria.

	Categoría de SEC principal		Categoría de SEC secundaria	
	N	%	N	%
Paisaje natural	9.280	52,92	1.095	6,24
Paisaje urbano	3.931	22,42	1.185	6,76
Monumentos históricos	1.616	9,22	549	3,13
Recreación deportiva	767	4,37	190	1,08
Equipamientos e infraestructuras	570	3,25	915	5,22
Reacciones emocionales	549	3,13	740	4,22
Recreación social	474	2,70	248	1,41
Paisaje rural	184	1,05	307	1,75
Elementos perturbadores	74	0,42	30	0,17
Edificios religiosos o espirituales	58	0,33	98	0,56
Patrimonio cultural intangible	29	0,17	34	0,19
No existen elementos en las imágenes	3	0,02	-	-
Fotografías sin categoría de SEC secundaria	-	-	12.144	69,26
Total	17.535	100	17.535	100

Fuente: Elaboración propia.

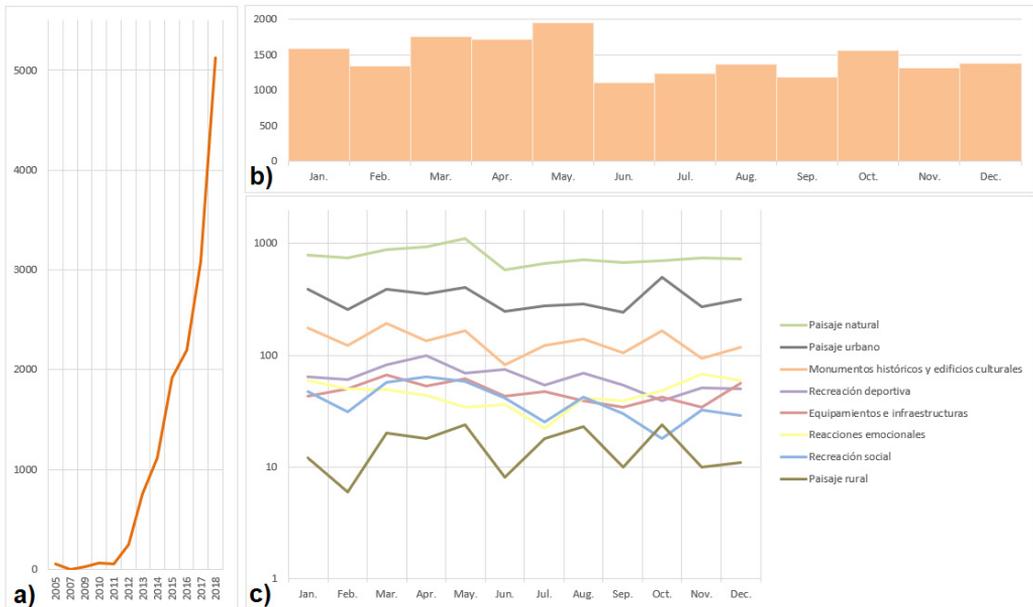
5.1.2 Patrones temporales y preferencia de SEC por tipologías de actividad deportiva

El número de imágenes compartidas en la plataforma de IGV analizada para el ámbito de estudio ha crecido exponencialmente desde 2011 hasta 2018 (Figura 28a). No hay grandes diferencias en la distribución anual, aunque los meses con una mayor acumulación de fotografías corresponden a los de primavera con el pico en mayo, seguramente debido al buen tiempo propio de esa época del año en la zona. (Figura 28b).

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

La distribución anual por categorías evidencia unas dinámicas diferenciadas (Figura 28c). La categoría de “Equipamientos e infraestructuras” presenta una distribución equilibrada y constante durante todo el año puesto que son imágenes de soporte a la realización de cualquiera de las actividades al aire libre (p. ej. señalización de la ruta). Similar es la distribución de “Paisaje natural” aunque se observa un máximo en el mes de mayo. “Paisaje urbano”, “Monumentos históricos y edificios culturales” presentan valores destacados en otoño, en el mes de octubre. Por el contrario, el paisaje rural se configura a partir de una serie de picos y valles con una distribución totalmente desigual.

Figura 28: (a) Evolución anual del total de fotografías, (b) tendencia mensual del total acumulado de fotografías y (c) tendencia mensual del total acumulado de fotografías por categorías de SEC principal.



***Nota:** en la parte “c” no se incluyen las tres categorías minoritarias: elementos perturbadores, edificios religiosos o espirituales y patrimonio cultural intangible.

Fuente: Elaboración propia.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

Del total de 17.535 fotografías, el 70,39% se han realizado vinculadas a 2.107 trazas GNSS de “senderismo”, un 18,81% a partir de 959 trazas de “ciclismo”, el 7,11% en 465 trazas de “correr”, un 2,02% en 49 trazas de “patinaje”, un 0,56% en 29 trazas “a motor” y el resto (1,12%) en 57 trazas de otras actividades. Asimismo, la ratio de fotografías por ruta es de 5,86 para “senderismo”, de 3,44 para “ciclismo”, de 2,68 para “correr”, de 7,22 para “patinaje”, de 3,38 para “a motor” y de 3,44 para “otras actividades”, siendo las actividades de patinaje y senderismo las que presentan los valores más altos.

Según la **Tabla 19**, más de la mitad de las fotografías compartidas en trazas de “senderismo” (70,39% del total de fotografías) corresponden a “Paisaje natural” (56,70%), aunque también existe un peso importante del “Paisaje urbano” (21,29%) y “Monumentos históricos” (9,91%). Respecto al grupo de fotografías realizadas en rutas de “ciclismo” (18,81% de fotografías compartidas) y en trazas de “correr” (7,11%), presentan patrones muy similares al de “senderismo”, aunque, a las tres categorías anteriores se añade, en el caso “ciclismo”, la de “Recreación deportiva” con un 11,80% y, en el de “correr”, la de “Reacciones emocionales” (7,46%). El grupo de fotografías compartidas con rutas de “patinaje” (2,02% de las imágenes) presentan una dinámica muy diferenciada a los anteriores, destacando las categorías de “Paisaje urbano” (35,03%) y “Recreación”, tanto deportiva (35,03%) como social (20,34%) pero, apenas se atribuyen imágenes del “Paisaje natural”. Por último, en las trazas de “a motor” (0,56% de las imágenes compartidas) básicamente se comparten imágenes de “Paisaje urbano” (45,92%) y “Paisaje natural” (43,88%).

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Tabla 19: Número y porcentaje de fotografías asignadas a cada categoría de SEC principal por tipología de actividad deportiva.

	Senderismo 70,39%		Ciclismo 18,81%		Correr 7,11%		Patinaje 2,02%		A motor 0,56%		Otras 1,12%		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
ERE	40	0,32	14	0,42	1	0,08	0	0,00	0	0,00	3	1,53	58
EP	52	0,42	18	0,55	0	0,00	4	1,13	0	0,00	0	0,00	74
EI	426	3,45	112	3,40	26	2,09	3	0,85	1	1,02	2	1,02	570
MHEC	1.223	9,91	294	8,91	77	6,18	1	0,28	2	2,04	19	9,69	1.616
PN	6.999	56,70	1.504	45,60	610	48,96	9	2,54	43	43,88	115	58,67	9.280
PR	107	0,87	62	1,88	14	1,12	0	0,00	0	0,00	1	0,51	184
PU	2.628	21,29	734	22,26	360	28,89	124	35,03	45	45,92	40	20,41	3.931
PCI	27	0,22	1	0,03	0	0,00	1	0,28	0	0,00	0	0,00	29
RE	356	2,88	72	2,18	93	7,46	16	4,52	6	6,12	6	3,06	549
RD	210	1,70	389	11,80	38	3,05	124	35,03	0	0,00	6	3,06	767
RS	272	2,20	98	2,97	27	2,17	72	20,34	1	1,02	4	2,04	474
No elem.	3	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3
Total	12.343	100	3.298	100	1.246	100	354	100	98	100	196	100	17.535

***Nota:** ERE: Edificios religiosos y espirituales; EP: Elementos perturbadores; EI: Equipamientos e infraestructuras; MHEC: Monumentos históricos y edificios culturales; PN: Paisaje natural; PR: Paisaje rural; PU: Paisaje urbano; PCI: Patrimonio Cultural Intangible; RE: Reacciones emocionales; RD: Recreación deportiva; RS: Recreación social; No elem.: no aparece ningún elemento en la fotografía. **Fuente:** Elaboración propia.

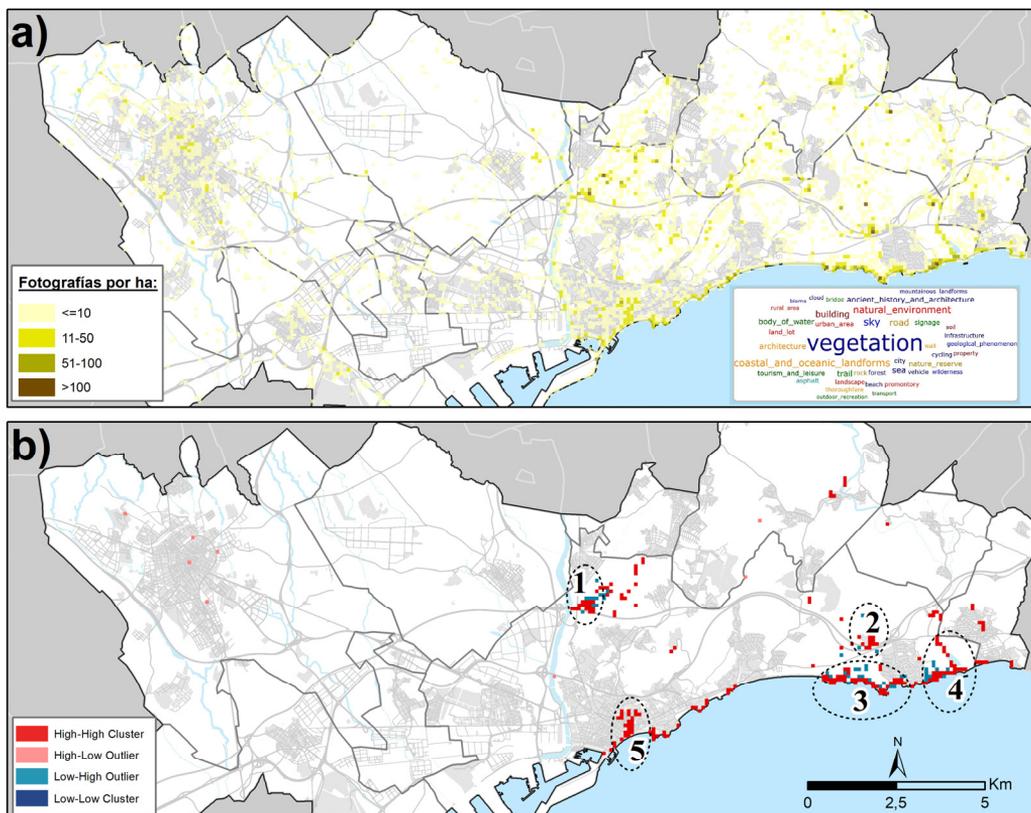
5.1.3 Representación cartográfica del uso de SEC

Las fotografías se distribuyen prácticamente en el conjunto del área de estudio, aunque se percibe una mayor concentración en su mitad oriental (considerando el río Francolí como eje divisor) (Figura 29a). El análisis de *clúster* y de valor atípico (Figura 29b) muestra que los espacios con una mayor concentración de imágenes se encuentran principalmente en la zona periurbana próxima a la ciudad de Tarragona. Los puntos

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

destacables (**Figura 29b**) son (1) el Parque eco-histórico del Pont del Diable (acueducto romano); (2) la zona de la cantera romana del Mèdol; (3) gran parte del eje costero del municipio de Tarragona (zona oriental), caracterizado por una alternancia de playas naturales y espacios turísticos y residenciales que conecta con la desembocadura del río Gaià (4); y (5) el centro histórico de Tarragona, espacio urbano con alta densidad de recursos históricos y culturales. En contraposición, hay que remarcar que Reus, una ciudad con una población similar a la de Tarragona, no presenta una concentración significativa de fotografías, ni tampoco su área periurbana más próxima.

Figura 29: (a) Número de fotografías por celda (hectárea) sobre el total y (b) análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran).



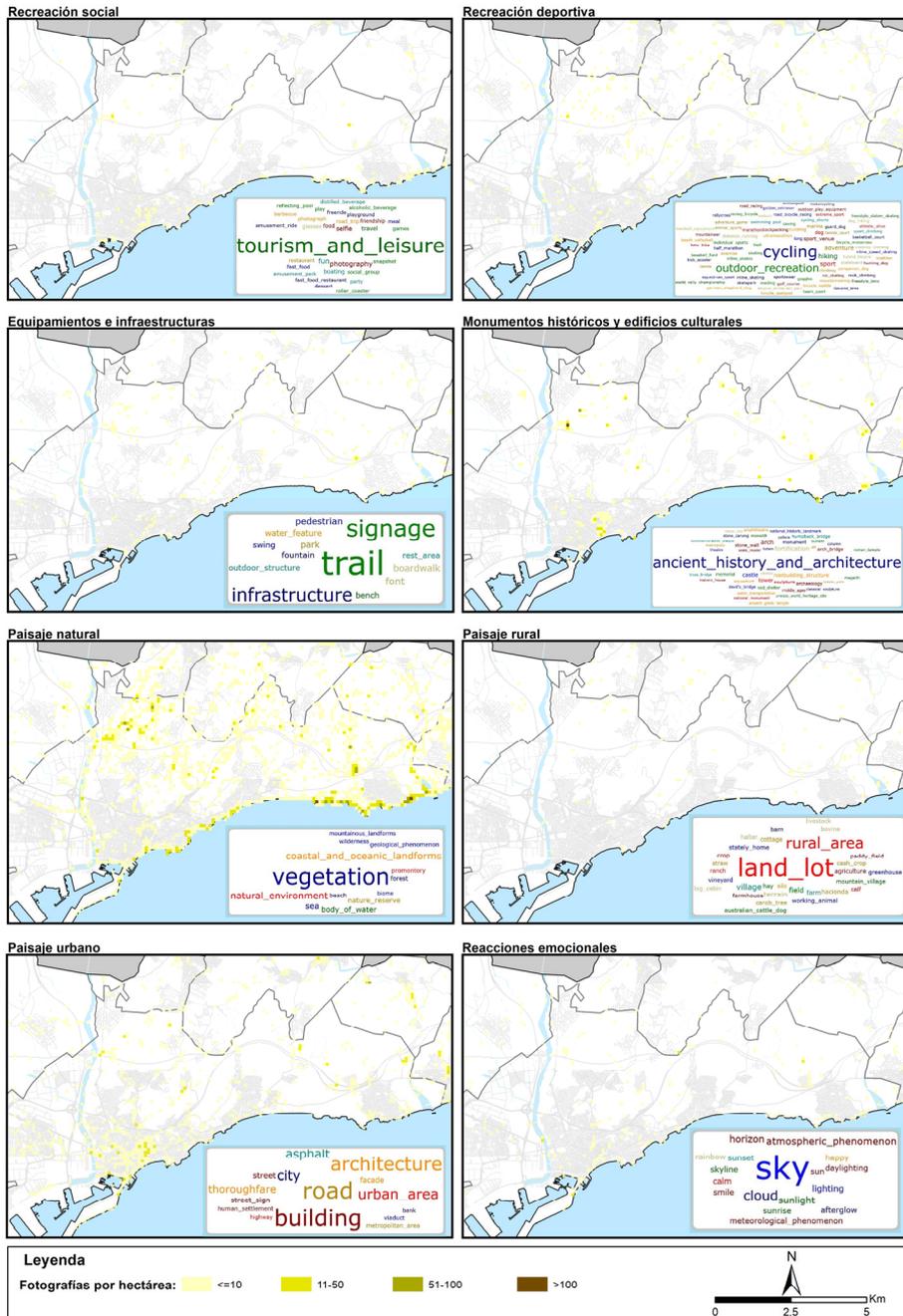
Fuente: Elaboración propia.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Las categorías pertenecientes al SEC de “Recreación y situaciones sociales” presentan unos patrones espaciales muy similares entre sí, con una dispersión marcada y con un predominio claro del número de imágenes por hectárea inferior a 11 (Figura 30). Aun así, se identifican varios *high-high clústeres* coincidentes en las tres categorías de este SEC (“Recreación social”, “Recreación deportiva” y “Equipamientos e infraestructuras”) ubicados en zonas periurbanas (Figura 30). La categoría de “Monumentos históricos y edificios culturales” presenta una importante concentración de imágenes en algunas zonas concretas como el centro histórico de Tarragona y el Parque Eco-histórico del Pont del Diable, entre otros. Finalmente, en las categorías del SEC “Estética y apreciación del paisaje” se observa una dinámica espacial muy diferenciada según el tipo de paisaje. El paisaje natural es el que más fotografías ha recibido y, aunque su distribución espacial es bastante uniforme en el periurbano más próximo al núcleo de Tarragona, se encuentra principalmente en el eje costero, los alrededores del parque eco-histórico donde se ubica el acueducto romano, y la zona del Mèdol con la presencia de la cantera romana. En cambio, la apreciación del paisaje urbano, como era de esperar, se localiza predominantemente en los núcleos urbanos, sobresaliendo Tarragona y su casco antiguo. En referencia al paisaje rural, no presenta una dinámica espacial destacable, en parte debido al bajo número de imágenes asociadas a esta categoría. La categoría de “Reacciones emocionales” tampoco cuenta con un patrón diferenciable, exceptuando una mayor concentración alrededor de la línea de costa, pero no significativo según el análisis de *clúster* y valor atípico.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

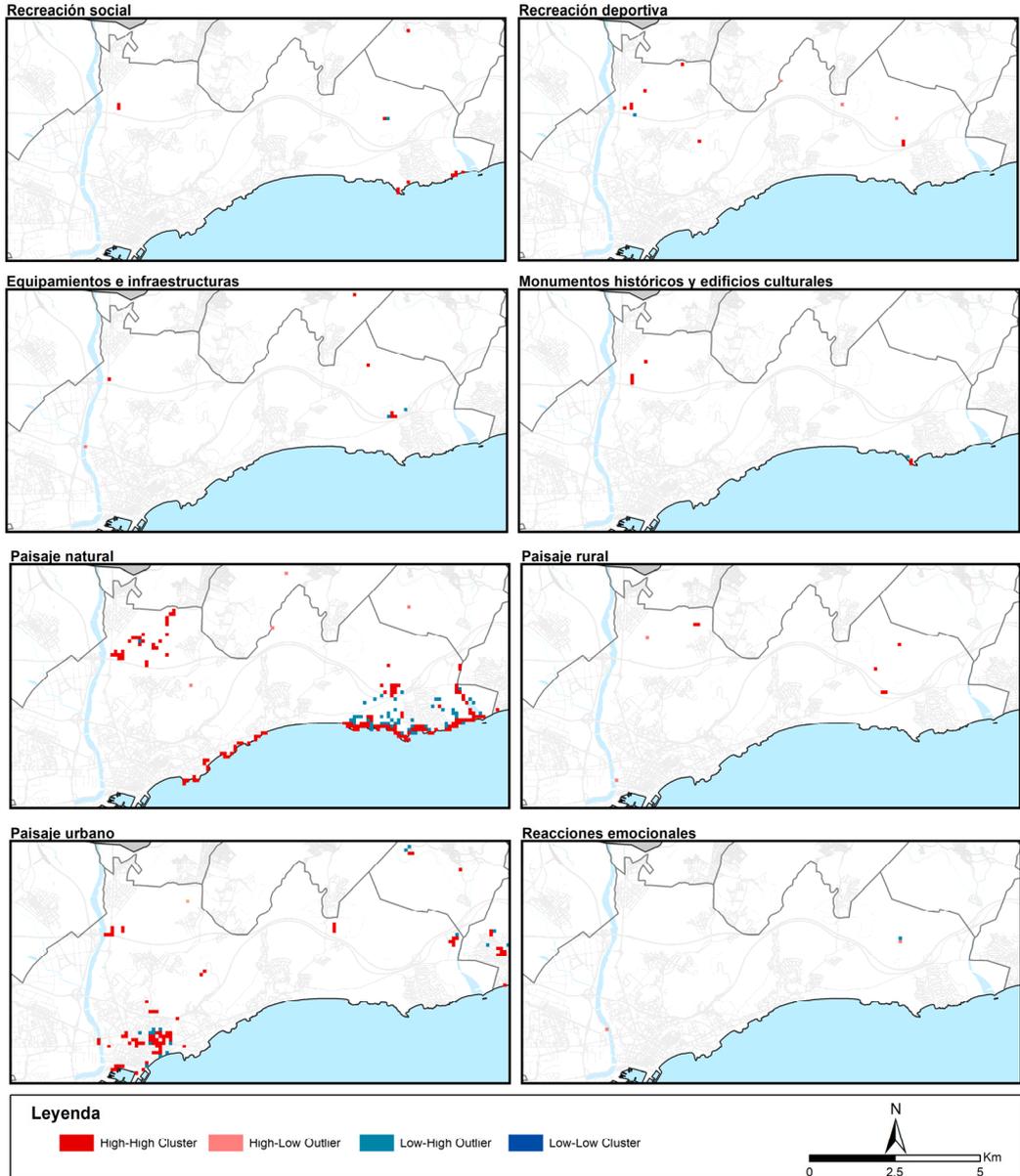
Figura 30: Número de fotografías por celda (hectárea) y por categoría de SEC principal.



*Nota: Es una ampliación del ámbito de estudio. Las categorías minoritarias no se representan (elementos perturbadores, edificios religiosos o espirituales, patrimonio cultural intangible). Fuente: Elaboración propia.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Figura 31: Análisis de clúster y de valor atípico (I Anselin local de Moran) del número de fotografías por hectárea y por categoría de SEC principal.



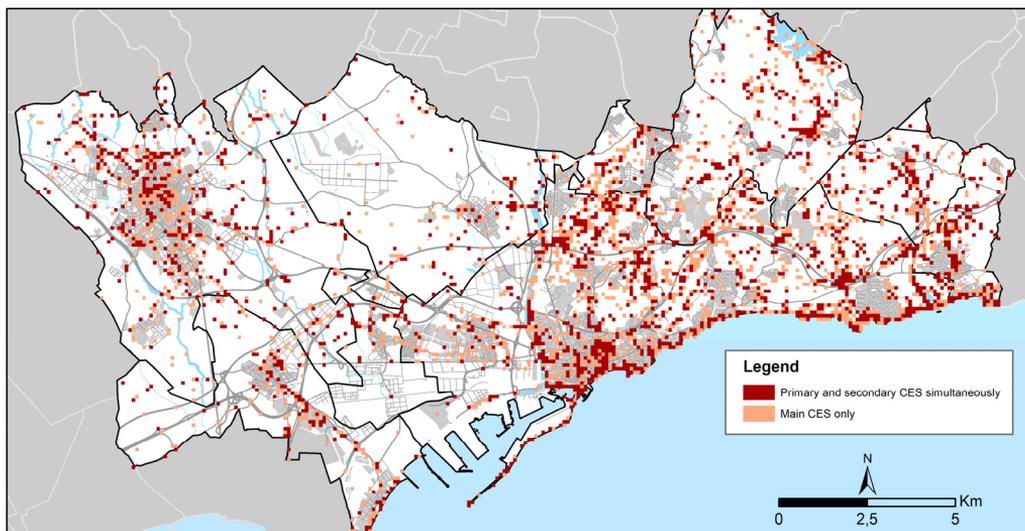
***Nota:** Es una ampliación del ámbito de estudio. Las categorías minoritarias no se representan (elementos perturbadores, edificios religiosos o espirituales, patrimonio cultural intangible). **Fuente:** Elaboración propia.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

5.1.4 SEC principal y secundario y su superposición espacial

La **Figura 32** muestra la distribución del conjunto de fotografías identificando aquellas que cuentan con SEC principal y las que presentan tanto SEC principal como secundario (30,73%). Como características principales se observa (1) la presencia de SEC combinados en prácticamente todo el territorio; (2) una mayor concentración territorial de los SEC combinados respecto a los que solo presentan una tipología de SEC; (3) la identificación plena de los SEC combinados con los lugares de mayor concentración total de imágenes (p. ej. línea de costa, Cantera romana del Mèdol; Parque Eco-histórico del Pont del Diable o el centro histórico de Tarragona).

Figura 32: Superposición espacial de SEC principal y secundario a la vez o únicamente SEC principal.



Fuente: Elaboración propia.

En relación con la combinación de tipologías de SEC (**Tabla 20**) resaltan los pares de categorías de SEC principal y secundario de "Paisaje natural"

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

y “Equipamientos e infraestructuras” (565 imágenes); “Paisaje natural” y “Reacciones emocionales” (395 imágenes) o “Paisaje natural” y “Paisaje urbano” (367 imágenes). Estos resultados vienen determinados por el hecho de que algo más del 50% de los SEC principales corresponden a paisaje natural.

Tabla 20: Número de fotografías en función de la categoría de SEC principal y secundaria asignada.

		Categoría de SEC secundaria										
		ERE	EP	EI	MHEC	PN	PR	PU	PCI	RE	RD	RS
Categoría de SEC principal	ERE				3			44	2	1		
	EP			3		4		14	1	1		2
	EI		5		5	174	7	187	4	61	2	5
	MHEC		7	11		167	14	337		33	1	23
	PN	1	3	565	177		181	367	4	395	122	94
	PR		1	4	10	60		67		11	1	
	PU	96	10	257	323	351	91		20	205	27	48
	PCI	1	1	3	6	5	1	3				
	RE			53	7	168	10	95	3		2	24
	RD			19	3	90	3	36		5		52
RS		3		15	76		35		28	35		

***Nota:** ERE: Edificios religiosos y espirituales; EP: Elementos perturbadores; EI: Equipamientos e infraestructuras; MHEC: Monumentos históricos y edificios culturales; PN: Paisaje natural; PR: Paisaje rural; PU: Paisaje urbano; PCI: Patrimonio Cultural Intangible; RE: Reacciones emocionales; RD: Recreación deportiva; RS: Recreación social. No se incluyen las fotografías que no tienen asignada una categoría de SEC secundaria. **Fuente:** Elaboración propia.

Derivado del análisis de *clúster* aplicado a las 49 celdas con mayor presencia de fotografías se han identificado seis agrupaciones (Tabla 21, Figura 33). Exceptuando C1, con presencia homogénea de paisaje natural y ubicados principalmente en la zona costera (en muchos casos al inicio y fin de las calas o playas), aparecen cinco agrupaciones con superposición de diferente tipología de SEC: C2 (“Paisaje urbano” con “Monumentos

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

históricos”) concentrado en los núcleos urbanos; C3 (“Paisaje natural” con “Monumentos históricos”) concentrado en algunos de los principales puntos de interés cultural de la zona; C4 (“Monumentos históricos” con “Paisaje urbano” y “Paisaje natural”) concentrado en masías, muchas de ellas abandonadas o en estado ruinoso, y en alguna pequeña aldea tradicional como Ardenya o Ferran; C5 (“Monumentos históricos” con “Paisaje natural”) ubicado concretamente en el acueducto romano y en una antigua torre de vigilancia llamada Torre de la Mora; C6 (“Paisaje natural” con “Reacciones emocionales”) en una única ubicación correspondiente a una zona elevada con vistas panorámicas del periurbano llamada Sant Simplicí. De entre ellos, C3 y C5 presentan la misma combinación, pero en diferente orden en función de la mayor o menor presencia de fotografías de cada categoría de SEC. La inclusión de las imágenes en las que se ha identificado SEC secundario en el análisis *clúster* permite confirmar la confluencia de categorías SEC apuntadas a partir del SEC principal.

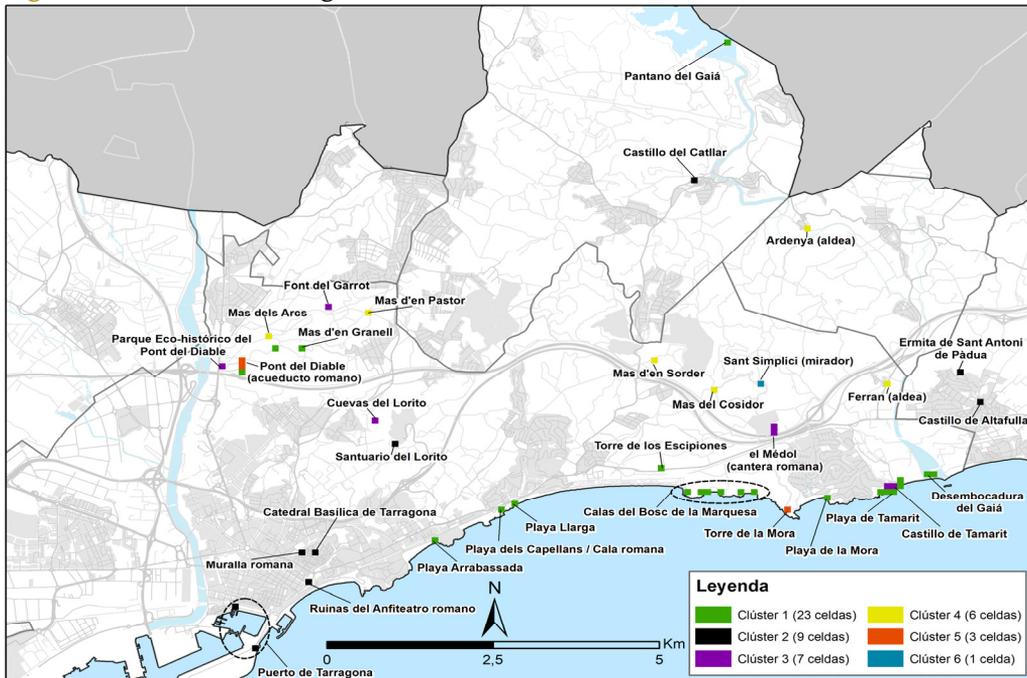
5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Tabla 21: Centroides del análisis *clúster*: número medio de fotografías por cada categoría principal y secundaria.

	Categoría de SEC principal								Categoría de SEC secundaria							
	PN	MHEC	PU	RE	RD	RS	PR	EI	PN	MHEC	PU	RE	RD	RS	PR	EI
C1	52,1	3,9	1,5	0,5	1,0	1,3	0,0	0,9	1,9	1,2	1,0	1,1	0,4	0,7	0,0	1,0
C2	6,0	11,4	27,1	2,5	0,4	1,8	0,1	1,0	3,6	4,8	7,1	3,4	0,4	1,1	0,4	0,3
C3	58,7	14,9	4,6	1,0	4,0	1,4	0,0	3,0	9,3	7,1	3,0	0,7	2,3	1,7	0,6	1,0
C4	25,8	29,8	34,2	1,2	3,0	1,8	3,8	0,7	9,2	11	16	3,1	0,3	1,3	6,8	1,0
C5	38,7	100	7,3	3,0	7,0	8,7	0,0	2,0	7,0	5,7	8,0	5,0	1,7	2,7	0,3	3,3
C6	74,0	4,0	0,0	38,0	10,0	14,0	0,0	0,0	16	2,0	0,0	22	6,0	7,0	2,0	0,0

***Nota:** PN: Paisaje natural; MHEC: Monumentos históricos y edificios culturales; PU: Paisaje urbano; RE: Reacciones emocionales; RD: Recreación deportiva; RS: Recreación social; PR: Paisaje rural; EI: Equipamientos e infraestructuras. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 33: Resultado cartográfico del análisis *clúster* sobre la confluencia de SEC.



Fuente: Elaboración propia.

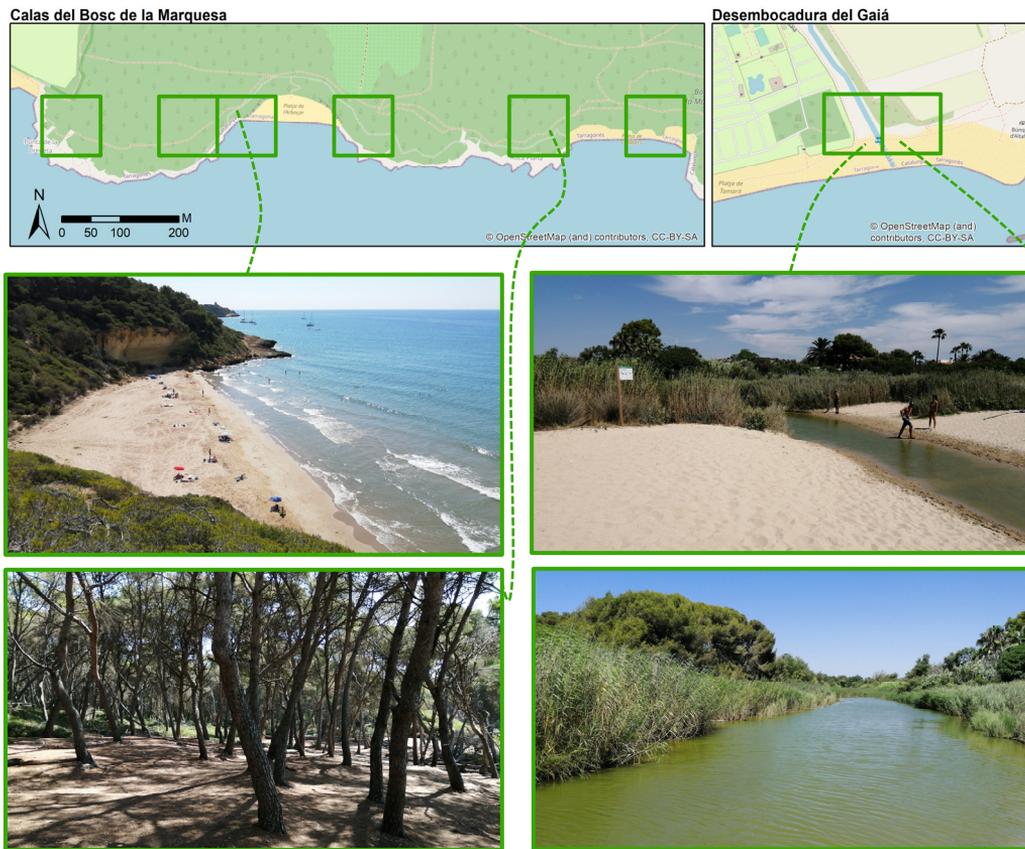
5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

En las figuras que aparecen a continuación se puede observar una muestra del tipo de imágenes que se realizan en cada uno de los 6 *clústeres*, seleccionando algunas celdas representativas de estos. Del *clúster* 1 (**Figura 34**), predominantemente formato por fotografías de paisaje natural, destacan la zona de las calas del espacio natural protegido del Bosc de la Marquesa o la desembocadura del río Gaià. En el *clúster* 2 (**Figura 35**), en el cual confluyen predominantemente imágenes del paisaje urbano con los monumentos históricos o edificios culturales, resaltan tres espacios del centro de Tarragona (la muralla, la catedral y una zona con vistas panorámicas al mar llamada El Balcó del Mediterrani), además de la zona del Santuario del Loreto (montaña y cuevas del Lorito), también con vistas panorámicas a la ciudad de Tarragona y a algunos de sus edificios históricos. En el *clúster* 3 (**Figura 36**), con un mayor peso de imágenes del paisaje natural junto con los monumentos históricos y edificios culturales, se señalan la antigua cantera romana (con su aguja de piedra en el centro), el castillo de Tamarit (situado en primera línea de mar) y el monumento presente en la entrada del Parque Eco-histórico del Pont del Diable. Del *clúster* 4 (**Figura 37**), predominantemente formado por imágenes de paisaje natural, urbano y de monumentos históricos, destacan algunos de las masías abandonadas típicas del ámbito de estudio junto con la pequeña aldea de Ferran y su castillo. Las tres celdas del *clúster* 5 (**Figura 38**), con una mayor presencia de imágenes de monumentos históricos seguidas de las de paisaje natural, se relacionan con el acueducto romano del Pont del Diable y con La Torre de la Mora, situada en primera línea de costa. Finalmente, la celda del *clúster* 6 (**Figura 39**), en donde confluyen mayoritariamente imágenes sobre reacciones emocionales junto con las del paisaje natural, corresponde a la cima de Sant Simplicí, una zona con muy buenas vistas panorámicas de este espacio periurbano y del mar, en la cual se suelen

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

realizar fotografías sobre condiciones atmosféricas o de luz particulares que crean vistas muy atractivas y estéticas (el amanecer, las nubes, etc.).

Figura 34: Muestra de las celdas del *clúster* 1 junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

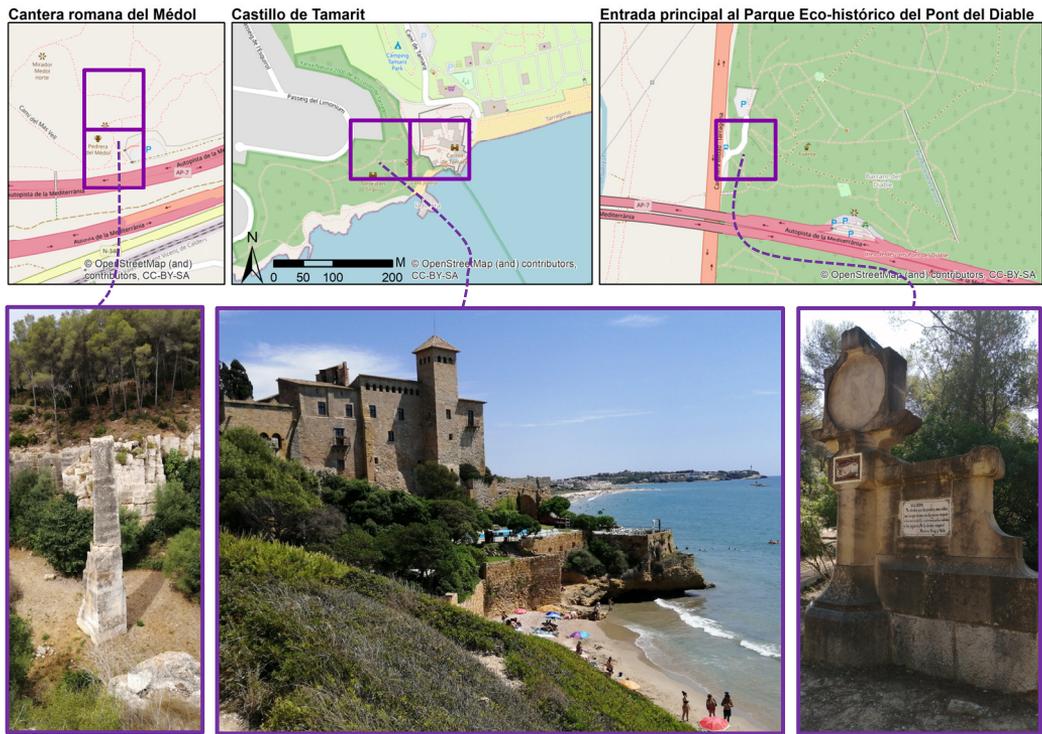
Figura 35: Muestra de las celdas del *clúster* 2 junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

Figura 36: Muestra de las celdas del *clúster 3* junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

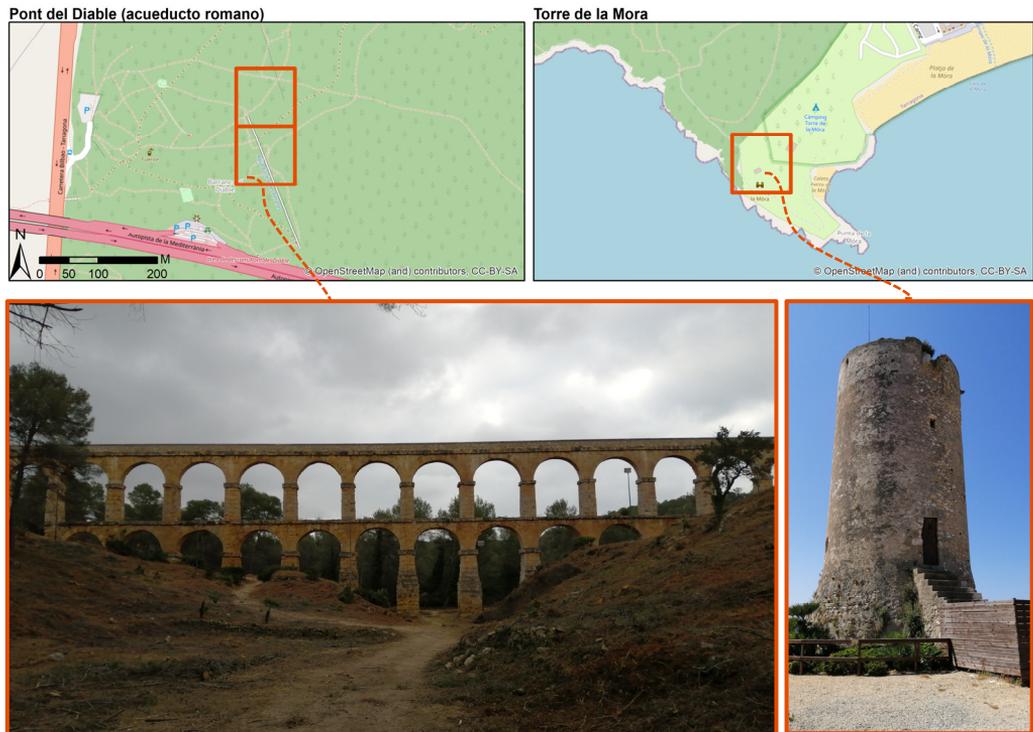
Figura 37: Muestra de las celdas del *clúster* 4 junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

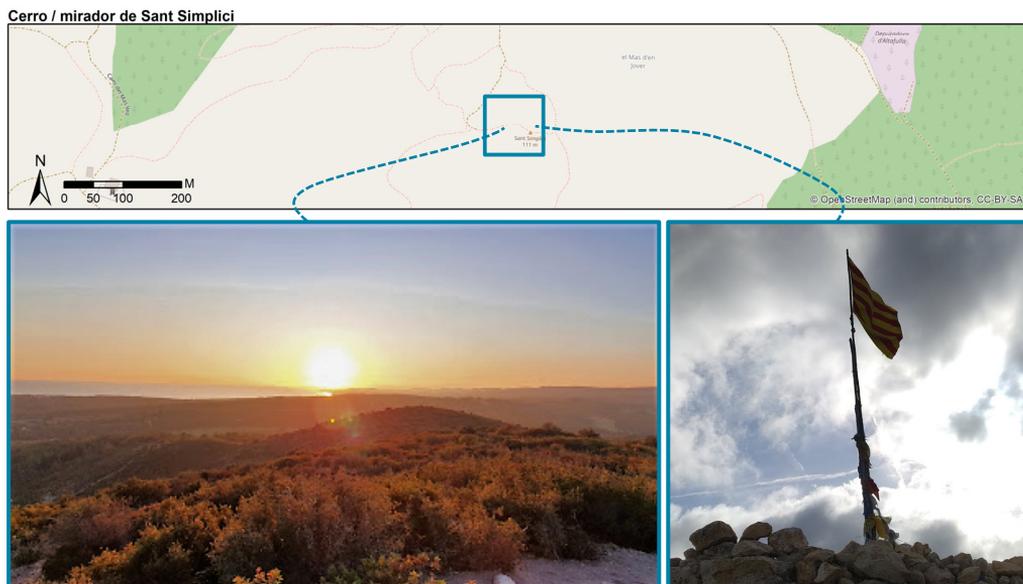
Figura 38: Celdas del *clúster* 5 junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5.1 El análisis de contenido de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV para la evaluación de los SEC

Figura 39: Celda del *clúster* 6 junto con algunas fotografías representativas.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

5.2 La evaluación del método de análisis de contenido

En el presente estudio, el porcentaje de acierto del algoritmo semiautomático aplicado para la clasificación de las imágenes en categorías de SEC principales es igual o superior al 63% y el valor medio es del 82% (Tabla 22). El kappa de Cohen de la concordancia entre la clasificación manual de una muestra de fotografías y la clasificación automatizada del conjunto es de 0,80, por lo que se estima un grado de acuerdo muy bueno. Las categorías que presentan un mayor acierto son las de “Equipamientos e infraestructuras” y “Edificios religiosos o espirituales” con un 100%. Por el contrario, las categorías con un acierto inferior al 70% corresponden a “Elementos perturbadores”, “Reacciones emocionales”, “Paisaje urbano” y “Patrimonio cultural intangible”, siendo esta última la de menor porcentaje (63%). Los resultados evidencian que las categorías que incluyen en las fotografías elementos fácilmente identificables y etiquetables, se categorizan de forma fiable con el método aplicado. En cambio, la categoría de “Patrimonio cultural intangible”, con componentes de mayor ambigüedad, presenta niveles inferiores de acierto.

Tabla 22: Matriz de confusión entre la clasificación semiautomática y la comprobación manual de las categorías de SEC principales.

	EI	ERE	MHEC	RD	RS	PR	PN	EP	RE	PU	PCI	Total	% acierto
EI	16											16	100
ERE		16										16	100
MHEC			15			1						16	94
RD				15						1		16	94
RS	1		1		14							16	88
PR	1					13				2		16	81
PN	2			2			12					16	75
EP	3			2				11				16	69
RE	1		1	1					11	2		16	69
PU	2	3								11		16	69
PCI	4	1						1			10	16	63
Total	30	20	17	20	14	14	12	12	11	16	10	176	

***Nota:** ERE: Edificios religiosos y espirituales; EP: Elementos perturbadores; EI: Equipamientos e infraestructuras; MHEC: Monumentos históricos y edificios culturales; PN: Paisaje natural; PR: Paisaje rural; PU: Paisaje urbano; PCI: Patrimonio Cultural Intangible; RE: Reacciones emocionales; RD: Recreación deportiva; RS: Recreación social. **Fuente:** Elaboración propia.

Respecto a las fotografías que no tienen categoría secundaria de SEC existe un 94% de acierto entre las clasificaciones, por lo cual se reafirma la idea de que no todas las fotografías presentan un contenido secundario (Tabla 23). En esta ocasión, el porcentaje de acierto promedio es moderado (48,96%) y el índice Kappa también presenta un grado de acuerdo moderado entre la clasificación automática y la manual (0,44). Las categorías con un porcentaje de acierto asociado más alto son las de "Paisaje natural", "Recreación deportiva" y "Reacciones emocionales". Las categorías con un porcentaje de acierto inferior al 50% son "Edificios religiosos o espirituales", "Paisaje urbano", "Equipamientos e infraestructuras", "Monumentos históricos y edificios culturales",

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

“Paisaje rural” y “Patrimonio cultural intangible”. La categoría de “Patrimonio cultural intangible” es un caso particular ya que, de las fotografías visualizadas, muchas contienen un poste de indicaciones o señalización para usuarios de recreación al aire libre que normalmente tiene forma de cruz (Figura 40). Derivada de esta circunstancia la clasificación automática es: “Equipamientos e infraestructuras” (contenido principal) – “Patrimonio cultural intangible” (contenido secundario). Esto se debe a que el aplicativo confunde el poste de señalización en forma de cruz con un crucifijo y les asigna una probabilidad alta a ambos elementos. En estos casos, no suele haber contenido secundario porque solamente aparece el poste y, en caso de que lo haya, este suele corresponder a “Paisaje natural”.

Figura 40: Fotografía de muestra clasificada como “equipamientos e infraestructuras” (categoría de SEC principal) y “paisaje natural” (categoría de SEC secundaria).



***Nota:** La imagen corresponde a un poste de indicaciones para la recreación deportiva al aire libre característico de los senderos del área de estudio. Es una réplica de una fotografía original de la fuente de datos, realizada a partir de trabajo de campo y no sujeta a derechos de autor. **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 23: Matriz de confusión entre la clasificación semiautomática y la comprobación manual de las categorías de SEC secundarias.

