

UNIDADES DE PAISAJE NATURALES Y UNIDADES DE PAISAJE ARTIFICIALES. COMPARACIÓN MEDIANTE SIG Y MÉTRICAS DE PAISAJE

DAVID SERRANO GINÉ¹

Departamento de Geografía, Universitat Rovira i Virgili
c/ Joanot Martorell, 15, 43480 Vila-seca, Tarragona, España

¹ david.serrano@urv.cat

RESUMEN

Se comparan dos métodos distintos de delimitación de unidades de paisaje en una misma área de estudio, para verificar qué tan grande es la coincidencia de resultados. En concreto se trabaja con unidades sintéticas de geometría irregular, que denominamos unidades naturales, y con unidades analíticas de geometría regular, que denominados artificiales. Los resultados se examinan desde una doble perspectiva, cualitativa y cuantitativa, para la cual nos beneficiamos de las técnicas de análisis que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de otros ejercicios centrados en métricas de paisajes mediterráneos. En concreto se considera la caracterización espacial y temática de ambos procederes, así como la aproximación entre ambos. Los datos obtenidos indican un grado de correlación bajo entre los dos procedimientos, hecho que contrasta con otras experiencias que, sin compartir este mismo propósito comparativo, han realizado aproximaciones similares. El análisis de esta circunstancia nos lleva a afirmar que el cotejo entre unidades naturales y artificiales comporta coincidencias elevadas en trabajos a pequeña escala y coincidencias modestas en trabajos a escala detallada.

Palabras clave: paisaje, unidad de paisaje, procedimiento sistémico, procedimiento analítico, corología, Muntanyes d'Ordal

NATURAL LANDSCAPE UNITS VS. ARTIFICIAL LANDSCAPE UNITS. A GIS AND LANDSCAPE METRICS BASED ASSESSMENT

ABSTRACT

We compare two different methods of landscape unit delimitation in a same study area, to check what so important is the coincidence of results. In particular we consider synthetic units of

irregular geometry, which are called natural units, and analytical units of irregular geometry, which are called artificial units. Results are examined from a double point of view, as well qualitative and quantitative, for which we use Geographic Information Systems (GIS) techniques and landscape metrics developed by Mediterranean landscapes. Spatial and thematic characterisation is used for both cases, as well as its comparison. Results show a degree of low correlation, which is different from other experiences done with other purposes. This point carries us to affirm that natural and artificial units show a high degree of correlation at smaller scale, but a low degree of correlation at bigger scale.

Keywords: landscape, landscape unit, systemic method, analytic method, chorology, Muntanyes d'Ordal

1. Introducción

Los estudios de paisaje que se desarrollan en el seno de la Geografía acostumbran a conceder una gran importancia a aspectos relacionados con la delimitación y la zonificación territorial, dando lugar a un término comúnmente denominado "unidad de paisaje". Existen distintas apreciaciones sobre la lógica, el significado y los procedimientos que conviene seguir para establecer dichas delimitaciones, así como una cierta producción metodológica al respecto (Zonneveld, 1998; Prego *et al.*, 2008; Vallés *et al.*, 2012).

La importancia de la delimitación y zonificación del paisaje se ha observado desde hace tiempo y forma parte del *corpus* teórico de la mayor parte de trabajos que, desde una dimensión territorial, se acercan a su tratamiento (Vallés *et al.*, 2012). De esta manera, el trabajo pionero de Georges Bertrand (1968) subraya la utilidad de las unidades de paisaje en el inventario geocológico, su carácter dinámico y el provecho de su representación cartográfica. El texto referencial de Isaak Zonneveld (1989) desarrolla el valor de estas delimitaciones para detectar relaciones espaciales y corológicas, así como la inherente necesidad cartográfica que se deriva. El manual clásico de María de Bolòs (1992) también se refiere al valor de la regionalización del paisaje y propone un método, de sencilla aplicación y elevada lógica escalar, basado en la jerarquización de elementos estructurantes. Finalmente, Pérez-Chacón (2002) recoge esta concepción espacial y específica que la unidad de paisaje propicia la calificación y la clasificación del paisaje, ya que permite integrar y analizar sus distintos componentes en un ámbito acotado y un contexto determinado. Precisamente a partir de dicha aptitud es posible desarrollar aplicaciones específicas, relacionadas con el diagnóstico ambiental, la potencialidad de usos o, más recientemente, el ordenamiento territorial (Nogué, 2010).

En las líneas que siguen valoramos el establecimiento de unidades de paisaje a partir de dos procedimientos distintos. Con tal propósito partimos de un encuadre teórico y procedimental que nos permite comprender el porqué de la investigación y, después de una breve descripción del área de estudio, precisar el establecimiento de unidades de paisaje por dos vías separadas. La validación de resultados también la realizamos mediante un doble procedimiento, cualitativo y cuantitativo, para lo cual nos beneficiamos de las utilidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las métricas espaciales.

2. Delimitación de unidades de paisaje

La Convención Europea del Paisaje, firmada en Florencia el año 2000 y ratificada por España en 2008, define el paisaje como "*cualquier parte del territorio, tal como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de sus interrelaciones*". Se trata, en efecto, de un enunciado muy prudente del cual conviene subrayar su carácter espacial, aspecto que incardina directamente con el concepto de unidad de paisaje (Gómez y Riesco, 2010). Establecer una definición universal de unidad de paisaje resulta comprometido por la diversidad de planteamientos e interpretaciones que se vehiculan a través de este término y, por ende, que se materializan en su dimensión más espacial. Con todo, parece sensato afirmar que las unidades de paisaje se centran en delimitar porciones de territorio con cierto grado de homogeneidad, entendiendo que dicha homogeneidad debe comprenderse de forma gradual y de acuerdo a determinados parámetros de referencia (Serrano, 2012a).