	SCS	PN	RD	RE	RS	EP	ERE	PU	EI	MHEC	PR	PCI	Total	% acierto
SCS	15				1								16	94
PN	2	13								1			16	81
RD	4		11								1		16	69
RE	5			11									16	69
RS	6				10								16	62
EP	6					9		1					16	56
ERE	9						7						16	44
PU	7	2						6		1			16	38
EI	1	11							4				16	25
MH	10	1						1		4			16	25
EC														
PR	13										3		16	19
PCI	8	4					1	1			1	1	16	6
Tot.	86	31	11	11	11	9	8	9	4	6	5	1	192	

***Nota:** SCS: fotografía sin contenido secundario; ERE: Edificios religiosos y espirituales; EP: Elementos perturbadores; EI: Equipamientos e infraestructuras; MHEC: Monumentos históricos y edificios culturales; PN: Paisaje natural; PR: Paisaje rural; PU: Paisaje urbano; PCI: Patrimonio cultural intangible; RE: Reacciones emocionales; RD: Recreación deportiva; RS: Recreación social. **Fuente:** Elaboración propia.

Con la comprobación visual de la muestra de imágenes, se pueden destacar dos tipos de errores predominantes. El primero se debe a que el algoritmo asigna probabilidades o “scores” altas a dos SEC similares cuando realmente en la fotografía solo existe uno (por ejemplo, entre paisaje natural y paisaje rural, o entre monumentos históricos y paisaje urbano, o entre edificios religiosos y paisaje urbano). En este caso, se puede dar la situación de que la categoría de SEC secundaria asignada con el método semiautomático debería ser realmente la categoría principal y que no exista contenido secundario (13,02% de las imágenes evaluadas en este estudio), o que la categoría de SEC principal asignada

5. Los SEC en el periurbano de Tarragona: preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre

con el método semiautomático sea la correcta y que la imagen no requiera categoría de SEC secundaria (10,94% de las imágenes evaluadas en este estudio). El segundo error destacable es que la categoría de SEC principal y la secundaria están intercambiadas (4,69% de las imágenes evaluadas en este estudio). Esta situación ocurre predominantemente en la categoría de “Equipamientos e infraestructuras” cuando se combina con la de “Paisaje natural”, debido a que muchos usuarios fotografían postes de indicaciones de rutas senderistas/ciclistas en medio del bosque o rodeados de paisaje natural.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

El tercer objetivo específico (O3) de la tesis consiste en estudiar la recreación al aire libre del ámbito de estudio a partir de las trazas GNSS descargadas. Con la finalidad de cumplir dicho objetivo, se presentan los resultados de los análisis derivados del conjunto de trazas GNSS que permiten, en primer lugar, realizar un estudio de frecuentación de los usuarios recreativos, en segundo lugar, identificar y evaluar localizaciones óptimas de equipamientos para la recreación al aire libre y, en tercer lugar, estudiar el conflicto recreativo. Por este motivo, el presente capítulo se divide en tres apartados.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS

En este apartado se reflejan los resultados del análisis de frecuentación de los usuarios de recreación deportiva al aire libre divididos en dos subapartados diferenciados. El primero, corresponde al análisis espaciotemporal de las trazas GNSS y sus puntos de inicio/final asociados. El segundo, expone las características y los patrones espaciotemporales de las trazas por tipología de actividad deportiva.

6.1.1 Análisis espaciotemporal de las rutas y sus puntos de inicio/final

El área de estudio concentra un total de 514.773,83 km lineales de rutas. El municipio que más kilómetros lineales acumula es Tarragona con 209.234,80 km, seguido de Reus con 120.420,39 km, del Catllar con 80.962,97 km, de la Riera de Gaià con 28.187,61 km, de Vila-seca con 26.292,20 km, de Constantí con 22.661,92 km, de Altafulla con 12.285,31 km, de Els Pallaresos con 11.865,22 km y de La Canonja con 2.863,41 km. Asimismo, Tarragona contiene el 40,65 % de la longitud total acumulada de las rutas y, junto con Reus, presentan un 64,04%. Por tanto, estos dos municipios no solamente son los que más puntos de inicio de rutas contienen sino los que también acumulan mayor longitud recorrida a través de sus términos municipales.

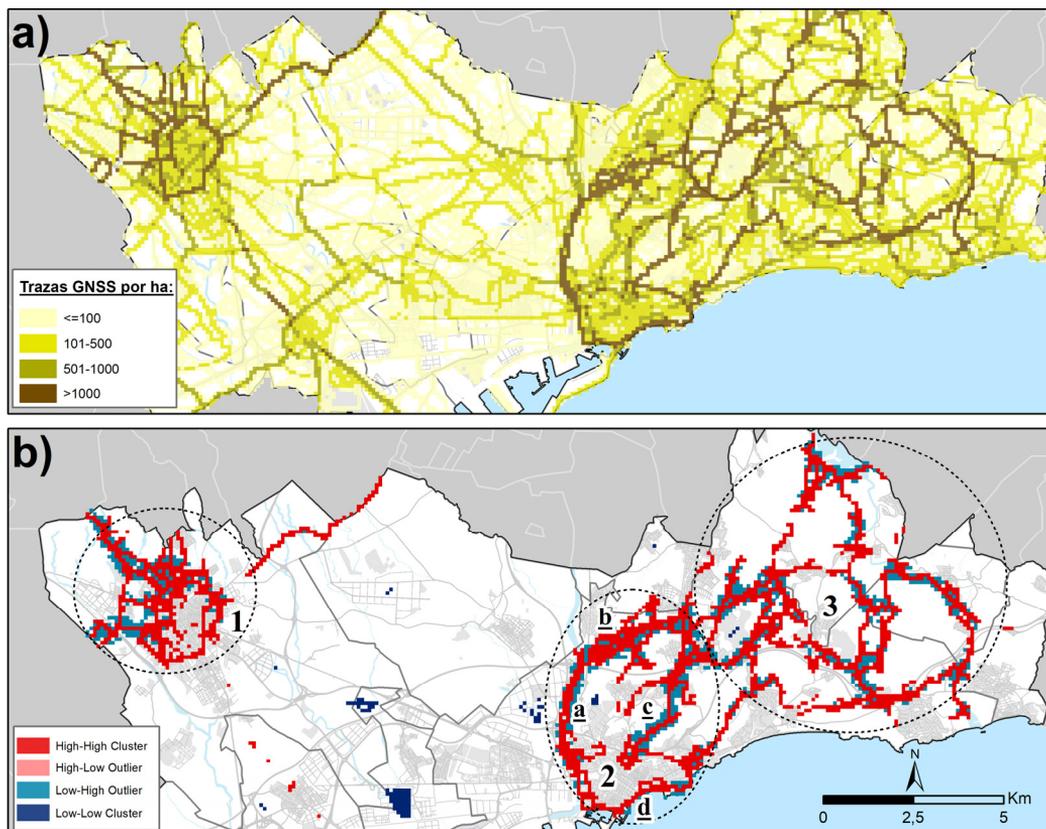
En términos generales, cabe destacar la alta concentración o densidad de rutas en la zona periurbana entre el núcleo de Tarragona y sus municipios colindantes situados en el noreste (**Figura 41a**). Por el contrario, en el

espacio periurbano entre el núcleo de Tarragona y Reus no se aprecia ningún eje de alta densidad de rutas. En esta segunda área periurbana solamente es destacable un eje de densidad media que comunica el núcleo de Reus con el de Vila-seca y continua hasta la costa del mismo municipio (La Pineda).

Respecto al análisis de *clúster* y de valor atípico de las trazas GNSS, se diferencian unos ejes bastante conglomerados de muy alta densidad (HH *clúster*). Estos patrones espaciales de alta concentración de rutas aparecen divididos en 3 zonas (**Figura 41b**). La zona 1 corresponde a un eje circular que rodea toda la periferia del núcleo urbano de Reus, además de algunos ejes secundarios anexionados al primero. La zona 2 se caracteriza por contener un gran eje continuo alrededor del núcleo urbano de Tarragona que se podría dividir en 4 segmentos: (a) la ribera del río Francolí que dispone de dos tramos de sendero a su margen derecho e izquierdo; (b) la zona del parque eco-histórico del Pont del Diable compuesta por un entramado de caminos y sendas entrelazadas; (c) el eje correspondiente al camino del Lorito y (d) el eje costero del núcleo de Tarragona. Finalmente, la zona 3 corresponde al espacio periurbano del nordeste de Tarragona y está compuesta por una serie de ejes diseminados que interconectan los municipios de este territorio y sus núcleos de población. En este sector 3, exceptuando algunos segmentos que se pueden asociar a tramos de recorrido homologado, la mayoría de las rutas discurren a lo largo de la amplia red de caminos existente, interconectando espacios territorialmente relevantes como la zona de la cantera romana del Mèdol, la desembocadura del Gaià o el embalse del mismo río (situado en la parte más septentrional del ámbito de estudio).

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Figura 41: (a) trazas GNSS por hectárea y (b) Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran).



Fuente: Elaboración propia.

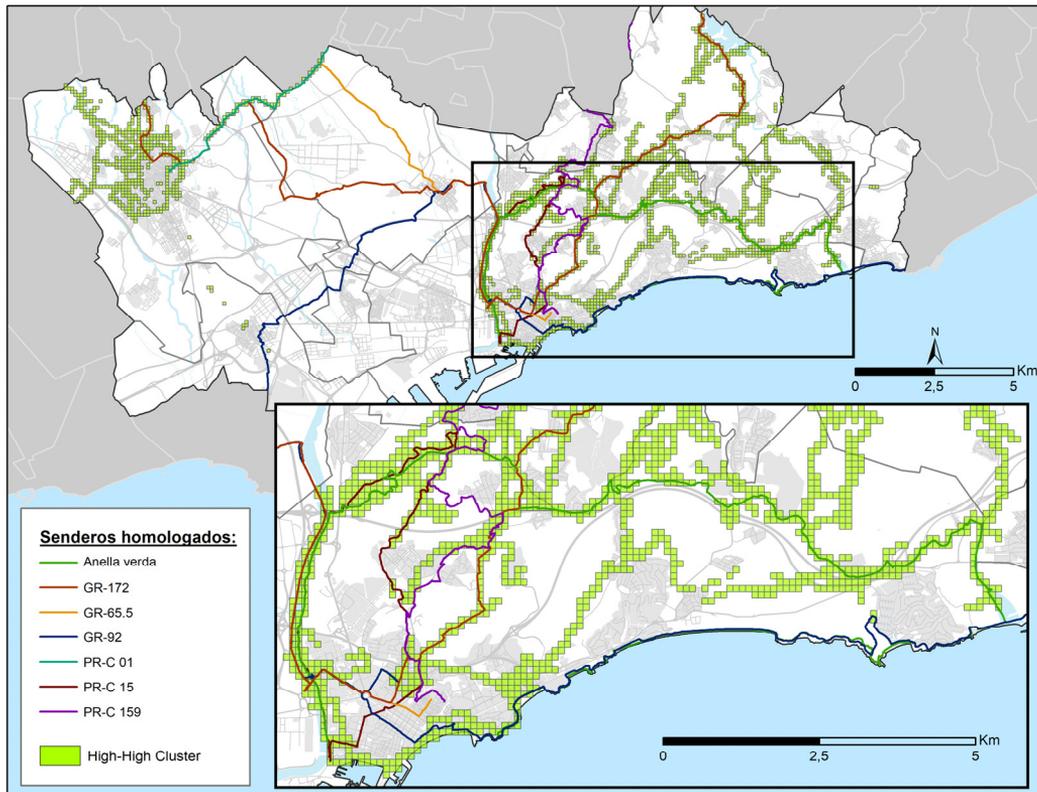
Una vez aisladas las zonas o ejes de altas concentraciones de rutas (HH *clúster*) y superpuestas con los senderos homologados del ámbito de estudio (Figura 42), se observa una asociación significativa entre ambos, por lo cual se asume que los senderos homologados del periurbano de Tarragona constituyen ejes de alta frecuentación por parte de los usuarios de recreación al aire libre. Concretamente, alrededor de una tercera parte (31,44%) de las celdas HH *clúster* se solapan con algún recorrido homologado de la zona de estudio y, al mismo tiempo, estas celdas

concentran cerca de una cuarta parte (22,64%) de la longitud total acumulada de las rutas del ámbito estudiado.

Además, en la zona periférica más próxima a la ciudad de Tarragona, se evidencia que esta asociación entre alta densidad de rutas y senderos oficiales es mayor (Figura 42). En esta zona destaca principalmente la Anella Verda en toda su sección norte, además del correspondiente tramo del GR-172 o el PR-C 15. Por el contrario, en la zona periurbana entre Reus y Tarragona, aunque existen tres etapas de GR que vertebran este espacio y confluyen cerca del río Francolí, no se observan celdas de frecuentación alta (HH *clúster*). Por otro lado, también resulta interesante analizar el patrón espacial de las celdas de HH *clúster* que no se superponen a ningún recorrido homologado pero que, de forma continua, interconectan principalmente algunas de las urbanizaciones del término municipal de Tarragona con su ciudad de referencia. Estas no se relacionan con rutas consolidadas u homologadas, pero se revelan como caminos o senderos potenciales.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

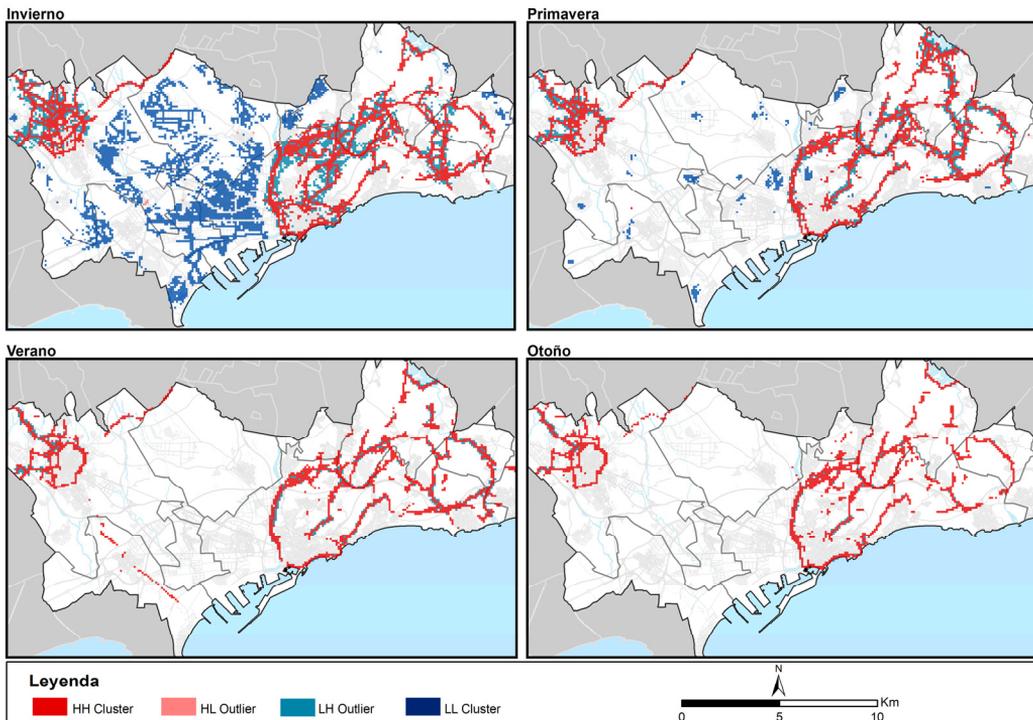
Figura 42: Senderos homologados que transcurren por la zona de estudio superpuestos a la categoría HH *clúster* resultante del análisis de *clúster* y de valor atípico de las rutas.



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la distribución espaciotemporal de las rutas por estaciones del año (Figura 43), se pueden resaltar algunas disimilitudes. La principal diferencia se encuentra en el núcleo urbano de Reus el cual, mayoritariamente en invierno y en menor medida en primavera, concentra una elevada densidad en gran parte de su extensión, mientras que en el resto de las estaciones esta se limita a un eje periférico circular. En relación con el resto de la zona de estudio no se observan diferencias significativas, exceptuando la zona periurbana oriental de Tarragona, en donde durante la primavera, la alta concentración de rutas en el entorno del pantano del Gaià es mayor.

Figura 43: Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de las trazas GNSS por estaciones del año.



Fuente: Elaboración propia.

En el ámbito de estudio se pueden diferenciar determinados espacios con una mayor agrupación de puntos de inicio/final vinculados a las trazas (Figura 44). Estos son: (1) zona del Parque Eco-histórico del Pont del Diable; (2) zona del parque fluvial del río Francolí y alrededores; (3) zona del aparcamiento del cementerio de Tarragona y alrededores; (4) zona del complejo turístico de Tamarit (compuesto por *campings* y *resorts*); (5) zona del Castillo de Altafulla y espacios próximos a la Playa de Altafulla; (6) zona de autocaravanas del Catllar y La Torre d'en Guiu (espacio lúdico municipal). También son destacables las concentraciones de puntos de inicio que presenta el núcleo urbano de Reus en gran parte de su extensión (7). De entre todas las zonas identificadas, la gran mayoría se

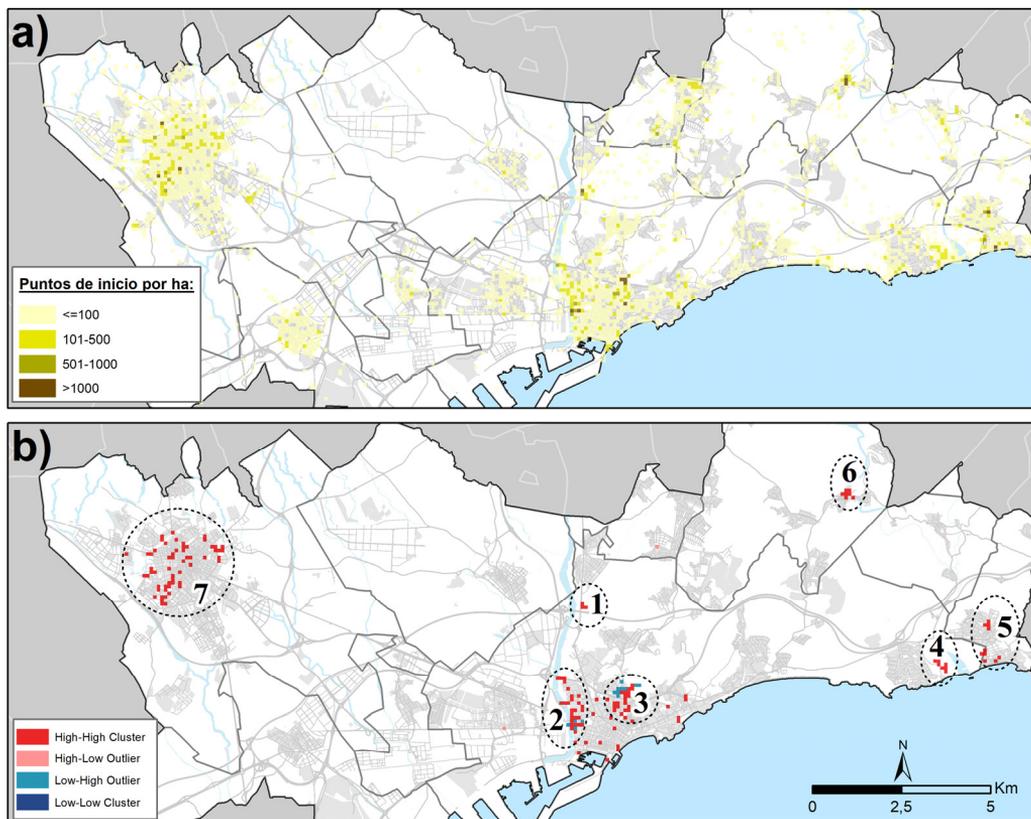
6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

asocian a espacios culturales, lúdico-recreativos o de estancia turística (1, 2, 4, 5 y 6).

Si se analizan cuantitativamente los puntos de inicio/final en su contexto territorial, del total de 36.225 rutas iniciadas en todo el ámbito, 14.986 lo hacen en el municipio de Tarragona, 12.486 en Reus, 2.147 en Vila-seca, 421 en La Canonja, 428 en Constantí, 1.501 en Els Pallaresos, 1.581 en El Catllar, 752 en La Riera de Gaià y 1.923 en Altafulla. Por tanto, una proporción relevante de rutas se inician en Tarragona (41,37%) y junto con Reus, el segundo municipio más importante, acumulan un 75,84% del total. Además, la mayoría de estos puntos de inicio/final de las rutas se localizan principalmente en los núcleos urbanos de los diferentes municipios y minoritariamente en los espacios periurbanos.

6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS

Figura 44: (a) puntos de inicio/final de las rutas por hectárea y (b) Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran).

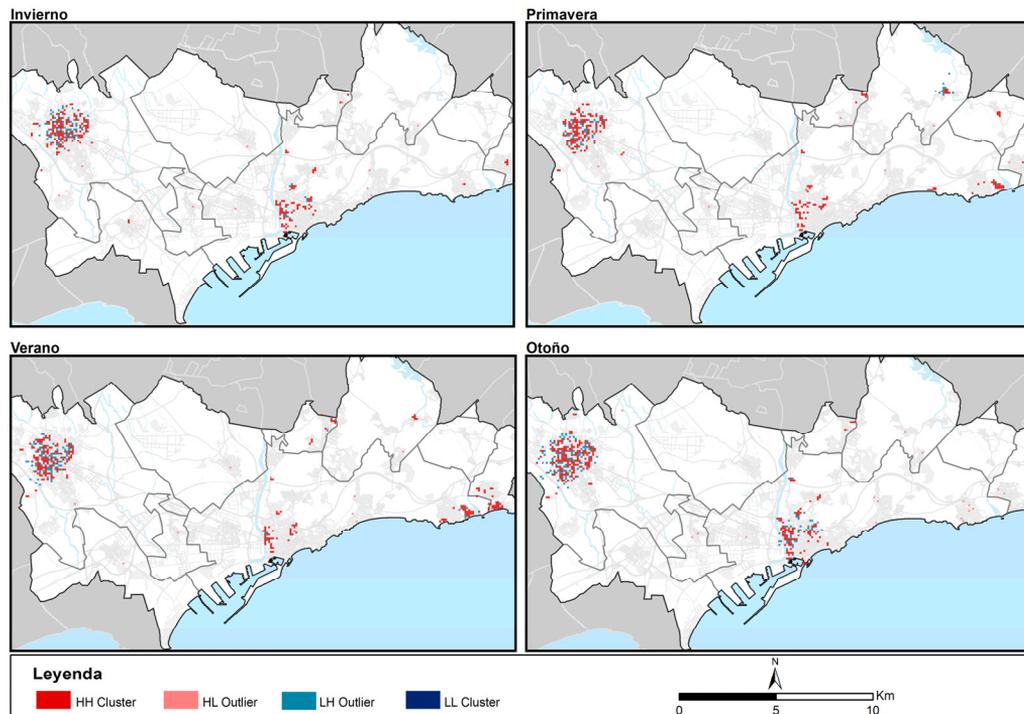


Fuente: Elaboración propia.

La distribución espaciotemporal de los puntos de inicio/final también presenta algunas diferencias estacionales (Figura 45). En las estaciones del año más frías (invierno y otoño) las grandes concentraciones de puntos aparecen principalmente en los núcleos de referencia (Reus y Tarragona). En cambio, en las estaciones más cálidas (primavera y verano), aunque también existen altas densidades de puntos en las ciudades principales, se pueden observar algunos otros focos en el periurbano, asociados a las segundas residencias y a la actividad turística (p. ej. alrededores de la urbanización de La Mora, Altafulla, desembocadura del río Gaià, área recreativa de La Torre d'en Guiu, etc.).

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Figura 45: Análisis de clúster y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de los puntos de inicio/final por estaciones del año.



***Nota:** invierno comprende los meses de diciembre, enero y febrero; primavera los meses de marzo hasta mayo; verano los meses de junio hasta agosto; y otoño el resto (de septiembre hasta noviembre). **Fuente:** Elaboración propia.

6.1.2 Características y patrones espaciotemporales de las rutas por actividades

Las rutas ciclistas son las más abundantes con un 59,65% respecto al total, seguidas de las actividades de senderismo y correr con un 20,28% y un 14,20% respectivamente (Tabla 24). Estas tres actividades acumulan un 94,13% del total de las rutas y por tanto la proporción de rutas del resto de las actividades es mínima (5,87%). Las distancias y velocidades promedio guardan una relación bastante lógica con el tipo de actividad practicada, siendo las rutas a motor las más largas y rápidas. En referencia

6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS

a las descargas promedio recibidas según la actividad, las rutas en bicicleta son las más descargadas con prácticamente 5 descargas de media por ruta (4,83), seguido de las rutas senderistas (2,14 descargas de media), mientras que el resto de las actividades difícilmente superan 1 descarga de media por ruta.

El dispositivo de registro preferido es el *Smartphone* en todos los casos y especialmente para la actividad patinaje. En total, un 72,23% de las rutas han sido grabadas con *Smartphones* lo cual indica su holgada popularidad frente al GPS. Los usuarios que más usan el GPS tradicional son primordialmente los ciclistas, aunque con un minoritario 36,30% frente al 63,70% que utiliza un *Smartphone*. Respecto a la circularidad de las rutas, hay un predominio claro de rutas circulares en todas las actividades a excepción de la actividad a motor que presenta casi un 80% (78,64%) de rutas lineales o no circulares. Las actividades con una proporción mayor de rutas circulares son correr (72,54%), seguido de senderismo (67,15%) y de ciclismo (63,84%).

Tabla 24: Características principales de las rutas por tipología de actividad.

	Rutas					Dispositivo		Circular	
	N	%	DP (km)	VP (km/h)	Des.P (N)	GPS (%)	SP (%)	No (%)	Si (%)
Ciclismo	21.611	59,65	37,28	17,66	4,83	36,30	63,70	36,16	63,84
Senderismo	7.348	20,28	8,89	11,10	2,14	10,33	89,67	32,85	67,15
Correr	5.145	14,20	9,61	20,67	1,05	18,74	81,26	27,46	72,54
A motor	590	1,63	69,99	40,38	1,03	11,36	88,64	78,64	21,36
Patinaje	63	0,17	12,03	21,12	0,60	4,76	95,24	25,40	74,60
Otros	58	0,16	27,34	19,73	1,64	22,41	77,59	51,72	48,28
Sin especific.	1.415	3,91	25,73	15,79	0,88	28,90	71,10	40,57	59,43
Total	36.230	100	-	-	-	27,77	72,23	35,12	64,88

***Nota:** DP: distancia promedio; VP: velocidad promedio; Des.P: descargas promedio; SP: *smartphone*. **Fuente:** Elaboración propia.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Respecto al análisis espacial de las rutas por actividad deportiva (**Figura 46 y Figura 47**), la actividad ciclismo presenta una distribución espacial muy similar al resultado obtenido con el análisis espacial de todas las rutas, antes de discriminarlas por tipologías de actividad. Básicamente destacan los ejes periféricos de la ciudad de Tarragona y Reus, además de la densa trama de altas concentraciones de trazas GNSS (HH *clúster*) localizada en la zona periurbana nororiental del núcleo de Tarragona. Por otro lado, las rutas senderistas se focalizan en el tramado urbano de las dos ciudades principales, aunque también se extienden por la periferia más próxima de cada ciudad. Además, en el caso de Tarragona, aparece una gran concentración de trazas en el entorno de la urbanización de La Mora y sus alrededores, conectando con la desembocadura del río Gaià y la zona del Mèdol.

En referencia a las trazas de los corredores, claramente utilizan la periferia urbana para practicar su actividad deportiva al aire libre. Destaca el marcado eje periférico circular de Reus con una concentración significativa de rutas, y todo el periurbano más próximo a la ciudad de Tarragona, incluyendo la zona del Pont del Diable o el camino del Lorito. Otros ejes que destacan serían el que rodea el núcleo de Vila-seca por su sector meridional y continúa bifurcándose en dos subejos, uno hacia Salou y el otro con dirección a La Pineda (segundo centro urbano de este término municipal), además de los que se sitúan próximos a la urbanización de La Mora: zona del Mèdol y desembocadura del río Gaià (más un sector de ribera de este río).

En el caso de las actividades a motor se aprecian unos ejes claramente conglomerados y con una alta interconexión entre municipios: utilizan las principales vías de comunicación interurbanas destacando la que

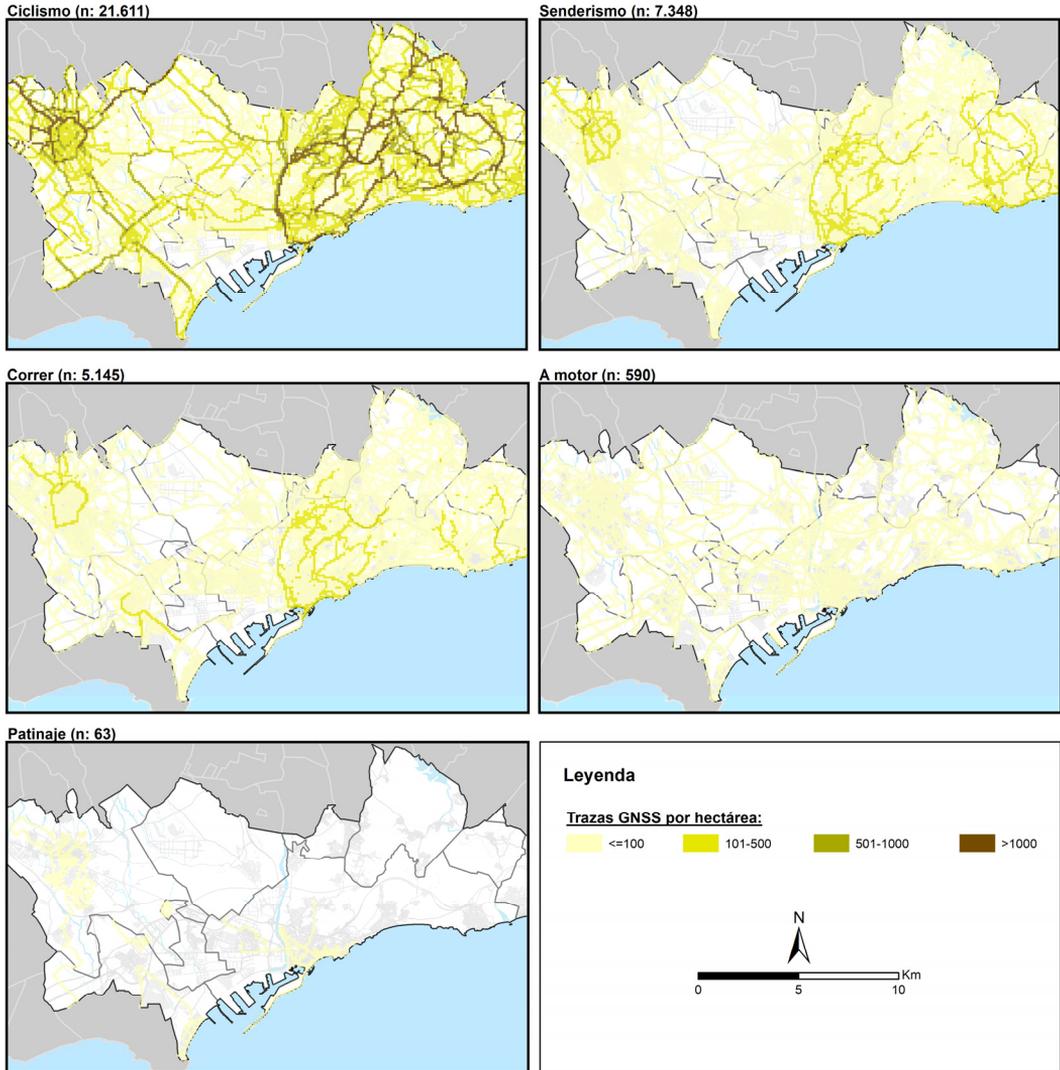
presenta una densidad mayor y que cruza todo el ámbito de estudio de oeste a este (carretera T-11 que enlaza con la autovía A-7). Estos ejes con alta densidad de rutas a motor se relacionan con carreteras interurbanas rápidas (80-120km/h), por lo cual podría significar que la mayoría de estos recorridos se inician en el ámbito de estudio, pero traspasan sus límites.

Finalmente, para la actividad patinaje destaca como espacio preferente el espigón principal del puerto de Tarragona, además de algunos espacios del norte del núcleo de Reus y del paseo marítimo de La Pineda.

En resumen, los patrones espaciales de las dos actividades a pie son muy parecidos entre sí. La principal diferencia entre la actividad ciclismo y las que se realizan a pie reside en que en la primera hay una diseminación mayor de los ejes de alta frecuentación, además de una interconexión evidente entre todos los municipios del ámbito estudiado. En cambio, en las actividades de senderismo y correr los ejes principales se encuentran en el interior o próximos a los núcleos de población (sobre todo de Tarragona y Reus) con una interconexión territorial mucho menor. En este sentido, destaca la desconexión entre Reus y Tarragona para la actividad senderismo, con unos marcados *clústeres* de baja cantidad de rutas en esta zona periurbana (LL *clúster*) que incluye diversos barrios residenciales de la ciudad de Tarragona, además de polígonos comerciales e industriales.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

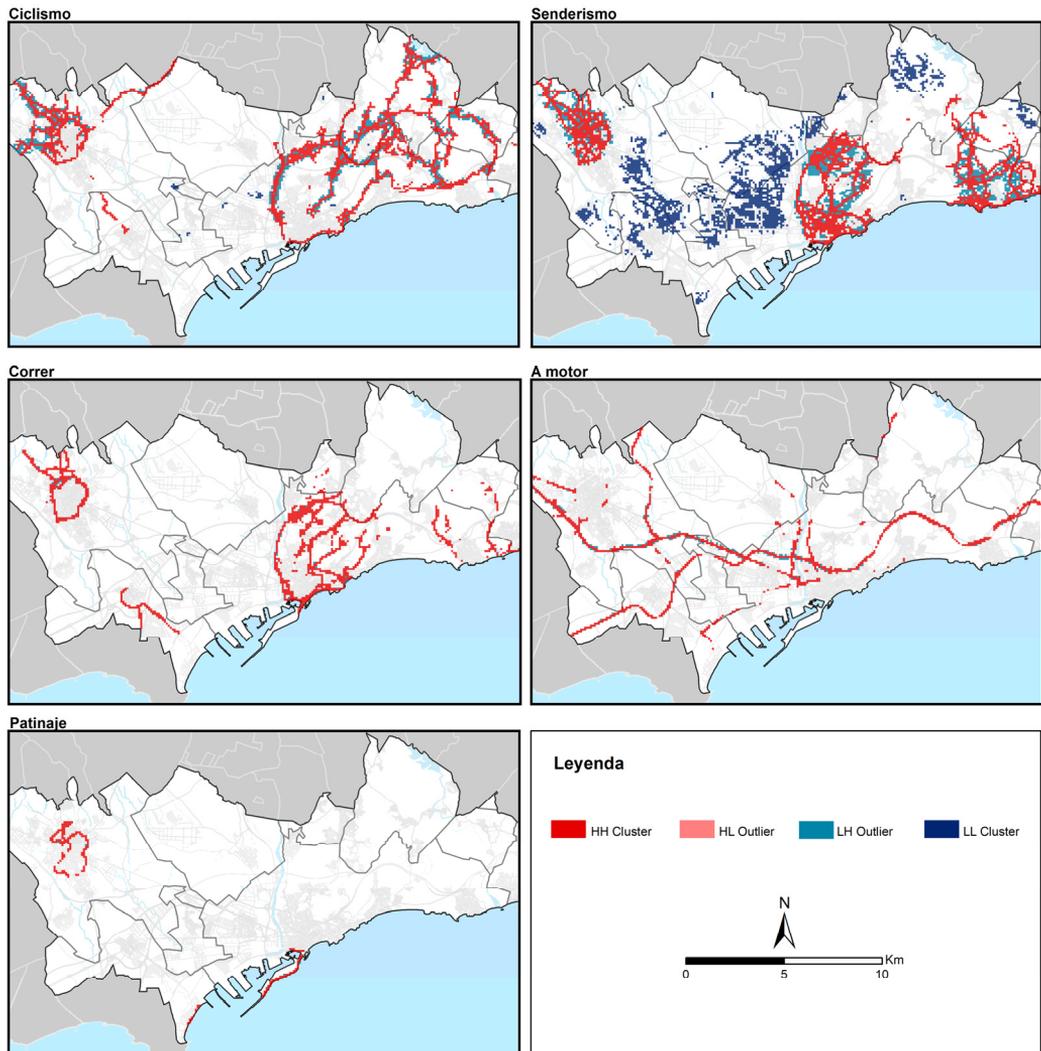
Figura 46: Trazas GNSS por hectárea y por tipología de actividad.



Fuente: Elaboración propia.

6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS

Figura 47: Análisis de *clúster* y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de las trazas GNSS por tipología de actividad.



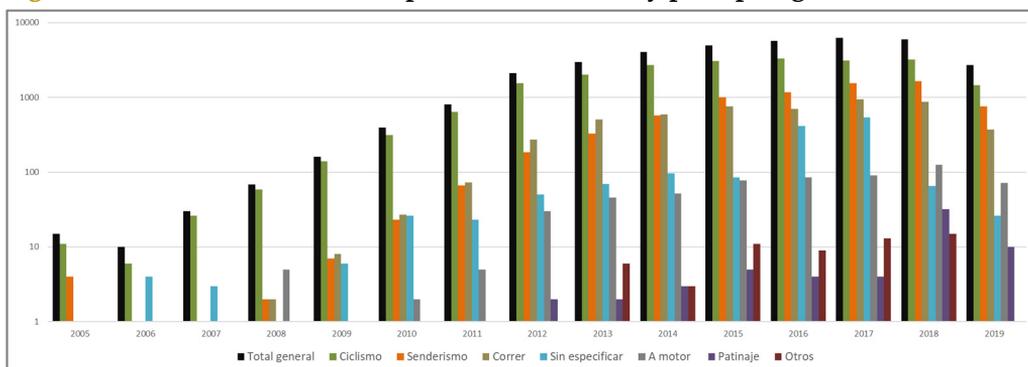
Fuente: Elaboración propia.

La distribución interanual de las rutas (Figura 48) presenta una tendencia positiva en todas las tipologías de actividad. Desde el inicio de la serie temporal hasta el año 2018, prácticamente se ha multiplicado por 1.000 el conjunto total de rutas. Las rutas ciclistas, senderistas y corriendo son las que han experimentado un incremento exponencial a lo largo de este

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

periodo. En cambio, la actividad “Sin especificar”, ha sufrido una progresión reducida exceptuando los picos de 2016 y 2017. El resto de las actividades también presentan una tendencia de crecimiento mucho más lineal respecto a las tres actividades mayoritarias.

Figura 48: Número total de rutas por año (2005-2019) y por tipología de actividad.



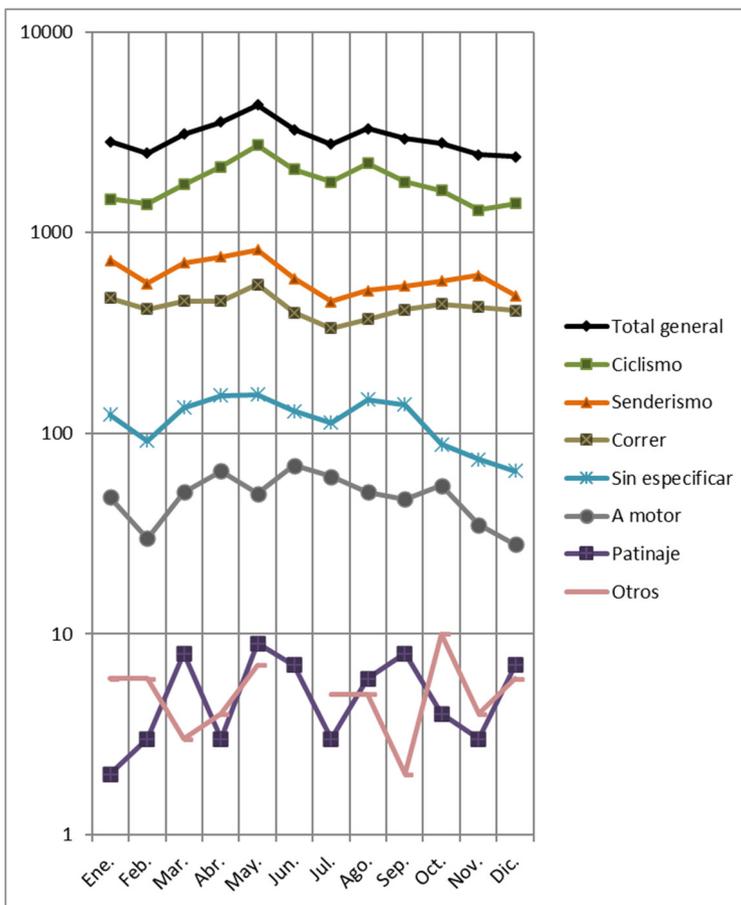
Fuente: Elaboración propia.

Del total de rutas para la serie temporal descargada, la mayoría se han realizado en el mes de mayo (probablemente atribuible al periodo vacacional de Semana Santa y a las temperaturas agradables), aunque la tendencia es alta en todos los meses de la primavera (Figura 49). En verano la curva comienza a descender exceptuando el pico de agosto (atribuible a las vacaciones de verano) y continúa decayendo en otoño e invierno. El comportamiento de la actividad ciclismo es muy similar a la que presentan el total de rutas con unos picos marcados (mayo y agosto) y siendo primavera-verano la época preferida para practicar este deporte. Las actividades de senderismo y corriendo presentan un patrón temporal prácticamente idéntico con su máximo en mayo y su valor mínimo en julio, además de unas fluctuaciones a lo largo del año menos marcadas. La estación preferida para estos dos deportes es la primavera, aunque también invierno y otoño en menor medida, asumiendo que intentan

6.1 El análisis de frecuentación a partir de las trazas GNSS

evitar las temperaturas más cálidas del año (durante julio y agosto). En referencia al resto de actividades, la categoría “Sin especificar” presenta un patrón muy similar a la actividad de ciclismo; las rutas a motor cuentan con su valor máximo en junio y su fluctuación temporal también es parecida a las rutas ciclistas; el resto de las actividades se rigen por patrones extremadamente fluctuantes y poco significativos debido al bajo número de rutas asociadas.

Figura 49: Número total de rutas por mes y por tipología de actividad.



Fuente: Elaboración propia.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

En el presente apartado se muestran los resultados sobre la identificación y posterior evaluación de espacios aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre. Asimismo, se establecen dos subapartados diferentes: el primero sobre la identificación y caracterización de dichos espacios y, el segundo, sobre su evaluación a partir de trabajo de campo.

6.2.1 Identificación y caracterización de los espacios aptos para acoger equipamientos

A continuación, se exponen los resultados del análisis *clúster* realizado, a partir de los puntos de inicio/final de las rutas (**Figura 50 y Figura 51**), como paso previo para identificar y seleccionar los espacios que se asumen aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre por su elevado número de puntos de inicio de rutas. La mayoría de las celdas corresponden al *Clúster 1* (**Figura 51a**) y contienen un número de puntos alrededor de la mediana por parte de las tres actividades a la vez (**Figura 50**). El *Clúster 2* se caracteriza por contener un número de puntos atípicamente alto de la actividad ciclismo (**Figura 50**) y su distribución espacial se concentra principalmente en los núcleos urbanos de referencia (**Figura 51a**). El *Clúster 3* corresponde a las celdas con un número de puntos de inicio/final significativamente elevado de la actividad senderismo (**Figura 50**) y no sigue ningún patrón espacial destacable (**Figura 51a**), salvo el hecho de que la mayoría se encuentra en el municipio de Tarragona. Finalmente, el *Clúster 4* hace referencia a las celdas con un número de puntos atípicamente alto de la actividad correr

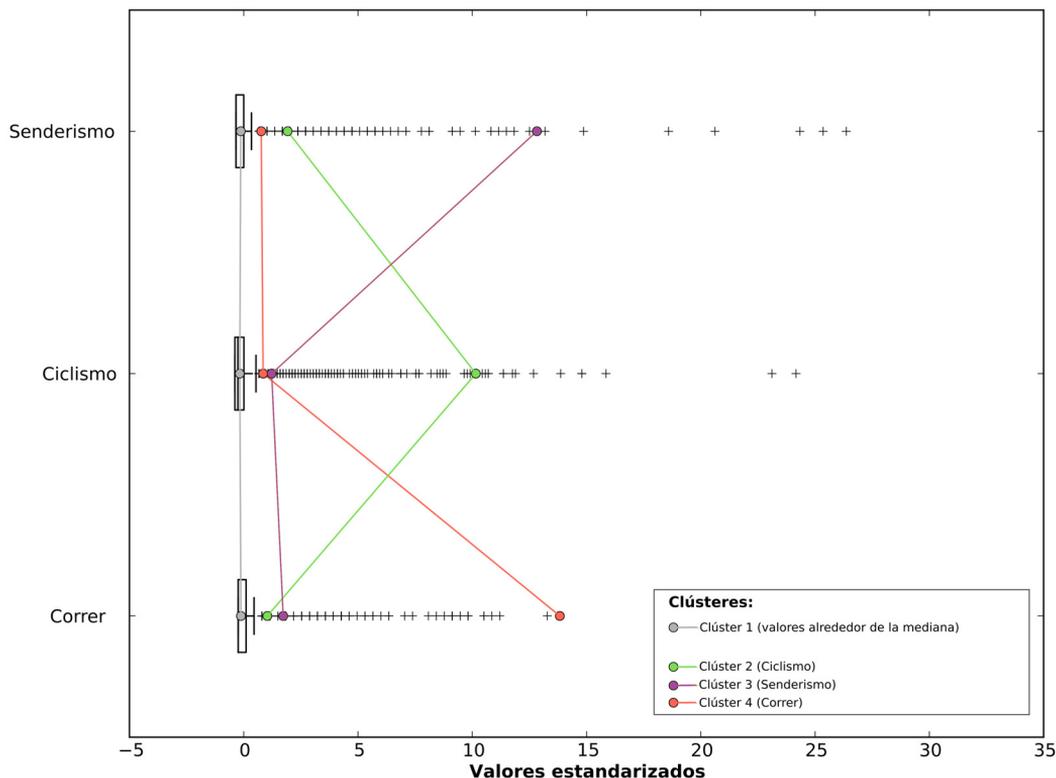
6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

(Figura 50) y también se localizan principalmente en las ciudades de Reus y Tarragona (Figura 51a).

Atendiendo a la selección de celdas del *clúster* que resultan de interés (las que contienen un número de puntos significativamente superior al resto y en donde no existe una sobrerrepresentación de la contribución de ningún usuario), se identifican y seleccionan un total de 9 espacios localizados en su mayoría en las periferias urbanas (Figura 51b). El municipio de Tarragona concentra 7 de estos espacios y el resto se sitúa en Reus (en dos parques urbanos situados en el límite occidental de la ciudad) y en El Catllar (en La Torre d'en Guiu y la zona de autocaravanas). De todos los espacios de Tarragona, 4 son del *clúster* senderismo (en la desembocadura del río Francolí, en el Pont del Diable y en las afueras de la urbanización de La Mora), 2 son del *clúster* neutro (en el parque fluvial del Francolí y en la cantera del Mèdol) y el otro corresponde al *clúster* de ciclismo (en la zona de aparcamiento del cementerio de Tarragona). En el caso de El Catllar, el espacio seleccionado es escenario de la confluencia entre tres *clústeres* a la vez (ciclismo, senderismo y correr).

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Figura 50: Diagrama de cajas paralelas resultante del análisis *clúster* a partir del número de puntos inicio/final de las tres actividades principales.



Fuente: Elaboración propia.

6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

Figura 51: (a) resultado cartográfico del análisis *clúster* a partir del número de puntos inicio/final de las tres actividades principales y (b) selección de celdas que conforman los espacios de interés.



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al conjunto de los nueve espacios seleccionados, representados en su contexto territorial (Figura 52), el espacio 1 está compuesto por dos celdas del clúster 1, por lo cual contiene una cantidad elevada de puntos de inicio/final, pero sin sobresalir ninguna actividad respecto a las otras. Concretamente, se ubica en la periferia urbana de Reus y sus puntos asociados se distribuyen alrededor de dos parques urbanos (Parc de la Festa y Parc dels Capellans) mientras que el centroide se localiza en la entrada de uno de ellos (Parc de la Festa). En la imagen relacionada a este espacio se observa la entrada a dicho parque.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

El espacio 2 está formado por una única celda del *clúster* senderismo, por lo cual en este lugar se concentra un gran número de rutas senderistas que se inician allí. Esta celda se sitúa en el margen oriental del río Francolí, muy cerca de su desembocadura. El centroide de los puntos se ubica en un aparcamiento municipal gratuito que integra una pequeña área de descanso con algunos bancos, una fuente y bastante sombra verde (ver imagen asociada en la [Figura 52](#)).

El espacio 3 agrupa un total de 5 celdas, todas ellas correspondientes al *clúster* de ciclismo y localizadas en la zona norte de la ciudad de Tarragona, concretamente en la zona del cementerio. El centroide se sitúa en la entrada de uno de los dos aparcamientos municipales que se integran en este espacio y que facilitan el acceso al cementerio. En la imagen asociada se puede observar dicho aparcamiento.

El espacio 4 se compone de dos celdas del *clúster* 1 que se ubican en la zona norte del Parc del río Francolí, un extenso parque urbano de la ribera oriental del mencionado río, muy próximo al espacio 2. Su centroide se localiza en un área de descanso con bancos y sombra verde (ver imagen asociada de la [Figura 52](#)), próxima también a equipamientos recreativos (zona infantil, *skate park*, etc.) y a otro aparcamiento municipal gratuito integrado en dicho parque.

La zona 5 está formada por dos celdas del *clúster* relacionado con rutas senderistas y se localiza en la entrada al Parque Eco-histórico del Pont del Diable (antiguo acueducto romano) junto con su aparcamiento. El centroide de los puntos se ubica en el interior del aparcamiento, una zona compuesta únicamente por plazas de aparcamiento, rodeada de

6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

naturaleza (ver imagen relacionada en la [Figura 52](#)) y a unos pocos metros de la entrada al parque al que proporciona acceso en vehículo privado.

El espacio 6 está formado por una única celda del *clúster* de senderismo y se ubica en una zona muy concreta de la parte occidental de la urbanización La Mora, específicamente en la entrada de un camino que brinda acceso a un área natural protegida, El Bosc de la Marquesa. En la ubicación del centroide se aprecia una situación particular y aparentemente contradictoria (ver imagen relacionada en la [Figura 52](#)), ya que es la entrada de un camino para la recreación deportiva al aire libre, señalado por la administración local, pero con el acceso restringido a partir de una barrera que impide el paso y señales de camino privado/particular.

El espacio 7 se organiza a partir de dos celdas, también del *clúster* de rutas senderistas, y se ubica en el paseo marítimo de la playa de La Mora, muy cercano al espacio 6. El centroide de los puntos se sitúa en el aparcamiento público presente en esta zona (ver imagen relacionada en la [Figura 52](#)).

El espacio 8 se compone por una única celda del *clúster* 1 y se localiza en uno de los accesos (por sendero) a la cantera romana del Mèdol y también a la urbanización La Mora. El centroide de los puntos se sitúa adyacente a un camino rural (ver imagen relacionada de la [Figura 52](#)), concretamente en una explanada de tierra que presumiblemente podría funcionar a modo de aparcamiento informal (en Google Maps aparece informado como “Parquin Medol”).

El espacio 9 es el único de los seleccionados que está formado por celdas de diferentes *clústeres* a la vez. Concretamente se compone de 2 celdas del *clúster* de ciclismo, 2 celdas más del *clúster* de correr y 1 celda de rutas

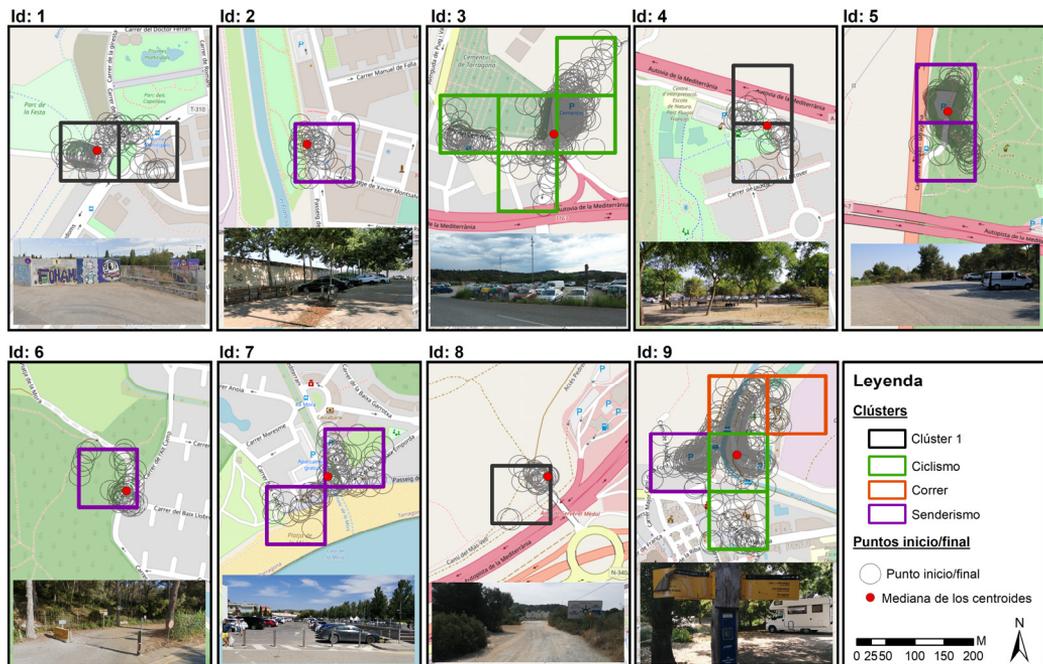
6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

senderistas. Este espacio se localiza en la ribera del río Gaià a su paso por El Catllar, concretamente en una zona de aparcamiento para autocaravanas y otra lúdico-recreativa municipal llamada La Torre d'en Guiu. El centroide se sitúa en el aparcamiento de autocaravanas (ver imagen relacionada de la **Figura 52**), colindante a senderos homologados.

En resumen, la mayoría de los espacios (7 del total de 9) se relacionan con aparcamientos, tanto formales como informales. Esto puede significar que muchos de los usuarios inician la ruta después de haber aparcado su vehículo en la correspondiente zona de estacionamiento, de ello se infiere que existe una movilidad (mediante transporte privado) previa a la ruta o actividad al aire libre. Además, muchos de los espacios (4 del total de 9) dan acceso a recursos culturales y naturales de gran interés, mientras que otros (3 del total de 9) se asocian a parques urbanos en donde la oferta recreativa es considerable.

6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

Figura 52: Espacios de interés representados en su contexto territorial junto con los puntos de inicio que los conforman y la mediana de los centroides.



***Nota:** El "Id" se refiere al identificador de cada "espacio". Las fotografías son de elaboración propia durante el trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

Por otro lado, respecto a la densidad Kernel de las rutas que se inician desde cada espacio seleccionado (Figura 53), se pueden diferenciar patrones espaciales que ayudan a contextualizar mejor el comportamiento de los usuarios de recreación al aire libre en el ámbito de estudio. A partir de las rutas que comienzan en el espacio 1, se evidencia un eje de alta densidad en dirección oeste que llega hasta la altura del Polígono Industrial Agro-Reus y mide aproximadamente 1,5 km de longitud.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Sobre las rutas que empiezan su recorrido en el espacio 2, existe una alta concentración a lo largo del eje del río Francolí en dirección sur-norte, que a la altura del Parque Eco-histórico del Pont del Diable gira hacia este. En menor medida, las rutas que empiezan desde esta localización también se distribuyen por toda la ciudad de Tarragona, formando un eje circular que la conecta con sus bosques más cercanos.

Las rutas iniciadas en el espacio 3 transcurren principalmente por una vía de alta densidad de uso identificada con el camino del Lorito y que se extiende hasta El Comellar del Moro, aunque existen otros con densidad media en el periurbano más próximo a la ciudad de Tarragona. La tendencia que se observa sobre estas rutas es que enlazan la ciudad con el interior y, al ser mayoritariamente ciclistas, la interconectan con otros municipios.

Respecto a la densidad de rutas que comienzan en el espacio 4, su patrón espacial es muy parecido a las del espacio 2, aunque la diferencia es que existe una densidad baja de rutas que penetren en la ciudad de Tarragona. La mayoría de estos recorridos se desplazan a lo largo de la línea dibujada por el río Francolí y continúan por la zona del Pont del Diable y por los bosques periurbanos adyacentes a la ciudad.

Las rutas que comienzan en el espacio 5 son predominantemente senderistas; se focalizan en el Parque Eco-histórico del Pont del Diable y se concentran principalmente en el acueducto romano y su área de influencia inmediata. Ninguna de ellas tiene un recorrido alejado de esta zona.

Las rutas iniciadas en el espacio 6, también mayoritariamente de senderismo, se despliegan en el entorno del Bosc de la Marquesa (espacio

6.2 La identificación y evaluación de localizaciones aptas para equipamientos de recreación al aire libre

natural protegido) formando un eje de alta densidad en el límite de este bosque con el mar.

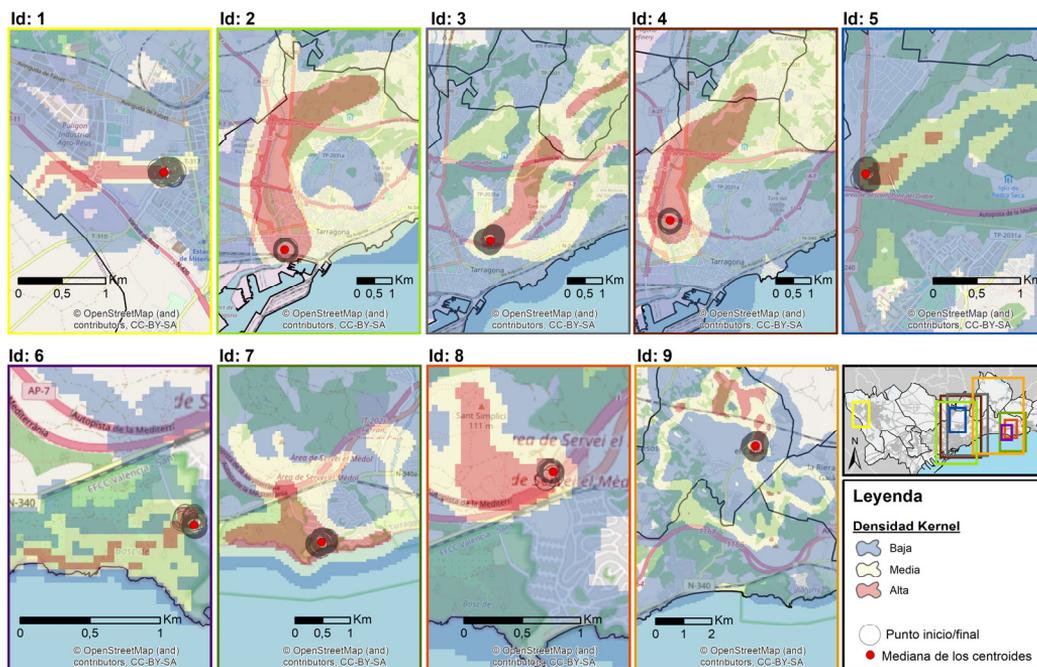
La mayoría de las rutas que se inician en el espacio 7 son senderistas; se concentran en un eje de alta densidad bien identificado que incluye El Bosc de la Marquesa junto con el sector marítimo de la urbanización La Mora y consta de dos bifurcaciones de densidades medias. La primera discurre hacia el interior y conecta con el Mèdol y su cantera romana, mientras que la segunda se extiende al espacio natural protegido de la desembocadura del Gaià junto con el tramo final del mismo río.

Las rutas iniciadas en el espacio 8 tienen su punto de concentración en la zona de la cantera romana del Mèdol, aunque también se extienden hacia una pequeña cima próxima llamada Sant Simplici que funciona como mirador natural con vistas al mar.

Por último, las rutas que empiezan en el espacio 9 cuentan con celdas de alta densidad identificadas con el pantano del Gaià y sus bosques colindantes, estas localizaciones corresponden a la zona más septentrional del área de estudio. También destaca un eje circular bastante extenso que transcurre por esta zona conectando los términos municipales de El Catllar, Tarragona y La Riera de Gaià.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Figura 53: Densidad Kernel de las rutas iniciadas desde cada espacio de interés junto con sus puntos de inicio/final y la mediana de los centroides.



Fuente: Elaboración propia sobre el mapa base de OpenStreetMap.

Como resumen se puede decir que, por un lado, todos los espacios seleccionados están vinculados a algún tipo de sendero homologado y, las áreas de alta densidad de rutas con su inicio a cada uno de estos espacios, también se relacionan con la red de senderos oficiales. Por otro lado, las zonas del ámbito de estudio con las densidades más altas de rutas y, en consecuencia, las potencialmente más concurridas son: el parque eco-histórico del Pont del Diable, la ribera o eje del río Francolí, el camino del Lorito (junto con sus atractivos vinculados: cuevas y ermita del Loreto), la zona natural protegida del Bosc de la Marquesa, la zona de la cantera romana del Mèdol y el pantano del Gaià.

6.2.2 Evaluación de los espacios aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre mediante trabajo de campo

Los puntos de inicio/final de una ruta en cualquiera de sus modalidades tiene una importancia capital y, en muchos casos, influyen sobre el conjunto del recorrido. La recogida de indicadores y subindicadores a partir de trabajo de campo ha permitido medir la aptitud de los espacios seleccionados para la acogida de equipamientos de recreación deportiva al aire libre. En la [Tabla 25](#) se reflejan las puntuaciones (de 1 a 4) obtenidas para cada indicador en cada uno de los espacios. En la misma línea y con el objetivo de facilitar la interpretación de estos resultados, la [Figura 54](#) muestra el estado general en el que se encuentra cada indicador y su necesidad de mejora.

En referencia al grado de accesibilidad, la mayoría de los espacios tienen una buena accesibilidad, exceptuando el número 5 y 9, con una valoración de regular y el número 6 que es deficiente. Respecto al grado de confort, predomina el regular e incluso el deficiente, a excepción del espacio 9 que se caracteriza por un grado de confort bueno. Por el contrario, el grado de seguridad física es mayoritariamente bueno o muy bueno exceptuando en los espacios 5, 8 y 9 que es regular. La señalización es predominantemente regular, aunque también se encuentran dos espacios (el 1 y el 6) con una señalización deficiente; otros dos (el 5 y el 7) con buena señalización, y un último espacio (el 9) con un valor muy alto en este indicador. Finalmente, respecto al grado de elementos perturbadores, la mayoría presentan un estado muy bueno, exceptuando uno (el 3) con un estado deficiente, otro (el 8) con un estado regular y un último espacio (el 9) con un estado bueno.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

En términos generales, no se aprecia ningún espacio que presente tanto un estado deficiente o muy bueno como una necesidad de mejora alta o muy baja de todos los indicadores a la vez. Por tanto, cada espacio presenta unas potencialidades y deficiencias diferenciadas que han de ser abordadas de forma personalizada y con más atención en futuros procesos de gestión y planificación de la recreación al aire libre.

Tabla 25: Aptitud para la realización de actividades deportivas, recreativas y de ocio en los espacios seleccionados.

ID_ESPACIO	accesibilidad	confort	seguridad física	señalización	perturbadores
1	2,8	1,8	2,6	1,2	1,0
2	3,2	2,2	3,4	2,0	1,2
3	2,6	1,0	3,4	1,8	4,0
4	2,6	2,3	3,0	2,4	1,2
5	2,2	2,2	1,8	2,9	1,0
6	1,6	1,3	2,6	1,5	1,0
7	2,6	2,5	3,6	2,6	1,0
8	3,0	1,3	1,8	1,8	2,6
9	2,0	2,9	2,2	3,6	1,8

Fuente: Elaboración propia.

Figura 54: Estado general y necesidad de mejora para cada indicador y en cada uno de los espacios evaluados.

ID_espacio	Estado					Necesidad de mejora				
	accesibilidad	confort	seguridad física	señalización	perturbadores	accesibilidad	confort	seguridad física	señalización	perturbadores
1	Bueno	Deficiente	Bueno	Deficiente	Muy bueno	Baja	Alta	Baja	Alta	Muy baja
2	Bueno	Regular	Muy bueno	Regular	Muy bueno	Baja	Media	Muy baja	Media	Muy baja
3	Bueno	Deficiente	Muy bueno	Regular	Deficiente	Baja	Alta	Muy baja	Media	Alta
4	Bueno	Regular	Bueno	Regular	Muy bueno	Baja	Media	Baja	Media	Muy baja
5	Regular	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Media	Media	Media	Baja	Muy baja
6	Deficiente	Deficiente	Bueno	Deficiente	Muy bueno	Alta	Alta	Baja	Alta	Muy baja
7	Bueno	Regular	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Baja	Media	Muy baja	Baja	Muy baja
8	Bueno	Deficiente	Regular	Regular	Regular	Baja	Alta	Media	Media	Media
9	Regular	Bueno	Regular	Muy bueno	Bueno	Media	Baja	Media	Muy baja	Baja

Fuente: Elaboración propia.

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

En este apartado se exponen los resultados derivados de la modelación del conflicto potencial recreativo en los senderos multiuso del periurbano de Tarragona. En primer lugar, se muestran los resultados sobre la conflictividad potencial entre ciclistas y usuarios a pie. En segundo lugar, se analiza la conflictividad potencial entre usuarios recreativos en general y los propietarios de parcelas adyacentes a los senderos. En tercer lugar, se caracterizan y cuantifican los conflictos reales comunicados a través de la fuente de IGV utilizada en esta tesis. Por consiguiente, el apartado se divide en tres subapartados.

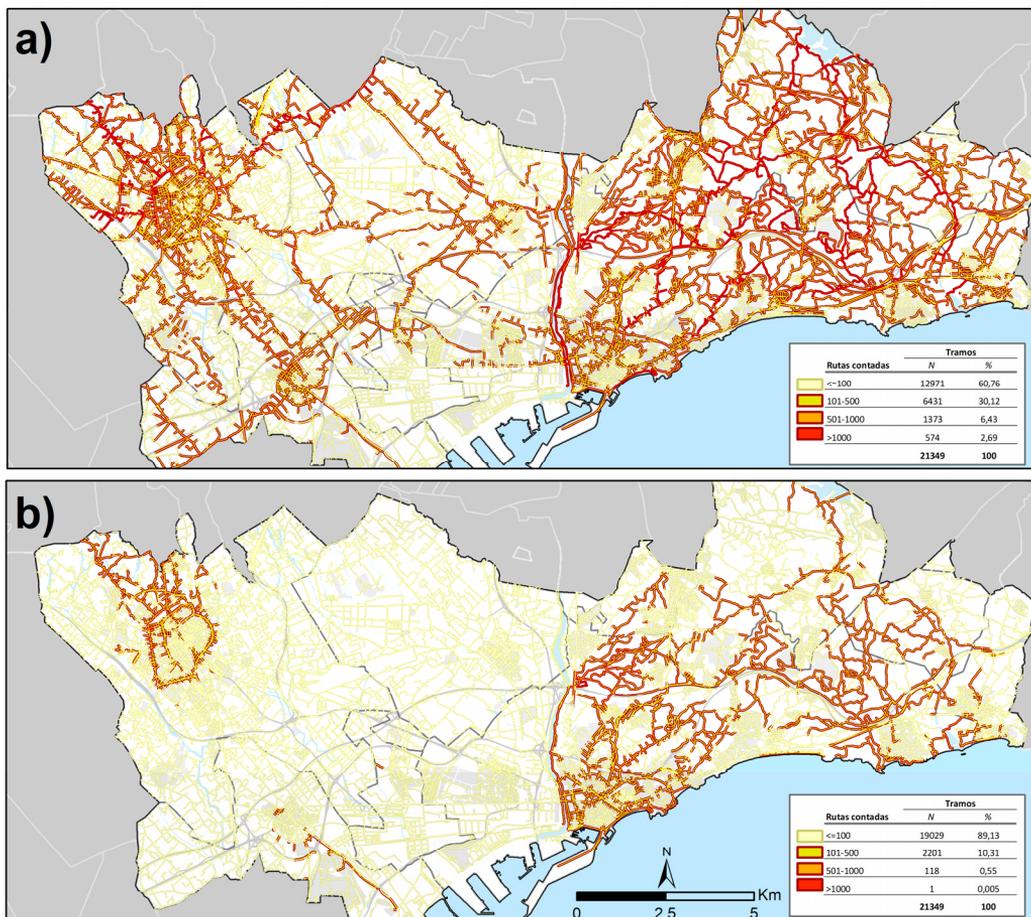
6.3.1 La conflictividad potencial entre ciclistas y usuarios a pie

Si se analiza la frecuentación de la red viaria por parte de ciclistas y usuarios a pie por separado (**Figura 55**), se evidencian unos patrones espaciales muy similares al análisis de frecuentación desarrollado en el apartado 6.1 de este documento. Por un lado, las rutas ciclistas (**Figura 55a**) discurren principalmente por la extensa red de caminos presente en el periurbano oriental de Tarragona y también por la Periferia de Reus. Por otro lado, se observa un patrón similar con las rutas a pie (**Figura 55b**), aunque su dispersión en base a los núcleos de Tarragona y Reus es mucho menor. Además, el vacío de rutas entre estas dos ciudades es evidente en las dos tipologías de actividad, aunque resulta mucho más relevante en la distribución espacial de las rutas a pie.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

En general, aparece una concentración de uso en determinados ejes. Existe una concentración espacial alta de los ejes más utilizados por rutas ciclistas: los tramos viarios con mayor densidad de rutas (>500) suponen únicamente el 9,12% del total (ver tabla asociada a la [Figura 55a](#)). Esta concentración es mayor en el caso de los tramos viarios con una frecuentación alta por rutas a pie, ya que su proporción no llega al 1% (ver tabla de la [Figura 55b](#)).

Figura 55: Número de rutas ciclistas (a) y a pie (b) por tramo de la red viaria.



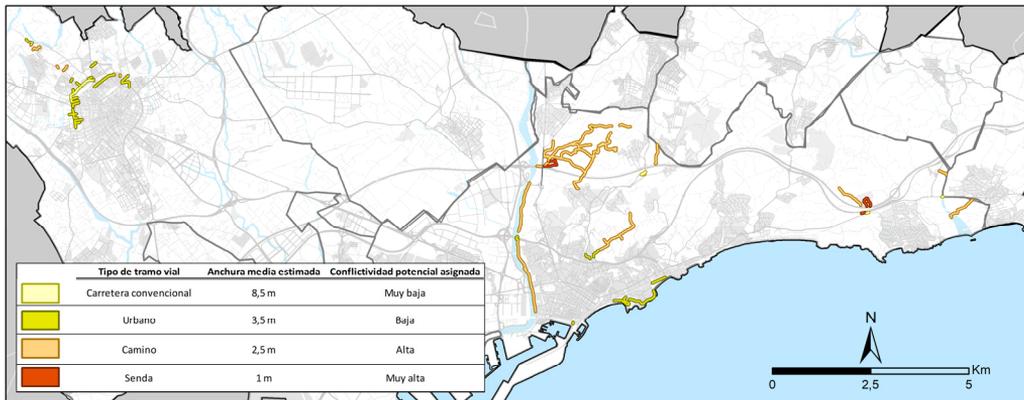
Fuente: Elaboración propia.

Como punto de partida para el análisis de conflictividad entre usuarios, se asume que los tramos en donde la probabilidad de interacción entre las dos tipologías de usuario (en bicicleta y a pie) es mayor, son aquellos en los que coincide un mayor número de rutas ciclistas y a pie (Figura 56). Así, en un primer momento se seleccionan estos tramos y, posteriormente, se analiza su distribución espacial y características. Además, en función del tipo de vía y su anchura media estimada, se asigna un nivel concreto de conflictividad potencial para cada uno de ellos.

En este sentido, se observa que la periferia más próxima a la ciudad de Tarragona presenta una cantidad relevante de tramos potencialmente conflictivos; en su mayoría son senderos y cuentan con una conflictividad potencial alta. Por un lado, destacan algunas zonas como el margen izquierdo del río Francolí, el Parque Eco-histórico del Pont del Diable o el camino del Lorito. Por otro lado, en la zona del Mèdol o la desembocadura del Gaià se aprecian algunos tramos, en su mayoría caminos o sendas, con una conflictividad asignada alta y muy alta respectivamente. En cambio, los tramos de una mayor probabilidad de interacción entre ciclistas y usuarios a pie en los alrededores del centro de Reus corresponden en su mayoría a tramos urbanos, con una conflictividad potencial baja.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Figura 56: Tramos de la red viaria con una mayor probabilidad de interacción por parte de ciclistas y usuarios a pie según el tipo de tramo, su anchura media estimada y su conflictividad potencial asignada.



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las características de estos tramos con más probabilidad de interacción (Tabla 26), aproximadamente la mitad (45,13%) son caminos con una conflictividad potencial alta, seguido de tramos urbanos (31,86%), los tramos de carretera convencional (20,35%) y sendas (2,65%). En referencia al promedio de rutas por tramo, los caminos son los que concentran un mayor promedio de rutas ciclistas, mientras que, en el caso de las rutas a pie, son las sendas. Además, los caminos son los que acumulan una mayor distancia recorrida (en km) de rutas tanto para las ciclistas como para las realizadas a pie. Considerando las otras características derivadas de la capa oficial de la red viaria, prácticamente la totalidad de estos caminos y sendas no están pavimentados o no presentan un tratamiento superficial; son de doble sentido, y su titularidad es desconocida. Estos factores pueden propiciar la aparición de conflictos de recreación al aire libre. Además, a diferencia de las sendas, en los caminos circulan vehículos motorizados con lo que se puede agravar el nivel de conflictividad. Por otro lado, los tipos de vía con una menor conflictividad potencial asignada en base a su anchura

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

media (carretera convencional y urbano), están asfaltados en su totalidad, presentan uno o dos carriles y su titularidad está bien definida. Este último factor es importante en el momento de plantear alguna intervención en el marco de la gestión de la recreación al aire libre y el conflicto potencial vinculado.

Tabla 26: Características de los tramos con una mayor probabilidad de interacción por tipologías de actividad.

		Camino	Senda	Carretera c.	Urbano	Total
Tramos	<i>N</i>	51	3	23	36	113
	<i>%</i>	45,13	2,65	20,35	31,86	100,00
Promedio rutas contadas por tramo	<i>Ciclismo</i>	1.514,51	1.006,00	1.356,85	1.113,94	1.247,83
	<i>A pie</i>	590,59	710,33	637,00	603,17	635,27
Distancia total recorrida (km)	<i>Ciclismo</i>	4.471,39	16,75	1.085,37	1.496,98	7.070,49
	<i>A pie</i>	1.535,55	16,52	411,68	656,60	2.620,35
Firme (%)	<i>Tratamiento superficial</i>	3,92	0,00	100,00	100,00	53,98
	<i>Sin tratamiento super.</i>	96,08	100,00	0,00	0,00	46,02
Tipo vehículo (%)	<i>Vehículo+peatón+bici</i>	100,00	0,00	100,00	100,00	97,35
	<i>Solo peatón+bici</i>	0,00	100,00	0,00	0,00	2,65
N carriles (%)	<i>Uno</i>	0,00	0,00	8,70	100,00	33,63
	<i>Dos</i>	0,00	0,00	91,30	0,00	18,58
	<i>No aplicable</i>	100,00	100,00	0,00	0,00	47,79
Sentido (%)	<i>Único</i>	0,00	0,00	8,70	11,11	5,31
	<i>Doble</i>	100,00	100,00	91,30	88,89	94,69
Titular (%)	<i>Ayuntamiento</i>	0,00	0,00	0,00	100,00	31,86
	<i>Admin. General</i>	0,00	0,00	95,65	0,00	19,47
	<i>Diputación Provincial</i>	0,00	0,00	4,35	0,00	0,88
	<i>Desconocido</i>	100,00	100,00	0,00	0,00	47,79

Fuente: Elaboración propia.

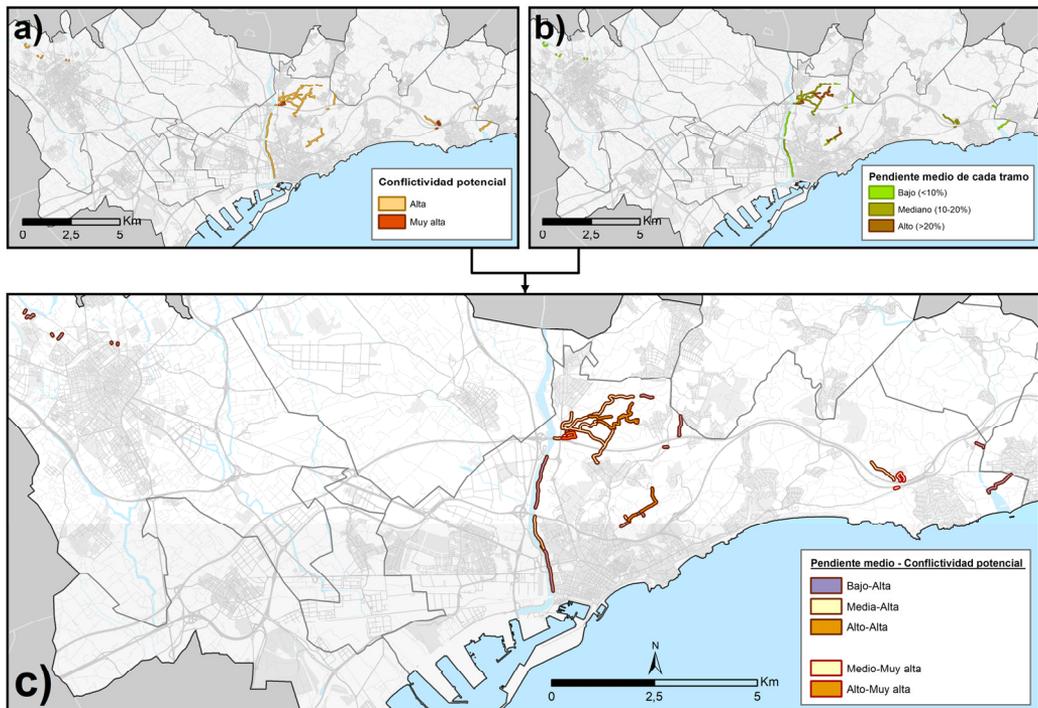
Con el objetivo de realizar un análisis de más detalle, se aíslan los caminos y senderos de los tramos con mayor probabilidad de interacción ya que tienen asignada una conflictividad potencial alta y muy alta respectivamente (Figura 57a). Del mismo modo, considerando la

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

pendiente como agravante del conflicto potencial, se calcula la pendiente media de estos tramos con una conflictividad mayor (Figura 57b). De la combinación de estas dos capas surge el mapa de conflictividad potencial agravada por la pendiente (Figura 57c). En este último mapa se observa que los tramos con el menor grado de conflictividad (pendiente baja y conflictividad alta) se localizan principalmente en la ribera del río Francolí o del río Gaià, además de en la periferia de Reus. Los tramos de la segunda y tercera clase (“Medio-alta” y “Alto-alta”) se encuentran mayoritariamente en el entramado de caminos del Parque Eco-histórico del Pont del Diable y en gran parte del camino del Lorito. Respecto a las dos clases con un nivel de conflictividad mayor (“Medio-muy alta” y “Alto-muy alta”) se observan únicamente tres tramos o sendas que se localizan en la zona de la cantera romana del Mèdol (“Medio-muy alta”) y en la zona del acueducto romano del Pont del Diable (“Alto-muy alta”).

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

Figura 57: (a) tramos de la red viaria con una conflictividad potencial asignada “alta” y “muy alta”; (b) su pendiente promedio y (c) la combinación de ambas variables.



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la **Tabla 27**, se identifica un total de 54 tramos con una conflictividad alta o muy alta. Prácticamente la mitad de estos (42,59%) se ubican en los alrededores del Pont del Diable y, además, son los que acumulan una mayor longitud total (52,72%). En el camino del Lorito aparece una cantidad importante de tramos potencialmente conflictivos (22,22%), acumulando una longitud de 2.361,28 m. El eje de la ribera del río Francolí es un caso particular porque, aunque tiene pocos tramos asociados (11,11%), estos son muy largos, acumulando el 17,91% del total de la longitud.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Tabla 27: Número y longitud total acumulada de los tramos con una conflictividad potencial alta y muy alta según su contexto territorial.

	Tramos (N)	Tramos (%)	Longitud total tramos (m)	Longitud total tramos (%)
C/ Lorito	12	22,22	2.361,28	12,66
Periferia Reus	6	11,11	608,79	3,27
Ribera Francolí	6	11,11	3.339,15	17,91
Ribera Gaià	2	3,70	1.045,38	5,61
Zona Mèdol	5	9,26	1.460,07	7,83
Zona Pont Diable	23	42,59	9.830,83	52,72
Total	54	100	18.645,50	100

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **Tabla 28** se caracterizan cada uno de los tramos con una conflictividad potencial alta y muy alta. Esta tabla proporciona información básica de cada tramo, correspondiente a la capa oficial de la red viaria, complementada con información generada a partir del análisis espacial. El ID oficial, el tipo de vial, el tipo de firme y el tipo de vehículo son los campos derivados de la capa homologada de la red viaria, mientras que el resto son de generación propia. Con esta información se pueden identificar fácilmente estos tramos potencialmente conflictivos en caso de que la administración competente pretenda plantear estudios individualizados sobre su conflictividad y, si se da el caso, futuras intervenciones de mejora.

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

Tabla 28: Principales características individuales de todos los tramos con una conflictividad alta y muy alta.

ID tramo (oficial)	TV	F	V	X	Y	L (m)	P-C	CT
431480016185	C	STS	P+B+V	1,2667201	41,1334	372,30	Alto-Alta	CL
431480018825	C	STS	P+B+V	1,27001	41,1441002	94,58	Bajo-Alta	CL
431480014015	C	STS	P+B+V	1,2582099	41,1267014	132,62	Bajo-Alta	CL
431480020662	C	STS	P+B+V	1,27406	41,1487007	521,72	Bajo-Alta	CL
431480014461	C	STS	P+B+V	1,26059	41,1286011	273,55	Alto-Alta	CL
431480014652	C	STS	P+B+V	1,26263	41,1295013	103,07	Bajo-Alta	CL
431480014367	C	STS	P+B+V	1,2593	41,1281013	165,29	Medio-Alta	CL
431480014873	C	STS	P+B+V	1,2640001	41,1301994	181,33	Alto-Alta	CL
431480014653	C	STS	P+B+V	1,2636499	41,1293983	124,39	Bajo-Alta	CL
431480015126	C	STS	P+B+V	1,26594	41,1310997	202,08	Alto-Alta	CL
431480014136	C	STS	P+B+V	1,25946	41,1273003	116,68	Bajo-Alta	CL
431480015226	C	STS	P+B+V	1,26731	41,1318016	73,67	Alto-Alta	CL
431230103599	C	STS	P+B+V	1,11081	41,1641998	35,59	Bajo-Alta	PR
431230104936	C	STS	P+B+V	1,08529	41,1699982	253,43	Bajo-Alta	PR
431230103987	C	STS	P+B+V	1,09179	41,1659012	56,36	Bajo-Alta	PR
431230103985	C	STS	P+B+V	1,0941499	41,1655998	154,17	Bajo-Alta	PR
431230103623	C	STS	P+B+V	1,10902	41,1645012	27,42	Bajo-Alta	PR
431230105132	C	STS	P+B+V	1,0837801	41,1710014	81,81	Bajo-Alta	PR
431480012863	C	STS	P+B+V	1,23691	41,1170006	1.168,60	Bajo-Alta	RF
431480016131	C	STS	P+B+V	1,23316	41,1321983	456,49	Bajo-Alta	RF
431480014382	C	TS	P+B+V	1,23339	41,1246986	854,96	Medio-Alta	RF
431480016458	C	STS	P+B+V	1,23323	41,1348	127,04	Bajo-Alta	RF
431480017715	C	STS	P+B+V	1,23401	41,1375008	504,74	Bajo-Alta	RF
431480018292	C	STS	P+B+V	1,23522	41,1405983	227,32	Bajo-Alta	RF
431480017092	C	STS	P+B+V	1,3666101	41,1374016	818,38	Bajo-Alta	RG
431480019038	C	STS	P+B+V	1,36105	41,1459007	227,00	Bajo-Alta	RG
431480017095	C	STS	P+B+V	1,33543	41,1385994	220,73	Medio-Alta	ZM
431480017905	C	STS	P+B+V	1,33192	41,1403999	515,72	Medio-Alta	ZM
431480016246	C	TS	P+B+V	1,33707	41,1361008	92,09	Medio-Muy alta	ZM
431480016247	S	STS	P+B	1,3370301	41,1361008	102,39	Medio-Muy alta	ZM
431480017142	S	STS	P+B	1,3381701	41,1386986	529,14	Medio-Muy alta	ZM
431480020639	C	STS	P+B+V	1,24909	41,1505013	253,01	Alto-Alta	ZPD
431480018667	C	STS	P+B+V	1,25016	41,1417999	483,08	Medio-Alta	ZPD
431480019413	C	STS	P+B+V	1,23859	41,1455002	136,55	Medio-Alta	ZPD
431480020364	C	STS	P+B+V	1,25275	41,1487007	448,29	Alto-Alta	ZPD
431480020529	C	STS	P+B+V	1,2503999	41,1497993	82,14	Alto-Alta	ZPD
431480021410	C	STS	P+B+V	1,2587301	41,1515999	685,83	Alto-Alta	ZPD
431480020628	C	STS	P+B+V	1,24466	41,1493988	588,24	Medio-Alta	ZPD
431480019883	C	STS	P+B+V	1,24885	41,1460991	758,28	Medio-Alta	ZPD
431480020629	C	STS	P+B+V	1,25947	41,1500015	722,25	Alto-Alta	ZPD
431480020358	C	STS	P+B+V	1,24754	41,1487007	720,48	Medio-Alta	ZPD
431480020826	C	STS	P+B+V	1,2413	41,1487999	776,86	Medio-Alta	ZPD
431480020619	C	STS	P+B+V	1,25219	41,1503983	322,86	Alto-Alta	ZPD
431480020409	C	STS	P+B+V	1,2556601	41,1489983	352,37	Alto-Alta	ZPD
431480019670	C	STS	P+B+V	1,2407399	41,1460991	122,37	Medio-Alta	ZPD
431480020920	C	STS	P+B+V	1,25088	41,1515007	58,13	Medio-Alta	ZPD
431480020794	C	STS	P+B+V	1,24921	41,151001	285,24	Medio-Alta	ZPD
431480019997	C	STS	P+B+V	1,24352	41,1474991	233,03	Medio-Alta	ZPD
431480018921	C	STS	P+B+V	1,25212	41,1437988	122,74	Medio-Alta	ZPD

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

431480021834	C	STS	P+B+V	1,25497	41,1543007	1.117,83	Medio-Alta	ZPD
431480020005	C	STS	P+B+V	1,25379	41,1460991	485,79	Medio-Alta	ZPD
431480021892	C	STS	P+B+V	1,26429	41,1551018	290,17	Bajo-Alta	ZPD
431480019995	C	STS	P+B+V	1,24154	41,1472015	170,88	Bajo-Alta	ZPD
431480019762	S	STS	P+B	1,24236	41,1460991	614,41	Alto-Muy alta	ZPD

***Nota: Significado campos:** TV: tipo vial; F: firme; X,Y: significan las coordenadas del centroide de cada tramo; L: longitud; PC: Pendiente-Conflictividad; CT: contexto territorial. **Significado contenido:** C: camino; S: senda; STS: sin tratamiento superficial; TS: tratamiento superficial; P+B: Peatón+bicicleta; P+B+V: Peatón+bicicleta+vehículo; CL: Camino Lorito; PR: Periferia Reus; RF: Ribera Francolí; RG: Ribera Gaià; ZM: Zona Mèdol; ZPD: Zona Pont del Diable. **Fuente:** Elaboración propia.

6.3.2 El fenómeno “fuera de pista” y la conflictividad potencial entre usuarios de recreación y propietarios de terrenos

Como se ha visto, los caminos y senderos pueden presentar una conflictividad potencial alta o muy alta entre diferentes usuarios. Además, según fuentes oficiales, su titularidad es desconocida por lo que puede ser tanto pública como privada. Esto puede suponer una fuente de conflicto entre usuarios de senderos y propietarios de caminos y sus terrenos adyacentes.

En este sentido, según la [Tabla 29](#), los caminos y senderos interurbanos son los que presentan una proporción menor de la superficie del ámbito de estudio (9,98%), no obstante, también son los que cuentan con una mayor proporción de distancia acumulada de rutas, tanto de ciclismo (50,23%) como a pie (38,06%). Por ello, los senderos y caminos interurbanos son los preferidos por los usuarios de recreación al aire libre en la zona de estudio y esto aumenta la probabilidad de que puedan utilizar caminos privados, desencadenando conflictos con propietarios.

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

Además, el fenómeno fuera de pista (*off-road / off-trail*) se puede detectar indirectamente a partir de los tramos que discurren cruzando usos forestales y cultivos. Estos usos también presentan una proporción considerable si se suman las categorías de cultivos y forestal (15,85% ciclismo y 15,97% a pie), viéndose agravada la conflictividad potencial entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos privados.

Tabla 29: Superficie del ámbito de estudio y distancia acumulada de rutas (ciclistas y a pie) según usos o cubiertas del suelo.

	Superficie área estudio		Rutas de ciclismo		Rutas a pie	
	(ha)	(%)	Distancia acumulada	Distancia acumulada	Distancia acumulada	Distancia acumulada
			(km)	(%)	(km)	(%)
Caminos y senderos interurbanos	2.183,70	9,98	193.438,44	50,23	38.473,90	38,06
Superficie urbana	5.428,10	24,80	93.670,58	24,32	36.768,71	36,37
Cultivos	7.809,39	35,68	23.689,31	6,15	4.449,31	4,40
Forestal	4.078,39	18,63	37.370,70	9,70	11.696,27	11,57
Otros usos	2.387,65	10,91	36.939,49	9,59	9.696,18	9,59
Total	21.887,23	100,00	385.108,52	100,00	101.084,3	100,00

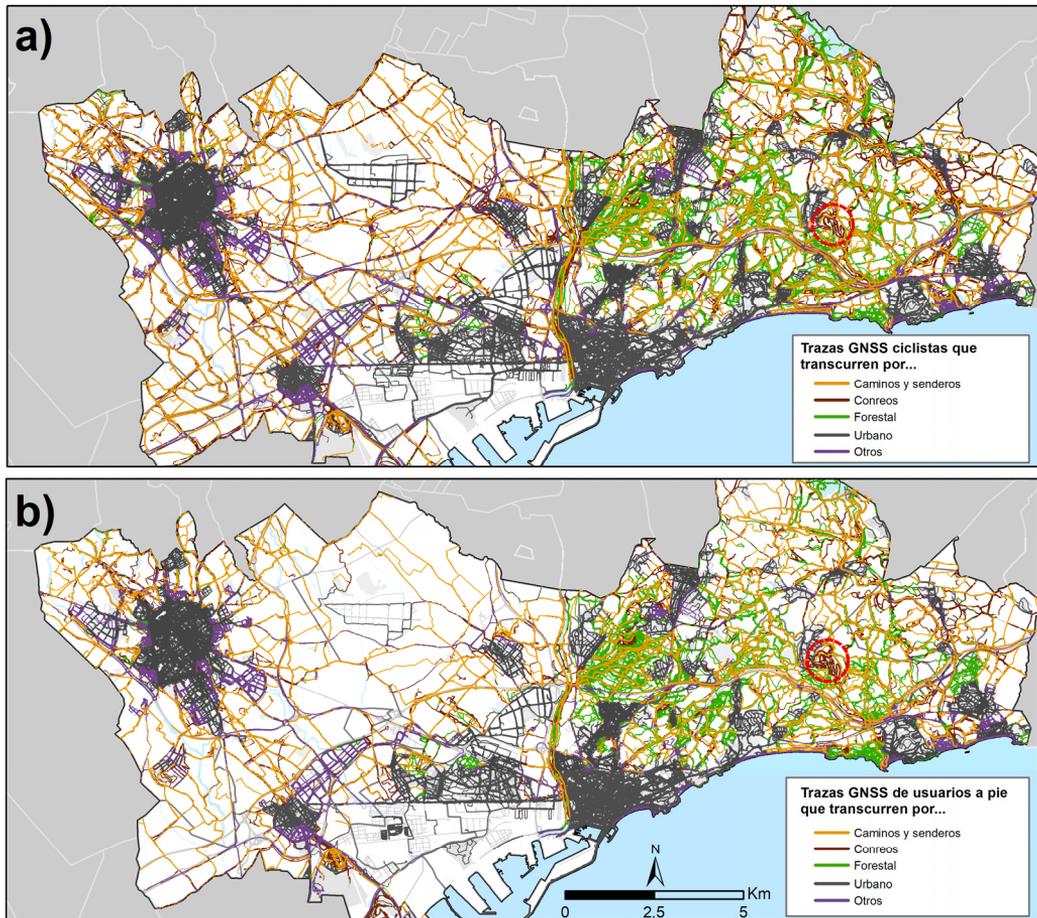
Fuente: Elaboración propia.

Después de las que transcurren por senderos, las trazas que pasan por cubiertas catalogadas como cultivos o forestal (“fuera de pista”) son consideradas como las que pueden generar un mayor conflicto potencial entre usuarios y propietarios. En la **Figura 58** se pueden observar los espacios con mayor probabilidad de conflicto potencial que presentan un patrón muy similar, tanto para rutas ciclistas como para rutas a pie. De forma generalizada, destacan las zonas del periurbano de Tarragona en donde hay una concentración alta de rutas que transcurren por masa

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

forestal (p. e. la zona del Pont del Diable o El Bosc de la Marquesa). Igualmente, sobresalen las zonas de cultivos, principalmente en la ribera del río Francolí y en un espacio concreto señalado en el mapa (Figura 58) mediante un círculo rojo que, aunque actualmente no se destina a la agricultura, se asocia a un campo de golf privado (Golf Costa Daurada) con el mismo nivel de conflictividad potencial usuario-propietario.

Figura 58: Trazas GNSS ciclistas (a) y a pie (b) según la cubierta del suelo por la que transcurren.



Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Tipología y características de los conflictos reales informados

A partir del análisis semántico de, por un lado, las descripciones de las rutas incorporadas por los autores de las mismas y que tienen como objetivo principal guiar al potencial usuario y, por otro, los comentarios de aquellos usuarios que la han realizado y que comparten su experiencia, se identifican las situaciones conflictivas informadas por los propios usuarios de recreación deportiva al aire libre. En esta línea, del total de las descripciones asociadas a las rutas (Tabla 30), únicamente el 16,47% contienen texto interpretable o de interés para analizar el conflicto en la recreación al aire libre. Por el contrario, prácticamente la totalidad de los comentarios que realizan otros usuarios a las rutas contienen texto interpretable. De estos fragmentos de texto interpretable, únicamente se han identificado, a través de la búsqueda por palabras clave, un total de 29 aportaciones o reportes de usuarios relacionadas con el conflicto recreativo, en el caso de las descripciones, y 49 en el caso de los comentarios, suponiendo una insignificante proporción del 0,85% y 0,43% respectivamente. No obstante, estos valores porcentuales tan bajos no se pueden identificar con un inexistente conflicto de recreación al aire libre en la zona estudiada, ya que, infiriendo el sesgo de la plataforma o fuente de IGV, este resultado se puede deber a que la plataforma utilizada no es la idónea para reflejar este tipo de situaciones conflictivas.

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

Tabla 30: Número de descripciones y comentarios asociados a las rutas relacionado con el total de aportaciones en las cuales se ha comunicado algún conflicto de recreación al aire libre.

	Descripciones	Comentarios
Con texto interpretable (N)	3.399	11.301
Con texto interpretable (%)	16,47	99,40
Aportaciones (N)	29	49
Aportaciones (%)	0,85	0,43
Palabras de media	107,34	24,36
Total	20.632	11.369

***Nota:** el texto no interpretable se considera cuando en una descripción o comentario únicamente aparece: (1) números o símbolos sin sentido, (2) fechas en formato numérico, (3) topónimos de municipios o localizaciones concretas, (4) información técnica (p. ej. distancia recorrida), (5) descripciones poco explicativas (p. ej. paseo en familia), (6) URL de páginas *web*, (7) texto sin sentido (p. ej. *msioadjnasoml*), (8) secuencias de topónimos referidos al recorrido realizado (p. ej. Tarragona-Rodolat-la Secuita-Pallaresos-Tarragona). **Fuente:** Elaboración propia.