Existe un número considerable de maneras de delimitar unidades de paisaje. En cuanto a planteamiento metodológico, resulta habitual distinguir entre unidades definidas según criterios de carácter tipológico y según criterios de carácter corológico. Las primeras atienden a la existencia común de uno o varios atributos que definen el carácter de un área, y tienen vocación universal; las segundas se centran en la idiosincrasia propia de un territorio y siguen un planteamiento historicista (van Eetvelde y Antrop, 2009). Para ambos casos es posible diferenciar metodologías de tipo analítico y de tipo sintético que aportan una mayor complejidad a la lógica de las delimitaciones resultantes. En función de la forma que adoptan las unidades se pueden separar dos grandes grupos, según si el contorno que adoptan presenta una geometría regular o una geometría irregular (García-Abad, 2002). El primer grupo, también llamado de geometrías artificiales, se fundamenta en la idea que la información de paisaje se puede resumir y capturar en parcelas de forma constante y regular que, sobrepuestas al territorio, definen unos límites artificiales pero útiles para sintetizar la información en ellos contenida. El segundo grupo, también llamado de geometrías naturales, parte de sintetizar e integrar la información de paisaje tal como se muestra en la realidad y atendiendo siempre a unos criterios de homogeneidad que se consideran rectores. Ambos procedimientos reflejan dos maneras distintas de acercarse al paisaje: el primero desde una vía de carácter analítico y el segundo desde una de carácter sistémico. Es importante notar que cada planteamiento señalado fija énfasis en unos intereses y procederes que no siempre son coincidentes. Por este motivo, las delimitaciones resultantes presentan ciertas divergencias, tanto en lo que se refiere a los elementos que las definen como a la geometría que adoptan (Mücher *et al.*, 2003). Esta apreciación resulta de elevado interés cuando se desea realizar estudios comparativos, porque las unidades, en ocasiones, se encuentran distanciadas, incluso cuando se refieren a una misma área de estudio.

En los distintos apartados que arman esta contribución comparamos el grado de semejanza existente en dos tipos de delimitaciones de paisaje realizadas en un mismo territorio. Para ello generamos unidades de paisaje mediante procedimientos distintos y buscamos la correlación existente entre ambas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y métricas espaciales. De esta manera pretendemos determinar cuán grande es la similitud de resultados a la hora de, en una misma área de estudio, delimitar unidades de paisaje a través de métodos diferentes.

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

En este sentido, asumimos que la correcta selección y combinación de elementos del paisaje en geometrías regulares genera unidades de paisaje de carácter artificial, con un cierto grado de afinidad con las de carácter natural. Nuestro ejercicio, finalmente, aporta información novedosa en cuanto a metodologías de estudio de paisaje y procedimientos para delimitar unidades, y es de utilidad a la hora de establecer zonificaciones de paisaje.

3. Materiales, datos y métodos

3.1. El caso de estudio: Muntanyes d'Ordal (Barcelona)

Muntanyes d'Ordal se encuentra en el sistema montañoso costero catalán, en plena región metropolitana de Barcelona (figura 1).

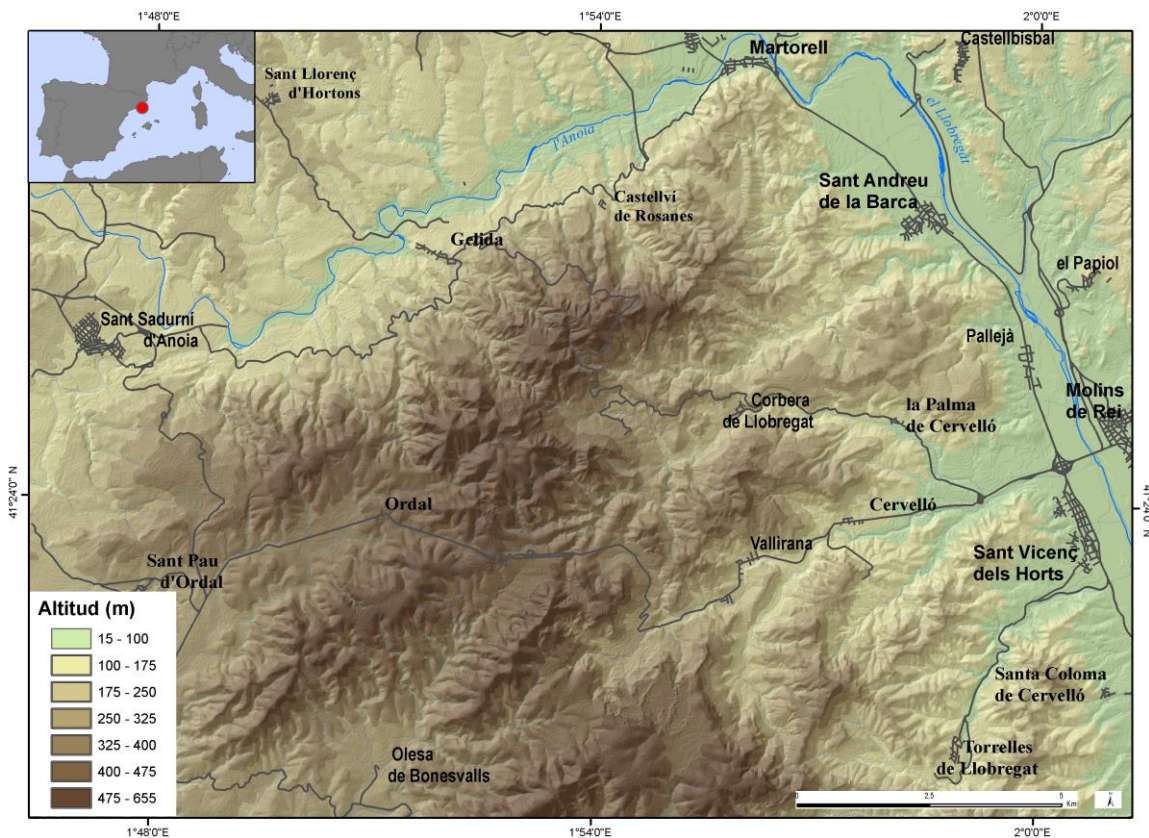


Figura 1. Muntanyes d'Ordal: localización del área de estudio

La estructura general del sector se configura por distintas sierras y valles de altura modesta (puntualmente se superan los 600 metros de altitud) que configuran un relieve quebrado y de notable rugosidad. El basamento del sector descansa sobre materiales cambro-ordovicianos que el