Respecto a los pares de interacciones entre diferentes usuarios de los senderos multiuso (Tabla 31), únicamente se han identificado un total de 8 conflictos o situaciones de percepción de peligro: 4 situaciones de percepción de peligro por parte de ciclistas en relación al tráfico motorizado; 2 situaciones de conflicto interpersonal entre ciclistas y perros sueltos; 1 situación de conflicto social por parte de senderistas dirigida a ciclistas; y 1 situación de conflicto social por parte de corredores dirigida a ciclistas.

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

Tabla 31: Número de situaciones identificadas que se relacionan con la percepción de peligro, el conflicto interpersonal o el conflicto social entre algunas de las interacciones de tipos de usuario posibles.

	Percepción de peligro	Conflicto Interpersonal	Conflicto Social	Total
Ciclista con senderista	0	0	0	0
Ciclista con corredor	0	0	0	0
Ciclista con vehículo m.	4	0	0	4
Ciclista con perros sueltos	0	2	0	2
Senderista con ciclista	0	0	1	1
Senderista con corredor	0	0	0	0
Senderista con vehículo m.	0	0	0	0
Senderista con perros sueltos	0	0	0	0
Corredor con senderista	0	0	0	0
Corredor con ciclista	0	0	1	1
Corredor con vehículo m.	0	0	0	0
Corredor con perros sueltos	0	0	0	0
<i>Total</i>	4	2	2	8

Fuente: Elaboración propia.

Las aportaciones de los usuarios realizadas en rutas ciclistas que se han clasificado como percepción de peligro entre ciclistas y vehículos motorizados se refieren a situaciones en la que es necesario prestar una atención especial, por ejemplo, a señales de tráfico, cambios de rasante o a la presencia de vehículos lentos como tractores. Los códigos de usuario que aparecen a continuación forman parte del proceso de anonimización por el cual han pasado los datos obtenidos:

- Usuario 399: "(...) Viene una bajada muy guapa, pero cuidado con los tractores (...)"
- Usuario 575: "(...) Cuidado con el tráfico y el ceda el paso (...)"
- Usuario 138: "(...) Bajada por rampa de hormigón, mucho ojo con los vehículos al cambiar de rasante"

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

En la misma línea, aparecen informes sobre conflicto interpersonal entre ciclistas y perros sueltos sin vigilancia. En ellas se muestra la sensación de peligro ante un hipotético ataque del animal:

- Usuario 640: "(...) Tuve algún encontronazo con perros sueltos (...)"
- Usuario 83: "(...) Un perro que sube desatado por el camino corriendo ante el coche de su dueño, me persigue un buen rato con no muy buenas intenciones y le planto cara (...)"

También se ha identificado una aportación de un usuario realizada en una ruta senderista en la cual se interpreta, según el contexto, que este percibe de forma negativa una masificación de ciclistas. La frase clasificada como conflicto social entre senderistas y ciclistas es la siguiente:

- Usuario 318: "(...) ¡Encontramos muchos ciclistas! (...)"

Finalmente, se ha identificado una aportación de un usuario realizada en una ruta corriendo que se ha clasificado como conflicto social entre corredores y ciclistas. Aunque esta afirmación podría clasificarse como percepción de peligro, se decide asignarla a conflicto social asumiendo que el usuario tiene la percepción adquirida de que los ciclistas, en general, circulan demasiado rápido en tramos con fuerte desnivel.

- Usuario 170: "(...) Conviene no despistarnos si no queremos chocar con alguno de los ciclistas que bajan con rapidez aprovechando el desnivel (...)"

Sobre las interacciones o conflictos entre usuarios de senderos y propietarios de terrenos adyacentes a los mismos (Tabla 32), se han

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

encontrado un total de 47 aportaciones que reflejan la presencia de impedimentos de paso en caminos o propiedades privadas y un total de 23 conflictos comunicados entre estos dos colectivos. De los fragmentos que indican presencia de barreras o señales que obstaculizan el paso, en el 51,06% de los casos los usuarios admiten franquear y omitir las prohibiciones, en el 17,02% comunican haber obedecido y respetado las prohibiciones y, en el resto de las aportaciones (31,91%), únicamente se informa de las prohibiciones, sin especificar la acción llevada a cabo en base a estas. Por tanto, más de la mitad de los usuarios que han informado presencia de impedimentos de paso admiten haberlos traspasado sin hacer caso, pudiendo alimentar de esta forma el conflicto potencial entre usuarios de senderos y propietarios de los terrenos. Desde el punto de vista del tipo de conflicto comunicado, la mayoría de las aportaciones se refieren al conflicto social (82,61%), mientras que el resto (17,39%) se relacionan con el conflicto interpersonal.

Tabla 32: Número de situaciones identificadas en las cuales se reporta la presencia de impedimentos de paso o conflictos entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos/caminos privados.

	Presencia impedimentos paso				Tipo conflicto		
	OP	RP	IP	Total	Interpersonal	Social	Total
Aportaciones (N)	24	8	15	47	4	19	23
Aportaciones (%)	51,06	17,02	31,91	100	17,39	82,61	100

***Nota:** OP: Omiten prohibiciones de paso; RP: Respetan prohibiciones de paso; IP: Informan prohibiciones de paso. **Fuente:** Elaboración propia.

Las aportaciones clasificadas como conflicto interpersonal entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos reflejan mayoritariamente una actitud desafiante y poco amistosa por parte del propietario durante la interacción con el usuario del sendero, aunque hay

6. La recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona: estudio de frecuentación y análisis del conflicto recreativo

que señalar que esto es así desde la perspectiva y percepción del usuario. A continuación, se muestran los ejemplos literales:

- Usuario 989: "(...) El propietario de la finca y del terreno salió a nuestro paso y de un modo poco cordial nos amenazó diciendo que ese no es un camino de paso. (...)"
- Usuario 154: "(...) Me he encontrado al propietario de la finca con el tractor y me ha preguntado que hacía allí, que era una finca particular. Yo le he dicho que no era mi intención molestar y hemos acabado discutiendo. (...)"
- Usuario 187: "(...) Hemos tenido un problema con tres perros sueltos en una finca particular. Además, el dueño nos ha parado e interrogado de forma poco amistosa. (...)"
- Usuario 241: "(...) Se nos acercó el propietario del lugar e intentó provocar una discusión diciendo que aquello no era un camino público. (...)"

Los reportes que se han clasificado como conflicto social entre usuarios y propietarios se basan en argumentos, por parte exclusivamente de los primeros, que demonizan a los segundos y les acusan de instalar impedimentos de paso poco legítimos o incluso trampas dirigidas a imposibilitar el paso de los usuarios. Los siguientes fragmentos literales ejemplifican esta idea:

- Usuario 99: "(...) No recuerdo que decía, si propiedad privada, o prohibido el paso. También es verdad que algunos propietarios colocan carteles de prohibido el paso en caminos que son de dominio público. (...)"

6.3 La modelación del conflicto potencial recreativo en senderos multiactividad

- Usuario 31: "(...) Antes se pasaba por un sendero que ahora ha sido cortado y destrozado por el propietario del terreno. Según el propietario de la finca el camino era privado. (...)"
- Usuario 224: "(...) Este sendero que une el antiguo GR con el final de pista ante una prohibición de paso por propiedad privada, fue uno de los hallazgos más interesantes que hemos hecho, pero desgraciadamente, parece que la propiedad privada es hostil e intenta inutilizarlo. Desconozco los posibles derechos de paso que pueda haber. (...)"
- Usuario 7: "(...) No sé yo, si se puede cortar un GR de esta manera, tienen suerte estos propietarios que se aprovechan de que no tenemos tiempo de estar todo el día protestando a los ayuntamientos, que si no alguna multa les caería(...)"
- Usuario 576: "(...) El propietario ha puesto trampas y piedras porque está muy enfadado y nadie le pidió permiso para abrir un sendero de bike park. (...)"
- Usuario 899: "(...) Lo digo por los problemas que ha habido recientemente por la zona con los propietarios de terrenos donde se han abierto senderos sin pedir ningún permiso ... esto es fuente de conflicto. (...)"
- Usuario 800: "Ruta muy bonita excepto por un tramo que incluye un camino que es propiedad privada y que hoy estaba plagado de trampas (piedras y troncos en medio del camino cada pocos metros). (...)"

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

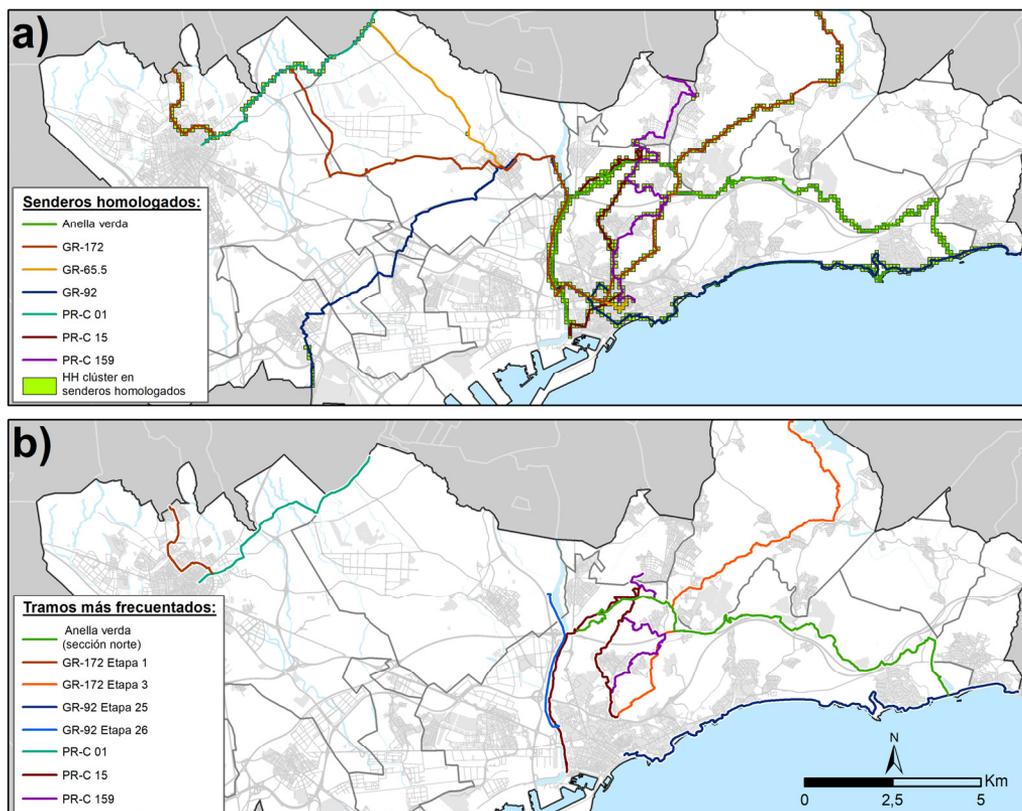
Para abordar el cuarto objetivo específico (O4) de esta tesis, se evalúan los tramos más utilizados de los senderos homologados a partir de un conjunto de indicadores y subindicadores recogidos mediante trabajo de campo y de SIG. Estos indicadores persiguen obtener información sobre la aptitud de cada tramo para la realización de actividades deportivas, de recreación y ocio al aire libre. Además, teniendo como referencia dicha evaluación, se calcula el grado de afinidad de estos tramos con unos perfiles de usuario, que se diseñan previamente. En esta línea, en este capítulo se presentan, en primer lugar, los resultados sobre los senderos oficiales más frecuentados, en segundo lugar, los resultados de la evaluación realizada de los mismos y, en tercer lugar, los resultados sobre la aptitud de los tramos según cada tipo de perfil de usuario. Por ello, el capítulo se divide en tres apartados.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

7.1 Los senderos oficiales más frecuentados

Como se observa en la **Figura 59a**, una proporción importante del trazado de los senderos homologados (66,21%) se superponen con celdas HH *clúster* de alta concentración de trazas senderistas, ciclistas y corriendo. No obstante, esta intersección se produce mayoritariamente en el periurbano más próximo a la ciudad de Tarragona o en el de Reus, pero no se encuentra en la zona periurbana entre dichas ciudades. A partir de esta superposición y siguiendo los dos condicionantes que se explican en el correspondiente apartado de la metodología, se extraen los tramos de sendero homologado más concurridos (**Figura 59b**). Finalmente, de la longitud total acumulada de senderos oficiales que transcurren por el ámbito de estudio (158.761,76 m), un 52,22 % (82.901,35 m) de dicha longitud se vincula a los tramos más frecuentados. Además, de la longitud total acumulada de estos tramos más utilizados, un 69,17% (57.340,05 m) transcurre íntegramente por el municipio de Tarragona.

Figura 59: (a) Senderos homologados superpuestos con una alta densidad de trazas GNSS (HH Clúster) y (b) tramos de sendero homologado más utilizados.

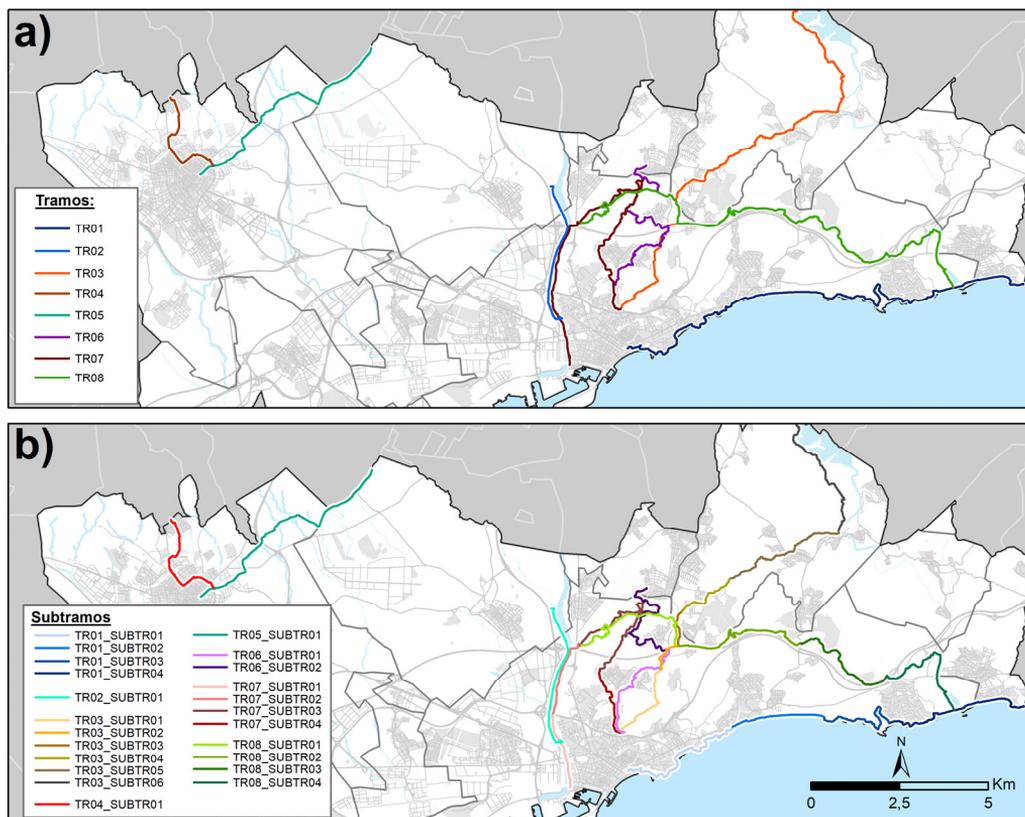


Fuente: Elaboración propia.

Para agilizar el análisis y la interpretación de resultados, a cada uno de los tramos de sendero oficial más frecuentados se le asigna un código o identificador único (Figura 60a). Además, siguiendo los criterios establecidos en el correspondiente paso metodológico, estos tramos se dividen en subtramos y se les asigna otro código que mantiene la jerarquía respecto al tramo al cual pertenecen y, por tanto, facilita su identificación (Figura 60b).

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 60: (a) Tramos más frecuentados identificados según el código asignado a cada uno y (b) sus subtramos codificados.



Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los tramos superan los 10 km de longitud. Respecto a la longitud media de los tramos (Tabla 33), esta es de 10.362,67 m, siendo el TR08 el más largo (16.787,58 m) y el TR04 el de menor longitud (3.469,11 m). En referencia a los subtramos, su longitud media es de 3.604,41 m y su grado de homogeneización es mayor, ya que la diferencia entre el más largo (TR05_SUBTR01 – 6.953,98 m) y el más corto (TR03_SUBTR02 – 1.100,26 m) es mucho menor (únicamente de 5.853,72 m).

Tabla 33: Longitud de los tramos y subtramos más frecuentados.

Topónimo	ID Tramo	ID Subtramos	Longitud Tramo	Longitud Subtramo
GR_92_ETAPA25	TR01	TR01_SUBTR01	15.081,03	4.623,25
GR_92_ETAPA25	TR01	TR01_SUBTR02	15.081,03	2.694,29
GR_92_ETAPA25	TR01	TR01_SUBTR03	15.081,03	3.234,89
GR_92_ETAPA25	TR01	TR01_SUBTR04	15.081,03	4.528,6
GR_92_ETAPA26	TR02	TR02_SUBTR01	4.405,72	4.405,72
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR01	14.845,42	2.532,43
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR02	14.845,42	1.100,26
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR03	14.845,42	1.147,62
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR04	14.845,42	1.913,4
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR05	14.845,42	3.850,97
GR_172_ETAPA3	TR03	TR03_SUBTR06	14.845,42	4.300,74
GR_172_ETAPA1	TR04	TR04_SUBTR01	3.469,11	3.469,11
PRC_01	TR05	TR05_SUBTR01	6.953,98	6.953,98
PRC_159	TR06	TR06_SUBTR01	8.922,31	4.195,56
PRC_159	TR06	TR06_SUBTR02	8.922,31	4.726,75
PRC_15	TR07	TR07_SUBTR01	12.436,2	2.316,86
PRC_15	TR07	TR07_SUBTR02	12.436,2	2.334,09
PRC_15	TR07	TR07_SUBTR03	12.436,2	5.527,62
PRC_15	TR07	TR07_SUBTR04	12.436,2	2.257,63
Anella_verda	TR08	TR08_SUBTR01	16.787,58	4.886,32
Anella_verda	TR08	TR08_SUBTR02	16.787,58	4.509,37
Anella_verda	TR08	TR08_SUBTR03	16.787,58	3.489,77
Anella_verda	TR08	TR08_SUBTR04	16.787,58	3.902,12

Fuente: Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

7.2 Los resultados de la evaluación

En la **Tabla 34** se exponen las puntuaciones que han obtenido los diferentes subtramos para cada indicador después de la recogida de datos mediante trabajo de campo y de SIG. El indicador que presenta una puntuación más alta es el de “Seguridad vial” con un 4,5, por lo cual se asume que los subtramos analizados son seguros desde el punto de vista vial. Respecto al indicador de “Señalización”, la puntuación promedio está alrededor de la mediana (que es 3). En general, se han encontrado pocos elementos perturbadores ya que la puntuación obtenida para este indicador es baja (2,2). Según la puntuación promedio obtenida (2,9), el “Esfuerzo físico” que requieren estos subtramos es moderado. Respecto al indicador “Dificultades para transitar”, de media presenta una puntuación baja (1,8) entendiéndose que, en general, se han encontrado pocas dificultades. El grado de “Accesibilidad” y de “Confort”, según la puntuación media obtenida para estos indicadores (2,4), es mejorable. La “Seguridad física” presenta una puntuación igual a la mediana (3). El grado de “Naturalidad” y de “Recursos culturales” es bajo con una puntuación promedio de 2,5 y 2,0 respectivamente. Finalmente, existe una mayor facilidad para la realización de actividades con bicicleta que a pie, con una puntuación promedio para estos últimos indicadores de 3,8 y 3,0 respectivamente.

Tabla 34: Puntuaciones (del 1 al 5) obtenidas para cada indicador en cada uno de los subtramos evaluados.

ID_Subtramos	SV	S	P	EF	DT	A	C	SF	N	RC	FC	FP
TR01_SUBTR01	4,8	4,1	2,6	3,0	3,0	5,0	3,7	3,7	3,0	3,1	3,7	3,9
TR01_SUBTR02	5,0	3,4	1,0	1,8	1,0	3,0	1,0	4,0	2,4	1,0	2,8	2,8
TR01_SUBTR03	4,8	2,8	1,2	2,7	2,0	3,2	2,2	2,8	3,6	2,8	1,5	3,4
TR01_SUBTR04	5,0	4,1	1,0	3,0	2,0	2,8	3,4	2,8	3,9	2,8	4,4	3,9
TR02_SUBTR01	4,8	2,2	1,0	2,1	2,0	1,0	1,3	3,7	2,3	1,0	4,6	2,8
TR03_SUBTR01	5,0	3,2	3,8	2,1	1,0	2,8	1,3	2,8	2,3	2,4	2,8	1,0
TR03_SUBTR02	3,5	3,7	3,1	2,5	1,0	1,0	2,2	2,8	2,4	1,2	4,6	3,4
TR03_SUBTR03	4,3	3,4	1,7	1,8	3,0	1,0	2,2	2,8	2,3	1,0	4,6	2,8
TR03_SUBTR04	5,0	2,9	3,8	2,3	2,0	1,0	1,6	2,8	1,5	1,0	2,8	1,0
TR03_SUBTR05	4,8	4,0	3,1	3,7	3,0	1,8	2,1	2,8	2,2	3,1	3,3	2,0
TR03_SUBTR06	5,0	2,8	1,0	3,0	2,0	1,4	1,9	2,8	1,8	1,0	3,3	1,5
TR04_SUBTR01	5,0	2,1	1,1	3,2	1,0	4,2	3,2	2,8	1,4	1,3	3,4	5,0
TR05_SUBTR01	2,8	4,5	1,1	3,3	1,0	2,0	1,3	3,7	1,5	1,0	2,8	1,6
TR06_SUBTR01	4,8	3,7	3,2	3,1	2,0	4,2	3,2	2,8	2,9	1,3	3,8	2,9
TR06_SUBTR02	5,0	3,1	3,8	4,2	2,0	1,0	2,2	2,8	3,1	2,4	4,6	3,4
TR07_SUBTR01	4,3	3,4	1,5	2,1	1,0	3,2	4,0	2,8	2,5	1,0	5,0	5,0
TR07_SUBTR02	4,0	3,1	1,1	2,1	2,0	1,0	1,6	2,8	2,6	1,0	4,6	2,8
TR07_SUBTR03	5,0	3,4	1,7	4,9	2,0	2,0	4,0	2,8	2,8	3,6	4,6	2,8
TR07_SUBTR04	5,0	2,5	1,0	2,4	1,0	3,8	3,5	2,8	2,6	1,0	3,7	4,5
TR08_SUBTR01	4,3	4,3	3,8	3,4	2,0	2,4	3,6	2,8	2,4	3,7	4,6	2,8
TR08_SUBTR02	3,5	4,0	3,8	4,0	2,0	2,0	1,9	2,8	3,0	2,4	3,7	3,9
TR08_SUBTR03	4,3	4,1	3,8	2,7	2,0	1,0	2,4	3,7	1,9	2,8	4,6	2,8
TR08_SUBTR04	4,3	4,4	1,1	2,6	1,0	3,8	2,1	3,7	4,0	3,9	4,2	3,4
<i>Promedio simple</i>	4,5	3,4	2,2	2,9	1,8	2,4	2,4	3,0	2,5	2,0	3,8	3,0

***Nota:** SV: seguridad vial; S: señalización; P: perturbadores; EF: esfuerzo físico; DT: dificultades transitar; A: accesibilidad; C: confort; SF: seguridad física; N: naturalidad; RC: recursos culturales; FC: facilidades ciclismo; FP: facilidades peatón. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

En relación con la representación espacial de los subtramos según la puntuación obtenida para cada indicador (desde la **Figura 61** hasta la **Figura 72**), se evidencian patrones diferenciados, junto con algunas fotografías representativas, que se muestran a continuación. En referencia al indicador de “Seguridad vial” (**Figura 61**), existe un claro predominio de subtramos con una puntuación alta (4-5), exceptuando dos subtramos periféricos a la ciudad de Tarragona que presentan una puntuación buena (3-4) y otro alrededor de Reus, con una puntuación inferior a la mediana (2-3). En las fotografías de la figura se representan elementos clarificadores de los subindicadores que componen dicho indicador: obstáculos y cruces peligrosos. De este modo, en la fotografía 1, se muestra un cruce peligroso que interrumpe el sendero con una vía interurbana sin paso peatonal. En la fotografía 2 se observa un obstáculo artificial que dificulta mayormente el paso de ciclistas. En la fotografía 3, aparece una barrera natural, un árbol caído en medio del camino.

Respecto al indicador de “Señalización” (**Figura 62**) la mayoría presentan una puntuación superior a la mediana, destacando los subtramos que se ubican alrededor de la cantera romana del Mèdol, la desembocadura del río Gaià, el subtramo costero frente a la ciudad de Tarragona o el tramo de Reus. Las fotografías que componen esta figura muestran ejemplos de los postes de indicaciones de los senderos y de los paneles informativos, así como de su estado de conservación.

El indicador de “Elementos perturbadores” (**Figura 63**) presenta unos patrones espaciales bien diferenciados. Los subtramos con puntuaciones alrededor de la mediana (3-4) se concentran principalmente en la zona norte del municipio de Tarragona: zona del Pont del Diable, camino del Lorito, gran parte de la Anella Verda por su sección interior, etc. En cambio, los subtramos que presentan menos elementos perturbadores (1-

2) se localizan específicamente en el eje costero, la ribera del Francolí y del Gaià y en la periferia de Reus. Las fotografías asociadas a esta figura muestran la presencia de acumulaciones puntuales de basura (fotografías 1 y 3) y equipamientos vandalizados mediante grafitis (fotografía 2).

Respecto al “Esfuerzo físico” (Figura 64), se observa que los subtramos más próximos a los núcleos urbanos de referencia (como Reus y Tarragona) o a algunos núcleos secundarios son los que requieren un nivel de esfuerzo menor (inferior a la mediana), mientras que los subtramos más “salvajes” o que se ubican en zonas agroforestales exigen niveles de esfuerzo físico mayores.

En referencia al indicador de “Dificultades transitar” (Figura 65), la mayoría de los subtramos presentan un nivel bajo, inferior a la mediana, de dificultades de circulación por parte de sus usuarios, por lo cual no se evidencian patrones espaciales resaltables. Las fotografías integradas en esta figura intentan clarificar dichas dificultades en los senderos.

El indicador “Accesibilidad” (Figura 66) se distribuye espacialmente con unos patrones muy marcados. En este sentido, los subtramos menos accesibles (puntuación inferior a la mediana) se concentran principalmente en la parte septentrional de la zona de estudio, siendo estos los más alejados de los núcleos de población principales. En cambio, los subtramos con un grado de accesibilidad mayor se concentran en las inmediaciones de la ciudad de Tarragona o de la urbanización La Mora. Las imágenes muestran ejemplos de los subindicadores de este indicador: paradas de transporte público y zonas de estacionamiento.

Con relación al indicador de “Confort” (Figura 67), algunos de los subtramos más cercanos a la ciudad de Tarragona, la zona del Pont del Diable o La Mora, son los que presentan un mayor grado de elementos de

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

confort (superior a la mediana). Por el contrario, los subtramos con un grado de confort menor se concentran en la zona norte del ámbito de estudio destacando gran parte de la Anella Verda por su sección interior, además de algún subtramo del eje del Francolí o del eje costero. Las fotografías de esta figura representan algunos de estos equipamientos de confort (fuentes, bancos, sombra verde, etc.).

A excepción de algunos pocos subtramos, la mayoría presentan un nivel de “Seguridad física” (Figura 68) inferior a la mediana y, por tanto, bajo. Los que han obtenido una puntuación superior a la mediana se localizan en gran parte del eje costero, en el sendero del margen derecho del Francolí, en el subtramo de Reus, y en la sección de la Anella Verda que pasa por el Mèdol y continua por el tramo final del Gaià hasta su desembocadura.

Respecto al indicador de “Naturalidad” (Figura 69), la mayoría de los subtramos evidencian un grado de naturalidad bajo (inferior a la mediana), exceptuando los que se localizan alrededor de algunos de los espacios naturales de mayor valor e interés en la zona de estudio (representados en las fotografías de la propia figura): El Bosc de la Marquesa y la desembocadura del Río Gaià.

Los subtramos con mayor nivel de “Recursos culturales” (Figura 70) se localizan próximos a algunos de los elementos culturales de referencia en la zona de estudio: El Pont del Diable, la cantera romana del Mèdol y el anfiteatro romano de Tarragona. En cambio, los que presentan valores inferiores a la mediana, se sitúan principalmente alrededor de Reus, del eje del río Francolí, de la periferia más próxima al norte de la ciudad de Tarragona y de gran parte del eje costero, entre otros. Las imágenes

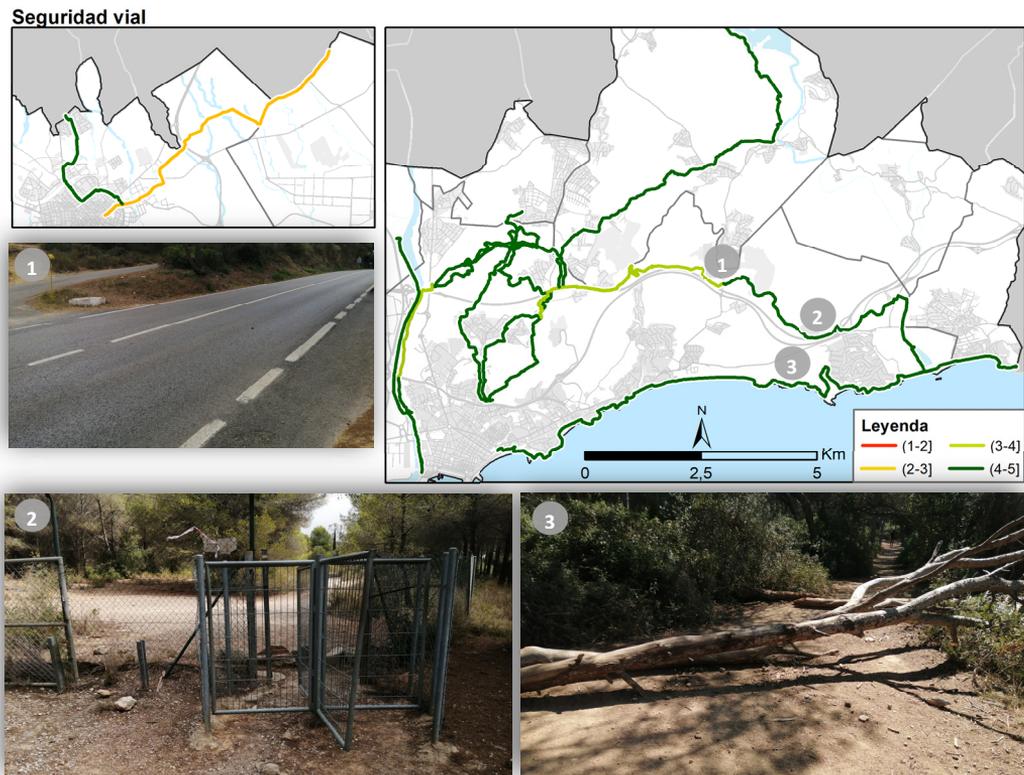
insertadas en esta figura ejemplifican algunos de estos recursos culturales.

Respecto a las “facilidades para el ciclismo” (**Figura 71**), los subtramos con un grado mayor de este indicador se aglomeran claramente alrededor del Parque Eco-histórico del Pont del Diabale y del eje del Río Francolí, aunque, en general, destaca toda la Anella Verda por su sección interior. Las imágenes de esta figura reflejan tanto los equipamientos que facilitan el ciclismo, ejemplificando los carriles bici (fotografías 1 y 2), como las condiciones del terreno que dificultan la ciclabilidad del sendero (fotografía 3).

Finalmente, los subtramos con mayores “Facilidades para los peatones” (**Figura 72**) (puntuación superior a la mediana) se localizan primordialmente en las periferias más próximas a las ciudades de referencia. Respecto a los subtramos con menores facilidades, destacan El Camino del Lorito y los subtramos que le suceden hasta el pantano del Gaià, además del tramo de Reus. Las imágenes que componen esta figura muestran elementos que facilitan la recreación a los peatones, como es el caso de los carriles o aceras segregados para ellos, (fotografías 1 y 2) y la carencia de estos: subtramos que combinan la actividad deportiva con la circulación motorizada en un único vial (fotografía 3).

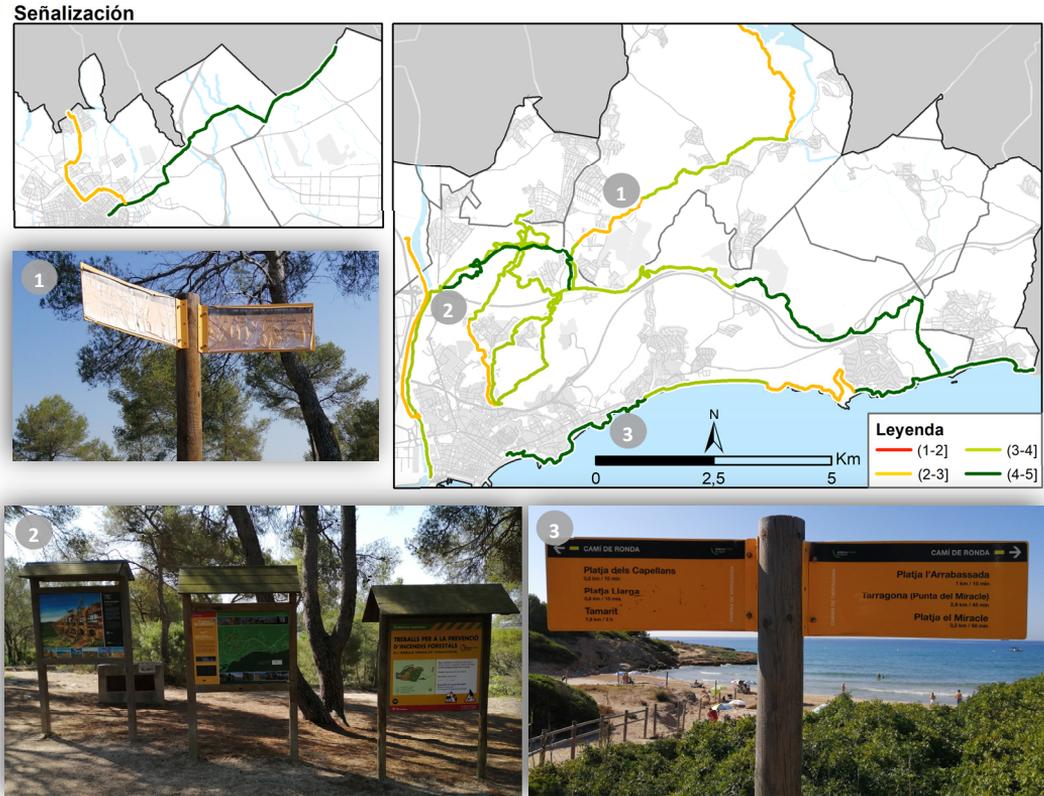
7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 61: Puntuación obtenida del indicador “Seguridad vial” para cada subtramo.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 62: Puntuación obtenida del indicador “Señalización” para cada subtramo.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 63: Puntuación obtenida del indicador “Elementos perturbadores” para cada subtramo.

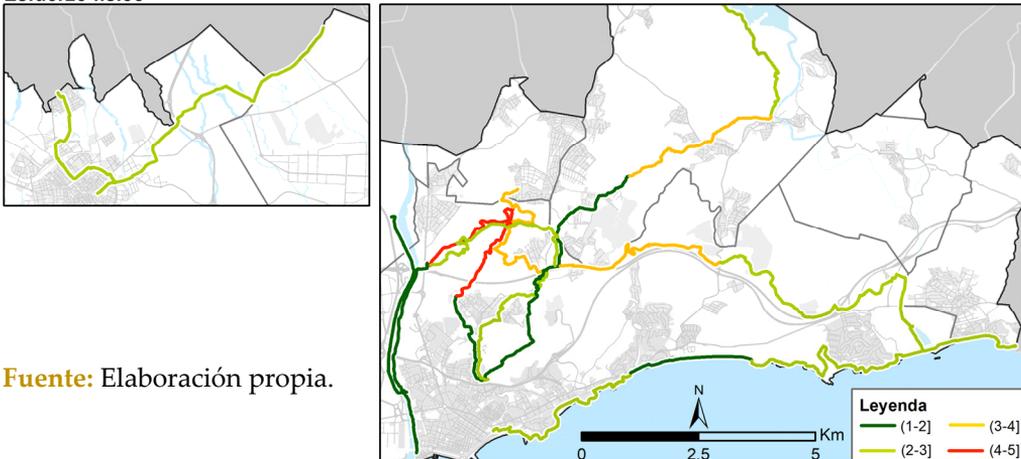
Elementos perturbadores



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 64: Puntuación obtenida del indicador “Esfuerzo físico” para cada subtramo.

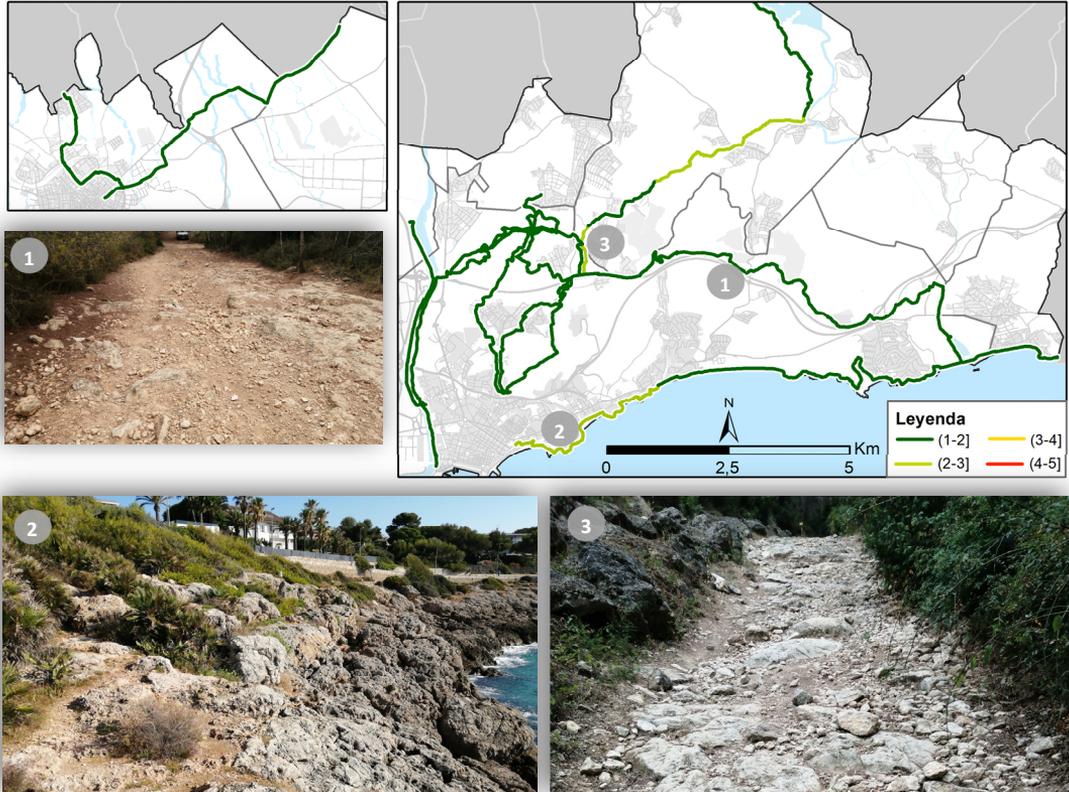
Esfuerzo físico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 65: Puntuación obtenida del indicador “Dificultades transitar” para cada subtramo.

Dificultades transitar



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

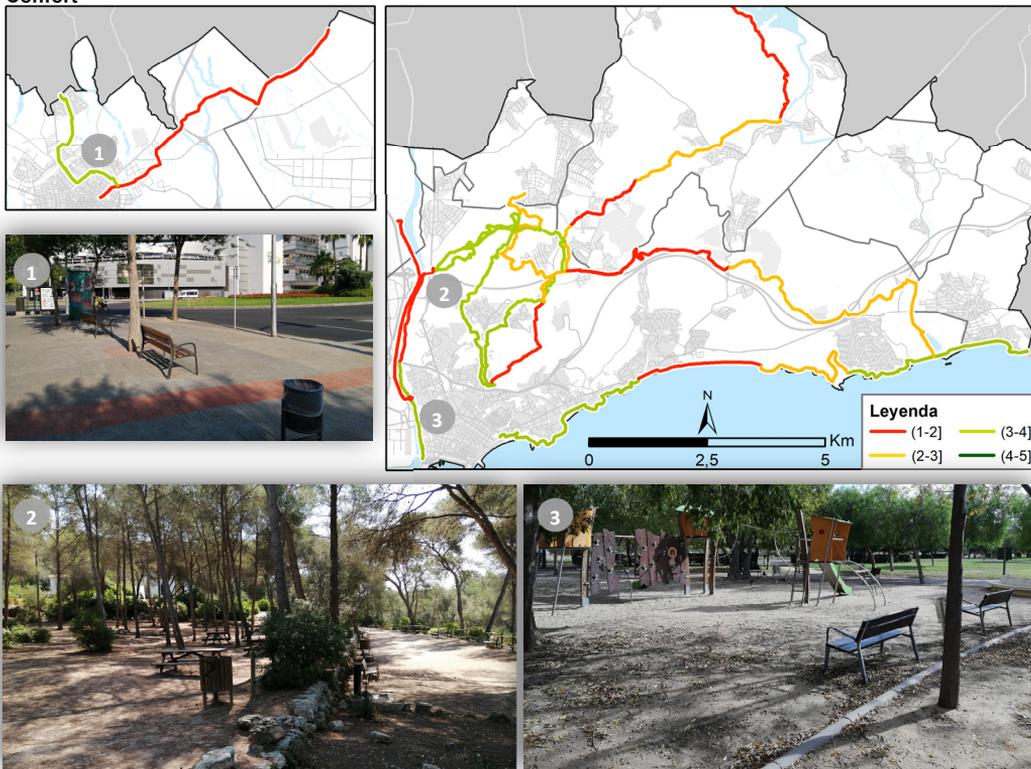
Figura 66: Puntuación obtenida del indicador “Accesibilidad” para cada subtramo.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 67: Puntuación obtenida del indicador “Confort” para cada subtramo.

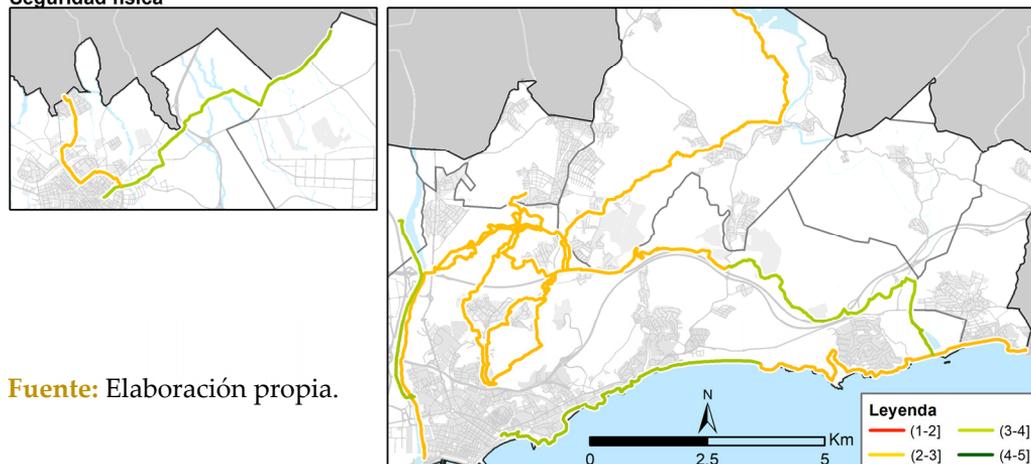
Confort



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 68: Puntuación obtenida del indicador “Seguridad física” para cada subtramo.

Seguridad física



Fuente: Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 69: Puntuación obtenida del indicador “Naturalidad” para cada subtramo.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 70: Puntuación obtenida del indicador “Recursos culturales” para cada subtramo.



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 71: Puntuación obtenida del indicador “Facilidades ciclismo” para cada subtramo.

Facilidades ciclismo



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

Figura 72: Puntuación obtenida del indicador “Facilidades peatón” para cada subtramo.

Facilidades peatón



***Nota:** Las fotografías son de producción propia a partir de trabajo de campo. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

En la **Tabla 35** se presentan los resultados sobre el cálculo del porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con los perfiles de usuario establecidos según sus condiciones físicas. El perfil de usuario con un estado de forma físico regular y sin patologías ni factores de riesgo cardiovascular, de media, es el que presenta un mayor porcentaje de afinidad (81%), seguido de los perfiles “Regular” con “Patologías o factores de riesgo” y de “Regular” con “Patologías y factores de riesgo”, ambos con un porcentaje promedio del 78%. Los tres perfiles según el estado de forma “Bueno” presentan afinidades promedio alrededor del 70%. No obstante, a los perfiles según estado de forma “Malo”, se les relaciona unos porcentajes promedio inferiores, destacando el perfil con patologías y factores de riesgo cardiovascular que roza el 50%. Además, sobre este último perfil, más de la mitad de los subtramos no serían afines al mismo, ya que su proporción de afinidad no supera el 50%. En cambio, en los otros perfiles según estado “Regular” y “Bueno”, no aparece ningún subtramo que no sea afín y, por tanto, que tenga una proporción inferior al 50%.

7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

Tabla 35: Porcentajes de afinidad entre cada perfil de usuario (según condiciones físicas) y cada uno de los subtramos evaluados.

Estado de forma:	M	M	M	R	R	R	B	B	B
Patologías o factores de riesgo:	X	✓	X	X	✓	X	X	✓	X
Patologías y factores de riesgo:	X	X	✓	X	X	✓	X	X	✓
TR01_SUBTR01	79,1	70,0	66,7	91,6	83,3	80,0	70,8	73,4	75,0
TR01_SUBTR02	76,0	71,5	61,0	69,5	72,2	76,0	47,2	55,9	58,9
TR01_SUBTR03	82,0	68,2	52,5	90,0	89,5	85,7	68,7	76,8	79,7
TR01_SUBTR04	82,5	70,7	54,7	95,6	89,3	88,2	73,8	79,4	79,1
TR02_SUBTR01	77,1	65,0	44,5	73,0	76,3	81,5	55,2	64,0	69,3
TR03_SUBTR01	74,1	67,2	54,0	76,2	75,6	77,2	55,3	64,6	66,1
TR03_SUBTR02	67,7	64,2	47,5	80,0	75,2	74,2	63,7	71,4	70,2
TR03_SUBTR03	70,0	62,0	41,0	74,5	77,5	76,5	52,2	65,9	79,9
TR03_SUBTR04	74,5	62,7	40,5	78,0	79,0	80,2	60,7	70,0	74,2
TR03_SUBTR05	61,1	49,0	34,7	83,6	76,1	66,5	91,4	95,7	91,3
TR03_SUBTR06	71,8	60,0	40,5	90,2	79,3	77,5	75,6	82,2	82,0
TR04_SUBTR01	76,7	72,0	65,0	88,0	78,6	78,5	75,0	76,8	68,5
TR05_SUBTR01	64,3	58,5	48,5	82,0	69,6	67,5	79,2	82,0	74,5
TR06_SUBTR01	85,0	72,7	60,5	92,0	86,8	86,7	74,2	77,8	75,2
TR06_SUBTR02	62,5	51,5	34,0	72,0	70,0	69,0	91,0	83,5	77,4
TR07_SUBTR01	85,5	81,5	69,2	78,1	81,8	87,0	53,3	60,9	61,1
TR07_SUBTR02	76,0	64,2	41,5	75,0	77,5	81,7	56,7	67,0	72,7
TR07_SUBTR03	67,5	57,5	44,2	63,6	69,8	70,5	76,0	71,1	69,3
TR07_SUBTR04	83,8	78,5	68,5	82,2	83,8	87,0	59,1	65,0	62,8
TR08_SUBTR01	78,8	67,7	51,7	88,1	84,0	84,7	82,0	85,9	81,8
TR08_SUBTR02	66,6	54,0	38,5	76,7	74,1	71,5	96,3	88,8	81,7
TR08_SUBTR03	76,5	65,7	46,7	84,6	81,8	82,2	67,6	74,2	76,4
TR08_SUBTR04	79,1	72,0	64,7	82,8	80,3	79,5	63,8	69,2	66,6
<i>Promedio simple</i>	74,7	65,5	50,9	81,2	78,7	78,6	69,1	74,0	73,6

*Nota: "M": malo; "R": regular; "B": bueno. Fuente: Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Respecto al cálculo del porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con los perfiles de usuario establecidos según sus motivaciones e intereses por los SEC, se muestran los resultados en la **Tabla 36**. En este sentido, los perfiles con una “Motivación deportiva” son los que presentan un nivel de afinidad promedio superior (alrededor del 75%) y únicamente se evidencia un subtramo (el TR03_SUBTR01) con un porcentaje inferior al 50%, el cual no sería afín para la realización de la actividad a pie. Los perfiles con un interés por la “Naturaleza y apreciación del paisaje” presentan porcentajes promedio alrededor del 65% y únicamente tres subtramos, en el caso de la actividad preferente “Ciclismo”, y cuatro subtramos, en el caso de “A pie”, no serían afines. En referencia a los perfiles con un interés o motivación por el “Patrimonio cultural”, son los que obtienen unos porcentajes promedio de afinidad menores (sobre el 55%). En este caso, tanto para la actividad preferente “Ciclismo” como para “A pie”, el 43% de los subtramos no serían afines, destacando además algunos casos extremos con porcentajes de afinidad inferiores al 30% para la segunda actividad (p. ej. TR03_SUBTR04 o TR03_SUBTR06). También cabe destacar que el porcentaje de afinidad promedio es, para todos los perfiles, ligeramente superior cuando la actividad preferente es en bicicleta.

7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

Tabla 36: Porcentajes de afinidad entre cada perfil de usuario (según motivación e intereses) y cada uno de los subtramos evaluados.

Intereses usuarios Tipo actividad preferente	N y AP	N y AP	PC	PC	MD	MD
	ciclismo	a pie	ciclismo	a pie	ciclismo	a pie
TR01_SUBTR01	80,25	81,75	81,13	82,63	83,06	88,06
TR01_SUBTR02	63,00	63,00	38,50	38,50	72,75	70,25
TR01_SUBTR03	73,88	88,13	59,88	74,13	54,38	80,63
TR01_SUBTR04	95,63	97,50	76,38	78,25	81,94	87,56
TR02_SUBTR01	64,88	60,38	43,00	38,50	78,50	73,50
TR03_SUBTR01	60,38	46,88	63,00	49,50	70,13	45,13
TR03_SUBTR02	66,63	66,25	45,63	45,25	80,25	77,13
TR03_SUBTR03	64,88	60,38	43,00	38,50	71,75	66,75
TR03_SUBTR04	46,38	32,88	38,50	25,00	69,00	49,00
TR03_SUBTR05	62,88	53,50	78,63	69,25	79,56	66,44
TR03_SUBTR06	55,88	42,38	41,88	28,38	78,50	58,50
TR04_SUBTR01	49,63	47,00	47,00	44,38	81,88	75,00
TR05_SUBTR01	46,38	37,00	38,50	29,13	79,50	61,38
TR06_SUBTR01	78,37	71,62	50,38	43,63	84,50	75,75
TR06_SUBTR02	78,88	78,50	67,50	67,13	84,25	86,13
TR07_SUBTR01	65,38	65,38	40,00	40,00	71,06	68,56
TR07_SUBTR02	71,00	66,50	43,00	38,50	75,50	70,50
TR07_SUBTR03	73,63	69,12	88,50	84,00	78,56	73,56
TR07_SUBTR04	72,38	71,25	45,25	44,13	81,88	77,50
TR08_SUBTR01	67,50	63,00	89,38	84,88	80,56	75,56
TR08_SUBTR02	80,25	81,75	69,75	71,25	89,13	94,13
TR08_SUBTR03	57,88	53,38	74,50	70,00	81,94	76,94
TR08_SUBTR04	98,88	95,13	97,13	93,38	89,94	81,19
<i>Promedio simple</i>	68,47	64,90	59,15	55,58	78,20	73,01

***Nota:** N y AP: Naturaleza y apreciación del paisaje; PC: Patrimonio cultural; MD: Motivación deportiva. **Fuente:** Elaboración propia.

7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

En la **Figura 73** sobre la distribución espacial del porcentaje de afinidad de los subtramos con el perfil de usuario según el estado de forma “Malo”, se aprecia una relación inversamente proporcional entre el nivel de agravantes y la afinidad de los subtramos. En esta línea, cuantos más agravantes presenta el perfil de usuario a su estado de forma (“Malo”), la disponibilidad de subtramos afines a este es menor. Para el perfil con una condición física más delicada (estado de forma “Malo” y con agravantes: tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular), los subtramos no afines se concentran en zonas agroforestales, en las cuales, los senderos son menos accesibles, requieren un mayor esfuerzo físico, presentan mayores dificultades para transitar y menores elementos de confort. Cabe destacar principalmente la zona del Pont del Diable, el eje del río Francolí, la periferia de Reus o algunos subtramos de la parte septentrional de la zona de estudio, remarcando la sección interior de la Anella Verda. En cambio, para este perfil de usuario con un estado de forma “Malo”, tanto si presenta agravantes como si no, los subtramos con un mayor porcentaje de afinidad se localizan adjuntos al tramado urbano de las ciudades de referencia que, según la evaluación realizada, presentan mayores niveles de accesibilidad, confort o seguridad física y menores niveles de esfuerzo físico o dificultades para transitar.

Respecto a los perfiles de usuario según el estado de forma físico “Regular” (**Figura 74**), la mayoría de los subtramos presentan afinidades superiores al 75% y, siguiendo el mismo patrón que en los perfiles de la figura anterior, los subtramos con un porcentaje de afinidad más bajo se localizan en zonas agroforestales.

Finalmente, el porcentaje de afinidad de los subtramos para el perfil de usuario según el estado de forma “Bueno” (**Figura 75**), presenta una distribución espacial prácticamente opuesta a los perfiles anteriores. En

7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

este caso, los subtramos con un porcentaje mayor de afinidad se encuentran primordialmente en las zonas agroforestales, mientras que, los subtramos cercanos a las ciudades, presentan un grado de afinidad bastante menor.

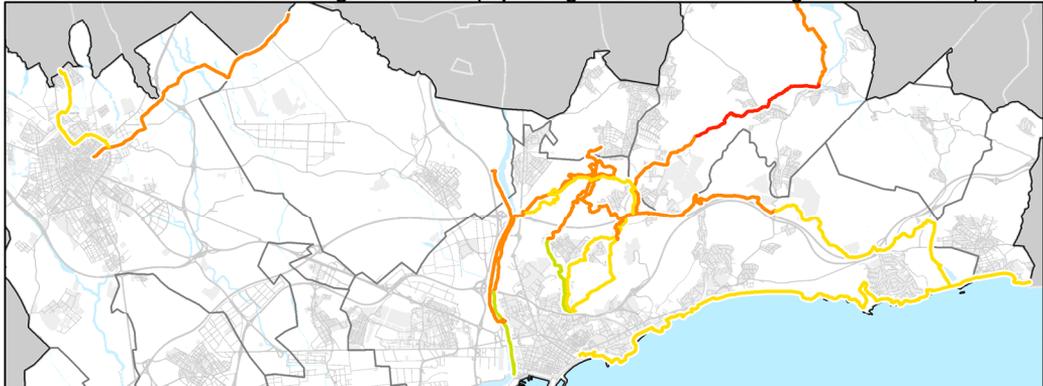
7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 73: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma "Malo".

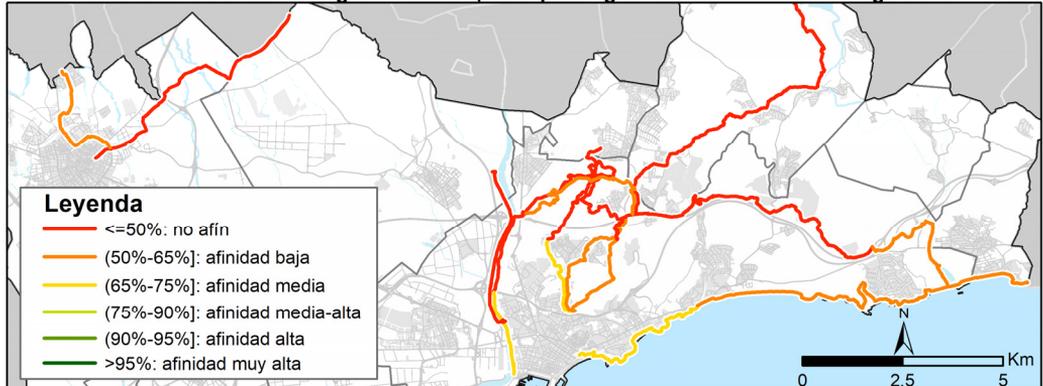
Estado de forma físico: MALO. Agravantes: NO



Estado de forma físico: MALO. Agravantes: Sí (o patologías o factores de riesgo cardiovascular)



Estado de forma físico: MALO. Agravantes: Sí (tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular)

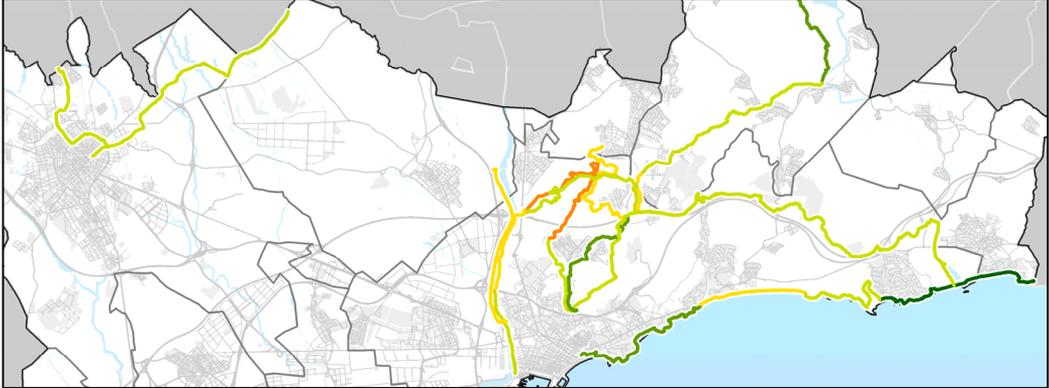


Fuente: Elaboración propia.

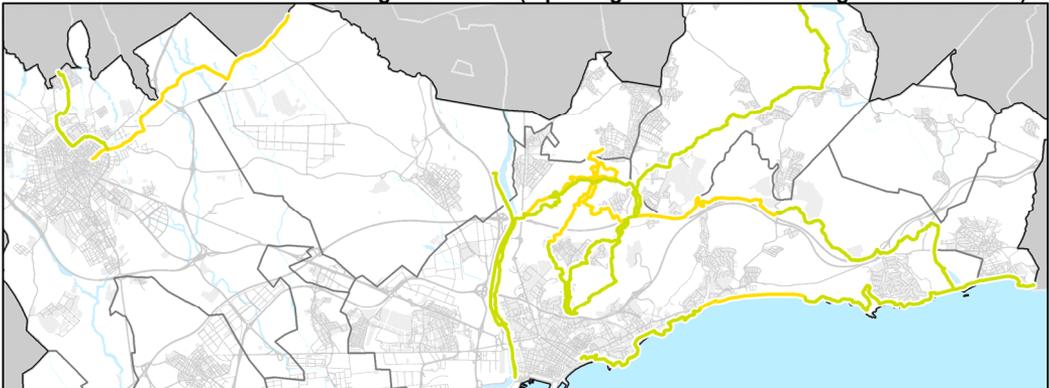
7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

Figura 74: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma "Regular".

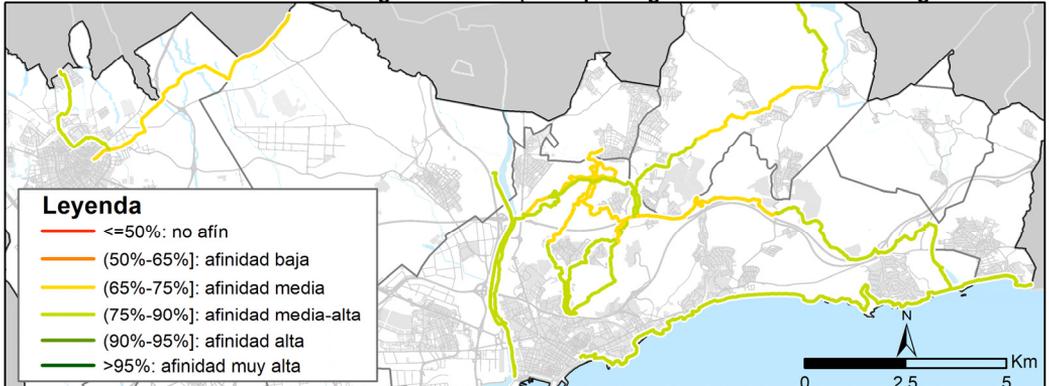
Estado de forma físico: REGULAR. Agravantes: NO



Estado de forma físico: REGULAR. Agravantes: SÍ (o patologías o factores de riesgo cardiovascular)



Estado de forma físico: REGULAR. Agravantes: SÍ (tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular)

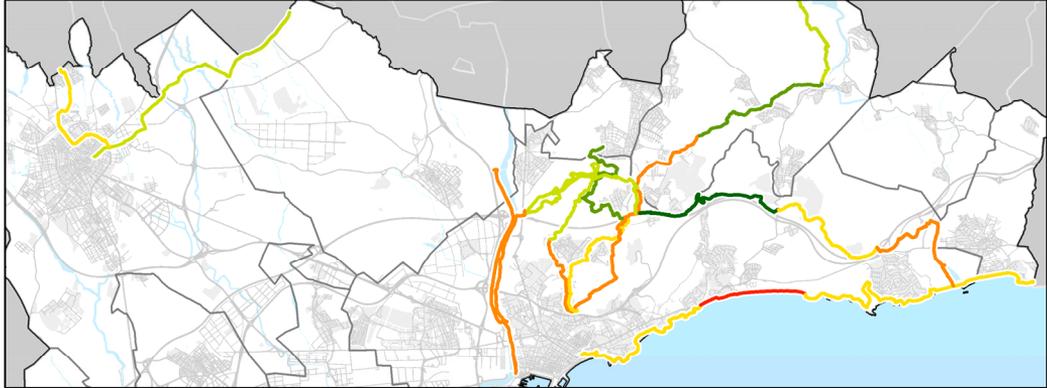


Fuente: Elaboración propia.

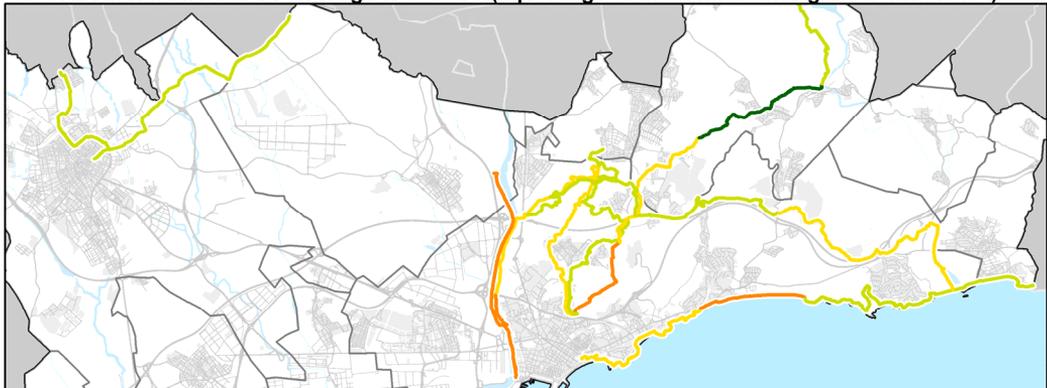
7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 75: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma "Bueno".

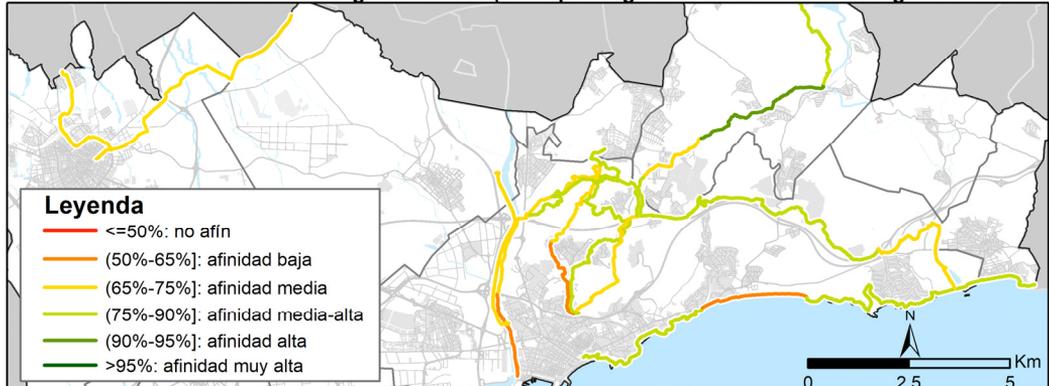
Estado de forma físico: BUENO. Agravantes: NO



Estado de forma físico: BUENO. Agravantes: Sí (o patologías o factores de riesgo cardiovascular)



Estado de forma físico: BUENO. Agravantes: Sí (tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular)



Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 76** se muestra el porcentaje de afinidad de los subtramos con el perfil de usuario interesado por la “Naturaleza y apreciación del paisaje”. Como es evidente, los subtramos con mayor afinidad para dicho perfil de usuario se ubican alrededor de los espacios de interés natural y ecológico del ámbito de estudio: el Bosc de la Marquesa y la zona de la Desembocadura del río Gaià junto con su tramo final. Los patrones espaciales de este perfil según si la actividad preferente es “Ciclismo” o “A pie” no difieren significativamente, aunque se observa alguna diferencia en tramos alrededor del Pont del Diable.

En referencia al porcentaje de afinidad asignado a los subtramos respecto al perfil de usuario motivado por el “Patrimonio cultural” (**Figura 77**), la lógica que se aplica es la misma que la anterior y los tramos más afines se concentran alrededor de los recursos culturales de mayor importancia en la zona: el Parque Eco-histórico del Pont del Diable, la cantera romana del Mèdol, el centro histórico de Tarragona o la zona de La Mora en donde se encuentra la Torre de la Mora y el Castillo de Tamarit. Las variaciones espaciales entre las dos actividades recreativas tampoco son remarcables, exceptuando algunos casos concretos como El Camino del Lorito o algún subtramo del eje costero.

Por último, respecto al porcentaje de afinidad de los subtramos con el perfil que presenta una “Motivación deportiva” (**Figura 78**), se evidencia una cantidad mayor de subtramos con afinidad media-alta, ya que son senderos especializados para la actividad recreativa y deportiva al aire libre. En esta ocasión, las diferencias entre las dos actividades son mayores y los ciclistas son los que disponen de una mayor oferta de subtramos con afinidades superiores al 75%.

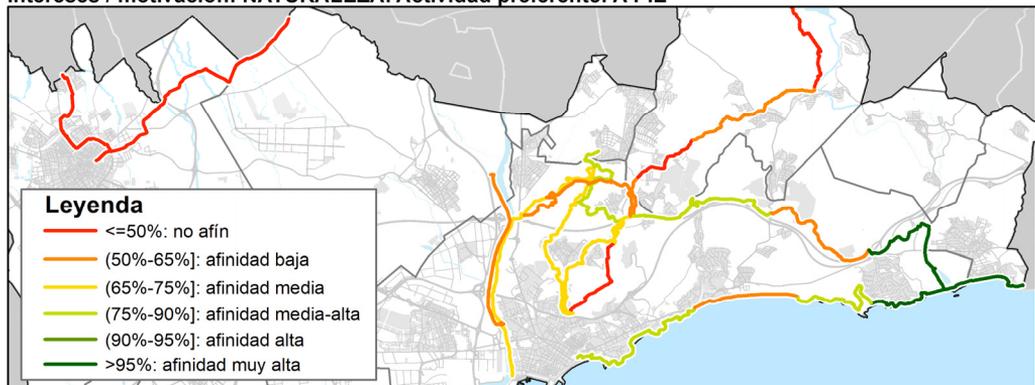
7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 76: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario interesado o motivado por la “Naturaleza y apreciación del paisaje”.

Intereses / motivación: NATURALEZA. Actividad preferente: CICLISMO



Intereses / motivación: NATURALEZA. Actividad preferente: A PIE

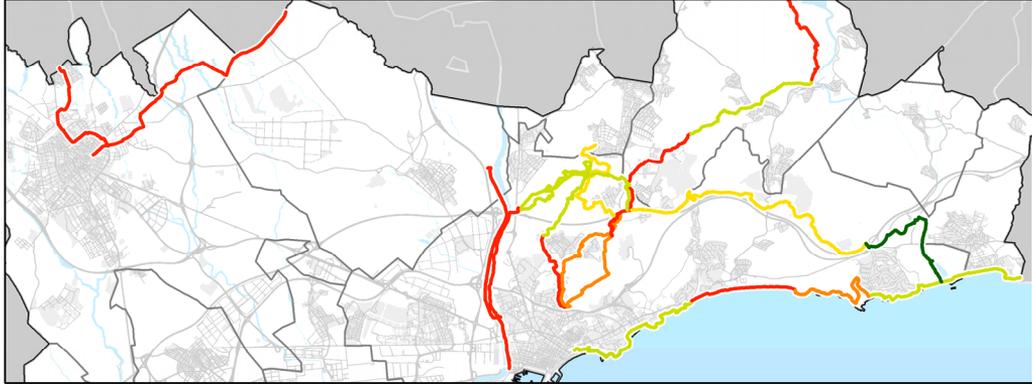


Fuente: Elaboración propia.

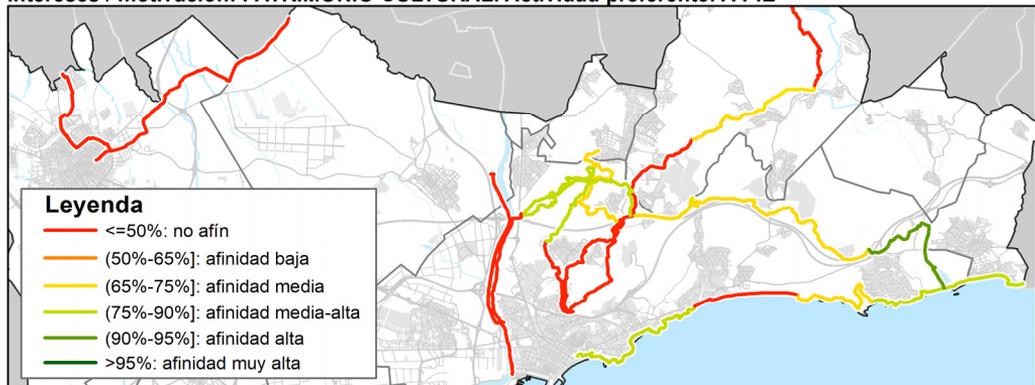
7.3 El grado de aptitud de los senderos en función del perfil de usuario

Figura 77: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario interesado o motivado por el “Patrimonio cultural”.

Intereses / motivación: PATRIMONIO CULTURAL. Actividad preferente: CICLISMO



Intereses / motivación: PATRIMONIO CULTURAL. Actividad preferente: A PIE



Fuente: Elaboración propia.

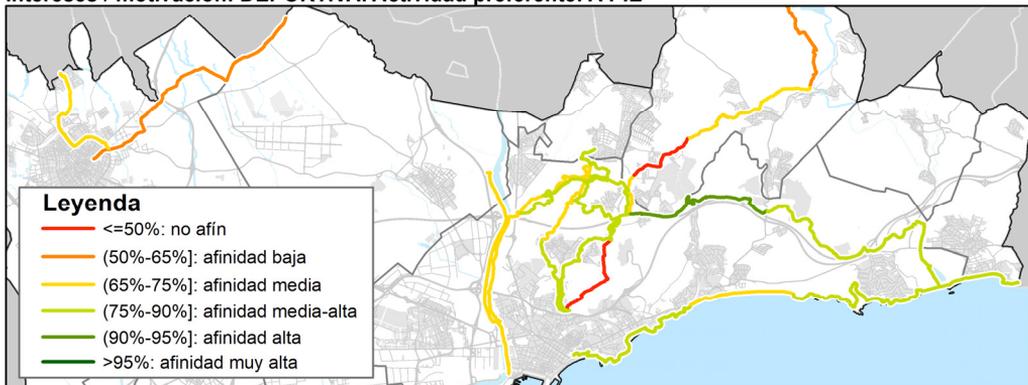
7. La evaluación de los senderos homologados como activos de salud a partir de sus características y de los perfiles de usuario potencial

Figura 78: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según "Motivación deportiva".

Intereses / motivación: DEPORTIVA. Actividad preferente: CICLISMO



Intereses / motivación: DEPORTIVA. Actividad preferente: A PIE



Fuente: Elaboración propia.

8. Discusión

En el presente capítulo se discuten los principales resultados de esta tesis, comparándolos con estudios similares, además de algunos de los pasos metodológicos más destacables. De esta forma, se discute, en primer lugar, el control de calidad y las consideraciones éticas de la IGV; en segundo lugar, las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas; en tercer lugar, las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas y, por último, los senderos homologados como activos saludables de recreación al aire libre. Por tanto, este capítulo se estructura en cuatro apartados que se vinculan a los cuatro capítulos de resultados.

8.1 El control de calidad y las consideraciones éticas de la IGV

A pesar de su creciente utilización para la investigación geográfica, la Información Geográfica Voluntaria (IGV) y los datos geolocalizados de las redes sociales como parte de la misma, presentan algunas limitaciones y sesgos que deben ser considerados (Barros, Moya-Gómez, y García-Palomares, 2019). En esta línea, en este apartado se discute el control de calidad, tanto de fotografías geolocalizadas como de las trazas GNSS procedentes de IGV, además de reflexionar sobre las consideraciones éticas que giran en torno a la fuente y a las buenas prácticas en la gestión y tratamiento de este tipo de datos.

8.1.1 El control de calidad de las fotografías geolocalizadas

En la IGV, los usuarios muy productivos provocan sesgos en los datos geoetiquetados que podrían producir una sobreestimación de su información en el análisis y resultados (Barros, Moya-Gómez y García-Palomares, 2019). En el presente estudio se ha reducido el conjunto de imágenes geolocalizadas inicial para equiparar un usuario *outlier* con el resto de los usuarios más productivos. Se sigue la misma línea que otros autores como Bahrehdar y Purves (2018) que descartan las imágenes de Flickr del 1% de los usuarios más prolíficos o productivos, cuya contribución es del 20% sobre el total de la base de datos original.

La incertidumbre en la precisión de la ubicación de los datos de fuentes colaborativas (Àvila *et al.*, 2020; Havinga *et al.*, 2020) es otro limitante. A veces existe una discrepancia entre la ubicación donde se tomó una

imagen y donde se cargó (Guerrero *et al.*, 2016). También a menudo el sujeto u objeto de la fotografía es un paisaje en la distancia. En este caso, el uso de la ubicación de la imagen en el análisis espacial o en el análisis de contenido puede dar como resultado la asignación del valor del paisaje en la distancia a la ubicación desde la que se tomó la fotografía (H. Zhang *et al.*, 2020). Dada la gran cantidad de imágenes que se utilizan en este tipo de análisis, es difícil identificar y eliminar por completo las imágenes ubicadas incorrectamente sin verificar manualmente el contenido de las mismas (Havinga *et al.*, 2020; H. Zhang *et al.*, 2020). Por este motivo y considerando que se trabaja con unidades geográficas individuales suficientemente grandes (1 hectárea de superficie), en este estudio se asumen las limitaciones (de las fotografías geolocalizadas) asociadas a imprecisiones de ubicación para los diferentes análisis desarrollados.

8.1.2 El control de calidad de las trazas GNSS

En este trabajo se presenta una metodología para depurar los datos GNSS procedentes de IGV a partir de la detección de segmentos atípicamente largos en grupos de rutas clasificadas según su actividad. Además, este filtraje permite dividir el conjunto de trazas en: conservadas (no se han detectado valores atípicos) o descartadas/eliminadas (presentan valores atípicos).

Trabajos como los de Ariza-López *et al.*, (2014) y Gil de la Vega *et al.* (2016) determinan valores atípicos a partir de la longitud de cada traza, el número de vértices, la desviación típica y la distancia máxima en Z, (altitud) pero no diferencian entre tipo de actividad o características de la ruta registrada. Un paso clave del método aquí propuesto es la separación de las rutas según tipo de actividad. Las rutas presentan distintas

8. Discusión

características geométricas según el tipo de actividad que registran, y la longitud de un segmento considerado atípico varía en función de la actividad realizada. Por lo tanto, se demuestra el interés de analizar las rutas en función del tipo de actividad, en vez de hacerlo sin diferenciar tipologías. Además, el algoritmo aplicado presenta una fuerte ventaja cuando se tratan volúmenes de datos geográficos tan elevados, asumiendo que no es viable un análisis visual para descartar las rutas erróneas.

Las técnicas aplicadas para depurar este tipo de datos dependen en gran medida de las características de estos. Es decir, el formato de la capa que contiene las rutas y sus atributos temáticos que pueden condicionar los métodos de filtraje. Por ejemplo, algunos formatos, como GPX, son capaces de registrar la variable temporal, aunque esta se pierde cuando los datos se obtienen en formato KML. Este hecho es significativo porque limita la versatilidad de las extensiones de datos más populares como el KML de Google. Algunos procedimientos conceden gran importancia a la variable temporal de las trazas: Ivanovic *et al.* (2019) diseñan un método en el cual considera la velocidad con la que se han recorrido las rutas, para luego etiquetar manualmente una muestra de valores atípicos y no atípicos y finalizar con la aplicación de un algoritmo para detectar irregularidades; Qi y Du (2013a, 2013b) también utilizan la componente temporal mediante un cubo espacio-tiempo en función de la forma, la velocidad y la topología de los segmentos, y asocian velocidades poco realistas a la presencia de errores.

Del conjunto original de rutas se ha eliminado el 18,3% de las trazas. Aunque *a priori* parezca un descarte de información considerable, es similar al de otros estudios. Usyukov (2017) elimina alrededor de un 10%

de los datos originales; Bergman y Oksanen (2016) pasan de tener un total de 29.958 a 23.290 rutas, descartando un 22% del total de datos originales.

El análisis estadístico de la longitud de las rutas pre y post procesado además del mapa de rutas conservadas y descartadas confirman que los datos espaciales han incrementado en gran medida su grado de operatividad y fiabilidad después de la depuración, y también demuestran la superioridad de este método frente a una simple inspección visual.

En este sentido, es importante resaltar que la función del algoritmo es identificar las entidades con segmentos atípicos dentro del mismo grupo de actividad. Por tanto, el conjunto de datos espaciales no queda totalmente libre de errores y alguna de las rutas conservadas puede seguir teniendo segmentos erróneos que estadísticamente no se han considerado atípicos. No obstante, esto no supone un problema dado que el objetivo es eliminar la mayoría del ruido que generan las rutas con segmentos de gran longitud y sin sentido territorial para dejar una base de datos operativa.

8.1.3 Consideraciones éticas

Los datos de las plataformas colaborativas *online* suelen ser de fácil y libre acceso (Langemeyer *et al.*, 2018). No obstante, la utilización de estos datos implica consideraciones éticas que se basan en el consentimiento y la privacidad de sus creadores (Havinga *et al.*, 2020). En muchas de las plataformas de *crowdsourcing* (fuente de IGV pasiva) cada usuario es el propietario y tiene los derechos de los datos que publica por lo que, dado su importante número, resulta prácticamente imposible pedir los

8. *Discusión*

permisos a todos ellos (Boyd y Crawford, 2012). En contraposición, algunos autores afirman que esta es información publicada *online* por los usuarios/propietarios de forma voluntaria y que, en consecuencia, no existe el riesgo de cruzar ningún límite ético (Campelo y Nogueira Mendes, 2016).

No cabe duda de que los investigadores deben considerar su responsabilidad ante su ámbito de investigación y sus individuos de investigación (Boyd y Crawford, 2012). De la misma forma, es importante garantizar que los datos de las personas sean anonimizados cuando se trabaja con ellos para que la información no se pueda vincular a un sujeto concreto. El cartografiado del uso y preferencias de SEC se puede caracterizar por un nivel de generalización importante que impide la identificación de individuos específicos (Havinga *et al.*, 2020), tal y como se demuestra en el presente estudio, cuyas representaciones espaciales no contienen información de identificación personal. Además, en este trabajo, se respetan los derechos de autor cuando al incorporar ejemplos de las imágenes de los usuarios, estas son substituidas por replicas fidedignas realizadas por el autor de este manuscrito.

También cabe destacar que la seguridad en el almacenaje, preservación y acceso de los datos utilizados en esta investigación, tanto los originales como los derivados, está garantizada a través de los protocolos establecidos en el marco del plan de gestión de datos que se adjunta en el anexo 4 de esta tesis.

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

En este apartado se discuten los resultados obtenidos a partir del análisis de contenido de las fotografías geolocalizadas. Concretamente, se cuestionan las redes sociales deportivas como fuentes para la evaluación de los SEC, se comparan los resultados del modelado, cuantificación y cartografiado de los SEC con otros estudios y se discute el proceso de evaluación del análisis de contenido. Asimismo, el presente apartado se divide en cinco subapartados.

8.2.1 Las redes sociales deportivas para la evaluación de los SEC

Las plataformas en línea para compartir deportes como Wikiloc presentan una serie de ventajas sobre otras plataformas *web* populares de fotografías georreferenciadas como Flickr y Panoramio en el momento de evaluar el uso de los SEC en un ámbito concreto. En este sentido, las primeras atienden a una población más reducida que las segundas, y sus perfiles de usuario son más homogéneos, compartiendo un mismo interés por la actividad física y recreativa al aire libre. En otras plataformas populares no deportivas los usuarios son heterogéneos e imposibles de clasificar por lo que el sesgo relacionado con la representatividad es mayor (Àvila *et al.*, 2019). Además, las *webs* para compartir deportes no solamente pueden representar alguna población no caracterizada que está interesada en actividades al aire libre, sino que también permite saber cómo son percibidos, utilizados y valorados los SEC por parte de los

practicantes habituales de actividades recreativas y físicas al aire libre mientras están realizando su actividad, un campo poco explorado hasta ahora en la literatura científica.

8.2.2 Modelado y cuantificación del uso y preferencias de SEC

Las motivaciones para que las personas tomen fotografías en los ecosistemas no siempre son las mismas. De este modo, es complejo atribuir un valor de SEC específico a una fotografía, por este motivo el análisis de contenido de fotografías de redes sociales para evaluar los SEC debe ser consciente de la incertidumbre que rodea al contenido de las mismas (Richards y Tunçer, 2018).

Según los estudios de este tipo, el SEC de estética y apreciación del paisaje suele ser el más representado y valorado, especialmente la apreciación de la naturaleza o el paisaje natural. Por ejemplo, en este estudio, un 79,52% de imágenes se atribuyen a este SEC, con un fuerte predominio del paisaje natural (52,92%), o en el trabajo de Àvila *et al.* (2019), en donde también utilizan Wikiloc, el paisaje natural es el más fotografiado (43,1%), siendo la vegetación uno de sus principales elementos presentes en el análisis de contenido. En este sentido, en Retka *et al.* (2019) las clases predominantes de SEC fueron la apreciación del paisaje y la naturaleza (59,3%), o en Clemente *et al.* (2019) que también obtuvieron una gran proporción de imágenes relacionadas con este SEC (60% aproximadamente).

En segundo lugar, el SEC de recreación y situaciones sociales también suele estar muy representado en este tipo de evaluaciones: en este estudio

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

se relaciona con el 10,32% de las imágenes, en Àvila *et al.* (2019) suponen un 25% incluyendo la categoría de equipamientos e infraestructuras para la recreación, en Retka *et al.* (2019) representan un 22,5% y en Clemente *et al.* (2019) también una proporción cercana al 25%.

En cambio, el SEC de patrimonio cultural e identidad, otro SEC muy analizado, suele ser el que menos proporción de fotografías presenta, exceptuando las áreas de estudio que poseen una fuerte componente cultural basada en la importante presencia de monumentos históricos o edificios culturales. Un ejemplo claro es el de este estudio, en el cual cerca del 10% de imágenes se han asociado a esta categoría debido a la existencia de la ciudad de Tarragona y su historia estrechamente relacionada al antiguo imperio romano. Otro ejemplo destacable es el del estudio de Ruiz-Frau *et al.* (2020) sobre la Isla de Pascua donde se relaciona una alta proporción de imágenes (38%) con monumentos históricos, cuyos elementos principales son sus estatuas monolíticas e históricas de forma humanoide, también llamadas moáis.

Algunas de las categorías de SEC relacionadas con el patrimonio cultural, como los elementos religiosos o el patrimonio intangible, suelen tener una escasa representación. Por ejemplo, en este estudio, únicamente el 0,33% de las imágenes corresponden a edificios religiosos o espirituales y un escaso 0,17% al patrimonio cultural intangible. En la misma línea Retka *et al.* (2019) únicamente categorizaron un 0,6% de imágenes sobre monumentos y actividades religiosas, o Clemente *et al.* (2019) encontraron que el SEC espiritual y religioso no llegaba al 1%. En referencia a los elementos perturbadores del paisaje, es una categoría muy infrarrepresentada debido a que el usuario tiende a compartir con otros únicamente los aspectos positivos de los ecosistemas, idealizando el paisaje y omitiendo los elementos negativos (Àvila *et al.*, 2019). Por

8. Discusión

ejemplo, en este estudio se encuentra una proporción del 0,42% de imágenes relacionadas a elementos perturbadores, y, en la misma línea, Àvila *et al.* (2019) obtienen solamente un 0,38% de fotografías en esta categoría en un espacio natural protegido.

La estacionalidad de los SEC también es una temática analizada en los estudios que evalúan su importancia y uso. Por ejemplo, el análisis mensual de Retka *et al.* (2019) mostró que abril y enero tuvieron el mayor porcentaje del total de fotografías con 37,7% y 15,4%, mientras que el mes de julio presentó la menor cantidad de imágenes. En el presente estudio, el número más importante de fotografías se realizaron en los meses de primavera y los valores mínimos ocurrieron también en verano. En Clemente *et al.* (2019) más del 60% de las fotografías de los SEC recreativos y estéticos se realizaron durante el período comprendido entre mayo y agosto, siguiendo un patrón muy similar al del presente estudio, sobre todo en lo que hace referencia a los meses de marzo a mayo.

Por lo expuesto hasta aquí, los valores obtenidos en el presente son similares a otros estudios del mismo corte lo que permite validar los resultados.

8.2.3 Cartografiado y patrones espaciales del uso de los SEC

El cartografiado del uso de los SEC es una práctica frecuente en la mayoría de los estudios que evalúan los SEC a partir de imágenes georreferenciadas de las redes sociales, suponiendo que una alta concentración de fotografías en una ubicación indica un uso alto del SEC. Algunos estudios utilizan el número de fotografías en una entidad

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

geográfica determinada, como una aproximación para representar la distribución espacial de uso de los SEC (Langemeyer *et al.*, 2018; Retka *et al.*, 2019; Ghermandi *et al.*, 2020; Gosal y Ziv, 2020; Tian *et al.*, 2021). Estas unidades geográficas suelen corresponder a polígonos de una malla, normalmente cuadrangular, de diferente superficie en función del área de estudio o del conjunto de datos disponible. La densidad Kernel también se ha utilizado para la evaluación de SEC con resultados muy visuales y satisfactorios (Àvila *et al.*, 2019; Ros-Candeira *et al.*, 2020). No obstante, recientemente se ha visto un incremento de la metodología *Photo-User-Day* (PUD) por parte de este tipo de estudios, especialmente en la valoración de servicios recreativos (Sonter *et al.*, 2016; Gosal *et al.*, 2019). El sistema PUD contabiliza una única “visita fotográfica” por usuario y día en una unidad geográfica específica que normalmente se integra en una malla cuadrangular (H. Zhang *et al.*, 2020). Los que la utilizan, suelen argumentar que los métodos basados en la densidad del número de imágenes no distinguen las imágenes cargadas por diferentes usuarios y esto puede originar sesgos relacionados con la sobrerrepresentación de usuarios que comparten una gran cantidad de imágenes tomadas en el mismo lugar y día. En este estudio no se ha aplicado el método PUD, debido a las características de la base de datos. Sin embargo, se estima que el posible sesgo asociado es poco significativo. A modo de prueba, se ha contabilizado la contribución media por usuario y hectárea en las 4 celdas con un mayor número de fotografías y esta no llega a superar las 2 imágenes de media por usuario, por lo cual se considera prescindible el método PUD.

En referencia a los patrones espaciales de los SEC, muchos autores coinciden en el papel esencial de la distancia al mar en las preferencias por los SEC y su grado de uso. En el caso de Àvila *et al.* (2019) gran parte de las fotografías (42,2%) se ubicaron a lo largo de la línea de costa. En el

8. Discusión

estudio de Clemente *et al.* (2019) los SEC también se concentraron a lo largo de la costa, en un corredor muy estrecho de 1 km de ancho, valorándose mucho más la recreación y la estética del paisaje en ese entorno que en el resto. Retka *et al.* (2019) no encontraron fotografías más allá de una distancia de cinco kilómetros de la costa. En el presente estudio, el eje costero también presenta una gran concentración de imágenes y una cuarta parte de ellas (25,72%) se han realizado en los primeros 250 m desde la línea de costa.

Del mismo modo, la distancia y la densidad de senderos o carreteras es un índice de accesibilidad al paisaje y a los ecosistemas, siendo este el factor más importante del uso de SEC (H. Zhang *et al.*, 2020). Las ubicaciones cercanas a senderos y carreteras a menudo se fotografían de forma intensa, al igual que las áreas donde existe una red extensa de senderos. En este sentido, Arslan y Örüçü (2021) concluyen que las carreteras son la variable ambiental que aporta la mayor ganancia a los valores estéticos. Además, Àvila *et al.* (2019) encuentran una gran correlación espacial con las fotografías y la red de caminos y su análisis muestra que el 55% de ellas se toman dentro de los 200 m de distancia a estos senderos. En el presente estudio, tres cuartas partes del total de imágenes (74,47%) se asocian a la red de senderos, considerando también un área de influencia de 200m. Estos resultados pueden recalcar la importancia del índice de accesibilidad al paisaje a través de la red de senderos, aunque se debe de tener en cuenta que la plataforma de IGV escogida es de deportes al aire libre y que las fotografías analizadas provienen de un conjunto de rutas, las cuales se realizan mayoritariamente por caminos y senderos.

La distancia a las ciudades también se considera generalmente como un costo de viaje o un índice de accesibilidad y, generalmente, el uso de los

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

SEC disminuye a medida que aumenta la distancia a las mismas (H. Zhang *et al.*, 2020). En la misma línea, Lieskovský *et al.* (2017) encontraron una mayor densidad de fotografías en paisajes urbanos, donde se concentra la población y, por lo tanto, con mayores oportunidades de ser fotografiados, mientras que las densidades más bajas se encontraron en paisajes agroforestales, paisajes forestales y paisaje de asentamientos dispersos. Por el contrario, en el presente caso, la mayoría de las imágenes se asocian a zonas periurbanas (87,92%) con un fuerte predominio en esta categoría de los espacios libres, zonas verdes y masa forestal (33,55%), mientras que el suelo residencial y dedicado a actividades económicas únicamente concentran un 12,08% del total de fotografías. En la misma línea, Arslan y Örüçü (2021) exponen que los espacios dentro de su área de estudio en las que se proporcionan más SE son los bosques y frentes de agua. Por tanto, en la literatura no resulta sencillo evidenciar un consenso respecto al papel que genera la distancia a las ciudades en el uso y apreciación de los SEC. Probablemente estas diferencias, además de las características propias de las áreas de estudio, provienen del uso de fuentes de información diferentes; plataformas como Flickr concentran sus fotografías en zonas urbanas mientras que otras de carácter deportivo, como Wikiloc, lo hacen en zonas naturales y periurbanas (Martí *et al.*, 2019).

Además, en función del tipo de SEC de las fotografías, estas se suelen distribuir espacialmente de forma particular. En este sentido, Retka *et al.* (2019) concluyeron que las fotografías de apreciación del paisaje y la naturaleza se distribuyeron uniformemente a lo largo de la costa, mientras que la apreciación y recreación artística y cultural se concentró principalmente en lugares específicos. En este trabajo se observa un patrón muy similar, ya que las fotografías categorizadas como paisaje natural se encuentran predominantemente en el eje costero del área de

8. Discusión

estudio y, aunque en menor medida, también en las zonas periurbanas interiores. Del mismo modo, las imágenes asociadas al SEC de patrimonio cultural e identidad se ubican en entornos muy concretos como el casco antiguo de Tarragona o el Parque Eco-histórico del Pont del Diabla.

8.2.4 SEC principal y secundario

Tal y como indican diversos autores, los SEC aparecen en el territorio de forma superpuesta y combinada, es por ello que muchas fotografías pueden representar en más de un SEC (Martín-López *et al.*, 2012; Plieninger *et al.*, 2013; Clemente *et al.*, 2019). A pesar de la complejidad de los SEC, los estudios realizados hasta ahora abordan su análisis de manera simplificada asignando a cada fotografía una única categoría de SEC, la que se asume como principal. De este modo, la carencia de estudios que aborden la existencia de más de un SEC en las imágenes analizadas imposibilita la comparación de los resultados aquí obtenidos.

En relación con la confluencia espacial, los diferentes SEC identificados no son espacialmente exclusivos, ya que en algunas áreas es posible encontrar superposiciones, creando sinergias. Reconocer esto es importante para que las partes interesadas y los planificadores comprendan completamente la dinámica y las interdependencias de sus acciones (Clemente *et al.*, 2019). Por tanto, las personas tienden a percibir y valorar los SEC de forma combinada. Por ejemplo, Retka *et al.* (2019) encontró fuertes correlaciones espaciales entre SEC, sobre todo entre la apreciación de la naturaleza y la apreciación del paisaje, entre la recreación social y la apreciación del paisaje y entre la apreciación del paisaje y el patrimonio cultural. Además, su análisis espacial muestra que las superposiciones de SEC se concentraron principalmente cerca de áreas

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

urbanas. Por el contrario, en este estudio las superposiciones espaciales de SEC se sitúan principalmente en zonas periurbanas, exceptuando la confluencia entre monumentos históricos y paisaje urbano que se localiza esencialmente en los núcleos urbanos. Por otro lado, se evidencia que las fotografías con más de un contenido o categoría de SEC presentan una mayor concentración territorial en los lugares de mayor condensación total de imágenes respecto a las que solo presentan una tipología de SEC.

8.2.5 Evaluación del análisis de contenido

La mayoría de los estudios de este tipo coinciden en la necesidad de evaluar el método de análisis de contenido que se lleve a cabo, principalmente a partir de estadísticas kappa que midan el grado de acuerdo o concordancia entre el análisis automático y el análisis manual de las categorías asignadas (Richards y Friess, 2015; Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Richards y Tunçer, 2018; Ros-Candeira *et al.*, 2020; Ruiz-Frau *et al.*, 2020). Por ejemplo, en Oteros-Rozas *et al.* (2018), dos investigadores con conocimiento local sobre el área de estudio categorizaron manualmente 1.404 imágenes de Flickr y Panoramio y posteriormente evaluaron su nivel de acuerdo con un valor Kappa promedio, que resultó ser del 0,79. Del mismo modo, Richards y Friess (2015) utilizaron ocho estudiantes o profesionales de la gestión ambiental para clasificar independientemente 762 fotografías obtenidas de Flickr a partir del tema principal de cada imagen, que después se relacionaron con categorías más amplias de SEC. Cada fotografía se clasificó en una de las nueve categorías definidas previamente y la fiabilidad de la clasificación entre los diferentes individuos se evaluó utilizando el índice kappa de Fleiss, el cual señaló un acuerdo del 0,75. Ros-Candeira *et al.* (2020) también clasificaron

8. *Discusión*

manualmente 778 imágenes con dos usuarios independientes según categorías predefinidas de SEC y a partir del contenido principal de las imágenes. Su consistencia se evaluó con estadísticas kappa, obteniendo valores entre 0,58 y 0,60.