buzamiento general hace aflorar en el flanco nordeste. Se cuentan también cinco tipos de litologías triásicas, así como calizas y dolomías del Cretácico. Las condiciones climáticas son eminentemente mediterráneas, con cierta tendencia continental hacia el norte y ciertos máximos regionales de precipitación determinados por la altitud. Todo ello facilita el establecimiento de un denso manto arbóreo, dominado por distintas formaciones de *Pinus halepensis* y, en menor orden, de *Quercus ilex*; también resultan importantes las formaciones arbustivas y herbáceas que, en su conjunto, reúnen interesantes elementos de carácter sub y supramediterráneo. Con todo, la mayor impronta fisiognómica viene de la mano de las superficies edificadas que, a pesar de cifrarse en un 17,15%, tienen un peso visual incuestionable. Más del 77% de este valor se refiere a urbanizaciones de baja densidad, fácilmente caracterizables por su dispersión, dificultad de acceso, variedad de tipologías edificatorias y, hasta tiempos recientes, a menudo, también por la carencia de servicios básicos. Las 13 municipalidades que aquí toman lugar ofrecían en 2012 una densidad de 1.146,7 habitantes/km², aunque con una distribución muy irregular. Precisamente por esta presión urbana y por los valores ambientales señalados, Muntanyes d'Ordal se encuentran protegidas por tres sectores disjuntos bajo el amparo de la Generalitat de Catalunya y, más recientemente, por la Red Natura 2000 (Paül y Serrano, 2005).

3.2. Datos

A) Unidades naturales

El establecimiento de unidades naturales se ha realizado siguiendo un procedimiento eminentemente sistémico que sienta sus bases en los postulados clásicos de Bertrand (1968) y Bolòs (1992), y en el cual ha resultado de vital importancia el trabajo de campo. El método seguido se basa en la síntesis de los elementos estructurantes del paisaje, que en Muntanyes d'Ordal se articulan en torno al relieve, la vegetación y la ocupación del suelo. La caracterización y delimitación de unidades se ha efectuado mediante el predominio de elementos y energías de carácter abiótico, biótico, antrópico y mixto, que se expresan mediante una codificación que reserva la letra F para predominios abióticos, la B para bióticos, la A para antrópicos y la combinación de estos tres, señalada entre paréntesis, para los mixtos. Se han empleado tres niveles de definición según si los componentes estructurantes ofrecen una participación igual o superior al 50% del conjunto, entre el 50% y el 20% o inferior al 20%, tal como propone Bolòs (1992).

El resultado es una delimitación de unidades en tres rangos taxonómicos integrados mutuamente en un grado de mayor a menor detalle e, inversamente, de menor a mayor alcance espacial. La caracterización de dichos rangos presenta un carácter tipológico, para el primer y segundo rango, y corológico, para el tercero, siguiendo una secuencia de gran lógica espacial (Serrano, 2013). La caracterización de las unidades corológicas se ha efectuado de modo descriptivo, según su homogeneidad, dinámica y funcionalidad. La caracterización de las unidades tipológicas se ha realizado según la dominancia de componentes (tabla 1). El primer rango taxonómico, que es el que tomamos como referencia en este trabajo, presenta una bondad a escala 1:10.000 y se conforma por 1.019 delimitaciones (figura 2).

Tabla 1. Categorías empleadas para la caracterización de unidades de rango I

Unidades de predominio abiótico		
F₁	roca compacta en pendiente acusada	
F₂	roca desnuda	
F₅	agua dulce	

Unidades de predominio biótico		
B₁	bosque	
	B₁₁	bosque aciculifolio
		B₁₁₁
		bosque aciculifolio denso
		B₁₁₂
		bosque aciculifolio claro
		B_{112f}
		bosque aciculifolio claro en pendiente
	B₁₂	bosque caducifolio
		B₁₂₁
		bosque caducifolio denso
		B₁₂₂
		bosque aciculifolio claro
	B₁₃	bosque perennifolio mediterráneo
		B₁₃₁
		bosque perennifolio mediterráneo denso
		B₁₃₂
		bosque perennifolio mediterráneo claro
B₂	matorral	
	B₂₁	matorral denso
	B₂₂	matorral claro
	B_{22f}	matorral claro en pendiente
B₃	herbazal, prado o pastizal de carácter natural	
BA	vegetación degradada, antropizada o con elementos antrópicos	

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Unidades de predominio antrópico			
A₁	espacio urbano compacto		
	A₁₁	espacio urbano compacto con edificaciones elevadas	
	A₁₂	espacio urbano compacto con edificaciones bajas	
	A₁₃	espacio urbano compacto con edificaciones de altura diversa	
A₂	espacio urbano laxo		
	A_{2f}	espacio urbano laxo en vertientes de pendiente acusada	
A₃	complejo de servicios		
A₄	infraestructuras		
A₅	complejo industrial o logístico		
A₆	complejo deportivo		
AF	minería		
	AF₂	cantera, extracción de áridos	

Unidades de predominio mixto			
(AF₅)	pantano		
(AB)	zona de cultivo, explotación agraria tradicional		
	(AB₁)	cultivo arbóreo de secano	
	(AB₂)	cultivo arbustivo de secano	
	(AB₁)f₅	cultivo arbóreo de regadío	
	(AB₁₂₃)f₅	cultivo herbáceo de regadío, huerta	
	A₃(AB)f₅	campo de golf, jardín	
(F₂A)	mina abandonada		
(Ba)	zona de cultivo abandonada		
(Ba)f	zona de cultivo abandonada en bancal o en vertiente con pendiente acusada		