En algunos casos también se busca evaluar la concordancia entre una clasificación automática de un conjunto normalmente voluminoso de fotografías y otra clasificación manual de una muestra del conjunto original. Por ejemplo, Richards y Tunçer (2018) evaluaron su proceso de categorización automática comparándolo con una categorización manual de un operador a partir de una muestra aleatoria de fotografías. A continuación, se comparó el porcentaje de error utilizando una matriz de confusión (con un acierto medio del 85%), y el acuerdo entre las clasificaciones manuales y automatizadas se calculó utilizando el índice kappa de Cohen, que fue muy alto (0,83). En la misma línea, en el presente estudio también se ha utilizado una matriz de confusión y se ha calculado el kappa de Cohen, tanto para la asignación de categoría de SEC principal como secundaria. En el caso de la asignación de categoría de SEC principal, la matriz arroja un 82% de acierto promedio y un kappa de Cohen del 0,80, por lo cual se concluye un nivel de concordancia muy alto. Por el contrario, en el caso de la asignación de categorías de SEC secundarias, el porcentaje de acierto promedio es moderado (48,96%) y el índice Kappa también presenta un grado de acuerdo moderado entre clasificaciones (0,44).

8.2 Las fotografías geolocalizadas procedentes de IGV como medio para evaluar los SEC en áreas periurbanas

En definitiva, el método semiautomático de clasificación de imágenes en categorías de SEC presentado en este trabajo tiene una confiabilidad diferente en función de si se pretende identificar el contenido principal o secundario de las fotografías. Respecto a la identificación de la categoría de SEC principal, se ha validado un nivel de concordancia muy alto (Kappa de Cohen de 0,80) entre la clasificación semiautomática y la comprobación visual de una muestra de fotografías. En cambio, el método ha reflejado niveles más bajos de concordancia (Kappa de Cohen de 0,44) a la hora de evaluar la identificación de la categoría de SEC secundaria.

Otros estudios han intentado implantar métodos de etiquetaje y categorización automáticos, pero sin obtener resultados satisfactorios. Un caso destacable es el de Ruiz-Frau *et al.* (2020) en el que analizaron 10.000 fotografías a partir de un análisis manual y otro automático mediante el *software* de reconocimiento visual Captionbot obteniendo un nivel de acuerdo entre la clasificación humana y mecánica bajo (indicador kappa de Cohen 0,50 de media). En este sentido, afirman que un factor determinante en la calidad de los resultados es la elección del algoritmo de clasificación automático utilizado para el análisis del contenido de la imagen, ya que los estudios que han utilizado *softwares* como Clarifai o Google Cloud Vision han mostrado niveles más altos de precisión en sus resultados. Un enfoque híbrido, con análisis de contenido automatizado complementado con la visualización de una pequeña cantidad de fotografías por parte de un experto, puede proporcionar información cualitativa adicional que sea útil para la gestión de servicios de los ecosistemas (Richards y Tunçer, 2018).

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

En el presente apartado se discuten los resultados generados a partir del análisis de las trazas GNSS. En específico, se cuestionan las redes sociales deportivas como fuente para el modelado de la intensidad de uso de los espacios y se comparan las características y los análisis espaciotemporales de las trazas GNSS con otros estudios, además del análisis del conflicto en la recreación al aire libre. Por ello, el apartado se estructura en cuatro subapartados.

8.3.1 Las redes sociales deportivas como fuente para modelar la intensidad de uso de los espacios

Resulta relevante la correcta elección de la fuente de IGV que se utilizará en el análisis. Dependiendo de la popularidad de esta en el ámbito de estudio, la cantidad de datos disponibles puede variar y los resultados pueden diferir. Algunos autores desarrollan estudios comparativos con las trazas GNSS descargadas de varias plataformas. Por ejemplo, en el caso de estudio de Campelo y Nogueira Mendes (2016), en una encuesta de campo preliminar descubrieron que el 60% de los ciclistas de montaña reconoce registrar y cargar sus rutas en las plataformas *online* para compartir deportes. Además, concluyeron que Strava fue la plataforma más utilizada y GPSies fue 3 veces más utilizada que Wikiloc. No obstante, en el análisis espacial que desarrollaron comparando datos de GPSies y de Wikiloc para un parque natural cerca de Lisboa (Portugal) llamado Sintra-Cascais, más del 82 % de las 60.626 celdas revelaron

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

exactamente la misma información sobre la intensidad de uso relativa en ambos conjuntos de datos.

Otro caso a destacar es el de Norman y Pickering (2017) en el cual descargan un conjunto de trazas GNSS procedentes de GPSies, MapMyFitness y Wikiloc para tres parques nacionales de Australia (Daisy Hill, Mount Barney y Lamington). En este caso, Wikiloc proporcionó la mayor cantidad de datos para el más remoto de los tres parques de su zona de estudio. Según concluyen, esto puede reflejar una preferencia de Wikiloc por parte de los visitantes del parque más motivados por la naturaleza "salvaje" y las actividades de aventura en lugar de solo hacer ejercicio, buscando experiencias más allá de las disponibles en los parques urbanos.

En el estudio de Jurado *et al.* (2019), se afirma que Wikiloc es la plataforma de esta categoría más popular y activa en su ámbito de estudio, el cual se ubica en el sur de Cataluña (Parque Natural del Delta de l'Ebre, España). Por tanto, una de las razones que ha llevado a escoger dicha plataforma en la presente tesis es la proximidad del ámbito de estudio respecto al que utilizan en Jurado *et al.* (2019).

También es importante considerar que con las trazas GNSS de este tipo de plataformas se puede modelar e inferir el uso y frecuentación del territorio, pero hay que tener en cuenta que estos valores suelen representar una muestra reducida del número real de personas que utilizan los senderos de un espacio natural protegido, u otros tipos de espacios (Norman *et al.*, 2019; Norman y Pickering, 2019). Por ejemplo, Norman *et al.* (2019) tuvieron la oportunidad de contrastar el uso de un sendero popular ubicado en tres espacios naturales protegidos de Australia (Daisy Hill, Venman y Bayview) a partir de, por un lado, trazas

GNSS procedentes de MapMyFitness y de, por otro lado, un contador de personas instalado en un punto fijo del sendero. Con este análisis, determinaron que hubieron patrones similares en la popularidad relativa del sendero, a pesar de que las estimaciones del número de rutas fueron de magnitud inferior al número de pases registrados por el contador: las rutas representaron menos del 2% de los pases registrados por el contador instalado. No obstante, en algunos casos, la IGV proporciona más detalles sobre el uso de senderos que los contadores de punto fijo, ya que estos solo registran el número de pasadas por un punto, y no la ruta utilizada o el tipo de actividad, a diferencia de los datos disponibles en las plataformas para compartir deportes al aire libre (Norman y Pickering, 2017).

8.3.2 Las características de las trazas GNSS

En el estudio de frecuentación desarrollado a partir de las trazas GNSS, se llega a la conclusión de que las de ciclismo son las más abundantes con aproximadamente el 60% respecto al total, seguidas de las actividades de senderismo (20%) y correr (15%). En la misma línea, en el estudio de Santos *et al.* (2022), en el cual analizan rutas procedentes de GPSies, el ciclismo también fue la actividad con un porcentaje mayor de rutas. Concretamente, esta actividad concentraba un 79% del total, seguida de las rutas senderistas (10%) y de las rutas corriendo (4,5%). Del mismo modo, en Jurado *et al.* (2019), la mayoría de las trazas GNSS compartidas en Wikiloc para su ámbito de estudio eran de ciclismo (alrededor del 60%), mientras que un tercio de estas se asociaban a actividades realizadas a pie (senderismo y caminar). Otro trabajo que presenta la misma tendencia es el de Norman *et al.* (2019), en el cual hubo más rutas

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

(descargadas de MapMyFitness) realizadas con bicicleta de montaña (49% de las rutas), que de senderismo (27%) o corriendo (24%). No obstante, una excepción de esta tendencia se evidencia en los resultados de Barros, Moya-Gómez y Gutiérrez (2019), en el cual, de las rutas descargadas de Wikiloc, el senderismo es la actividad más popular con el 77% de las trazas GNSS, seguido de correr y de ciclismo, ambos con un 8% del total.

Incluso en los trabajos que solo contemplan actividades a pie, el senderismo siempre suele ser más popular que correr. Un claro ejemplo de ello es el estudio de Norman y Pickering (2017), en el que, aproximadamente, el 65% de las trazas descargadas eran senderistas, mientras que el resto (35%) se asociaban a la actividad de correr.

En el presente trabajo, las rutas con una distancia promedio mayor son las motorizadas (69 km) seguidas de las ciclistas (37 km), mientras que las actividades a pie (senderismo y correr) se encuentran alrededor de los 10 km. Por tanto, aproximadamente el 35% de las rutas a pie (considerando las senderistas y corriendo) tienen una distancia promedio inferior a los 10 km, mientras que el mayor grupo de trazas, correspondientes a las ciclistas (60%), de media no superan los 40 km. De forma similar, en el trabajo de Jurado *et al.* (2019), prácticamente un tercio de las trazas GNSS (31,69%) tienen una longitud entre 25 y 50 km, mientras que alrededor del 25% son de menos de 25 km. En Norman *et al.* (2019), las rutas de bicicleta de montaña también eran mucho más largas que las rutas de senderismo o correr. Concretamente, los ciclistas recorrieron un promedio de 14,6 km en comparación con los corredores (9,7 km) y senderistas (8,2 km). En la misma línea, en la investigación de Santos *et al.* (2022), la longitud de las trazas GNSS para cada actividad confirmó que las actividades "sobre

8. Discusión

ruedas", como el ciclismo, cubren más distancias en promedio que las actividades "a pie" (como el senderismo o correr).

Respecto a la circularidad de las rutas, en el presente estudio, cerca de un 65% de estas son circulares, es decir, el punto de salida y llegada es el mismo. Además, las actividades con una proporción mayor de rutas circulares son correr (72,54%), seguido de senderismo (67,15%) y de ciclismo (63,84%). En Jurado *et al.* (2019), la mayoría de las rutas (60%) también eran circulares.

8.3.3 Los análisis espaciotemporales de las trazas GNSS

En esta investigación, la actividad de ciclismo se dispersa en mayor medida por el periurbano de Tarragona, mientras que las rutas senderistas o corriendo se concentran en el tramado urbano y su periferia más próxima. En la misma línea, en el estudio de Santos *et al.* (2022), las actividades "sobre ruedas" se extendieron de forma dispersa por el territorio, mientras que las actividades "a pie" mostraron un patrón más concentrado. El senderismo y el ciclismo de montaña se concentraron en senderos interurbanos y caminos forestales de áreas verdes como los dos parques naturales de su ámbito de estudio. Especialmente en el caso del ciclismo de montaña, frecuentó una cantidad mayor de caminos que todas las demás actividades, utilizando prácticamente toda la red de caminos y senderos del área de estudio. En cambio, la actividad de correr se localizó mayoritariamente a lo largo de los principales ejes urbanos, y la de caminar (diferente al senderismo de montaña) se concentró principalmente en los centros históricos de las ciudades. Norman *et al.* (2019) concluyeron en su estudio que los ciclistas de montaña también

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

van más allá del núcleo urbano, ocupando mayormente las zonas periurbanas y utilizando una combinación compleja de senderos, incluidos los senderos más remotos, respecto a las actividades a pie más comunes (senderismo y correr). En contraposición, caminar se ha convertido recientemente en una forma de superar el sedentarismo y quienes caminan por estar en forma lo hacen regularmente. En consecuencia, los que realizan dicha actividad la desarrollan cerca de su casa, desde las zonas urbanas hasta los suburbios o periferias y los parques de las ciudades (Santos *et al.*, 2022).

En el presente estudio, la mayoría de las rutas discurren a lo largo de la amplia red de caminos existente. Además, las celdas con una alta concentración de rutas (HH *clúster*) forman unos ejes muy marcados que se relacionan fácilmente con dicha red de senderos. Específicamente, el 68% de las celdas HH *clúster* intersecan con algún camino o sendero interurbano y, a dichas celdas, que suponen el 12% de todas las celdas en las cuales se encuentra alguna ruta, las cruzan o atraviesan un 92% del total de trazas GNSS. Siguiendo esta premisa, en el estudio de Jurado *et al.* (2019), un 23% de las celdas están atravesadas por un 99% de todas las trazas GNSS y un 14,83% de estas contienen entre 37 y 130 rutas. Por tanto, las rutas están altamente concentradas en unas pocas celdas, ya que menos de 1 de cada 100 celdas (0,98%) concentran hasta 634 trazas. Además, a partir del análisis espacial de *clúster* y valor atípico que desarrollan, se dibuja un patrón muy bien definido de cuatro ejes o itinerarios principales de alta densidad de trazas GNSS.

En este trabajo, los senderos homologados que transcurren por el ámbito de estudio, tanto los PR como GR junto con la Anella Verda, cuentan con una fuerte capacidad de atracción ya que son altamente utilizados para la recreación deportiva al aire libre. Concretamente, alrededor de una

8. Discusión

tercera parte (31,44%) de las celdas HH *clúster* se superponen con alguno de estos itinerarios homologados y, al mismo tiempo, estas concentran cerca de una cuarta parte (22,64%) de la longitud total acumulada de las trazas GNSS. En el trabajo de Santos *et al.* (2022), llegan a unos resultados similares, determinando que un 15% del total de trazas GNSS intersecan con un Gran Recorrido (GR) homologado de su ámbito de estudio. En concreto, las actividades a pie son las que muestran un grado mayor de similitud con GR, con valores próximos al 50%, mientras que para el ciclismo de montaña la proporción no supera el 20%. Otro caso relevante que refuerza el poder de atracción de los recorridos homologados es el de Jurado *et al.* (2019), en el cual revelan que más del 50 % de las trazas GNSS compartidas cubren o intersecan sustancialmente al menos un 75% de cualquiera de los itinerarios oficiales sugeridos por los administradores del parque natural en el cual desarrollan la investigación.

En el presente estudio, la mayoría de los puntos de inicio/final de las rutas se localizan principalmente en los núcleos urbanos de los diferentes municipios y minoritariamente en los espacios periurbanos. En la misma línea, Jurado *et al.* (2019), descubren que las principales concentraciones de puntos aparecen en ciudades, urbanizaciones o atracciones turísticas, aunque dichas agrupaciones son mayores y más compactas en los núcleos urbanos, y menores y más dispersas en otros espacios, como en los atractivos turísticos.

Además, en el presente trabajo, igualmente que lo ocurrido en el análisis de *clúster* y valor atípico de las rutas, estos puntos se concentran en una cantidad reducida de celdas HH *clúster* (149 en total), las cuales representan un 5% de todas las celdas que contienen algún punto de inicio/final. En el trabajo de Jurado *et al.* (2019), los puntos de salida y llegada de las rutas también se agrupan en unas pocas celdas, lo que

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

supone menos del 1,5% del total. Además, en su estudio concluyen que únicamente el 2,5 % de las celdas contienen 30 o más puntos frente al 3,2% del presente estudio. En su estudio también muestran que cualquier celda aleatoria de 1 hectárea de superficie tiene una probabilidad del 0,02 % de albergar más de 29 puntos de inicio/final, frente al 0,03% obtenido en este trabajo.

En el presente trabajo de investigación, la mayoría de las rutas se han realizado en mayo (probablemente atribuible al periodo vacacional de Semana Santa y a las temperaturas agradables), aunque la tendencia es alta en todos los meses de la primavera. Las rutas ciclistas presentan unos picos marcados en mayo y agosto, siendo primavera-verano las estaciones preferidas para practicar esta actividad. Del mismo modo, las rutas a pie (senderismo y correr) se concentran en la primavera, aunque también en invierno y otoño, asumiendo que intentan evitar las temperaturas más cálidas del año (durante julio y agosto). De forma similar, en el análisis temporal de Santos *et al.* (2022), las rutas se concentran a finales de primavera, mediados de verano y principios de otoño. Otro ejemplo destacable es el de Jurado *et al.* (2019) en el cual las rutas se distribuyen de forma constante durante todo el año, pero se encuentra un pico en verano (en agosto) y el menor número de rutas ocurre en otoño (noviembre). No obstante, estos resultados dependerán tanto de la climatología como de la estacionalidad turística de la zona de estudio, entre otros posibles factores.

Algunos autores que disponen de datos temporalmente más detallados realizan análisis semanales. Es el caso de Norman *et al.* (2019) que concluyeron que los fines de semana eran más populares para realizar actividad deportiva al aire libre, con un 50% de las rutas registradas en sábado y domingo. Asimismo, los fines de semana eran particularmente

populares para el ciclismo de montaña (57%), pero ligeramente menos para el senderismo (44%) y correr (43%).

8.3.4 El análisis del conflicto recreativo a través de las trazas GNSS

En este trabajo, el uso informal o fuera de pista (*off-road / off-trail*) presenta una proporción considerable, vinculándose aproximadamente al 30% de la longitud total de las trazas GNSS que transcurren por cubiertas forestales o de cultivos sin sendero, viéndose agravada la conflictividad potencial entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos privados. En esta línea, en el estudio de Santos *et al.* (2016), solo el 51% de los ciclistas de montaña y el 64% de los corredores utilizaron los senderos oficiales existentes, mostrando preferencia por senderos y caminos informales. Barros, Moya-Gómez, y Gutiérrez (2019) encontraron una parte de trazas GNSS que transcurren fuera de los senderos oficiales y que podrían indicar la creación de nuevos senderos por parte de los visitantes. Otro ejemplo es el de Jurado *et al.* (2019), en el cual se identificó un millar de rutas que pasan por zonas prohibidas, determinando que el 10% de las trazas GNSS cruzaban áreas naturales protegidas con acceso restringido.

Incluso la plataforma *web* para compartir deportes al aire libre puede influir en la detección del uso informal o “fuera pista”. En relación con esto, en Norman y Pickering (2017), el uso informal se observó con mayor frecuencia en la plataforma Wikiloc. Según afirman, la posibilidad de que los usuarios comenten la ruta en dicha plataforma permite a otros usuarios obtener más detalles sobre la condición de una ruta y cualquier obstáculo a lo largo de ella. Además, las imágenes del paisaje adjuntas a

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

las rutas pueden alentar el deseo y la capacidad de los usuarios de Wikiloc de visitar zonas más remotas. Esto puede resultar en que un mayor número de usuarios salgan de los senderos formales. De hecho, en su estudio, el 64,8% de las trazas se recorrieron en parte o en su totalidad por fuera de la red de senderos formal, frente a sólo el 15,7% o el 3,6% de las rutas publicadas en GPSies y MapMyFitness, respectivamente.

Respecto al conflicto potencial entre diferentes usuarios o tipologías de actividad deportiva en los senderos multiuso, en la presente investigación, a partir de la superposición de altas concentraciones de trazas GNSS de ciclistas con las de los usuarios a pie, se identifican un total de 54 tramos de sendero con una conflictividad potencial alta o muy alta. El hecho de incluir la variable temporal en este análisis podría enriquecer en mayor medida el procedimiento, ya que la probabilidad de interacción entre diferentes tipos de usuario no depende únicamente de la alta densidad de rutas en un mismo espacio o tramo, sino que también depende de cuando ocurre (Santos *et al.*, 2016; Norman y Pickering, 2019). No obstante, en este análisis no se considera la variable temporal porque no se conoce ni la franja horaria ni el día de grabado de la traza GNSS (solo el mes y el año) y, en consecuencia, no se pueden realizar análisis temporales precisos sobre la probabilidad de interacción.

En la misma línea, Santos *et al.* (2016) determinan los lugares donde pueden ocurrir conflictos entre diferentes usuarios superponiendo las trazas GNSS de ciclismo de montaña con las de los corredores. Sus resultados muestran que los tramos con una conflictividad potencial mayor corresponden al sendero de mayor longitud del parque urbano. Además, determinan que esta conflictividad potencial muy alta es más propensa a ocurrir en el circuito externo del parque. De este modo, la intensidad espacial de cada actividad deportiva es relevante en el

8. *Discusión*

momento de decidir si el conflicto potencial, debido a la superposición espacial, es alto o bajo (Santos *et al.*, 2016). Por tanto, según afirman, los lugares con una superposición espacial de altos usos de dos o más actividades son propensos al conflicto. Además, aspectos morfológicos como la pendiente, el tipo de terreno o aspectos sociales como la velocidad y comportamiento de los usuarios, pueden aumentar los conflictos incluso en lugares donde los senderos no son multiuso (Santos *et al.*, 2016; Norman *et al.*, 2019).

En el propio estudio de Santos *et al.* (2016) se concretan algunas recomendaciones de gestión para mitigar el conflicto recreativo: (1) convertir pistas informales a pistas oficiales cuando sea posible; (2) definir caminos unidireccionales para minimizar las confrontaciones; (3) localizar carteles de advertencia en el inicio de los senderos con información sobre precauciones de seguridad; (4) impartir programas educativos que alienten la cooperación de los usuarios; (5) cerrar pistas periódicamente para el mantenimiento, rediseño y otras mejoras de las mismas; (6) insertar mensajes pintados directamente sobre el pavimento con advertencias, direcciones, límites de velocidad o cruces; (7) establecer días de uso alternativo de pistas oficiales para diferentes grupos de usuarios.

Respecto al análisis del conflicto real informado a través de las trazas GNSS que se ha realizado en el presente estudio, cabe destacar una limitación metodológica importante. Esta deriva de la imposibilidad de realizar un análisis espacial riguroso sobre estos conflictos comunicados a través de los comentarios y descripciones asociadas a las rutas, tanto entre diferentes usuarios como entre propietarios y usuarios. Esta limitación se debe, en primer lugar, al escaso número de aportaciones encontradas, que se traduce en muy pocas rutas que hayan informado de

8.3 Las trazas GNSS procedentes de IGV como medio para evaluar la recreación al aire libre en áreas periurbanas

algún problema. Esto dificulta en gran medida la agregación de resultados y ocasiona que el análisis espacial no sea estadísticamente significativo. En segundo lugar, resulta imposible determinar el punto exacto en el cual se informa del conflicto, ya que únicamente se conoce que en el transcurso de aquella ruta ha surgido algún problema. Si las trazas GNSS fueran, por ejemplo, de una distancia inferior a 5 km, se podría acotar una zona con mayor probabilidad de conflicto, en el caso de que, además, estas se concentraran espacialmente. No obstante, la mayoría recorren distancias superiores a los 10 km y abarcan un territorio demasiado amplio.

8.4 Los senderos homologados como activos saludables de recreación al aire libre

La población que dispone de lugares para caminar, como los senderos, son más propensas a cumplir con las recomendaciones de actividad física que suelen prescribir los expertos en el ámbito de la salud (Evenson *et al.*, 2005). Este argumento se refuerza en el estudio Wang *et al.* (2004) en el que afirman que la disponibilidad de senderos influye directamente en el nivel de uso por parte de las personas físicamente activas. Otro caso destacable es el de Xie *et al.* (2022) en el que descubrieron que los residentes que vivían a menos de 2 km de una red de senderos los utilizaban más y también obtenían mayores beneficios para su salud, respecto a los que residían más lejos. En la misma línea, en Farías Torbidoni *et al.* (2005) demuestran que la elección de los senderos por parte de los usuarios está condicionada principalmente por el grado de accesibilidad y dificultad, siendo los más accesibles y menos difíciles los que se utilizan más significativamente. Asimismo, concluyen que la

8. *Discusión*

correcta o adecuada elección del sendero contribuye a la satisfacción que obtiene el usuario (en función de su perfil y motivaciones).

En esta investigación, no se estudia el impacto que suponen algunos factores como la disponibilidad, accesibilidad y proximidad a senderos homologados en el grado de realización de actividad física por parte de los residentes de la zona de estudio y, en consecuencia, los beneficios que obtienen para su salud. Sin embargo, se ha evidenciado que los tramos de senderos homologados de la periferia más cercana a la ciudad de Tarragona son los que presentan un mayor uso. Además, combinando el análisis espacial de las trazas GNSS con sus puntos de inicio, se presume que estos senderos periféricos son utilizados en gran medida por los habitantes de los núcleos urbanos más próximos, siendo los senderistas y corredores los que se alejan menos de estos. Por tanto, a partir de la investigación desarrollada en el periurbano de Tarragona, se confirma que disponer de una red de senderos oficial próxima a los núcleos de población, genera un mayor grado de uso de los propios senderos por parte de los residentes.

Identificar las características del entorno físico para determinar si una ruta es segura y saludable podría promover el hábito de caminar al menos una hora y media diaria entre la población, cumpliendo con las recomendaciones de la OMS (Artigues *et al.*, 2020). En la presente investigación se han evaluado un conjunto de senderos homologados como activos saludables para la población a través de trabajo de campo y mediante unos indicadores y subindicadores concretos. En este sentido, se han identificado pocos estudios relacionados, a excepción del trabajo de Artigues *et al.* (2020) en el cual, con la intención de validar un cuestionario de percepción de la caminabilidad urbana, evaluaron 566 tramos de 12 rutas. Este cuestionario es un instrumento para determinar

la seguridad y adecuación de las características del entorno urbano para definir rutas a pie, creado en el marco del programa de participación comunitaria “rutas saludables” en las Islas Baleares. En su trabajo, el 84% de los tramos permitían caminar cómodamente y el 78% de ellos no tenían demasiados obstáculos (mobiliario urbano, postes de luz, farolas, contenedores, etc.). Sin embargo, únicamente el 19,5% de los tramos eran exclusivamente peatonales. Por otro lado, el 33% de los participantes afirmó sentirse inseguro al caminar por las aceras con un carril bici adjunto, el 40% señaló la falta de bancos para descansar y el 45% la escasa sombra. Aunque la metodología difiere bastante, a modo de comparación con el presente estudio, se encuentra que el 13% de los tramos tenían el mayor grado de “amigabilidad” con los peatones (de 4 a 5) y el 30% presentaban el grado inmediatamente inferior (de 3 a 4), considerado también como bueno. Respecto a los elementos de confort, como los bancos o la sombra, el 35% tenían un grado aceptable (de 3 a 4), mientras que la misma proporción presentaban un grado bajo de confort (de 1 a 2).

Varios organismos o administraciones proponen itinerarios o recorridos oficiales que no se suelen adaptar a las necesidades de los usuarios, sino que son los usuarios los que se tienen que adaptar a los senderos propuestos (Vías *et al.*, 2014). En este trabajo, se calcula el grado de afinidad de los senderos homologados con unos determinados perfiles de usuario que se establecen en función de su estado de forma físico (considerando los agravantes de patologías y factores de riesgo cardiovascular) y de sus intereses o motivaciones por los SEC. En la misma línea, Vías *et al.* (2014), generaron una aplicación en línea para la recomendación de rutas de senderismo personalizadas en el Parque Natural Sierra de las Nieves (España). En función de los criterios de dificultad de la ruta, motivación, capacidad física y tiempo disponible que introducía el usuario, el programa devolvía una ruta optimizada a su

8. Discusión

elección. Este recomendador determina la capacidad física de cada usuario a partir de su edad, peso, altura, número de pulsaciones en reposo y el entrenamiento semanal que este dice practicar.

9. Conclusiones y propuestas

En este último capítulo se exponen las conclusiones y aportaciones de la investigación realizada, así como los retos de futuro. Además, se plantea un conjunto de propuestas de actuación que garanticen la sostenibilidad social y ambiental de los SEC en el periurbano de Tarragona. Por tanto, el capítulo se estructura en dos apartados.

9. Conclusiones y propuestas

9.1 Conclusiones

En el presente apartado se exponen, por un lado, las aportaciones o conclusiones de la investigación desarrollada en esta tesis y, por otro lado, se plantean las líneas de investigación que se pueden derivar en un futuro. De esta forma, el apartado se articula en dos subapartados.

9.1.1 Aportaciones de la investigación

En este subapartado se exponen las conclusiones finales de la tesis, diferenciando entre las metodológicas y las que se derivan de los objetivos e hipótesis planteados, además de las posibles líneas de investigación que en un futuro puedan dar continuidad y complementar este trabajo. Por ello, el subapartado se divide en tres secciones diferentes.

Conclusiones metodológicas:

Asumiendo las limitaciones y sesgos discutidos en el capítulo anterior, la metodología diseñada y aplicada se revela válida a la hora de: (1) depurar la base de datos espacial procedente de una fuente de IGV; (2) identificar las preferencias de SEC por parte de usuarios de recreación deportiva al aire libre; (3) estudiar en profundidad la recreación al aire libre a partir del análisis de la intensidad de uso de los espacios o senderos recreativos y de su conflictividad potencial; (4) evaluar los senderos homologados como activos de salud, además de determinar su grado de afinidad con unas tipologías de perfil de usuario establecidas.

Conclusiones sobre la hipótesis y objetivos

La hipótesis inicialmente planteada para esta tesis es la siguiente: “la IGV es una fuente útil, valiosa y de calidad para estudiar los SEC, especialmente el SEC de recreación al aire libre en espacios periurbanos que, complementada con trabajo de campo, permite valorarlos como activos de salud y obtener una información útil para los planificadores”.

Después de haber concluido la investigación, se valida la hipótesis, ya que, a través de los datos procedentes de una fuente de IGV y logrando los diferentes objetivos planteados, se han podido estudiar con detalle los SEC del periurbano de Tarragona, además de generar un conjunto de propuestas de actuación que los gestores del territorio pueden utilizar para adaptar sus políticas y acciones de gestión o planificación. No obstante, se ha corroborado la importancia de tener siempre en consideración las limitaciones y sesgos asociados a la IGV, intentando reducirlos en la medida de lo posible y estableciendo los pertinentes controles de calidad de datos. En esta línea, se evidencia la necesidad de complementar la IGV con otras fuentes, como por ejemplo el trabajo de campo o la cartografía participativa. En relación con el trabajo de campo, destacar su importancia fundamental a la hora de establecer la adecuación de los senderos como activos de salud a los diferentes perfiles de usuario.

Respecto a las conclusiones que se derivan de los diferentes objetivos específicos planteados, se exponen a continuación estructuradas a partir del objetivo específico al cual hacen referencia:

9. Conclusiones y propuestas

O1: Generar una base de datos de IGV pasiva y optimizar su calidad

Atendiendo a algunas de las limitaciones y sesgos que se asocian directamente a la IGV, las dos componentes de la base de datos se han sometido a un control de calidad que ha permitido operativizar los subsiguientes análisis:

- En el caso de las fotografías geolocalizadas, no se han podido encontrar errores espaciales. No obstante, a través de la ratio de fotografías por usuario, se ha detectado un usuario con una sobreproducción evidente (14% del total de fotografías compartidas) que podía sesgar el conjunto de datos. Para equiparar su contribución al resto de usuarios más productivos, se ha descartado una muestra aleatoria de sus fotografías y el conjunto original de datos se ha reducido en un 13%.
- En el caso de las trazas GNSS, se ha podido diseñar y aplicar un método de detección de segmentos de trazas atípicamente largos para descartar las que presentaban estos segmentos erróneos en su geometría y que comprometían la calidad espacial del conjunto de datos. Finalmente, después de descartar alrededor del 20% de las trazas GNSS, se ha conseguido una base de datos espacial con un grado de operatividad mucho mayor respecto al conjunto de datos original. A diferencia de las fotografías, con el conjunto de trazas GNSS no se ha detectado un problema de sobreproducción de algunos usuarios.

O2: Analizar las preferencias de los usuarios de actividad recreativa y deportiva al aire libre por los SEC del periurbano de Tarragona a partir de fotografías geolocalizadas procedentes de IGV

El análisis de contenido de las fotografías geolocalizadas junto con los posteriores análisis espaciales, han permitido determinar las preferencias de los usuarios recreativos por unos SEC y unos espacios específicos del periurbano de Tarragona:

- Los espacios que concentran una cantidad significativa de fotografías se asocian a una mayor popularidad, capacidad de atracción y también a una mayor confluencia de diferentes SEC. Estos espacios en el área de estudio son: (1) el parque eco-histórico del Pont del Diable, (2) la cantera romana del Mèdol, (3) la franja costera del espacio natural protegido del Bosc de la Marquesa, (4) la ribera y desembocadura del río Gaià y (5) el centro histórico de Tarragona. De este conjunto de espacios, tres se vinculan a localizaciones con una fuerte componente de patrimonio cultural y los otros dos corresponden a espacios naturales de gran valor ecológico y estético.
- Desde el punto de vista de la gestión, es importante identificar aquellos espacios donde se produce la confluencia de diferentes categorías de SEC puesto que son los que aparentemente sufren una mayor presión, son más propensos a presentar conflictos entre usuarios que realizan actividades diferentes, requieren de una mayor dedicación de recursos, y se ha de ofrecer una mayor cantidad de información para su correcto uso.
- A pesar de que las zonas periurbanas se presentan habitualmente como espacios degradados, intersticiales y fragmentados, donde

9. Conclusiones y propuestas

diferentes actividades entran en conflicto, los SEC preferidos por los usuarios deportivos en el periurbano de Tarragona corresponden mayoritariamente a la estética y apreciación del paisaje, con cerca del 80% de fotografías asociadas, destacando la categoría de paisaje natural (52,92%).

- Es evidente que las zonas periurbanas de las ciudades cumplen una función de provisión de SEC a partir de las que se desarrollan actividades de recreación, deportivas o de socialización. Pero este territorio no es homogéneo y se han observado importantes diferencias derivadas principalmente de la cercanía a la línea de costa (una cuarta parte de las fotografías se han realizado en los primeros 250m respecto al mar) y de la presencia de patrimonio arquitectónico y cultural de relevancia (el 10% de imágenes se asocian a esta categoría, aunque en localizaciones con presencia de elementos patrimoniales este valor aumenta considerablemente).
- Respecto a la tipología de actividad recreativa o deportiva al aire libre, los senderistas son los que han compartido un mayor número de fotografías (70,39%). Además, la categoría de SEC preferida por los recreacionistas a pie y en bicicleta es la de "Paisaje natural", mientras que los patinadores o los que utilizan recreación motorizada, fotografían más el paisaje urbano. De esta forma, parece sensato deducir que el diseño de itinerarios a través de paisajes naturales o la potenciación de los ya existentes, fomentaría el ejercicio físico por parte de la población.

O3: Estudiar la recreación deportiva al aire libre en el periurbano de Tarragona a partir de trazas GNSS procedentes de IGV

A partir de los análisis derivados de los atributos tanto geométricos/espaciales como temáticos de las trazas GNSS, se han caracterizado unos determinados espacios o ejes según la intensidad de uso por parte de los usuarios de recreación al aire libre, además de modelar el conflicto recreativo:

- Los ejes o espacios que concentran una densidad elevada de trazas GNSS (celdas HH *clúster*) son tres: (1) el eje circular que rodea la periferia del núcleo urbano de Reus, (2) otro eje circular alrededor de la ciudad de Tarragona (compuesto por el segmento de la ribera del Francolí, conectado a la zona del Parque Eco-histórico del Pont del Diable, además del tramo correspondiente al camino del Llorito y el tramo costero de la propia ciudad) y (3) el espacio periurbano del noreste de Tarragona, compuesto por una serie de ejes diseminados que interconectan los municipios de este territorio y sus núcleos de población (incluyendo el tramo de la ribera del río Gaià).
- Una tercera parte de las celdas HH *clúster* se superponen con algún recorrido homologado de la zona de estudio, por lo cual se concluye que estos senderos son uno de los recursos más relevantes y utilizados para la recreación deportiva al aire libre en el periurbano de Tarragona. Además, a los senderos oficiales de la periferia a la ciudad de Tarragona, como la Anella Verda por su sección interior, el tramo del GR-172 (camino del Llorito hasta el pantano del Gaià) o el PR-C15, se les asocia una capacidad de atracción mayor puesto que la intensidad de uso en estos tramos

9. Conclusiones y propuestas

también es mayor. Por el contrario, en el espacio periurbano entre Reus y Tarragona se encuentran algunos tramos de sendero homologado que presentan una intensidad de uso mucho menor, a pesar de que los barrios populares de la ciudad de Tarragona se extienden en esa dirección.

- Según los resultados obtenidos, la actividad preferida para los usuarios de recreación deportiva al aire libre en esta zona de estudio es el ciclismo, ya que más de la mitad de las trazas GNSS compartidas se habían realizado en bicicleta. No obstante, las actividades realizadas a pie (senderismo y correr) también representan una proporción importante respecto al total y, en conjunto con el ciclismo, suponen el 95% de las rutas compartidas.
- Respecto al análisis espacial de las rutas según las tres actividades deportivas predominantes, el ciclismo es el que se extiende y disemina más por el territorio, aunque cuenta con mayores densidades en la zona periurbana nororiental respecto al núcleo urbano de Tarragona. En cambio, las rutas senderistas se concentran en el tramado urbano de las dos ciudades principales (además de en la urbanización La Mora y sus alrededores) y se extienden por la periferia más próxima de dichas ciudades, siendo este entorno el preferido por los corredores.
- Gran parte de los 9 espacios identificados con una alta concentración de puntos de inicio de trazas GNSS se asocia a zonas de estacionamiento que, en algunos casos, además brindan acceso directo a algunos de los principales recursos de interés cultural y natural de la zona de estudio, destacando el aparcamiento del Parque Eco-histórico del Pont del Diable, el espacio próximo a la

cantera romana del Mèdol o la zona de estacionamiento de la playa de La Mora, próxima al Bosc de la Marquesa. Por ello, se evidencia una movilidad o un desplazamiento previo al inicio de la ruta deportiva, seguramente con predominio del vehículo privado. También cabe destacar que la mayoría de estos espacios son adyacentes a alguno de los senderos homologados del ámbito de estudio y su uso se corrobora a través del análisis de densidad Kernel. Después de la evaluación de estos 9 espacios, también considerados como aptos para acoger equipamientos de recreación al aire libre, se concluye que cada espacio presenta unas potencialidades y deficiencias diferenciadas que han de ser abordadas de forma personalizada y con más atención en futuros procesos de gestión y planificación de la recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona.

- A partir del análisis espacial de la conflictividad potencial entre ciclistas y usuarios a pie (senderismo y correr) se identifica un total de 54 tramos con una conflictividad potencial alta o muy alta. Contextualizados territorialmente, alrededor de la mitad de estos se ubican en los alrededores del Pont del Diable, además son los que acumulan una mayor longitud total (52,72%). El camino del Llorito también presenta una parte importante de estos tramos (22,22%), seguido del eje de la ribera del río Francolí (11,11%). Este esfuerzo de identificación y caracterización de los tramos con una mayor conflictividad potencial entre diferentes usuarios permite a la administración competente la posibilidad de plantear estudios individualizados sobre su nivel de conflictividad real y, si se considera pertinente, futuras intervenciones de mejora.

9. Conclusiones y propuestas

- Respecto a la conflictividad potencial entre usuarios de recreación deportiva al aire libre y propietarios de terrenos adjuntos a senderos, estos, y particularmente los interurbanos, presentan una mayor proporción de distancia acumulada de rutas, tanto de ciclismo (50,23%) como a pie (38,06%), por lo cual se presume una probabilidad alta de que los usuarios utilicen caminos privados, desencadenando conflictos con los propietarios. Además, como indicador de la conflictividad potencial entre recreacionistas y propietarios, se ha estimado que un 30% de la distancia total acumulada de trazas GNSS (sumando rutas ciclistas y a pie) transcurren por “fuera de la pista o sendero”, destacando algunas zonas agroforestales como los alrededores del Pont del Diable o del Bosc de la Marquesa, incluyendo algún otro ejemplo particular como es el del campo de golf privado que se ubica cerca de la cantera romana del Mèdol.
- En referencia al análisis del conflicto real en la recreación al aire libre, la cantidad de conflictos informados, tanto entre diferentes tipos de usuario como entre usuarios y propietarios, no ha sido muy significativa, aunque este no es un indicador totalmente fiable debido al sesgo relacionado con la plataforma de IGV. No obstante, respecto al conflicto entre usuarios y propietarios, de los usuarios que comunicaron presencia de impedimentos de paso, más de la mitad admiten haberlos traspasado haciendo caso omiso. Además, los usuarios que han afirmado tener conflictos con propietarios, reflejan mayoritariamente una actitud desafiante y poco amistosa por parte de los segundos durante la interacción. Todo esto puede revelar que existe un cierto grado de conflictividad entre usuarios y propietarios, hecho que se debería

abordar en otros estudios para, en caso de identificar y espacializar dicha conflictividad, intentar mitigarla.

O4: Evaluar los senderos homologados como activos de salud a partir de trabajo de campo desarrollado en estos

El análisis espacial de las trazas GNSS ha posibilitado la identificación de los tramos de sendero homologado más frecuentados. Estos tramos han sido evaluados como activos de salud a partir de trabajo de campo y de SIG, diagnosticando sus potencialidades y carencias en base a una batería de indicadores y subindicadores concretos. Además, aprovechando dicha evaluación, se ha podido modelar el grado de afinidad de cada subtramo de sendero con unos perfiles de usuario determinados:

- Tras la evaluación de los senderos homologados como activos de salud para la población, se concluye que cada uno de los subtramos analizados presenta unas determinadas potencialidades o deficiencias en función de los indicadores recogidos. En consecuencia, los resultados derivados suponen información de gran valor para las políticas y acciones de gestión de estos senderos oficiales que actúan como grandes recursos de recreación al aire libre en el periurbano de Tarragona.
- Respecto al grado de afinidad calculado para los subtramos de sendero homologado según el perfil de usuario, el receptor de los resultados generados, se puede conocer el porcentaje de afinidad de cada tramo en base a su perfil, según condición física y según sus intereses o motivación por los SEC. Por tanto, se ha generado un catálogo de mapas que permite conocer los tramos de sendero homologado en los cuales la experiencia de recreación deportiva

9. Conclusiones y propuestas

será, por un lado, más o menos saludable y, por otro lado, de mayor o menor interés para el potencial usuario.

O5: Desarrollar propuestas de mejora en la gestión de los SEC del periurbano de Tarragona

A partir de los resultados derivados de los anteriores objetivos específicos planteados, se ha podido elaborar un listado de retos y propuestas de actuación para la gestión y planificación de los SEC de la zona de estudio, que se detalla en el siguiente apartado (9.2).

9.1.2 Futuras líneas de investigación

En primer lugar, con el objetivo de continuar y complementar esta investigación, la principal línea de investigación futura que se plantea consiste en la implementación de un Sistema de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP), basado en el estudio de Palacio *et al.* (2019) y aplicado al periurbano de Tarragona. Este SIGPP ya se ha empezado a diseñar y la propuesta metodológica relacionada está disponible en el poster académico presentado en el XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía (AGE)³³ y en el anexo 3 de esta tesis. El objetivo principal de esta propuesta metodológica consiste en diseñar un SIGPP para analizar la percepción social del paisaje, los equipamientos públicos, las actividades recreativas al aire libre, los conflictos de uso público en el periurbano de Tarragona y el estado de salud percibido. De

³³ Libro de resúmenes de los trabajos del XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía. Recuperado de: https://xxviicongresodegeografia.es/wp-content/uploads/2020/07/LibroResumenesAportaciones_al_XXVIICongresodeGeografia.pdf

este modo, se diseña una encuesta en línea con preguntas de tipo espacial para conocer la realidad percibida por los usuarios de este espacio periurbano en cuestión. A partir de los resultados extraídos del SIGPP se podrá desarrollar un análisis comparativo con los resultados generados en esta tesis. Por tanto, siguiendo otros trabajos como el de Nummi (2018) o el de Depietri *et al.* (2021), se podrán contrastar los resultados obtenidos con las dos tipologías de datos de IGV: los pasivos (utilizados en la presente tesis) y los activos (que se derivarían del SIGPP). También se incluirían otras metodologías complementarias como los talleres participativos con diferentes actores del territorio, ya que estos son vitales para la comunicación, la participación y la colaboración entre las diferentes partes interesadas, con la finalidad de implementar el concepto de SE y mejorar la democratización de la naturaleza y la planificación del paisaje (Dick *et al.*, 2018; Santos Coelho *et al.*, 2019).

En segundo lugar, uno de los análisis desarrollados en esta tesis ha permitido determinar los tramos de sendero homologado más utilizados y, por tanto, los consolidados como grandes recursos de recreación deportiva al aire libre en la zona de estudio. No obstante, a partir del análisis espacial, también se han podido intuir unos ejes de alta densidad de rutas que no se asociaban a ningún recorrido o sendero oficial. Por tanto, otra futura línea de investigación que se plantea es la identificación y posterior evaluación de estos tramos de sendero potenciales o no consolidados y proponerlos para una posible homologación por parte de técnicos de senderos, en caso de que cumplan las debidas condiciones que estipula el organismo encargado de su homologación.

En tercer lugar, después de haber identificado tramos concretos de la red viaria oficial con una conflictividad potencial alta y muy alta agravada por la pendiente, con el objetivo de continuar este análisis, se plantea su

9. Conclusiones y propuestas

evaluación por parte de técnicos especialistas a través de trabajo de campo con la finalidad de verificar o desmentir la conflictividad entre diferentes usuarios.

En cuarto lugar, respecto a los resultados del cálculo del grado de afinidad de los senderos homologados con unos perfiles de usuario concretos, se pretende adaptarlos en forma de un recomendador público de senderos que funcione *online* a través de un mapa interactivo y se base en los datos introducidos por cada uno de los hipotéticos usuarios. Por un lado, la condición física o estado de forma físico, siguiendo el trabajo de Vías *et al.* (2014), se podría calcular a partir de los datos que introdujese el usuario en la plataforma (edad, sexo, peso, altura, pulsaciones en reposo, etc.), mientras que la tenencia de patologías o factores de riesgo cardiovascular lo apuntaría directamente el propio usuario. Por otro lado, el usuario reflejaría sus motivaciones e intereses (naturaleza, patrimonio cultural o solo ejercicio físico) y el tipo de actividad preferente (ciclismo o a pie).

Finalmente, se plantea la posibilidad de extender los análisis y metodologías desarrolladas en esta tesis a otras áreas periurbanas con la finalidad de contrastar resultados entre diferentes zonas de estudio de unas características similares. En este sentido, se pretende realizar un estudio semejante en el periurbano de Sines (Portugal), una zona con unas peculiaridades análogas al periurbano de Tarragona.

9.2 Propuestas y retos para la planificación

En este apartado se presentan un conjunto de retos y propuestas para la gestión y planificación de los SEC del periurbano de Tarragona. Tanto los retos (R) como las propuestas de actuación preliminares (PAP) recogidas a continuación son de carácter orientativo y están dirigidas a la administración competente en cada caso. A futuro se prevé la validación de esta batería de propuestas a partir de talleres participativos, involucrando tanto a los gestores del territorio como a las partes interesadas.

R1. Integrar en la gestión y planificación del espacio público de la zona de estudio los SEC para garantizar su sostenibilidad, tanto ambiental como social.

- **PAP1.** Evaluar y garantizar la adecuación de los espacios que concentran una cantidad significativa de fotografías, asociados a una mayor popularidad, capacidad de atracción y también una mayor confluencia de diferentes SEC.
- **PAP2.** A partir de los resultados derivados del análisis *clúster* con las fotografías categorizadas (subapartado 5.1.4 de este documento), promover la conservación activa de los SEC más populares en función de su categoría. Por ejemplo, algunos elementos del patrimonio natural o del patrimonio cultural, como las masías tradicionales, castillos, santuarios, torres, ruinas arqueológicas, acueducto romano, etc.

9. Conclusiones y propuestas

R2. Prestar especial atención a la gestión y planificación del SEC de recreación al aire libre.

- **PAP3.** Reforzar la promoción de los senderos homologados como activos de salud del periurbano de Tarragona debido a su uso constatado en el presente estudio.
- **PAP4.** Evaluar el uso real de los senderos oficiales con menor uso que se han identificado en este trabajo. En caso de verificarlos como de frecuentación baja, plantear iniciativas o actuaciones que puedan estimular su utilización.
- **PAP5.** Identificar y evaluar los posibles senderos no oficiales que presentan unos niveles significativos de rutas (correspondientes a los que interconectan algunos núcleos de población del periurbano oriental) y promover su homologación, en los casos que lo requieran.
- **PAP6.** Focalizar la atención en el conjunto de los 9 espacios con concentraciones significativas de inicio de rutas, contrastar la evaluación realizada en este estudio y mejorar la infraestructura de aquellos que lo requieran, equipándolos en función de la actividad deportiva preferente en cada caso.
- **PAP7.** Evaluar los tramos de sendero, identificados en esta investigación, con una conflictividad potencial alta y muy alta entre ciclistas y usuarios a pie. En los casos que proceda y que, por tanto, se encuentre una conflictividad real, aplicar las correspondientes medidas correctoras para mitigar el conflicto.

- **PAP8.** Estudiar el grado de conflictividad real entre usuarios de recreación deportiva al aire libre y propietarios de terrenos colindantes a senderos. En el caso de identificar y localizar espacialmente conflictos reales entre dichos colectivos, promover soluciones que garanticen un equilibrio de intereses y beneficios para ambas partes.

- **PAP9.** A partir de los resultados derivados de la evaluación de los senderos oficiales más utilizados, atender a las necesidades y carencias de cada subtramo según algunos de los aspectos evaluados: seguridad vial, señalización, presencia de elementos perturbadores, elementos de confort, seguridad física, etc. Programar campañas periódicas de evaluación del estado de estos senderos oficiales más utilizados para poder mitigar sus posibles carencias.

- **PAP10.** Aprovechando los resultados derivados de la determinación de la aptitud de los senderos homologados más utilizados con unos perfiles de usuario concretos, por un lado, diseñar itinerarios nuevos, no para la población en general, sino en función del perfil de usuario potencial que los vaya a utilizar. Estos deberán ser saludables para cada perfil de usuario y ajustados a los intereses y motivaciones de cada uno. Por otro lado, poner a disposición pública esta información para que cada persona interesada en realizar actividad física por los senderos homologados del periurbano de Tarragona conozca el grado de afinidad estimada de cada uno de ellos con su perfil concreto.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

Conclusions and proposals

Conclusions

This subsection presents the thesis conclusions. These conclusions are divided between the methodological ones and those derived from the proposed objectives and hypotheses. In addition, the possible lines of research that in the future can continue or complement this work are exposed.

Methodological conclusions:

Assuming the limitations and biases discussed in chapter 8, the methodology designed and applied proves to be valid when it comes to (1) debugging the spatial database from a VGI source; (2) identifying CES preferences by outdoor recreationists; (3) studying in-depth outdoor recreation based on the analysis of the intensity of use of recreational spaces or trails and their potential conflict; (4) evaluating the approved trails as health assets, in addition to determining their degree of affinity with established user profile typologies.

Conclusions on the hypothesis and objectives:

The hypothesis initially proposed for this thesis is the following: "VGI is a useful, valuable and quality source to study the CES, especially the CES of outdoor recreation in peri-urban spaces that, complemented with fieldwork, allows us to assess them as health assets and obtain useful information for decision-makers or planners".

After having concluded the investigation, the hypothesis is validated: through the data from a VGI source and achieving the different objectives set, it has been possible to study in detail the CES of the Tarragona peri-

urban area, in addition to generating a set of action proposals that land managers can use to adapt their policies and management or planning actions. However, the importance of always considering the limitations and biases associated with the VGI has been confirmed, trying to reduce them as much as possible and establishing the relevant data quality controls. In this line, the need to complement the VGI with other sources, such as fieldwork or participatory mapping, is evident. To fieldwork, highlight its importance in establishing the adequacy of trails as health assets for the different user profiles.

Next, the conclusions derived from the different specific objectives proposed are presented and are structured based on the objective to which they refer:

O1: To generate a passive VGI database and optimise its quality

Considering some of the limitations and biases that are directly associated with VGI, the two components of the database have been subjected to quality control that has made it possible to operationalise the subsequent analyses:

- In the case of geolocated photographs, no spatial errors could be found. However, through the ratio of photographs per user, a user with an evident overproduction (14% of the total number of shared photographs) was detected, which could bias the data set. To match his contribution to other more productive users, a random sample of his photos has been discarded, and the original data set has been reduced by 13%.
- In the case of GNSS traces, it has been possible to design and apply a method for detecting atypically long trace segments to discard

those that presented these erroneous segments in their geometry and compromised the spatial quality of the data set. Finally, after discarding 20% of the GNSS traces, a spatial database with a much higher degree of operability than the original dataset has been achieved. Unlike the set of photographs, with GNSS traces set, the problem of the user's overproduction has not been detected.

O2: To analyse the preferences of outdoor recreationists by the CES of the peri-urban area of Tarragona through geolocated photographs from VGI

The content analysis of the geolocated photographs, together with the subsequent spatial analyses, have made it possible to determine the preferences of recreational users for some CES and specific spaces in the peri-urban area of Tarragona:

- The spaces that concentrate a significant number of photographs are associated with greater popularity and attractiveness and a more significant confluence of different CES. These spaces in the study area are: (1) the eco-historical park of Pont del Diable, (2) the Roman quarry of Mèdol, (3) the coastal strip of the protected natural area of Bosc de la Marquesa, (4) the riverside and mouth of the river Gaià and (5) the historic centre of Tarragona. Three of this set of spaces are linked to locations with a vital component of cultural heritage, and the other two correspond to natural spaces of great ecological and aesthetic value.
- From the point of view of management, it is crucial to identify those spaces where the confluence of different categories of CES occurs. These spaces are the ones that suffer the most extraordinary pressure, are more likely to present conflicts between users who carry out different activities, require a more

remarkable dedication of resources, and a greater amount of information must be offered for its correct use.

- Although peri-urban areas are usually presented as degraded, interstitial, and fragmented spaces where different activities come into conflict, the CES preferred by outdoor recreationists in the peri-urban area of Tarragona correspond mainly to the aesthetics and appreciation of the landscape, with the close 80% of associated photographs, highlighting the category of the natural landscape (52.92%).
- It is evident that the peri-urban areas of cities provide CES from which recreation, sports or socialisation activities are developed. Nevertheless, this territory is not homogeneous and important differences have been observed. These differences derived mainly from coastline proximity (a quarter of the photographs have been taken in the first 250m from the sea) and from the presence of relevant architectural and cultural heritage (10% of images are associated with this category, although in locations with the presence of heritage elements this value increases considerably).
- Regarding the type of outdoor recreational or sports activity, hikers are the ones who have shared a more significant number of photographs (70.39%). Also, the CES category preferred by walking and biking recreationists is "Natural Landscape", while skaters or those using motorised recreation photograph more of the urban landscape. In this way, it seems sensible to deduce that the design of itineraries through natural landscapes or the enhancement of existing ones would encourage physical exercise by the population.

O3: To study outdoor sports recreation in the peri-urban of Tarragona based on GNSS traces from VGI

Based on the analysis derived from both the geometric/spatial and thematic attributes of the GNSS traces, specific spaces or axes have been characterised according to the intensity of use by outdoor recreation users, in addition to modelling the recreational conflict:

- There are three axes or spaces that concentrate a high density of GNSS traces (HH cluster cells): (1) the circular axis that surrounds the outskirts of the urban centre of Reus, (2) another circular axis around the city of Tarragona (composed of the segment of the Francolí riverside, connected to the area of the Pont del Diable Eco-historical Park, in addition to the section corresponding to the Camino del Llorito and the coastal section of the city itself) and (3) the peri-urban space of the northeast of Tarragona, made up of a series of scattered axes that interconnect the municipalities of this territory and their population centres (including the section along the banks of the River Gaià).
- A third of the HH cluster cells overlap with some approved trails in the study area, for which it is concluded that these trails are one of the most relevant and used resources for outdoor sports recreation in the peri-urban area of Tarragona. In addition, official trails on the outskirts of Tarragona city, such as the Anella Verda for its interior section, the GR-172 section (Camino del Llorito to the Gaià reservoir) or the PR-C15, are associated with a more significant attraction capacity since the intensity of use in these sections is also greater. On the contrary, in the peri-urban space between Reus and Tarragona, some approved trail sections

present a much lower intensity of use, even though the popular neighbourhoods of the city of Tarragona extend in that direction.

- According to the results, the preferred activity for outdoor sports recreation users in this study area is cycling since more than half of the shared GNSS traces had been done by bicycle. However, activities carried out on foot (hiking and running) also represent a significant proportion of the total and, together with cycling, account for 95% of shared routes.
- Regarding the spatial analysis of the routes according to the three predominant sports activities, cycling is the one that extends and spreads the most throughout the territory, although it has higher densities in the north-eastern peri-urban area compared to the urban centre of Tarragona. On the other hand, the hiking routes are concentrated in the urban fabric of the two main cities (in addition to the La Mora urbanisation and its surroundings) and extend through the closest outskirts of said cities, this being the area preferred by runners.
- A large part of the nine spaces identified with a high concentration of GNSS trace starting points is associated with parking areas. These spaces, in some cases, also provide direct access to some of the primary resources of cultural and natural interest in the study area, highlighting the parking lot of the Eco-historical Park of Pont del Diable, the space near the Roman quarry of Mèdol or the parking area of La Mora beach, which is close to the Bosc de la Marquesa natural area. For this reason, there is evidence of mobility or displacement before the start of the sports routes, indeed with a predominance of private vehicles. It should also be

noted that most of these spaces are adjacent to one of the approved trails in the study area, and their use is corroborated through Kernel density analysis. After evaluating these nine spaces, also considered suitable for hosting outdoor recreation facilities, it is concluded that each space has different potentialities and deficiencies that must be addressed in a personalised way and with more attention in future management and planning processes of outdoor recreation in the peri-urban area of Tarragona.

- Based on the spatial analysis of the potential conflict between cyclists and users on foot (hiking and running), 54 trail sections with high or very high potential conflict were identified. Territorially contextualised, about half of these are located in the surroundings of the Roman aqueduct of Pont del Diable, and they are also the ones with the most significant total length (52.72%). The Camino del Llorito also represents an essential part of these sections (22.22%), followed by the axis of the banks of the Francolí River (11.11%). This effort to identify and characterise the sections with the greatest potential conflict between different users allows the competent administration to propose individualised studies on their actual level of conflict and, if considered pertinent, promote future improvement interventions.
- Regarding the potential conflict between outdoor recreationists and landowners attached to trails, these, and particularly the interurban ones, present a more significant proportion of accumulated distance of routes, both cycling (50.23%) and on foot (38.06%), for which it is presumed a high probability that users use private trails, originating conflicts with the owners. In addition, as an indicator of the potential conflict between recreationists and

owners, it has been estimated that 30% of the total accumulated distance of GNSS traces (adding cycle routes and on foot) passes "off the track or trail". In this line, highlight some agroforestry areas such as the surroundings of the Pont del Diable or the Bosc de la Marquesa, including some other particular examples such as the private golf course located near the roman quarry of Mèdol.

- About the analysis of the actual conflict in outdoor recreation, the number of reported conflicts, both between different types of users and between users and owners, has not been very significant. However, this is not an entirely reliable indicator due to bias related to the VGI platform. Regarding the conflict between users and owners, of the users who reported the presence of impediments to passage, more than a half admit having passed them without heeding them. In addition, users who have claimed to experiment conflicts with owners primarily reflect unfriendly attitudes by the owners during the interaction. All this may reveal a certain degree of conflict between users and owners, a fact that should be addressed in other studies to try to mitigate it in case of identifying and spatialising this type of conflict.

O4: To evaluate approved trails as health assets based on fieldwork carried out on them

The spatial analysis of the GNSS traces has made it possible to identify the most frequented sections of the approved trails. These trail sections have been evaluated as health assets based on fieldwork and GIS, diagnosing their potential and shortcomings based on a battery of specific indicators and sub-indicators. In addition, taking advantage of this

evaluation, it has been possible to model the degree of affinity of each trail subsection with specific user profiles:

- After evaluating the approved trails as health assets for the population, it is concluded that each of the analysed sub-sections presents certain potentialities or deficiencies based on the indicators collected. Consequently, the derived results represent information of great value for the policies and management actions of these official trails that act as great resources for outdoor recreation in the peri-urban area of Tarragona.
- Regarding the affinity level calculated for the approved trail subsections, the receiver of these results can know the percentage of affinity of each subsection based on their profile (according to their physical condition and their interests by CES). Therefore, a catalogue of maps has been generated that allows knowing the sub-sections of the approved trail in which the sports recreation experience will be, on the one hand, more or less healthy and, on the other hand, of greater or lesser interest for the potential user.

O5: To develop improvement proposals for CES management in the peri-urban area of Tarragona

Based on the results derived from the previous specific objectives set, it has been possible to draw up a list of challenges and action proposals for the management and planning of the CES in the study area, detailed in the following section.

Future lines of research

In the first place, intending to continue and complement this research, the main line of future research proposed consists of implementing a Public Participation Geographic Information System (PPGIS), based on the study by Palacio *et al.* (2019) and applied to the peri-urban area of Tarragona. This PPGIS has already begun to be designed, and the related methodological proposal is available in the academic poster presented at the XXVII Congress of the Spanish Geography Association (AGE) and in Annex 3 of this thesis. The main objective of this methodological proposal is to design a PPGIS to analyse the social perception of the landscape, public facilities, outdoor recreational activities, conflicts of public use in the peri-urban area of Tarragona and the perceived state of health. In this way, an online survey with spatial questions is designed to know the reality perceived by the users of this peri-urban space. From the results extracted from the PPGIS, a comparative analysis can be developed with the results generated in this thesis. Therefore, following other works such as that of Nummi (2018) or that of Depietri *et al.* (2021), it will be possible to compare the results obtained with the two types of VGI data: passive (used in this thesis) and active (which would be derived from the PPGIS). Other complementary methodologies would also be included, such as participatory workshops with different stakeholders in the territory. These are vital for communication, participation and collaboration between the different stakeholders to implement the SE concept and improve the democratisation of nature and landscape planning (Dick *et al.*, 2018; Santos Coelho *et al.*, 2019).

Secondly, one of the analyses developed in this thesis has made it possible to determine the most used approved trail sections and, therefore, those consolidated as great outdoor sports recreation resources in the study

area. However, from the spatial analysis, it has also been possible to intuit some axes with a high density of routes that were not associated with any official route or trail. Therefore, another future line of research that arises is the identification and subsequent evaluation of these potential or unconsolidated trail sections and propose them for possible approval by trail technicians if they meet the proper conditions stipulated in the entity responsible for its approval.

Thirdly, after identifying specific sections of the official road network with a high and very high potential conflict aggravated by the slope, to continue this analysis, its evaluation by specialist technicians is proposed through fieldwork to verify or deny the conflict between different users.

Fourthly, regarding calculating the affinity degree of the approved trails with specific user profiles, it is intended to adapt them to a public trail recommender that works online through an interactive map and is based on the data entered by each of the hypothetical users. On the one hand, physical condition or physical fitness, following the work of Vías *et al.* (2014), could be calculated from the data entered by the user on the platform (age, gender, weight, height, heart rate at rest, etc.), while having pathologies or cardiovascular risk factors would indicate it directly the user himself. On the other hand, the user would reflect his motivations and interests (nature, cultural heritage, or just physical exercise) and the preferred type of activity (cycling or walking).

Finally, the possibility of extending the analyses and methodologies developed in this thesis to other peri-urban areas is raised to compare results between different study areas with similar characteristics. In this sense, it is intended to carry out a similar study in the peri-urban area of

Sines (Portugal), an area with similar peculiarities to the peri-urban area of Tarragona.

Proposals and challenges for planning

This section presents challenges and proposals for CES management and planning in the Tarragona peri-urban area. Both the challenges (CH) and the preliminary action proposals (PAP) listed below are indicative in nature and are addressed to the competent administration in each case. In the future, the validation of this battery of proposals is planned from participatory workshops involving both the territory's managers and stakeholders.

CH1. To integrate the CES in the management and planning of public space in the study area to guarantee its sustainability, both environmental and social.

- **PAP1.** To evaluate and guarantee the adequacy of the spaces that concentrate a significant number of photographs, associated with more incredible popularity, attractiveness and a more extraordinary confluence of different CES.

- **PAP2.** Based on the results derived from the cluster analysis with the categorised photographs (subsection 5.1.4 of this document), to promote the active conservation of the most popular CES based on their category. For example, some natural or cultural heritage elements, such as traditional farmhouses, castles, sanctuaries, towers, archaeological ruins, etc.

CH2. To pay special attention to the management and planning of the CES of outdoor recreation.

- **PAP3.** To strengthen the promotion of approved trails as health assets in the peri-urban area of Tarragona due to their use verified in this study.

- **PAP4.** To evaluate the actual use of the official trails with less use that have been identified in this work. In case of verifying them as low frequentation, propose initiatives or actions that can stimulate their use.

- **PAP5.** To identify and evaluate the possible unofficial trails that present significant levels of GNSS traces (corresponding to those that interconnect some population centres in the eastern part of the study area) and promote their approval in the cases that require it.

- **PAP6.** To focus attention on the set of 9 spaces with significant concentrations of route starts, contrasting the evaluation carried out in this study and improving the infrastructure of those that require it (equipping them according to the preferred sporting activity in each case).

- **PAP7.** To evaluate the sections of trail identified in this research with high and very high potential conflict between cyclists and users on foot. In the cases that proceed and an actual conflict is found, apply the corresponding corrective measures to mitigate the conflict.

- **PAP8.** To study the actual conflict between outdoor recreationists and landowners adjoining trails. In the case of identifying and

spatially locating actual conflicts between these groups, promote solutions that guarantee a balance of interests and benefits for both parties.

- **PAP9.** Based on the results derived from the evaluation of the most used official trails, attend to the needs and deficiencies of each trail subsection according to some of the aspects evaluated: road safety, signage, presence of disturbing elements, comfort elements, physical security, etc. To program periodic campaigns to assess the state of these most used approved trails to mitigate their possible shortcomings.

- **PAP10.** Taking advantage of the results derived from determining the suitability of the most used approved trails with specific user profiles, on the one hand, to design new itineraries, not for the general population, but based on the profile of the potential user who is going to use them. These must be healthy for each user profile and adjusted to the interests and motivations of each one. On the other hand, to make this information available to the public so that each person interested in carrying out physical activity on the approved trails in the peri-urban area of Tarragona knows the estimated degree of affinity of each of them with their specific profile.

Referencias bibliográficas

- Alivand, M., & Hochmair, H. (2017). Spatiotemporal analysis of photo contribution patterns to Panoramio and Flickr. *Cartography and Geographic Information Science*, 44(2), 170–184. <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1211489>
- Alivand, M., & Hochmair, H. (2013). *Extracting scenic routes from VGI data sources*. 23–30. <https://doi.org/10.1145/2534732.2534743>
- Amirinejad, G., Donehue, P., & Baker, D. (2018). Ambiguity at the peri-urban interface in Australia. *Land Use Policy*, 78, 472–480. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.022>
- Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., McPhearson, T., Haase, D., Kronenberg, J., Barton, D. N., Davis, M., Naumann, S., Röschel, L., & Baró, F. (2019). Enabling Green and Blue Infrastructure to Improve Contributions to Human Well-Being and Equity in Urban Systems. *BioScience*, 69(7), 566–574. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz058>
- Ariza-López, F. J., Rodríguez-Avi, J., & Reinoso-Gordo, J. F. (2014). *An approximation to outliers in GNSS traces*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84982196634&partnerID=40&md5=3eae65b3755caf731762193f36a4976a>
- Arnberger, A., & Eder, R. (2008). Assessing user interactions on shared recreational trails by long-term video monitoring. *Managing Leisure*, 13(1), 36–51. <https://doi.org/10.1080/13606710701751385>
- Arslan, E. S., & Örüçü, Ö. K. (2021). MaxEnt modelling of the potential distribution areas of cultural ecosystem services using social media data and GIS. *Environment, Development and Sustainability*, 23(2), 2655–2667. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00692-3>
- Artigues, G., Mateo, S., Ramos, M., & Cabeza, E. (2020). Validation of the urban walkability perception questionnaire (Uwpq) in the Balearic Islands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186631>

- Àvila Callau, A., Pérez-Albert, Y., & Serrano Giné, D. (2020). Quality of GNSS Traces from VGI: A Data Cleaning Method Based on Activity Type and User Experience. In *ISPRS International Journal of Geo-Information* (Vol. 9, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/ijgi9120727>
- Àvila Callau, A., Pérez Albert, M. Y., Jurado Rota, J., & Serrano Giné, D. (2019). Landscape characterization using photographs from crowdsourced platforms: Content analysis of social media photographs. *Open Geosciences*, 11(1), 558–571. <https://doi.org/10.1515/geo-2019-0046>
- Bahrehdar, A. R., & Purves, R. S. (2018). Description and characterization of place properties using topic modeling on georeferenced tags. *Geo-Spatial Information Science*, 21(3), 173–184. <https://doi.org/10.1080/10095020.2018.1493238>
- Barros, C., Gutiérrez, J., & García-Palomares, J. (2022). Geotagged data from social media in visitor monitoring of protected areas; a scoping review. *Current Issues in Tourism*, 25(9), 1399–1415. <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1931053>
- Barros, C., Moya-Gómez, B., & García-Palomares, J. C. (2019). Identifying temporal patterns of visitors to national parks through geotagged photographs. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/su11246983>
- Barros, C., Moya-Gómez, B., & Gutiérrez, J. (2019). Using geotagged photographs and GPS tracks from social networks to analyse visitor behaviour in national parks. *Current Issues in Tourism*. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1619674>
- Barton, J., & Pretty, J. (2010). What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health- A multi-study analysis. *Environmental Science and Technology*, 44(10), 3947–3955. <https://doi.org/10.1021/es903183r>
- Barton, J., & Pretty, J. (2013). The beneficial effects of green exercise on health. In *Forest Medicine* (pp. 201–219). Nova Science Publishers, Inc. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84895235961&partnerID=40&md5=71648392399bc09dbddad842236073f>
- Beeton, S. (2006). Sustainable tourism in practice: Trails and tourism. Critical management issues of multi-use trails. *Tourism and Hospitality, Planning and Development*, 3(1), 47–64. <https://doi.org/10.1080/14790530600727227>

- Bergman, C., & Oksanen, J. (2016). Conflation of OpenStreetMap and Mobile Sports Tracking Data for Automatic Bicycle Routing. *Transactions in GIS*, 20(6), 848–868. <https://doi.org/10.1111/tgis.12192>
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information Communication and Society*, 15(5), 662–679. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878>
- Breitenstein, D., & Ewert, A. (1990). Health benefits of outdoor recreation: Implications for health education. *Health Education*, 21(1), 16–21. <https://doi.org/10.1080/00970050.1990.10616165>
- Brown, G., & Fagerholm, N. (2015). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services*, 13, 119–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Brown, G., Montag, J. M., & Lyon, K. (2012). Public Participation GIS: A Method for Identifying Ecosystem Services. *Society and Natural Resources*, 25(7), 633–651. <https://doi.org/10.1080/08941920.2011.621511>
- Brownson, R. C., Housemann, R. A., Brown, D. R., Jackson-Thompson, J., King, A. C., Malone, B. R., & Sallis, J. F. (2000). Promoting physical activity in rural communities: Walking trail access, use, and effects. *American Journal of Preventive Medicine*, 18(3), 235–241. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(99\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(99)00165-8)
- Bubalo, M., van Zanten, B. T., & Verburg, P. H. (2019). Crowdsourcing geo-information on landscape perceptions and preferences: A review. *Landscape and Urban Planning*, 184, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.01.001>
- Bury, R. L., Holland, S. M., & McEwen, D. N. (1983). Analyzing recreational conflict. *Journal of Soil & Water Conservation*, 38(5), 401–403. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0021021494&partnerID=40&md5=abe73b8fd10c7a1edf7aa5bb52985747>

- Calogiuri, G., & Elliott, L. R. (2017). Why do people exercise in natural environments? Norwegian adults' motives for nature-, gym-, and sports-based exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph14040377>
- Campelo, M. B., & Nogueira Mendes, R. M. (2016). Comparing webshare services to assess mountain bike use in protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.08.001>
- Carothers, P., Vaske, J. J., & Donnelly, M. P. (2001). Social values versus interpersonal conflict among hikers and mountain bikers. *Leisure Sciences*, 23(1), 47–61. <https://doi.org/10.1080/01490400150502243>
- Cessford, G. (2003). Perception and reality of conflict: Walkers and mountain bikes on the Queen Charlotte Track in New Zealand. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 310–316. <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00062>
- Chen, T., Makara, D., Sean, C., McGinleya, S., & Cheng, J. (2020). Analysis of cultural ecosystem services and heritage tourism based on social media: Virtual learning on tourism information management. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 9(1), 1–10. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078291262&partnerID=40&md5=c329643b270a61987a516a302c7d2b45>
- Chen, X., de Vries, S., Assmuth, T., Dick, J., Hermans, T., Hertel, O., Jensen, A., Jones, L., Kabisch, S., Lanki, T., Lehmann, I., Maskell, L., Norton, L., & Reis, S. (2019). Research challenges for cultural ecosystem services and public health in (peri-)urban environments. *Science of the Total Environment*, 651, 2118–2129. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.030>
- Clemente, P., Calvache, M., Antunes, P., Santos, R., Cerdeira, J. O., & Martins, M. J. (2019). Combining social media photographs and species distribution models to map cultural ecosystem services: The case of a Natural Park in Portugal. *Ecological Indicators*, 96, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.043>
- Corning, S. E., Mowatt, R. A., & Chancellor, H. C. (2012). Multiuse trails: Benefits and concerns of residents and property owners. *Journal of Urban Planning and Development*, 138(4), 277–285. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000124](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000124)

- Crow, T., Brown, T., & De Young, R. (2006). The Riverside and Berwyn experience: Contrasts in landscape structure, perceptions of the urban landscape, and their effects on people. *Landscape and Urban Planning*, 75(3–4), 282–299. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.04.002>
- Depietri, Y., Ghermandi, A., Campisi-Pinto, S., & Orenstein, D. E. (2021). Public participation GIS versus geolocated social media data to assess urban cultural ecosystem services: Instances of complementarity. *Ecosystem Services*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101277>
- Dick, J., Turkelboom, F., Woods, H., Iniesta-Arandia, I., Primmer, E., Saarela, S.-R., Bezák, P., Mederly, P., Leone, M., Verheyden, W., Kelemen, E., Hauck, J., Andrews, C., Antunes, P., Aszalós, R., Baró, F., Barton, D. N., Berry, P., Bugter, R., ... Zulian, G. (2018). Stakeholders' perspectives on the operationalisation of the ecosystem service concept: Results from 27 case studies. *Ecosystem Services*, 29, 552–565. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.015>
- Donaire, J. A., Camprubí, R., & Galí, N. (2014). Tourist clusters from Flickr travel photography. *Tourism Management Perspectives*, 11, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.02.003>
- Dunford, R., Harrison, P., Smith, A., Dick, J., Barton, D. N., Martin-Lopez, B., Kelemen, E., Jacobs, S., Saarikoski, H., Turkelboom, F., Verheyden, W., Hauck, J., Antunes, P., Aszalós, R., Badea, O., Baró, F., Berry, P., Carvalho, L., Conte, G., ... Yli-Pelkonen, V. (2018). Integrating methods for ecosystem service assessment: Experiences from real world situations. *Ecosystem Services*, 29, 499–514. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.014>
- Elwood, S., Goodchild, M. F., & Sui, D. Z. (2012). Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(3), 571–590. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.595657>
- Evenson, K. R., Herring, A. H., & Huston, S. L. (2005). Evaluating change in physical activity with the building of a multi-use trail. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2 SUPPL. 2), 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.020>
- Fagerholm, N., Käyhkö, N., Ndumbaro, F., & Khamis, M. (2012). Community stakeholders' knowledge in landscape assessments - Mapping indicators for landscape services. *Ecological Indicators*, 18, 421–433. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.004>

- Fagerholm, N., Torralba, M., Moreno, G., Girardello, M., Herzog, F., Aviron, S., Burgess, P., Crous-Duran, J., Ferreira-Domínguez, N., Graves, A., Hartel, T., Măcicăsan, V., Kay, S., Pantera, A., Varga, A., & Plieninger, T. (2019). Cross-site analysis of perceived ecosystem service benefits in multifunctional landscapes. *Global Environmental Change*, 56, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.04.002>
- Farías-Torbidoni, E. I., Mas-Alòs, S., Gil-Moreno-de-Mora, G., Lavega-Burgués, P., Castañer, M., Lorente-Catalán, E., Seguí-Urbaneja, J., & Lacasa-Claver, E. (2020). Health and Well-Being in Protected Natural Areas—Visitors' Satisfaction in Three Different Protected Natural Area Categories in Catalonia, Spain. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 18). <https://doi.org/10.3390/ijerph17186746>
- Farías Torbidoni, E. I., Grau, R., & Camps, A. (2005). Trail preferences and visitor characteristics in Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National park, Spain. *Mountain Research and Development*, 25(1), 51–59.
- Farías Torbidoni, E. I., & Sallent i Bonaventura, O. (2009). El impacto ambiental de las actividades físico-deportivas en el medio natural. El caso de la práctica del Mountain Bike o bicicleta todo terreno (The environmental impact of physical and sporting activities in the natural environment. The case of Mountain. *Retos*, 16(0 SE-Divulgación y/o experiencias didácticas empíricas. Intercambio de propuestas y experiencias desarrolladas e investigadas), 31–35. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i16.34970>
- Flanagin, A. J., & Metzger, M. J. (2008). The credibility of volunteered geographic information. *GeoJournal*, 72(3–4), 137–148. <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9188-y>
- García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., & Mínguez, C. (2015). Identification of tourist hot spots based on social networks: A comparative analysis of European metropolises using photo-sharing services and GIS. *Applied Geography*, 63, 408–417. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.08.002>
- Ghermandi, A., Camacho-Valdez, V., & Trejo-Espinosa, H. (2020). Social media-based analysis of cultural ecosystem services and heritage tourism in a coastal region of Mexico. *Tourism Management*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.104002>

- Ghermandi, A., Sinclair, M., Fichtman, E., & Gish, M. (2020). Novel insights on intensity and typology of direct human-nature interactions in protected areas through passive crowdsourcing. *Global Environmental Change*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102189>
- Gil de la Vega, P., Ariza-López, F. J., & Mozas-Calvache, A. T. (2016). Problemas que presentan las trazas GNSS procedentes de VGI. *Geofocus*, 17, 161–184.
- Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiaman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., Lange, A., & Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2 SUPPL. 2), 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.018>
- Gliozzo, G., Pettorelli, N., & Muki Haklay, M. (2016). Using crowdsourced imagery to detect cultural ecosystem services: A case study in South Wales, UK. *Ecology and Society*, 21(3). <https://doi.org/10.5751/ES-08436-210306>
- Gonçalves, J., Gomes, M. C., Ezequiel, S., Moreira, F., & Loupa-Ramos, I. (2017). Differentiating peri-urban areas: A transdisciplinary approach towards a typology. *Land Use Policy*, 63, 331–341. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.041>
- González Echeverría, R. (2000). *La fotografía elemento para el análisis y la simulación del paisaje forestal*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Goodchild, M. F., & Li, L. (2012). Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics*, 1, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2012.03.002>
- Gosal, A. S., Geijzendorffer, I. R., Václavík, T., Poulin, B., & Ziv, G. (2019). Using social media, machine learning and natural language processing to map multiple recreational beneficiaries. *Ecosystem Services*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100958>
- Gosal, A. S., & Ziv, G. (2020). Landscape aesthetics: Spatial modelling and mapping using social media images and machine learning. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106638>

- Griffin, G. P., & Jiao, J. (2015). Crowdsourcing bicycle volumes: Exploring the role of volunteered geographic information and established monitoring methods. *URISA Journal*, 27(1), 57–67. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84950283549&partnerID=40&md5=17a12c4700c4d003044fb0f0f01186c4>
- Guerrero, P., Møller, M. S., Olafsson, A. S., & Snizek, B. (2016). Revealing cultural ecosystem services through instagram images: The potential of social media volunteered geographic information for urban green infrastructure planning and governance. *Urban Planning*, 1(2), 1–17. <https://doi.org/10.17645/up.v1i2.609>
- Gustafson, A., McGladrey, M., Stephenson, T., Kurzynske, J., Mullins, J., Peritore, N., Cardarelli, K., & Vail, A. (2019). Community-wide efforts to improve the consumer food environment and physical activity resources in rural Kentucky. *Preventing Chronic Disease*, 16(1). <https://doi.org/10.5888/pcd16.180322>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*, 1, 110–139.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4*, . December 2012.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): A policy brief. *One Ecosystem*, 3. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108>
- Havinga, I., Bogaart, P. W., Hein, L., & Tuia, D. (2020). Defining and spatially modelling cultural ecosystem services using crowdsourced data. *Ecosystem Services*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101091>
- Hernán, M., Morgan, A., & Mena, A. L. (2010). *Formación en salutogénesis y activos para la salud*. Escuela Andaluza de Salud Pública.
- Hill, E., & Gómez, E. (2020). Perceived health outcomes of mountain bikers: A national demographic inquiry. *Journal of Park and Recreation Administration*, 38(2), 1–16. <https://doi.org/10.18666/JPRA-2019-9492>
- Hu, Y., Manikonda, L., & Kambhampati, S. (2014). *What we instagram: A first analysis of instagram photo content and user types*. 595–598. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84909957897&partnerID=40&md5=0e9dd5dc1296f5bc45cb2915a1a30d11>

- Iaquinta, D. L., & Drescher, A. W. (2000). Defining the peri-urban: Rural-urban linkages and institutional connections . *Land Reform, Land Settlement and Cooperatives*, 2, 8–27.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034583506&partnerID=40&md5=f136c8f8edb95c626992057f69b91ec0>
- ISPAH. (2016). *Declaración de Bangkok sobre la actividad física para la salud mundial y el desarrollo sostenible*.
- Ivanovic, S. S., Olteanu-Raimond, A.-M., Mustière, S., & Devogele, T. (2019). A filtering-based approach for improving crowdsourced GNSS traces in a data update context. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9).
<https://doi.org/10.3390/ijgi8090380>
- Ivanović, S. S., Raimond, A.-M. O., Mustière, S., & Devogele, T. (2016). *Detection of outliers in crowdsourced GPS traces* (B. J.-S., G. D., & J. D. (eds.); pp. 130–135). International Spatial Accuracy Research Association (ISARA).
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991325477&partnerID=40&md5=f17cd191c3cab39fe3100c07d67a9a05>
- Jacob, G. R., & Schreyer, R. (1980). Conflict in outdoor recreation. A theoretical perspective. *Journal of Leisure Research*, 12(4), 368–380.
<https://doi.org/10.1080/00222216.1980.11969462>
- Jácome-Galarza, L.-R., Realpe-Robalino, M.-A., Chamba-Eras, L.-A., Viñán-Ludeña, M.-S., & Sinche-Freire, J.-F. (2020). *Computer Vision for Image Understanding: A Comprehensive Review* (B.-T. M., L.-A. J., D. C. A., & M. D. P. (eds.); Vol. 1066, pp. 248–259). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-32022-5_24
- Jurado Rota, J., Pérez Albert, M. Y., & Serrano Giné, D. (2019). Visitor monitoring in protected areas: an approach to Natura 2000 sites using Volunteered Geographic Information (VGI). *Geografisk Tidsskrift - Danish Journal of Geography*, 119(1), 69–83.
<https://doi.org/10.1080/00167223.2019.1573409>
- Karasov, O, Vieira, A. A. B., Külvik, M., & Chervanyov, I. (2020). Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data. *Ecological Indicators*, 111.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105973>

- Karasov, Oleksandr, Heremans, S., Külvik, M., Domnich, A., & Chervanyov, I. (2020). On How Crowdsourced Data and Landscape Organisation Metrics Can Facilitate the Mapping of Cultural Ecosystem Services: An Estonian Case Study. In *Land* (Vol. 9, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/land9050158>
- Keith, S. J., Larson, L. R., Shafer, C. S., Hallo, J. C., & Fernandez, M. (2018). Greenway use and preferences in diverse urban communities: Implications for trail design and management. *Landscape and Urban Planning*, 172, 47–59. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.12.007>
- Kerr, J., Marshall, S., Godbole, S., Neukam, S., Crist, K., Wasilenko, K., Golshan, S., & Buchner, D. (2012). The relationship between outdoor activity and health in older adults using GPS. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(12), 4615–4625. <https://doi.org/10.3390/ijerph9124615>
- Koemle, D. B. A., & Morawetz, U. B. (2016). Improving mountain bike trails in Austria: An assessment of trail preferences and benefits from trail features using choice experiments. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.04.003>
- Komossa, F., van der Zanden, E. H., & Verburg, P. H. (2019). Characterizing outdoor recreation user groups: A typology of peri-urban recreationists in the Kromme Rijn area, the Netherlands. *Land Use Policy*, 80, 246–258. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.017>
- Komossa, F., Wartmann, F. M., Kienast, F., & Verburg, P. H. (2020). Comparing outdoor recreation preferences in peri-urban landscapes using different data gathering methods. *Landscape and Urban Planning*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103796>
- Kronsted Lund, L., Gurholt, K. P., & Dykes, N. (2020). The vitalizing sea: embodiment and wellbeing on a sea-kayak journey. *Annals of Leisure Research*. <https://doi.org/10.1080/11745398.2020.1836663>
- Langemeyer, J., Calcagni, F., & Baró, F. (2018). Mapping the intangible: Using geolocated social media data to examine landscape aesthetics. *Land Use Policy*, 77, 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.049>
- Lee, H., Seo, B., Koellner, T., & Lautenbach, S. (2019). Mapping cultural ecosystem services 2.0 – Potential and shortcomings from unlabeled crowd sourced images. *Ecological Indicators*, 96, 505–515. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.035>

- Lee, I.-M., & Buchner, D. M. (2008). The importance of walking to public health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(7 SUPPL.1), S512–S518. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c65d0>
- Li, H., Zhang, X., Bi, S., Cao, Y., & Zhang, G. (2022). Psychological benefits of green exercise in wild or urban greenspaces: A meta-analysis of controlled trials. *Urban Forestry and Urban Greening*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127458>
- Lieskovský, J., Rusňák, T., Klimantová, A., Izsóf, M., & Gašparovičová, P. (2017). Appreciation of landscape aesthetic values in Slovakia assessed by social media photographs. *Open Geosciences*, 9(1), 593–599. <https://doi.org/10.1515/geo-2017-0044>
- Llanos-Paez, O., & Acuña, V. (2022). Analysis of the socio-ecological drivers of the recreational use of temporary streams and rivers. *Science of the Total Environment*, 807. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150805>
- Logan, J. R., & Molotch, H. (2015). La ciudad como máquina de crecimiento. *El Mercado Contra La Ciudad: Sobre Globalización, Gentrificación y Políticas Urbanas*, 157–210.
- Lucarno, G., Rizzo, R. G., & Scaratti, G. P. (2015). Is there a link between landscape degradation and the construction of large-scale infrastructures? case studies along the Milan-Brescia railway line, part of the 5th trans-european corridor. *Landscape as Mediator, Landscape as Commons*, 12.
- Mann, C., & Absher, J. (2008). Recreation conflict potential and management implications in the northern/central Black Forest Nature Park. *Journal of Environmental Planning and Management*, 51(3), 363–380. <https://doi.org/10.1080/09640560801979527>
- Martí, P., Serrano-Estrada, L., & Nolasco-Cirugeda, A. (2019). Social Media data: Challenges, opportunities and limitations in urban studies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 74, 161–174. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.11.001>
- Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., Del Amo, D. G., Gómez-Baggethun, E., Oteros-Rozas, E., Palacios-Agundez, I., Willaarts, B., González, J. A., Santos-Martín, F., Onaindia, M., López-Santiago, C., & Montes, C. (2012). Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. *PLoS ONE*, 7(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038970>

- MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being* (Vol. 5). Island Press Washington, DC.
- Mooney, P., Minghini, M., Laakso, M., Antoniou, V., Olteanu-Raimond, A.-M., & Skopeliti, A. (2016). Towards a protocol for the collection of VGI vector data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(11). <https://doi.org/10.3390/ijgi5110217>
- Moore, R. L. (1994). *Conflicts on multiple-use trails: Synthesis of the literature and state of the practice*. Federal Highway Administration.
- Moore, S. A., Brown, G., Kobryn, H., & Strickland-Munro, J. (2017). Identifying conflict potential in a coastal and marine environment using participatory mapping. *Journal of Environmental Management*, 197, 706–718. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.026>
- Moreno-Llorca, R., F. Méndez, P., Ros-Candeira, A., Alcaraz-Segura, D., Santamaría, L., Ramos-Ridao, Á. F., Revilla, E., Bonet-García, F. J., & Vaz, A. S. (2020). Evaluating tourist profiles and nature-based experiences in Biosphere Reserves using Flickr: Matches and mismatches between online social surveys and photo content analysis. *Science of the Total Environment*, 737. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140067>
- Muñoz, F. (2008). *Urbanización: paisajes comunes, lugares globales* (Issue Sirsi) i9788425218736).
- Neff, L. J., Ainsworth, B. E., Wheeler, F. C., Krumwiede, S. E., & Trepal, A. J. (2000). Assessment of trail use in a community park. *Family and Community Health*, 23(3), 76–84. <https://doi.org/10.1097/00003727-200010000-00008>
- Neumann, P., & Mason, C. W. (2019). Managing land use conflict among recreational trail users: A sustainability study of cross-country skiers and fat bikers. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.04.002>
- Norman, J., Annerstedt, M., Boman, M., & Mattsson, L. (2010). Influence of outdoor recreation on self-rated human health: Comparing three categories of Swedish recreationists. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(3), 234–244. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.485999>
- Norman, P., & Pickering, C. M. (2017). Using volunteered geographic information to assess park visitation: Comparing three on-line platforms. *Applied Geography*, 89, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.11.001>

- Norman, P., & Pickering, C. M. (2019). Factors influencing park popularity for mountain bikers, walkers and runners as indicated by social media route data. *Journal of Environmental Management*, 249. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109413>
- Norman, P., Pickering, C. M., & Castley, G. (2019). What can volunteered geographic information tell us about the different ways mountain bikers, runners and walkers use urban reserves? *Landscape and Urban Planning*, 185, 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.015>
- Nummi, P. (2018). Crowdsourcing local knowledge with PPGIS and social media for urban planning to reveal intangible cultural heritage. *Urban Planning*, 3(1), 100–115. <https://doi.org/10.17645/up.v3i1.1266>
- O'Brien, L., De Vreese, R., Kern, M., Sievänen, T., Stojanova, B., & Atmiş, E. (2017). Cultural ecosystem benefits of urban and peri-urban green infrastructure across different European countries. *Urban Forestry and Urban Greening*, 24, 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.002>
- O'Brien, L., Morris, J., & Stewart, A. (2014). Engaging with peri-urban woodlands in England: The contribution to people's health and well-being and implications for future management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6), 6171–6192. <https://doi.org/10.3390/ijerph110606171>
- Observatori del Paisatge. (2010). *Catàleg de paisatge del Camp de Tarragona*. http://www.catpaisatge.net/cat/catalegs_presentats_T.php
- Olafsdottir, G., Cloke, P., Schulz, A., van Dyck, Z., Eysteinnsson, T., Thorleifsdottir, B., & Vögele, C. (2020). Health Benefits of Walking in Nature: A Randomized Controlled Study Under Conditions of Real-Life Stress. *Environment and Behavior*, 52(3), 248–274. <https://doi.org/10.1177/0013916518800798>
- OMS. (2005). *Carta de Bangkok para la promoción de la salud en un mundo globalizado*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- OMS. (2020). *Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337004>
- Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., Fagerholm, N., Bieling, C., & Plieninger, T. (2018). Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators*, 94, 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.009>

- Palacio Buendía, A., Pérez Albert, Y., & Serrano Giné, D. (2019). PPGIS and public use in protected areas: A case study in the Ebro Delta Natural Park, Spain. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/ijgi8060244>
- Park, T., Eyler, A. A., Tabak, R. G., Valko, C., & Brownson, R. C. (2017). Opportunities for Promoting Physical Activity in Rural Communities by Understanding the Interests and Values of Community Members. *Journal of Environmental and Public Health*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8608432>
- Pickering, C. M., & Rossi, S. (2016). Mountain biking in peri-urban parks: Social factors influencing perceptions of conflicts in three popular National Parks in Australia. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.07.004>
- Pietilä, M. (2018). A spatial perspective of visitor experiences in national parks - Investigating the potential of Public Participation GIS methods in outdoor recreation planning. In *Nordia Geographical Publications* (Vol. 47, Issue 4, pp. 1–66). Geographical Society of Northern Finland. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062211000&partnerID=40&md5=192250cf3efffea303c65a827803b69a>
- Plantin, J.-C. (2014). Participatory Mapping: New Data, New Cartography. In *Participatory Mapping: New Data, New Cartography* (Vol. 9781848216). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118966921>
- Plieninger, T., Dijks, S., Oteros-Rozas, E., & Bieling, C. (2013). Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy*, 33, 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.12.013>
- Qi, F., & Du, F. (2013a). Tracking and visualization of space-time activities for a micro-scale flu transmission study. *International Journal of Health Geographics*, 12. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-12-6>
- Qi, F., & Du, F. (2013b). Trajectory data analyses for pedestrian space-time activity study. *Journal of Visualized Experiments*, 72. <https://doi.org/10.3791/501302013>
- Ramthun, R. (1995). Factors in user group conflict between hikers and mountain bikers. *Leisure Sciences*, 17(3), 159–169. <https://doi.org/10.1080/01490409509513254>

- Retka, J., Jepson, P., Ladle, R. J., Malhado, A. C. M., Vieira, F. A. S., Normande, I. C., Souza, C. N., Bragagnolo, C., & Correia, R. A. (2019). Assessing cultural ecosystem services of a large marine protected area through social media photographs. *Ocean and Coastal Management*, *176*, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.04.018>
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2015). A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecological Indicators*, *53*, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.034>
- Richards, D. R., & Tunçer, B. (2018). Using image recognition to automate assessment of cultural ecosystem services from social media photographs. *Ecosystem Services*, *31*, 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.004>
- Riechers, M., Strack, M., Barkmann, J., & Tschardtke, T. (2019). Cultural ecosystem services provided by urban green change along an urban-periurban gradient. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(3). <https://doi.org/10.3390/su11030645>
- Ros-Candeira, A., Moreno-Llorca, R., Alcaraz-Segura, D., Bonet-García, F. J., & Vaz, A. S. (2020). Social media photo content for Sierra Nevada: A dataset to support the assessment of cultural ecosystem services in protected areas. *Nature Conservation*, *38*, 1–12. <https://doi.org/10.3897/NEOBIOTA.38.38325>
- Rose, G. (2016). *Visual methodologies: An introduction to researching with visual materials*. sage.
- Rossi, S. D., Barros, A., Walden-Schreiner, C., & Pickering, C. (2020). Using social media images to assess ecosystem services in a remote protected area in the Argentinean Andes. *Ambio*, *49*(6), 1146–1160. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01268-w>
- Ruiz-Frau, A., Ospina-Alvarez, A., Villasante, S., Pita, P., Maya-Jariego, I., & de Juan, S. (2020). Using graph theory and social media data to assess cultural ecosystem services in coastal areas: Method development and application. *Ecosystem Services*, *45*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101176>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill International Book Company. <https://books.google.es/books?id=Xxi7AAAAIAAJ>
- Saladié Gil, S. (2010). *El catálogo de paisaje del Camp de Tarragona como instrumento para la ordenación y gestión del paisaje periurbano de Reus-Tarragona*. 421–436.