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

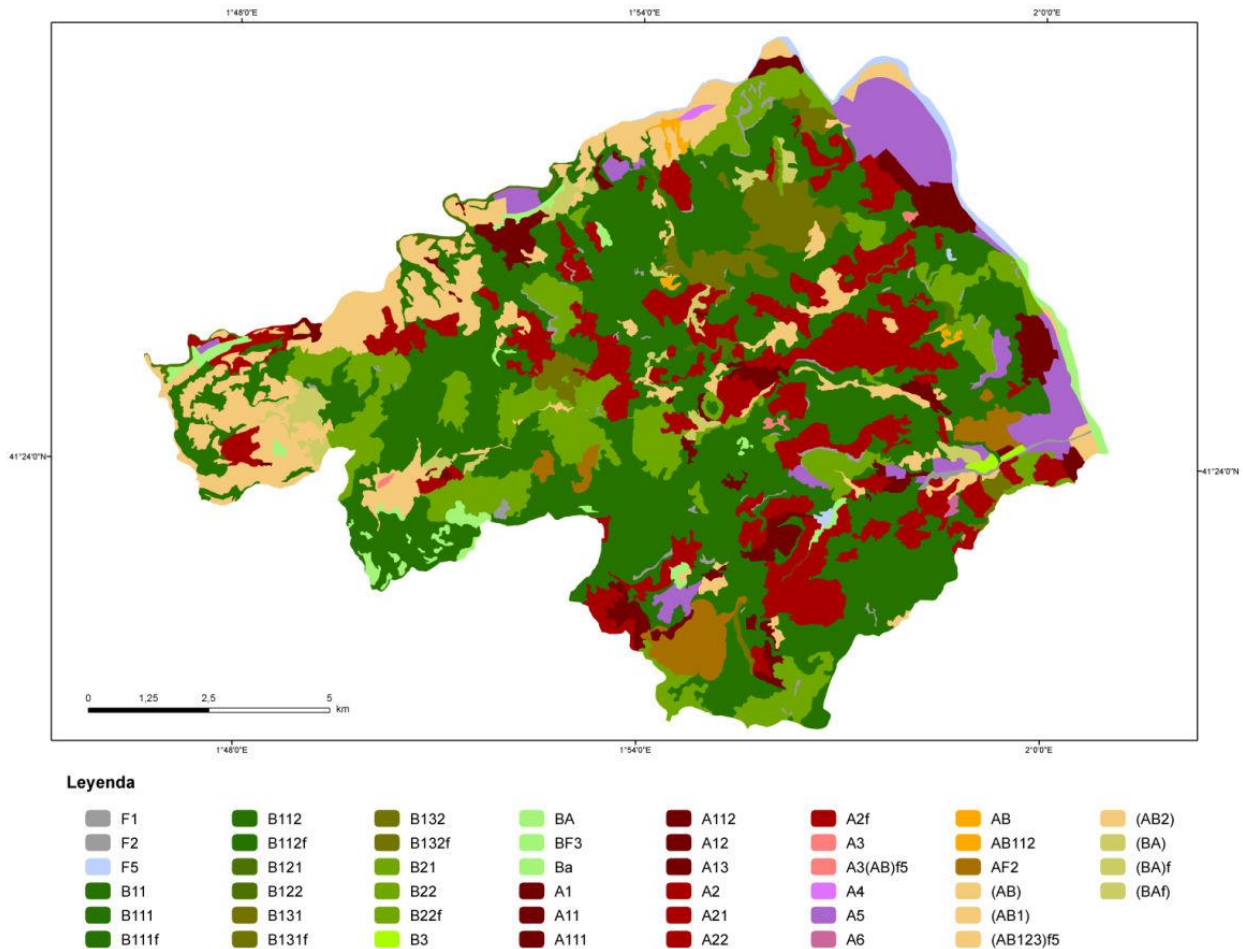


Figura 2. Unidades de paisaje de geometría irregular

B) Unidades artificiales

El establecimiento de unidades artificiales se ha realizado a partir del análisis y cartografía de unidades homogéneas de relieve (figura 3) y de unidades homogéneas de vegetación, que se ha complementado con la cartografía de ocupación del suelo (figura 4).

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

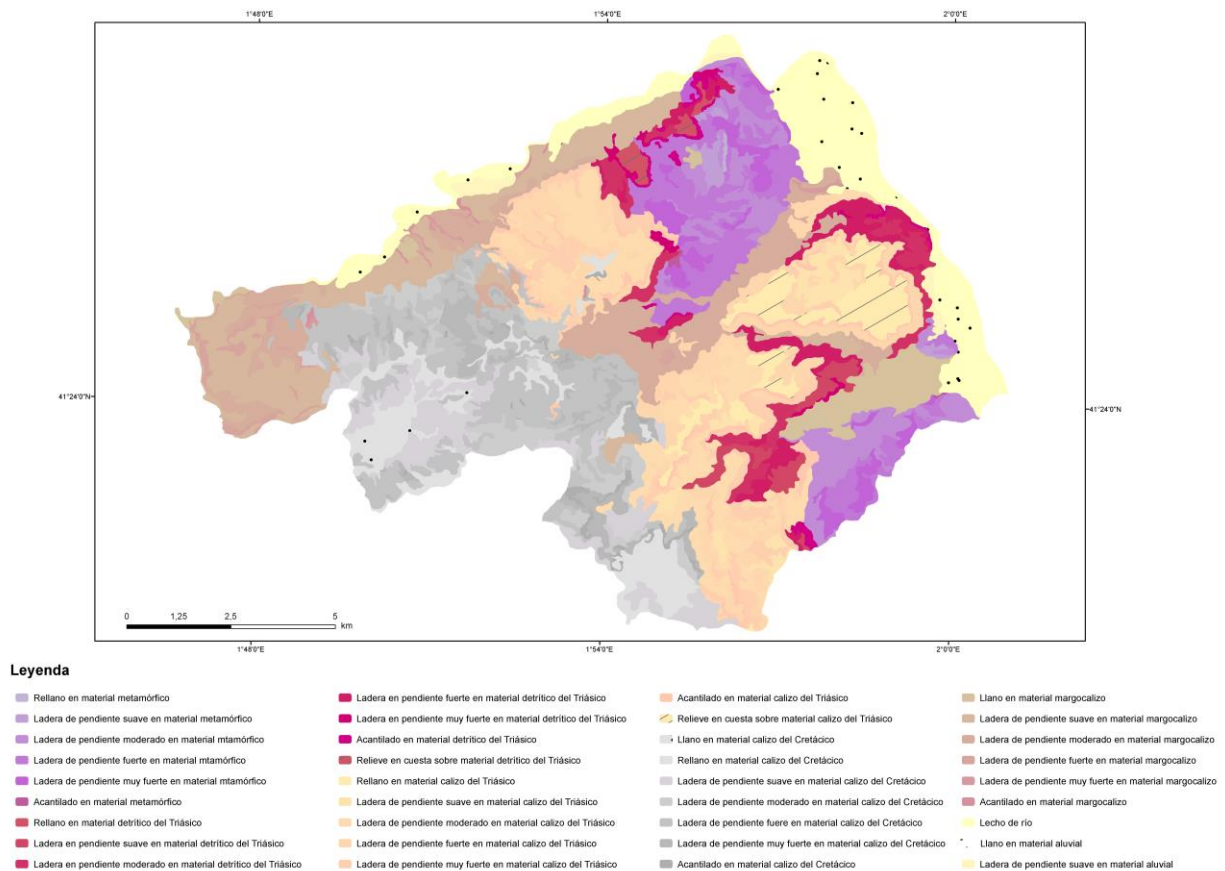


Figura 3. Unidades homogéneas de relieve

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, n° 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

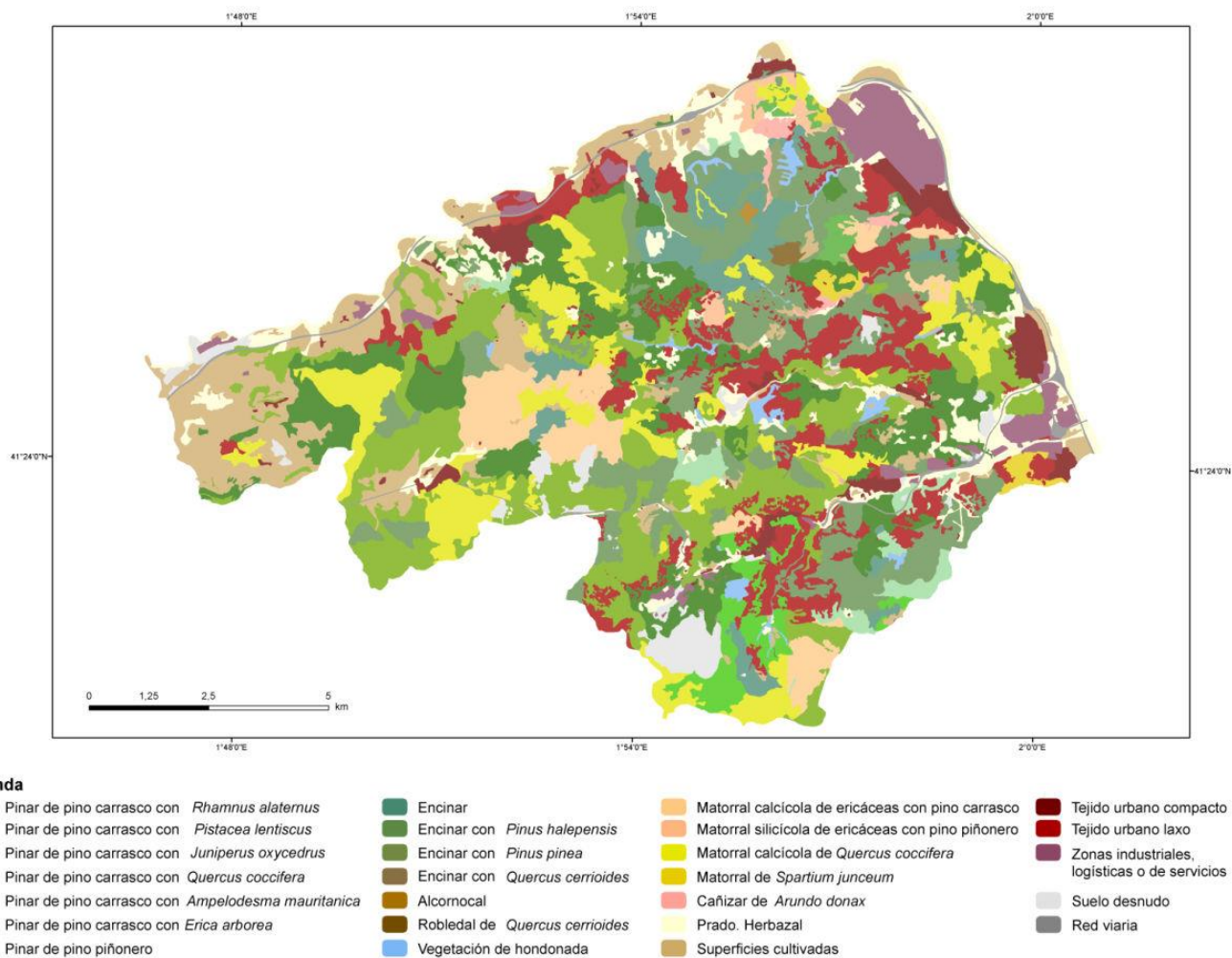


Figura 4. Unidades homogéneas de vegetación.

Estos dos elementos, relieve y cubiertas del suelo, han sido escogidos por ser los que mejor estructuran el paisaje del lugar. Ello no quiere decir, obviamente, que otros elementos, como el clima o la valoración social, no sean de importancia, sino que no lo son en la misma medida que los anteriormente citados. Este tipo de delimitaciones han sido llamadas de paisaje esencial, o de paisaje básico, según la propuesta de García Sánchez (2011). Respecto las mencionadas unidades homogéneas, señalaremos que la información base ha sido obtenida mediante un exhaustivo trabajo de campo y que, en ambos casos, se ha seguido un planteamiento holístico, delimitando porciones de territorio homogéneas desde el punto de vista del relieve y la vegetación, respectivamente, e integrando las variables que, desde la óptica del paisaje, resultaban más significativas. El mapa de unidades de relieve se compone de seis clases y 36 categorías (tabla 2), mientras que el de unidades de vegetación se forma por 20 categorías, que se amplían a 26 si se atiende también a la ocupación del suelo (tabla 3). Las cartografías realizadas, finalmente, tienen validez a 1:20.000 para el caso del relieve y 1:25.000 para el caso de la vegetación, motivo por el cual pueden considerarse de notable detalle (Serrano, 2010; Serrano, 2012b).

Tabla 2. Categorías empleadas para la caracterización de unidades homogéneas de relieve

Clase	Categoría
Material metamórfico	Rellano en material metamórfico
	Ladera de pendiente suave en material metamórfico
	Ladera de pendiente moderada en material metamórfico
	Ladera de pendiente fuerte en material metamórfico
	Ladera de pendiente muy fuerte en material metamórfico
	Acantilado en material metamórfico
Material detrítico del Triásico	Rellano en material detrítico del Triásico
	Ladera de pendiente suave en material detrítico del Triásico
	Ladera de pendiente moderada en material detrítico del Triásico
	Ladera de pendiente fuerte en material detrítico del Triásico
	Ladera de pendiente muy fuerte en material detrítico del Triásico
	Acantilado en material detrítico del Triásico
	Relieve en cuesta sobre material detrítico del Triásico
Material calizo del Triásico	Rellano en material calizo del Triásico
	Ladera de pendiente suave en material calizo del Triásico
	Ladera de pendiente moderado en material calizo del Triásico
	Ladera de pendiente fuerte en material calizo del Triásico
	Ladera de pendiente muy fuerte en material calizo del Triásico
	Acantilado en material calizo del Triásico
	Relieve en cuesta sobre material calizo del Triásico
Material calizo del Cretácico	Llano en material calizo del Cretácico
	Rellano en material calizo del Cretácico
	Ladera de pendiente suave en material calizo del Cretácico
	Ladera de pendiente moderada en material calizo del Cretácico
	Ladera de pendiente fuerte en material calizo del Cretácico
	Ladera de pendiente muy fuerte en material calizo del Cretácico

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Material margocalizo	Acantilado en material calizo del Cretácico
	Llano en material margocalizo
	Ladera de pendiente suave en material margocalizo
	Ladera de pendiente moderada en material margocalizo
	Ladera de pendiente fuerte en material margocalizo
	Ladera de pendiente muy fuerte en material margocalizo
Material aluvial	Acantilado en material margocalizo
	Lecho de río
	Llano en material aluvial
	Ladera de pendiente suave en material aluvial

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

Tabla 3. Categorías empleadas para la caracterización de unidades homogéneas de vegetación. Nótese que también se incluye la ocupación del suelo.

Clase	Categoría
Vegetación arbórea	Pinar de pino carrasco con <i>Rhamnus alaternus</i>
	Pinar de pino carrasco con <i>Pistacea lentiscus</i>
	Pinar de pino carrasco con <i>Juniperus oxycedrus</i>
	Pinar de pino carrasco con <i>Quercus coccifera</i>
	Pinar de pino carrasco con <i>Ampelodesma mauritanica</i>
	Pinar de pino carrasco con <i>Erica arborea</i>
	Pinar de pino piñonero
	Encinar
	Encinar con <i>Pinus halepensis</i>
	Encinar con <i>Pinus pinea</i>
	Encinar con <i>Quercus cerrioides</i>
	Alcornocal
	Robledal de <i>Quercus cerrioides</i>
	Vegetación de hondonada (lauredales, choperas y olmedas)
Vegetación arbustiva	Matorral calcícola de ericáceas con <i>Pinus halepensis</i>
	Matorral silicícola de ericáceas con <i>Pinus pinea</i>
	Matorral calcícola de <i>Quercus coccifera</i>
	Matorral de <i>Spartium junceum</i>
	Cañizar de <i>Arundo donax</i>
Vegetación herbácea	Prado, herbazal
Ocupación del suelo	Superficie cultivada
	Tejido urbano compacto
	Tejido urbano laxo
	Zona industrial, logística comercial
	Suelo desnudo
	Red viaria

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

3.3. Metodología

El análisis propuesto se ha realizado mediante distintos pasos, que pueden agruparse en dos grandes conjuntos, según si afectan a la preparación de datos (apartado A) o al cálculo de métricas (apartado B).

A) Cruce de cartografías

La primera tarea a realizar ha sido la preparación de las cartografías artificiales. Para ello se han rasterizado las capas con información relativa a unidades homogéneas de relieve y unidades homogéneas de vegetación. A tal efecto se ha escogido una medida de celda de 10x10 metros, que se ajusta de manera oportuna a la información existente, los objetivos del estudio y el tipo de datos a tratar.

El siguiente paso ha sido la combinación de ambas capas mediante una simple operación de superposición; este procedimiento ha sido requisito previo para generar las delimitaciones de carácter artificial (que, como se ha anunciado, deriva de las unidades homogéneas de relieve, las unidades homogéneas de vegetación y la ocupación del suelo). A causa del elevado número de categorías existente en cada fuente de información, el número posible de combinaciones resultaba excesivamente elevado. Aunque en la práctica el número real de combinaciones (426) se mostraba significativamente inferior al posible (936), se estimó oportuno realizar, de manera previa al cruce de capas, una reclasificación por agregación. De esta manera, por una parte, se reducía el número de categorías de cada clase, aliviando operaciones posteriores, y, por otra parte, se facilitaba la comparación de leyendas con el mapa de las unidades naturales. Así, la leyenda final del mapa de unidades homogéneas de relieve quedó reducida a tres clases (más una impropcedente) y la del mapa de unidades homogéneas de vegetación a 13 clases.

Las categorías de estas dos capas de información fueron recodificadas según su grado de proximidad con las categorías de la leyenda empleada para las unidades de paisaje naturales. La lógica seguida, que se explicita en la tabla 4 y 5, codifica los elementos de carácter abiótico, biótico, antrópico y mixto de la misma manera que lo hace la propuesta de la tabla 1, por lo que permite la total comparación entre ambos procedimientos. Posteriormente, se han combinado las cartografías de unidades homogéneas de relieve y unidades homogéneas de vegetación y ocupación del suelo, y las correspondientes leyendas recodificadas. El resultado se materializa en unas delimitaciones que combinan aquellos aspectos más importantes de relieve, vegetación y ocupación del suelo, y los expresan según la nomenclatura empleada en la tabla 1. Este producto, pues, deriva de las unidades artificiales pero, por su estructura y lógica interna, permite cotejarlo con las unidades naturales.

Tabla 4. Reclasificación de la tabla 2 según lo dispuesto en la tabla 1

Categoría antigua	Categoría nueva
Rellano en material metamórfico	F ₂
Ladera de pendiente suave en material metamórfico	---
Ladera de pendiente moderada en material metamórfico	f
Ladera de pendiente fuerte en material metamórfico	f
Ladera de pendiente muy fuerte en material metamórfico	f
Acantilado en material metamórfico	F ₁
Rellano en material detrítico del Triásico	F ₂
Ladera de pendiente suave en material detrítico del Triásico	---
Ladera de pendiente moderada en material detrítico del Triásico	f
Ladera de pendiente fuerte en material detrítico del Triásico	f
Ladera de pendiente muy fuerte en material detrítico del Triásico	f
Acantilado en material detrítico del Triásico	F ₁
Relieve en cuesta sobre material detrítico del Triásico	F ₂
Rellano en material calizo del Triásico	F ₂
Ladera de pendiente suave en material calizo del Triásico	---
Ladera de pendiente moderado en material calizo del Triásico	f
Ladera de pendiente fuerte en material calizo del Triásico	f
Ladera de pendiente muy fuerte en material calizo del Triásico	f
Acantilado en material calizo del Triásico	F ₁
Relieve en cuesta sobre material calizo del Triásico	F ₂
Llano en material calizo del Cretácico	---
Rellano en material calizo del Cretácico	F ₂
Ladera de pendiente suave en material calizo del Cretácico	---
Ladera de pendiente moderada en material calizo del Cretácico	f
Ladera de pendiente fuerte en material calizo del Cretácico	f
Ladera de pendiente muy fuerte en material calizo del Cretácico	f
Acantilado en material calizo del Cretácico	F ₁
Llano en material margocalizo	---
Ladera de pendiente suave en material margocalizo	---
Ladera de pendiente moderada en material margocalizo	f
Ladera de pendiente fuerte en material margocalizo	f
Ladera de pendiente muy fuerte en material margocalizo	f
Acantilado en material margocalizo	F ₁
Lecho de río	F ₅
Llano en material aluvial	F ₅
Ladera de pendiente suave en material aluvial	F ₅

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Reclasificación de la tabla 3 según lo dispuesto en la tabla 1

Categoría antigua	Categoría nueva
Pinar de pino carrasco con <i>Rhamnus alaternus</i>	B ₁₁
Pinar de pino carrasco con <i>Pistacea lentiscus</i>	B ₁₁
Pinar de pino carrasco con <i>Juniperus oxycedrus</i>	B ₁₁
Pinar de pino carrasco con <i>Quercus coccifera</i>	B ₁₁
Pinar de pino carrasco con <i>Ampelodesma mauritanica</i>	B ₁₁
Pinar de pino carrasco con <i>Erica arborea</i>	B ₁₁
Pinar de pino piñonero	B ₁₁
Encinar	B ₁₃
Encinar con <i>Pinus halepensis</i>	B ₁₁
Encinar con <i>Pinus pinea</i>	B ₁₃
Encinar con <i>Quercus cerrioides</i>	B ₁₃
Alcornocal	B ₁₃
Robledal de <i>Quercus cerrioides</i>	B ₁₂
Vegetación de hondonada (laureales, choperas y olmedas)	B ₁₂
Matorral calcícola de ericáceas con <i>Pinus halepensis</i>	B ₂₁
Matorral silicícola de ericáceas con <i>Pinus pinea</i>	B ₂₁
Matorral calcícola de <i>Quercus coccifera</i>	B ₂₁
Matorral de <i>Spartium junceum</i>	B ₂₂
Cañizar de <i>Arundo donax</i>	BA
Prado, herbazal	B ₃
Superficie cultivada	(AB)
Tejido urbano compacto	A ₁
Tejido urbano laxo	A ₂
Zona industrial, logística o comercial	A ₅
Suelo desnudo	F ₂
Red viaria	A ₄

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en una última etapa, la cartografía resultante se puso en relación con la cartografía de unidades de carácter natural para, así, comparar el grado de aproximación de ambas delimitaciones.

B) Cálculo de métricas

En segundo lugar se procedió al cálculo de métricas de paisaje. Para ello se tomó como referencia la sistematización de Aguilera y Botequilha-Leitão (2012), que se centra en el análisis de componentes principales adaptados a las particularidades del paisaje mediterráneo. A tal efecto se utilizó como base cartográfica una rasterización con medida de píxel de 10x10 metros que, en el caso de las unidades artificiales, coincidía con la elaborada en el paso anterior y, en el caso de las unidades naturales, con una confeccionada *ex profeso*.

En la mayor parte de trabajos de geometría del paisaje resulta habitual depurar las bases de datos, con la intención de eliminar categorías infra-representadas o con un comportamiento anómalo. En nuestro caso, este procedimiento no fue necesario porque la correlación establecida para cotejar ambas cartografías ya homogeneizó las clases no significativas. De la misma manera tampoco fue preciso normalizar valores porque, por una parte, las cartografías que se deseaba comparar no mantenían ninguna relación a estandarizar y, por otra parte, porque no era necesario obtener ninguna puntuación de referencia para derivar las métricas a utilizar. En este sentido, de las ocho métricas propuestas por Aguilera y Botequilha-Leitão (2012), se emplearon siete: AREA_MN, AREA_CV, SHAPE_AM, GYRATE_AM, CONTIG_MN, SHAPE_MN y NP; se desestimó la métrica PLAND por tener difícil justificación en una leyenda tan desagregada y sistematizada como la empleada. También fueron desestimadas las métricas TE, LPI y AREA_AM, que los autores emplean para complementar los resultados obtenidos mediante análisis de componentes principales. El significado de cada métrica puede consultarse en McGarigal *et al.* (2012).

Para comparar la estructura territorial de las dos capas, las métricas indicadas se calcularon por separado para las unidades naturales, que consideramos como referencia, y para las unidades artificiales, fruto de cruzar las unidades homogéneas de relieve y de vegetación y realizar la posterior correspondencia entre categorías de ambos procedimientos.

C) Software

La cartografía de unidades de relieve y la de unidades de vegetación se realizó con el programa *Microstation* v8, © Bentley. Para el cruce de capas, las operaciones de análisis SIG y la salida cartográfica se empleó *ArcGIS* 10, © ESRI. El cálculo de las métricas se realizó mediante el programa *FRAGSTATS* v4, disponible gratuitamente en la dirección: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>> (McGarigal *et al.*, 2012).

4. Resultados

4.1. Aproximación cualitativa

En la tabla 6 se muestran los resultados, ya codificados según la leyenda de la tabla 1, fruto de cruzar la cartografía de unidades homogéneas de relieve con la cartografía de unidades homogéneas de vegetación. Aparecen 60 categorías, 26 más que en la leyenda del mapa de unidades naturales. La distribución de categorías se encuentra muy polarizada: una categoría (B₁₁f) presenta un máximo de 57 localizaciones, dos categorías (B₁₁ y B₂₁f) tienen más de 20 representaciones y cinco ((AB)f, A₁f, A₂f, A₄f, y A₅f) ofrecen diez o más posiciones. El resto de categorías ostentan menos de una decena de ubicaciones, y en dos casos (B₂₂ y BA) sólo una.

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Tabla 6. Valores resultantes de cruzar las leyendas simplificadas de la tabla 2 y de la tabla 3

Categoría	Número de localizaciones	Categoría	Número de localizaciones
Unidades de predominio abiótico			
F ₂	4	B ₃ f ₂	6
F ₂ f	8	B ₃ f ₅	2
F ₂ f ₁	3	BA	1
F ₂ f ₂	2	BAf	9
F ₂ f ₅	3	BAf ₁	1
		BAf ₅	1
Unidades de predominio biótico		Unidades de predominio antrópico	
B ₁₁	23	A ₁	5
B ₁₁ f	57	A ₁ f	12
B ₁₁ f ₁	17	A ₁ f ₁	3
B ₁₁ f ₂	16	A ₁ f ₂	1
B ₁₁ f ₅	7	A ₁ f ₅	3
B ₁₂	2	A ₂	4
B ₁₂ f	14	A ₂ f	12
B ₁₂ f ₁	2	A ₂ f ₁	4
B ₁₂ f ₂	2	A ₂ f ₅	3
B ₁₃	8	A ₄	6
B ₁₃ f	16	A ₄ f	10
B ₁₃ f ₁	4	A ₄ f ₁	1
B ₁₃ f ₂	1	A ₄ f ₂	1
B ₂₁	7	A ₄ f ₅	3
B ₂₁ f	24	A ₅	4
B ₂₁ f ₁	9	A ₅ f	10
B ₂₁ f ₂	7	A ₅ f ₁	1
B ₂₁ f ₅	2	A ₅ f ₂	2
B ₂₂	1	A ₅ f ₅	3
		Unidades de predominio mixto	
B ₂₂ f	5	(AB)	6
B ₂₂ f ₁	1	(AB)f	12
B ₂₂ f ₅	1	(AB)f ₁	2
B ₃	9	(AB)f ₂	4
B ₃ f	22	(AB)f ₅	3
B ₃ f ₁	4		

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la coincidencia geométrica, los resultados son relativamente aproximados: las unidades de predominio abiótico y las de predominio antrópico, con pequeñas variaciones, ofrecen valores prácticamente coincidentes. Por el contrario, las unidades de predominio biótico y las de

predominio mixto, en su conjunto, se muestran más inconstantes, con valores de coincidencia que, aunque similares, no confieren excesiva fiabilidad (figura 5). De las 1.019 unidades delimitadas de forma irregular, únicamente 55 (un 5,4%) ofrecen una coincidencia geométrica superior al 99%, perteneciendo en todos los casos a la categoría (AB).

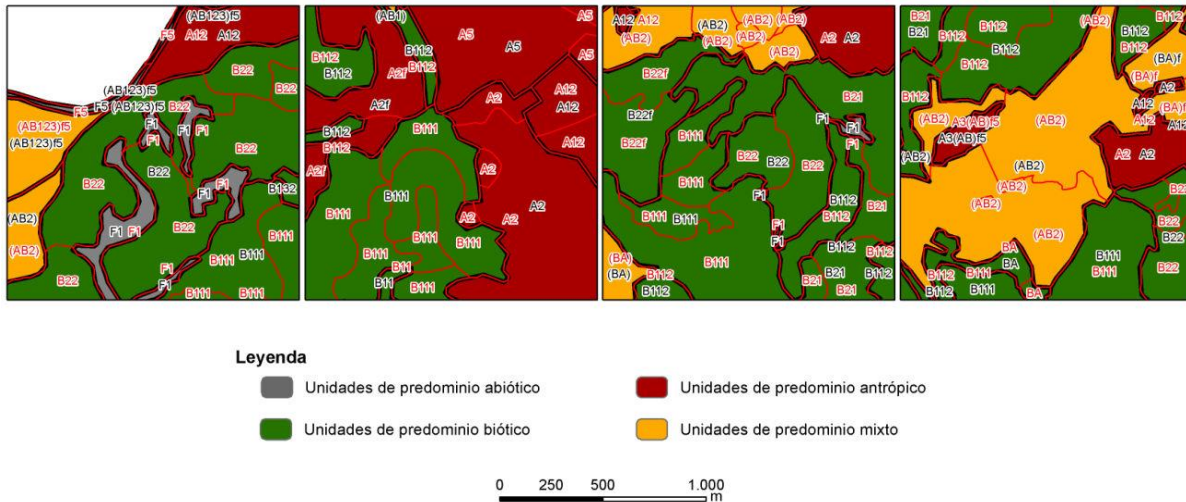


Figura 5. Coincidencia espacial entre unidades. La delimitación y el texto en color rojo corresponden a las unidades naturales y las negras, y en trazo más grueso, a las artificiales.

Pero sin duda alguna, la operación que reporta mayor información es la relación de las dos bases de datos tratadas: la correspondiente a las unidades de paisaje naturales (que tomamos como referencia), y la correspondiente a unidades artificiales (que tomamos como variable a evaluar). Este último procedimiento generó 2.530 delimitaciones (más del doble de las obtenidas mediante el primer método), que, finalmente, se simplificó en 2.321 áreas. Éstas corresponden a 42 categorías, que es el mismo número de categorías presente en las delimitaciones naturales. La correspondencia entre clases de ambos métodos es bastante dispar (tabla 7). Ésta se ha matizado en tres grados de coincidencia (total, significativa y baja), según si la similitud atiende a la categoría (correspondencia completa), a la clase (correspondencia con el primer nivel jerárquico superior) o a órdenes superiores.

Tabla 7. Coincidencias entre unidades de paisaje (tabla 3 y tabla 6)

Unidad	Similitud total	Similitud significativa	Similitud baja	Unidad	Similitud total	Similitud significativa	Similitud baja
Unidades de predominio abiótico				A ₁₁₁			22
F ₁		5	107	A ₁₁₂			23
F ₂		2	22	A ₁₂		15	88
F ₅		6	23	A ₁₃		13	57
Unidades de predominio biótico				A ₂	2	9	72
B ₁₁		41	154	A ₂₁			9
B _{111f}		7	5	A ₂₂		3	50
B ₁₁₂		8	116	A _{2f}	10	48	190
B _{112f}		14	15	A ₃			18
B ₁₂₁		3	30	A _{3(AB)_{f5}}		1	10
B ₁₂₂		1	39	A ₄	1	1	3
B ₁₃₁	1	5	36	A ₅	3	20	65
B _{131f}		2	1	A ₆			4
B ₁₃₂		22	54	AB		2	14
B _{132f}			8	AB ₁₁₂		2	6
B ₂₁	3	19	41	