- Saladié, S., & Pintó, J. (2008). Identificació i cartografia dels valors paisatgístics del Camp de Tarragona. *Treballs de La Societat Catalana de Geografia*, 65, 132–142.
- Santos Coelho, R., Coelho, P. S., Antunes, P., & Ramos, T. B. (2019). Stakeholders Perspectives on the Use of Indicators in Water Resources Planning and Related Strategic Environmental Assessment. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 21(1). <https://doi.org/10.1142/S1464333219500017>
- Santos, T., Nogueira Mendes, R., Fariás-Torbidoni, E. I., Julião, R. P., & Pereira da Silva, C. (2022). Volunteered Geographical Information and Recreational Uses within Metropolitan and Rural Contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/ijgi11020144>
- Santos, T., Nogueira Mendes, R., & Vasco, A. (2016). Recreational activities in urban parks: Spatial interactions among users. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.06.001>
- Schasberger, M. G., Hussa, C. S., Polgar, M. F., McMonagle, J. A., Burke, S. J., & Gegaris Jr., A. J. (2009). Promoting and developing a trail network across suburban, rural, and Urban communities. *American Journal of Preventive Medicine*, 37(6 SUPPL. 2), S336–S344. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.09.012>
- Schneider, I. E., Wolfson, J. A., Tarter, W. J., Wynveen, C. J., Budruk, M. S., Gibson, H. J., Hendricks, W. W., Shinew, K. J., Stein, T. V., & VanderWoude, D. (2022). Predicting physical distancing on recreational trails during COVID-19. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100482>
- See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., Fritz, S., Kerle, N., Jiang, B., Laakso, M., Liu, H.-Y., Milènski, G., Nikšič, M., Painho, M., Podör, A., Olteanu-Raimond, A.-M.-R., & Rutzinger, M. (2016). Crowdsourcing, citizen science or volunteered geographic information? The current state of crowdsourced geographic information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(5). <https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>
- Segrelles, J. A. (2015). *Agricultura periurbana, parques naturales agrarios y mercados agropecuarios locales: una respuesta territorial y productiva a la subordinación del campo a la ciudad*.
- Serrano Giné, D. (2015). Suburban landscape assessment applied to urban planning. Case study in Barcelona Metropolitan Region. *Investigaciones Geográficas*, 2015(88), 109–121. <https://doi.org/10.14350/rig.45090>

- Serrano Giné, D., Pérez Albert, M. Y., Àvila Callau, A., & Jurado Rota, J. (2020). Dataset on georeferenced and tagged photographs for ecosystem services assessment, Ebro Delta, N-E Spain. *Data in Brief*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105178>
- Shilling, F., Boggs, J., & Reed, S. (2012). Recreational system optimization to reduce conflict on public lands. *Environmental Management*, 50(3), 381–395. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9906-6>
- Sonter, L. J., Watson, K. B., Wood, S. A., & Ricketts, T. H. (2016). Spatial and temporal dynamics and value of nature-based recreation, estimated via social media. *PLoS ONE*, 11(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162372>
- Teles da Mota, V., & Pickering, C. (2020). Using social media to assess nature-based tourism: Current research and future trends. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100295>
- Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family? *Psychometrika*, 18(4), 267–276. <https://doi.org/10.1007/BF02289263>
- Tian, T., Sun, L., Peng, S., Sun, F., & Che, Y. (2021). Understanding the process from perception to cultural ecosystem services assessment by comparing valuation methods. *Urban Forestry and Urban Greening*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126945>
- Ustyukov, V. (2017). *Methodology for identifying activities from GPS data streams* (S. E. (ed.); Vol. 109, pp. 10–17). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.289>
- Van Zanten, B. T., Van Berkel, D. B., Meentemeyer, R. K., Smith, J. W., Tieskens, K. F., & Verburg, P. H. (2016). Continental-scale quantification of landscape values using social media data. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(46), 12974–12979. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614158113>
- Vaske, J. J., Needham, M. D., & Cline Jr., R. C. (2007). Clarifying interpersonal and social values conflict among recreationists. *Journal of Leisure Research*, 39(1), 182–195. <https://doi.org/10.1080/00222216.2007.11950103>
- Vejre, H., Jensen, F. S., & Thorsen, B. J. (2010). Demonstrating the importance of intangible ecosystem services from peri-urban landscapes. *Ecological Complexity*, 7(3), 338–348. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.09.005>
- Vías, J., Rolland, J., Castillo, S., del Campo-Ávila, J., & Luque, A. (2014). Creación de rutas senderistas mediante análisis de redes y algoritmo multicriterio. Aplicación

en el parque natural Sierra de las Nieves. *XVI Congreso Nacional de Tecnologías de La Información Geográfica*, 947–953. http://age-tig.es/2014_Alicante/ponencia4/57.pdf

Wan Omar, W. R., Patterson, I., & Pegg, S. (2012). A Green Pathway for Future Tourism Success: Walking Trails in Kuala Lumpur. *Tourism Planning and Development*, 9(1), 57–76. <https://doi.org/10.1080/21568316.2012.653479>

Wang, G., Macera, C. A., Scudder-Soucie, B., Schmid, T., Pratt, M., & Buchner, D. (2004). Cost effectiveness of a bicycle/pedestrian trail development in health promotion. *Preventive Medicine*, 38(2), 237–242. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2003.10.002>

Watts, G., & Bauer, J. (2021). Tranquillity trails—design, implementation and benefits for healthy leisure. *World Leisure Journal*. <https://doi.org/10.1080/16078055.2021.1927165>

Wiggs, I., Brownson, R. C., & Baker, E. A. (2008). If You Build It, They Will Come: Lessons From Developing Walking Trails in Rural Missouri. *Health Promotion Practice*, 9(4), 387–394. <https://doi.org/10.1177/1524839906289233>

Wolf, I. D., Brown, G., & Wohlfart, T. (2018). Applying public participation GIS (PPGIS) to inform and manage visitor conflict along multi-use trails. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(3), 470–495. <https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1360315>

Wolf, I. D., Wohlfart, T., Brown, G., & Bartolomé Lasa, A. (2015). The use of public participation GIS (PPGIS) for park visitor management: A case study of mountain biking. *Tourism Management*, 51, 112–130. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.05.003>

Wood, S. A., Guerry, A. D., Silver, J. M., & Lacayo, M. (2013). Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific Reports*, 3. <https://doi.org/10.1038/srep02976>

Wynveen, C. J., Schneider, I. E., Budruk, M., Gibson, H. J., Hendricks, W. W., Shinew, K. J., Stein, T. V., Vanderwoude, D., & Tarter, W. (2021). Adherence to physical distancing guidelines on urban recreational trails during a pandemic. *Journal of Park and Recreation Administration*, 39(3), 153–161. <https://doi.org/10.18666/JPra-2021-10938>

- Xie, B., Lu, Y., & Zheng, Y. (2022). Casual evaluation of the effects of a large-scale greenway intervention on physical and mental health: A natural experimental study in China. *Urban Forestry and Urban Greening*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127419>
- Zajc, P., & Berzelak, N. (2016). Riding styles and characteristics of rides among Slovenian mountain bikers and management challenges. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.04.009>
- Zhai, Y., Li, D., Wang, D., & Shi, C. (2020). Seniors' Physical Activity in Neighborhood Parks and Park Design Characteristics. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00322>
- Zhang, C., Li, J., & Zhou, Z. (2022). Ecosystem service cascade: Concept, review, application and prospect. *Ecological Indicators*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108766>
- Zhang, H., Huang, R., Zhang, Y., & Buhalis, D. (2020). Cultural ecosystem services evaluation using geolocated social media data: a review. *Tourism Geographies*. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1801828>
- Zhang, X., Chai, Y., Chen, Z., & Tan, Y. (2016). Analysis of spatial and temporal patterns of daily activities of suburban residents based on GPS data: A case study of the Shangdi-Qinghe area of Beijing. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 4(1), 4–16. https://doi.org/10.14246/irspsd.4.1_4
- Zingmark, M., Ankre, R., & Wall-Reinius, S. (2021). Promoting outdoor recreation among older adults in Sweden – a theoretical and empirical foundation for the development of an intervention. *Archives of Public Health*, 79(1). <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00762-6>
- Žlender, V., & Ward Thompson, C. (2017). Accessibility and use of peri-urban green space for inner-city dwellers: A comparative study. *Landscape and Urban Planning*, 165, 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.011>
- Zube, E. H., Sell, J. L., & Taylor, J. G. (1982). Landscape perception: Research, application and theory. *Landscape Planning*, 9(1), 1–33. [https://doi.org/10.1016/0304-3924\(82\)90009-0](https://doi.org/10.1016/0304-3924(82)90009-0)

Índice de figuras

Figura 1: Relación entre los objetivos específicos, los pasos metodológicos y los resultados de la tesis.....	19
Figura 2: Área de estudio: Periurbano de Tarragona.....	22
Figura 3: Unidades de paisaje de la zona de estudio.	24
Figura 4: Valores naturales-ecológicos y estéticos del ámbito de estudio.	26
Figura 5: Valores históricos, simbólicos y religiosos del periurbano de Tarragona.	29
Figura 6: Mapa sobre oportunidad recreativa al aire libre en la zona de estudio.....	31
Figura 7: Marco conceptual sobre la temática de la tesis.....	34
Figura 8: Vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano según el Millennium Ecosystems Services Assessment Report (2005)	36
Figura 9: Estructura principal de la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES V5.1).....	38
Figura 10: Marco conceptual sobre la relación entre intervenciones en vías verdes y los resultados en la salud.....	55
Figura 11: Diagramas de caja para identificar las trazas atípicas.....	94
Figura 12: Preprocesamiento y segmentación de trazas. (a) una traza en bruto; (b) la traza preprocesada; (c) preprocesado y segmentado en un cubo de espacio-tiempo. ...	95
Figura 13: Reclasificación de las tipologías de actividad originales en categorías de movilidad generales	104
Figura 14: Ejemplo del funcionamiento online de Google Cloud Vision API con una imagen de muestra.	111
Figura 15: Muestra gráfica de las reclasificaciones de etiquetas más relevantes que se han efectuado.	112
Figura 16: Listado de categorías de SEC utilizadas en el proceso, su descripción y su correspondencia con algunos de los SEC tradicionales.....	114
Figura 17: Ejemplos de la clasificación de las fotografías en categorías de SEC principales.....	116
Figura 18: Muestra gráfica de la hoja de cálculo en donde se ha desarrollado la clasificación.....	117
Figura 19: Ejemplos de la clasificación de las fotografías en categorías de SEC secundarias.....	119
Figura 20: Muestra gráfica de la hoja de cálculo en donde se ha desarrollado la clasificación.....	120

Figura 21: Simbología oficial de los senderos GR y PR	144
Figura 22: Resultados del cálculo del grado de afinidad de un subtramo concreto para los diferentes perfiles de usuario según sus condiciones físicas.	176
Figura 23: Gráficos de caja y bigotes que determinan las trazas con tramos atípicos por tipo de actividad y para las tres variables analizadas: (a) longitud del segmento más largo de cada ruta; (b) longitud promedio de los segmentos de cada ruta; (c) desviación estándar de la longitud de los segmentos de cada ruta.....	184
Figura 24: Tipologías de error establecidas con el análisis visual.	186
Figura 25: Trazas conservadas (A) y trazas descartadas (B) después del filtraje.	188
Figura 26: Características longitudinales de las rutas antes y después del filtraje por grupos de actividad.	190
Figura 27: Lista de las 25 etiquetas con mayor número de ocurrencias del conjunto de la base de datos.	193
Figura 28: (a) Evolución anual del total de fotografías, (b) tendencia mensual del total acumulado de fotografías y (c) tendencia mensual del total acumulado de fotografías por categorías de SEC principal.....	196
Figura 29: (a) Número de fotografías por celda (hectárea) sobre el total y (b) análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran).	199
Figura 30: Número de fotografías por celda (hectárea) y por categoría de SEC principal.	201
Figura 31: Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran) del número de fotografías por hectárea y por categoría de SEC principal.	202
Figura 32: Superposición espacial de SEC principal y secundario a la vez o únicamente SEC principal.	203
Figura 33: Resultado cartográfico del análisis <i>clúster</i> sobre la confluencia de SEC.	206
Figura 34: Muestra de las celdas del <i>clúster</i> 1 junto con algunas fotografías representativas.	208
Figura 35: Muestra de las celdas del <i>clúster</i> 2 junto con algunas fotografías representativas.	209
Figura 36: Muestra de las celdas del <i>clúster</i> 3 junto con algunas fotografías representativas.	210
Figura 37: Muestra de las celdas del <i>clúster</i> 4 junto con algunas fotografías representativas.	211
Figura 38: Celdas del <i>clúster</i> 5 junto con algunas fotografías representativas.....	212
Figura 39: Celda del <i>clúster</i> 6 junto con algunas fotografías representativas.	213

Figura 40: Fotografía de muestra clasificada como “equipamientos e infraestructuras” (categoría de SEC principal) y “paisaje natural” (categoría de SEC secundaria).....	216
Figura 41: (a) trazas GNSS por hectárea y (b) Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran).....	222
Figura 42: Senderos homologados que transcurren por la zona de estudio superpuestos a la categoría HH <i>clúster</i> resultante del análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico de las rutas.	224
Figura 43: Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de las trazas GNSS por estaciones del año.....	225
Figura 44: (a) puntos de inicio/final de las rutas por hectárea y (b) Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran).....	227
Figura 45: Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de los puntos de inicio/final por estaciones del año.	228
Figura 46: Trazas GNSS por hectárea y por tipología de actividad.	232
Figura 47: Análisis de <i>clúster</i> y de valor atípico (I Anselin local de Moran) de las trazas GNSS por tipología de actividad.	233
Figura 48: Número total de rutas por año (2005-2019) y por tipología de actividad....	234
Figura 49: Número total de rutas por mes y por tipología de actividad.....	235
Figura 50: Diagrama de cajas paralelas resultante del análisis <i>clúster</i> a partir del número de puntos inicio/final de las tres actividades principales.....	238
Figura 51: (a) resultado cartográfico del análisis <i>clúster</i> a partir del número de puntos inicio/final de las tres actividades principales y (b) selección de celdas que conforman los espacios de interés.	239
Figura 52: Espacios de interés representados en su contexto territorial junto con los puntos de inicio que los conforman y la mediana de los centroides.	243
Figura 53: Densidad Kernel de las rutas iniciadas desde cada espacio de interés junto con sus puntos de inicio/final y la mediana de los centroides.....	246
Figura 54: Estado general y necesidad de mejora para cada indicador y en cada uno de los espacios evaluados.	248
Figura 55: Número de rutas ciclistas (a) y a pie (b) por tramo de la red viaria.....	250
Figura 56: Tramos de la red viaria con una mayor probabilidad de interacción por parte de ciclistas y usuarios a pie según el tipo de tramo, su anchura media estimada y su conflictividad potencial asignada.....	252
Figura 57: (a) tramos de la red viaria con una conflictividad potencial asignada “alta” y “muy alta”; (b) su pendiente medio y (c) la combinación de ambas variables.	255

Figura 58: Trazas GNSS ciclistas (a) y a pie (b) según la cubierta del suelo por la que transcurren.....	260
Figura 59: (a) Senderos homologados superpuestos con una alta densidad de trazas GNSS (HH <i>Clúster</i>) y (b) tramos de sendero homologado más utilizados.	271
Figura 60: (a) Tramos más frecuentados identificados según el código asignado a cada uno y (b) sus subtramos codificados.	272
Figura 61: Puntuación obtenida del indicador “Seguridad vial” para cada subtramo.	280
Figura 62: Puntuación obtenida del indicador “Señalización” para cada subtramo.	281
Figura 63: Puntuación obtenida del indicador “Elementos perturbadores” para cada subtramo.	282
Figura 64: Puntuación obtenida del indicador “Esfuerzo físico” para cada subtramo.	282
Figura 65: Puntuación obtenida del indicador “Dificultades transitar” para cada subtramo.	283
Figura 66: Puntuación obtenida del indicador “Accesibilidad” para cada subtramo.	284
Figura 67: Puntuación obtenida del indicador “Confort” para cada subtramo.	285
Figura 68: Puntuación obtenida del indicador “Seguridad física” para cada subtramo.	285
Figura 69: Puntuación obtenida del indicador “Naturalidad” para cada subtramo.	286
Figura 70: Puntuación obtenida del indicador “Recursos culturales” para cada subtramo.	287
Figura 71: Puntuación obtenida del indicador “Facilidades ciclismo” para cada subtramo.	288
Figura 72: Puntuación obtenida del indicador “Facilidades peatón” para cada subtramo.	289
Figura 73: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma “Malo”.	296
Figura 74: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma “Regular”.	297
Figura 75: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según estado de forma “Bueno”.	298
Figura 76: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario interesado o motivado por la “Naturaleza y apreciación del paisaje”	300
Figura 77: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario interesado o motivado por el “Patrimonio cultural”.	301

Figura 78: Porcentaje de afinidad de los subtramos evaluados con el perfil de usuario según “Motivación deportiva”.	302
---	-----

Índice de tablas

Tabla 1: Información temática asociada a las trazas GNSS y a las fotografías geolocalizadas.	103
Tabla 2: Indicadores y subindicadores utilizados en la evaluación de los espacios aptos, junto con sus unidades de medida.	129
Tabla 3: Normalización y ponderación de los subindicadores utilizados en la evaluación de los espacios aptos.	133
Tabla 4: Indicadores y subindicadores utilizados para la evaluación de los tramos de sendero homologado, según tipología, unidad de medida y medio de recogida de datos.	148
Tabla 5: Escala de Borg modificada.	154
Tabla 6: Normalización y ponderación de los subindicadores utilizados en la evaluación de los senderos homologados.	161
Tabla 7: Conjunto de las 12 tipologías de perfil de usuario establecidas en función de sus condiciones físicas.	166
Tabla 8: Conjunto de las 6 tipologías de perfil de usuario establecidas según sus intereses y preferencias por los SEC.	167
Tabla 9: Valores óptimos o recomendados iniciales de cada indicador según el estado de forma físico del usuario.	169
Tabla 10: Porcentajes de incremento o disminución de los valores óptimos iniciales según el estado de forma físico del usuario en el caso de que presente tanto patologías como factores de riesgo cardiovascular.	170
Tabla 11: Porcentajes de incremento o disminución de los valores óptimos iniciales según el estado de forma físico del usuario en el caso de que presente o patologías o factores de riesgo cardiovascular.	171
Tabla 12: Valores óptimos finales para cada perfil de usuario modificados según la presencia de patologías y/o factores de riesgo cardiovascular.	171
Tabla 13: Valores óptimos asignados a cada indicador según las motivaciones y preferencias del usuario.	173

Tabla 14: Porcentajes asignados a cada indicador que se aplican al promedio ponderado de las desviaciones estándar normalizadas. Tipología de perfil de usuario según condiciones físicas.....	174
Tabla 15: Porcentajes asignados a cada indicador que se aplican al promedio ponderado de las desviaciones estándar normalizadas. Tipología de perfil de usuario según intereses y motivaciones.....	175
Tabla 16: Valores de L_s que se utilizan para determinar las rutas con <i>outliers</i> (tramos atípicamente largos) por tipo de actividad y para las tres variables analizadas.....	184
Tabla 17: Tipo de selección y número de rutas antes y después del filtraje por grupos de actividad.	189
Tabla 18: Número y porcentaje de fotografías asignadas a cada categoría en función de si se corresponde a categoría de SEC principal o secundaria.	195
Tabla 19: Número y porcentaje de fotografías asignadas a cada categoría de SEC principal por tipología de actividad deportiva.....	198
Tabla 20: Número de fotografías en función de la categoría de SEC principal y secundaria asignada.	204
Tabla 21: Centroides del análisis <i>clúster</i> : número medio de fotografías por cada categoría principal y secundaria.....	206
Tabla 22: Matriz de confusión entre la clasificación semiautomática y la comprobación manual de las categorías de SEC principales.....	215
Tabla 23: Matriz de confusión entre la clasificación semiautomática y la comprobación manual de las categorías de SEC secundarias.	217
Tabla 24: Características principales de las rutas por tipología de actividad.....	229
Tabla 25: Aptitud para la realización de actividades deportivas, recreativas y de ocio en los espacios seleccionados.	248
Tabla 26: Características de los tramos con una mayor probabilidad de interacción por tipologías de actividad.....	253
Tabla 27: Número y longitud total acumulada de los tramos con una conflictividad potencial alta y muy alta según su contexto territorial.	256
Tabla 28: Principales características individuales de todos los tramos con una conflictividad alta y muy alta.....	257
Tabla 29: Superficie del ámbito de estudio y distancia acumulada de rutas (ciclistas y a pie) según usos o cubiertas del suelo.	259

Tabla 30: Número de descripciones y comentarios asociados a las rutas relacionado con el total de aportaciones en las cuales se ha comunicado algún conflicto de recreación al aire libre.	262
Tabla 31: Número de situaciones identificadas que se relacionan con la percepción de peligro, el conflicto interpersonal o el conflicto social entre algunas de las interacciones de tipos de usuario posibles.	263
Tabla 32: Número de situaciones identificadas en las cuales se reporta la presencia de impedimentos de paso o conflictos entre usuarios de recreación al aire libre y propietarios de terrenos/caminos privados.	265
Tabla 33: Longitud de los tramos y subtramos más frecuentados.	273
Tabla 34: Puntuaciones (del 1 al 5) obtenidas para cada indicador en cada uno de los subtramos evaluados.	275
Tabla 35: Porcentajes de afinidad entre cada perfil de usuario (según condiciones físicas) y cada uno de los subtramos evaluados.	291
Tabla 36: Porcentajes de afinidad entre cada perfil de usuario (según motivación e intereses) y cada uno de los subtramos evaluados.	293

Anexos

Anexo 1: Modelo de ficha de trabajo de campo utilizado en la evaluación de los espacios aptos.

FICHA TRABAJO DE CAMPO: Espacios aptos

1. DATOS BÁSICOS

ID del espacio	
Topónimo identificativo	
Fecha de trabajo de campo	
Horas inicio-fin	
Tiempo meteorológico	
Coordenadas punto inicio	
Coordenadas punto final	

2. ACCESIBILIDAD

		Valor	Observaciones
Paradas de transporte público enlazadas a los tramos	N		
Zonas de estacionamiento enlazadas a los tramos	N (formales)		
	N plazas formales		
	N (informales)		
	N plazas informales		

3. CONFORT Y DESCANSO

		Valor	Observaciones
Bancos	N		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		
Áreas de descanso/picnic	N		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		
Fuentes	N		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		
Papeleras	N		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		
Sombra verde	Presencia (1-4)		

4. SEGURIDAD FÍSICA

		Valor	Observaciones
Desfibrilador Externo Automático	N		
Cobertura móvil	Nivel (0-4)		
Farolas	Presencia (1-4)		

5. SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN

		Valor	Observaciones
Marcado/señalización	Presencia (1-4)		
	Grado de completitud, precisión y claridad (1-4)		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		
	N puntos de situación ^(a)		
Paneles o columnas informativas	N		
	Grado de completitud, precisión y claridad (1-4)		
	Adecuación y mantenimiento general (1-4)		

(a): Con indicaciones de distancia y referencia al camino concreto.

6. ELEMENTOS PERTURBADORES

		Valor	Observaciones
Basura	Presencia (1-4)		
Equipamientos vandalizados ^(a)	N		

(a): Rotos, dañados o deteriorados a propósito.

7. OBSERVACIONES GENERALES:

Anexo 2: Modelo de ficha de trabajo de campo utilizado en la evaluación de los senderos homologados.

FICHA TRABAJO DE CAMPO: Senderos homologados

1. DATOS BÁSICOS

ID del subtramo	
Topónimo identificativo	
Fecha de trabajo de campo	
Horas inicio-fin	
Tiempo meteorológico	
Coordenadas punto inicio	
Coordenadas punto final	
Color gabinete/SIG:	
Color trabajo campo:	

2. SEGURIDAD VIAL

		Valor	Observaciones
Presencia de obstáculos	N (naturales)		
	N (artificiales)		
Cruces peligrosos	N		

3. SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN

		Valor	Observaciones
Marcado/señalización	Presencia (1-5)		
	Grado de completitud, precisión y claridad (1-5)		
	Adecuación y mantenimiento general (1-5)		
	N puntos de situación ^(a)		
Paneles o columnas informativas	N		
	Grado de completitud, precisión y claridad (1-5)		
	Adecuación y mantenimiento general (1-5)		

(a): Con indicaciones de distancia y referencia al camino concreto.

4. ELEMENTOS PERTURBADORES

		Valor	Observaciones
Basura	Presencia (1-5)		
Elementos artísticos informales ^(a)	N		
Equipamientos vandalizados ^(b)	N		

(a): Grafitis, murales, etc.

(b): Rotos, dañados o deteriorados a propósito.

5. DIFICULTADES TRANSITAR

		Valor	Observaciones
Dificultades para transitar ^(a)	Longitud (m)		

(a): Caminos con terraplenes, piedras de cantera, cascotes/escombros

6. ACCESIBILIDAD

		Valor	Observaciones
Paradas de transporte público enlazadas a los tramos	N		
Zonas de estacionamiento enlazadas a los tramos	N (formales)		
	N (informales)		

7. CONFORT Y DESCANSO

		Valor	Observaciones
Bancos	N		
Fuentes	N		
Áreas de descanso/picnic	N		
Sombra verde	Longitud (m)		

8. SEGURIDAD FÍSICA

		Valor	Observaciones
Desfibrilador Externo Automático	N		
Cobertura móvil ^(a)	Nivel cada 500m (0-4)		

(a): Medir la cobertura (en rallas de cobertura del teléfono de 1 a 5) cada 500m desde el punto de inicio del tramo. En el recuadro especificar serie. Ejemplo: 4-4-3-2-3-1....

9. NATURALIDAD PAISAJE

		Valor	Observaciones
Entorno uso intensivo ^(a)	Longitud (m)		
Entorno natural ^(b)	Longitud (m)		
Tranquilidad natural ^(c)	Longitud (m)		
Paisajes naturales ^(d)	N		
	Singularidad estética (1-5)		
Aguas naturales próximas ^(e)	N		
	Singularidad estética (1-5)		
Atracciones naturales puntuales ^(f)	N		
	Singularidad estética (1-5)		
Variedad ^(g)	N		
Asfalto	Longitud (m)		

(a): Obras paralizadas, zonas industriales, depuradoras, líneas de alta tensión, etc.

(b): Caminos en estado natural, típicos del paisaje o entorno en que se encuentran.

(c): No unido a ruidos de maquinaria o tráfico rodado.

(d): Grandes masas boscosas, biotipos o geotipos excepcionales, paisajes enriscados, zonas ajardinadas, etc.

(e): Fuentes, torrentes/arroyos, ríos, etc.

(f): Desfiladeros, cimas impresionantes, barrancos, cuevas, cataratas, árboles ancianos, monumentos naturales...

(g): De grandes formaciones de paisaje (bosque, terrenos abiertos, asentamientos, grandes superficies de aguas/embalses/lagos, etc.)

10. RECURSOS/ATRATIVOS CULTURALES

		Valor	Observaciones
Puntos de interés cultural ^(a)	N		
	Singularidad estética (1-5)		
Elementos patrimoniales ^(b)	N		
	Singularidad estética (1-5)		
Elementos artísticos formales ^(c)	N		
	Singularidad estética (1-5)		

(a): Calles de casco histórico, urbanismo representativo, mercados, paseos y avenidas arboladas, escenarios y pueblos típicos de la región.

(b): Santuarios, capillas/ermitas, centros de información, museos regionales, castillos, monasterios, restos arqueológicos, etc.

(c): Estatuas, monumentos, placas conmemorativas, composiciones, etc.

11. FACILIDADES CICLISMO

		Valor	Observaciones
Carriles bici ^(a)	Longitud (m)		
Ciclable ^(b)	Longitud (m)		
Circulación rodada ciclismo ^(c)	Longitud (m)		

(a) metros del tramo con carriles o viales para ciclistas, segregados del tráfico motorizado y de usuarios que circulan a pie.

(b) metros del tramo que pueden ser recorridos en bicicleta de forma autorizada y sin sobreesfuerzos.

(c) metros ciclables del tramo en donde no existe segregación entre el tráfico motorizado y los usuarios ciclistas.

12. FACILIDADES PEATÓN

		Valor	Observaciones
Aceras/viales peatones ^(a)	Longitud (m)		
Circulación rodada peatones ^(b)	Longitud (m)		

(a) metros del tramo con carriles o viales para peatones, segregados del tráfico motorizado y de usuarios que circulan en bicicleta.

(b) metros del tramo en donde no existe segregación entre el tráfico motorizado y los usuarios a pie.

13. OBSERVACIONES GENERALES:

Anexo 3: Pósteres académicos presentados en el XXVII Congreso de la Asociación Española de Geografía (AGE).



La Laguna, del 14 al 17 de diciembre de 2021

PROPUESTA METODOLÓGICA DE UN SIGPP PARA ANALIZAR EL USO PÚBLICO Y LA PERCEPCIÓN DEL PAISAJE EN TARRAGONA

Aitor Àvila Callau (aitor.avila@urv.cat) • Yolanda Pérez Albert (myolanda.perez@urv.cat) • Joan Alberich González (joan.alberich@urv.cat)

Universitat Rovira i Virgili, Departament de Geografia, Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics (GRATET)

1. INTRODUCCIÓN

La contemplación del paisaje y la realización de actividades deportivas/recreativas al aire libre aportan beneficios a la salud física y mental de las personas (Chen et al., 2019 y Haines-Young et al., 2013). En esta línea, se han desarrollado estudios basados en **Tecnologías de la Información Geográfica en entornos cloud** que permiten recopilar la **percepción social del paisaje y de las actividades que en este se realizan**. El ejemplo más representativo es el de los **Sistemas de Información Geográfica de Participación Pública (SIGPP)**, una herramienta para recoger información georeferenciada de usuarios no expertos que **combina encuestas con mapas online** (Palacio Buendía et al., 2019). Los espacios periurbanos contribuyen a la mejora de la calidad de vida de la población y son utilizados cada vez más con fines recreativos y de ocio (Serrano Giné, 2015 y O'Brien et al., 2014), por ello, el resultado derivado de un SIGPP es una **información relevante a la hora de planificarlos** con el fin de adaptarlos a las necesidades y preferencias de la población (Moore et al., 2017 y Wolf et al., 2015).

3. ÁREA DE ESTUDIO: Periurbano de Tarragona

- Superficie: **21.871 hectáreas**.
- Población: **289.723 habitantes** (2019).
- Núcleos de población principales: **Tarragona y Reus**.
- Paisaje fragmentado** debido a la proliferación de actividades industriales y logísticas, junto con la presencia de una **densa red de infraestructuras**.
- Caracterizado por **grandes espacios intersticiales** entre las comunicaciones, los barrios periurbanos y las zonas comerciales e industriales.

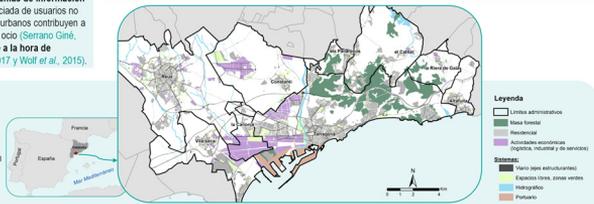


Figura 1. Mapa de la zona de estudio y sus usos del suelo principales. Elaboración propia a partir del MUC (2019).

4. METODOLOGÍA

Se utilizan los SIGPP para la obtención de información georeferenciada en los procesos de participación pública.

Proceso de cartografía participativa



1. Emisor: El emisor elabora el SIGPP. **Receptor**: El receptor interactúa con el SIGPP. El emisor difunde el SIGPP.

Bloques del SIGPP

- Preguntas demográficas: sexo, edad, código postal, nivel de estudios, situación laboral, nivel de ingresos, etc.
- Mapas interactivos con indicadores de percepción escalados del 1 (muy negativo) al 5 (muy positivo).

Plan de difusión

- Envío masivo de correos electrónicos a colectivos de interés: ayuntamientos, centros de educación, Universidad, asociaciones y entidades municipales.
- Difusión en las redes sociales y otros medios de comunicación.

Tabla 1. Número de entidades municipales del plan de difusión

Municipio	Ciudad	Ciudades Deportivas	AFA	Educación	Centros de interés	Total	
Castellón	2	0	3	2	0	1	5
Comarca	2	0	3	2	0	1	13
La Alfranca	2	0	2	2	1	0	7
Reus	72	0	62	27	4	5	268
Tarragona	122	195	77	24	8	13	439
Albarracín	6	13	11	11	0	3	44
El Collado	1	5	3	1	0	0	10
El Palmarón	4	4	5	3	0	0	16
Total general	210	301	161	64	14	23	852

2. OBJETIVO

Diseñar un SIGPP para analizar la percepción social del paisaje, los equipamientos públicos, las actividades recreativas al aire libre y los conflictos de uso público en el periurbano de la ciudad de Tarragona.

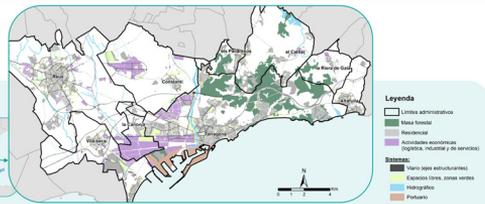


Figura 1. Mapa de la zona de estudio y sus usos del suelo principales. Elaboración propia a partir del MUC (2019).

5. RESULTADOS

El usuario indica su percepción a través de los 4 mapas interactivos:

- Debe acercarse al lugar donde quiere situar el icono.
- Ha de seleccionar un icono con el valor de percepción elegido y arrastrarlo para localizarlo dentro del mapa.
- Se ha de indicar el topónimo y las observaciones oportunas.



Figura 2. Esquema del funcionamiento de las preguntas con mapas interactivos.

Percepción del paisaje

10. Valore la percepción del paisaje



Actividades recreativas

11. Indique las actividades recreativas que realiza o ha realizado y valórelas



Equipamientos y servicios

12. Valore la adecuación de los equipamientos y servicios



Conflictos de uso público

13. Valore los conflictos potenciales de uso público y recreación al aire libre



Figura 3. Preguntas e indicadores de los mapas interactivos.

6. CONCLUSIONES

- La ordenación y gestión del territorio requiere **integrar la percepción social** mediante procesos de participación pública.
- Los SIGPP son una **herramienta poderosa** para recopilar la **percepción social del paisaje y su uso público** desde una perspectiva geográfica o espacial.
- Es importante estudiar y **valorar el uso público de los espacios periurbanos** utilizando procesos de cartografía participativa en entornos cloud.

7. REFERENCIAS

Chen, X., de Vries, S., Assmann, T., Dick, J. (2019). Research challenges for cultural ecosystem services and public health in peri-urban environments. *Science of the Total Environment*, 671, 219-230.

Haines-Young, R., & Patschin, M. (2013). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Consultation on Version 4. December 2012.

Moore, S. A., Brown, G., Kobryn, H., & Strickland-Munro, J. (2017). Identifying conflict potential in a coastal and marine environment using participatory mapping. *Journal of Environmental Management*, 197, 705-718.

O'Brien, L., Morris, J., & Stewart, A. (2014). Engaging with peri-urban woodlands in England: The contribution to people's health and well-being and implications for future management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(9), 917-932.

Palacio Buendía, A., Pérez Albert, Y., & Serrano Giné, D. (2019). PPOIS and public use in protected areas: A case study in the Ebro Delta Natural Park, Spain. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(8).

Serrano Giné, D. (2015). Suburban landscape assessment applied to urban planning. Case study in Barcelona Metropolitan Region. *Investigaciones Geográficas*, 88, 109-121.

Wolf, D., Wehrli, T., Brown, G., & Bartolomé Lasa, A. (2015). The use of public participatory GIS (PPGIS) for park visitor management: A case study of mountain biking. *Tourism Management*, 51, 112-130.

Financiación: Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (El paisaje como valor colectivo. Análisis de su significado, usos y percepción social. CHORRA Project. CSO2017-85814-B-I00). Servicios ecosistémicos culturales, salud y bienestar en zonas urbanas y periurbanas con clusters petrolquímicos. RESTAURA Project. PID2020-114330GB-I00) y por AEFEDERUE y el Departament de Investigació i Universitats de la Generalitat de Catalunya (2017SGR222).

Agradecimientos: al informe recibido por parte del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Fondo Social Europeo (PDR2018-04692). Convocatoria 2018.



LA CALIDAD DE LA IGV PARA EL ANÁLISIS TERRITORIAL. EL CASO DE WIKILOK EN EL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau (aitor.avila@urv.cat) • Yolanda Pérez Albert (myolanda.perez@urv.cat) • David Serrano Giné (david.serrano@urv.cat)
 Universitat Rovira i Virgili, Departament de Geografia, Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics (GRATET)

1. INTRODUCCIÓN

La **Información Geográfica Voluntaria (IGV)** agrupa técnicas y prácticas que permiten a usuarios no experimentados generar y compartir información geográfica en Internet de manera voluntaria (Goodchild, 2007). La IGV es una fuente innovadora que produce grandes volúmenes de información pero, desde su origen, ha planteado **interrogantes en relación a su calidad y fiabilidad** ya que los datos se recopilan sin seguir principios científicos y sus autores no son profesionales (Gil de la Vega et al., 2016; Ivanović et al., 2016; Ivanović et al., 2019). El uso de esta información plantea grandes **oportunidades en estudios de carácter territorial** (Jurado Rota et al., 2019) y Àvila Callau et al. (2019), aunque previamente a su uso es necesario **filtrar el ruido existente en estas fuentes de big data** (Àvila Callau et al., 2020).

2. OBJETIVO

Desarrollar y aplicar un método de filtraje para limpiar un gran conjunto de trazas GNSS procedentes de IGV. El ámbito de estudio corresponde a la **zona periurbana de Tarragona** y la fuente colaborativa seleccionada es **Wikiloc**: una popular plataforma de deportes al aire libre en la que sus usuarios pueden compartir rutas georreferenciadas.

4. RESULTADOS

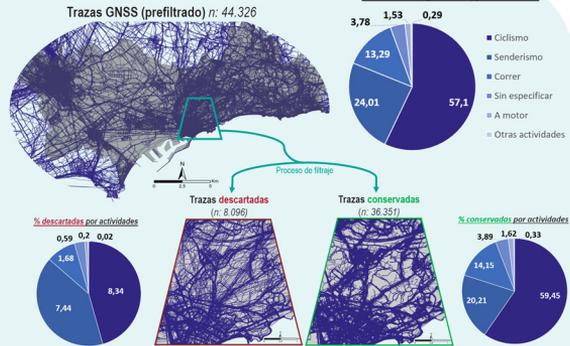


Figura 2. Muestra cartográfica del filtrado de trazas GNSS y estadística de las mismas por tipología de actividad.

El 18,3% de las trazas se ha descartado por presentar segmentos atípicamente largos. De las trazas descartadas, el 17,5% corresponde a las tres actividades más practicadas: **ciclismo, senderismo y correr**.

Las **trazas conservadas** destacan por su **lógica espacial**, que reproduce la capilaridad de la red viaria. Las **trazas descartadas** destacan por su **geometría inusual** (segmentos rectos de varios kilómetros) y su **falta de correspondencia territorial** (no siguen las vías de comunicación).

Las 4 tipologías de error predominantes que se han identificado con el análisis visual son las siguientes:

- A: Segmentos rectos de gran longitud entre el periturno y último vértice del recorrido.
- B: Segmentos rectos de gran longitud entre los vértices de cada extremo del recorrido.
- C: Píedras de la señal GNSS.
- D: Segmentos rectos de gran longitud entre el vértice final de un recorrido y el vértice inicial de otro totalmente diferente.

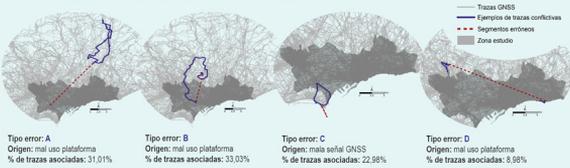


Figura 3. Tipologías de error principales identificadas en el conjunto de las trazas descartadas.

El 73,02% de las trazas se ha descartado por errores relacionados con el mal uso por parte del usuario, el 22,98% de las trazas se ha descartado por errores relacionados con **pérdida de señal del dispositivo GNSS**.

3. FUENTES Y METODOLOGÍA

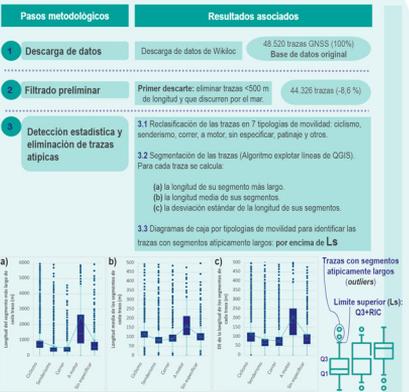


Figura 1. Diagramas de caja que permiten identificar los segmentos atípicamente largos.

Tabla 1. Valores de Ls para cada actividad y variable (a, b y c)

Segundo descartar: eliminar trazas con segmentos atípicamente largos

Algoritmo de selección de las trazas conservadas:
 $a \leq Ls(a)$ AND $b \leq Ls(b)$ AND $c \leq Ls(c)$

Trazas conservadas: 36.230 (81,7%)
 Trazas descartadas: 8.096 (18,3%)

4. Clasificación y cuantificación de los tipos de error

4.1 Análisis visual para identificar las tipologías de error predominantes.

- Se establecieron 4 tipologías de error predominantes (A, B, C y D) además de una quinta categoría reservada para otros tipos de error minoritarios sin clasificar.

4.2 Asignación de las trazas analizadas a una tipología de error.

- Un algoritmo entrenado asocia una muestra aleatoria del 30% de las trazas descartadas (2.428 del total de 8.096 trazas descartadas) a uno de los tipos de error previamente identificados.

5. CONCLUSIONES

- El uso de **diagramas de caja para eliminar las rutas excesivamente largas** (por la presencia de segmentos erróneos y atípicamente largos) **es efectivo**.
- El **tratamiento estadístico de las trazas por grupos de actividad mejora la calidad del filtrado**. Las trazas presentan distintas características geométricas según el tipo de actividad que registran, y la longitud de un segmento considerado atípico varía en función de la actividad.
- Los resultados confirman que **los datos han incrementado en gran medida su grado de operatividad y fiabilidad** después de la depuración.
- El **algoritmo aplicado presenta una fuerte ventaja** cuando se tratan grandes volúmenes de datos geográficos.
- El creciente uso de la IGV en la investigación geográfica y el análisis territorial hace necesario seguir investigando en métodos de control que garanticen su calidad.

6. REFERENCIAS

Àvila Callau, A., Pérez Albert, M. Y., Jurado Rota, J. & Serrano Giné, D. (2019). Landscape characterization using photographs from crowdsourced platforms: Content analysis of social media photography. *Open Geosciences*, 11(1), 558-571.

Àvila Callau, A., Pérez Albert, Y. & Serrano Giné, D. (2020). Quality of GNSS Traces from VGI: A Data Cleaning Method Based on Activity Type and User Experience. *IGPRS International Journal of Geo-Information* (Vol. 9, Issue 12).

Gil de la Vega, P., Aizca-López, F. J., & Mozas-Calvache, A. T. (2016). Problemas que presentan las trazas GNSS procedentes de VGI. *Geofocus*, 17, 161-184.

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.

Ivanović, S. S., Obradović-Ramović, A.-M., Mustère, S., & Chevalier, T. (2016). A filtering-based approach for improving crowdsourced GNSS traces in a data update context. *IGPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9).

Narović, S. S., Ramonó, A.-M., Mustère, S., & Chevalier, T. (2016). Detection of outliers in crowdsourced GPS traces (B.-S., G. D. & J. D. (eds.), pp. 130-135). International Spatial Accuracy Research Association.

Jurado Rota, J., Pérez Albert, M. Y., & Serrano Giné, D. (2019). Visitor monitoring in protected areas: an approach to Natura 2000 sites using Volunteered Geographic Information (VGI). *Geografisk Tidsskrift - Danish Journal of Geography*, 119(1), 69-83.

Financiación: Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (El presente como valor colectivo, análisis de su significado, uso y percepción social. CHORRA Project: C02017/20411P; Servicios ecosistémicos culturales, salud y bienestar en zonas urbanas y periurbanas con ciudades promotoras. RESTAURA Project: P02020/116300A-W9, y por AGRIFFICEUR, y el Departamento de Investigación y Universidades de la Generalitat de Catalunya (2017SGR22).

Agradecimientos: Al soporte recibido por parte del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Fondo Social Europeo (PRC2018-08482; Convocatoria 2018).



Anexo 4: Plan de Gestión de Datos utilizado en esta tesis.

Sobre este Plan de Gestión de datos:

Fecha de creación	23-11-2019
Última actualización	18/05/2022

Datos sensibles/personales	<input checked="" type="checkbox"/> No voy a trabajar con datos personales <input type="checkbox"/> Trabajaré con datos personales
----------------------------	---

1. Captura de datos	
1.1	<p>¿Durante tu investigación utilizarás datos ya existentes?</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Datos propios o datos del grupo de investigación en los que participas</p> <p><input type="checkbox"/> Colaboradores académicos</p> <p><input type="checkbox"/> Colaboradores de carácter comercial</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Bases de datos/archivos disponibles de forma pública</p> <p><input type="checkbox"/> Proveedores comerciales de datos</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (indica cuáles)</p>
1.2	<p>Descripción de los datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Datos procedentes de una Fuente de Información Geográfica Voluntaria (IGV) pasiva, concretamente de una plataforma para compartir deportes al aire libre.</i> - <i>Datos recopilados a través de trabajo de campo y de SIG en la zona de estudio.</i>
1.3	<p>Tipos y formato de los datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Información temática asociada a imágenes geolocalizadas y trazas GNSS procedente de IGV en formato CSV.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - Información geométrica/espacial de trazas GNSS procedentes de IGV en formato KML. - Información espacial de imágenes geolocalizadas y trazas GNSS de elaboración propia a partir de trabajo de campo en formato KML. - Información de elaboración propia derivada de los datos originales en diferentes formatos (SHP, CSV, etc.).
1.4	Indica el volumen de datos
	10-30 GB

2. Almacenamiento de datos y seguridad	
2.1	Indica las restricciones (comerciales, éticas o de confidencialidad) que pueden afectar a tus datos
	<input type="checkbox"/> Obligaciones contractuales <input type="checkbox"/> Obligaciones legales <input type="checkbox"/> Restricciones éticas <input type="checkbox"/> Aspectos comerciales (p. ej. patentabilidad) <input type="checkbox"/> Estándares formales de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Sin obligaciones <input type="checkbox"/> Otros, indica:
2.2	Riesgos principales en la seguridad de los datos <i>Borrado accidental de los datos, pérdida o robo.</i>
2.3	Medidas a tomar para mitigar los riesgos de una posible pérdida de datos
	<input checked="" type="checkbox"/> Restricciones de acceso <input checked="" type="checkbox"/> Encriptación <input type="checkbox"/> Procesamiento de datos <input type="checkbox"/> Pseudoanonimización

	<input checked="" type="checkbox"/> Anonimización <input checked="" type="checkbox"/> Copias de seguridad periódicas <input type="checkbox"/> Otros, indica: ...
	<i>Las copias de seguridad se actualizarán semanalmente mediante un programa especializado.</i>
2.4	¿Dónde almacenarás los datos?
	<input type="checkbox"/> En la red de tu departamento o grupo de investigación <input type="checkbox"/> En la red de la universidad <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento físico (p. ej. USB, disco duro externo) <input checked="" type="checkbox"/> Servicio en la nube (p. ej. DropBox) <input type="checkbox"/> Otros, indica: ...
	<i>Los datos encriptados se almacenarán en un disco duro externo personal y en el OneDrive de Microsoft (servicio en la nube) institucional (de la universidad).</i>

3. Depósito y preservación de los datos

3.1	¿Qué criterios utilizarás para seleccionar los datos a preservar a largo plazo?
	<input type="checkbox"/> Tipo de datos (raw, procesados) y facilidad en la generación <input type="checkbox"/> Relevancia del contenido por otros <input type="checkbox"/> Facilidad de reutilización del formato por otros <input checked="" type="checkbox"/> Datos vinculados a una publicación <input checked="" type="checkbox"/> Verificación de la investigación <input type="checkbox"/> Tiempo disponible <input type="checkbox"/> Recursos económicos disponibles <input type="checkbox"/> Otros, indica: ...
3.2	¿Cuánto tiempo preservarás los datos?
	<i>Según algunos estándares, un mínimo de 10 años.</i>

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau

Autor de las fotografías de la portada:

Aitor Àvila Callau, 2020

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES A PARTIR DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
VOLUNTARIA. EL CASO DEL PERIURBANO DE TARRAGONA

Aitor Àvila Callau



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI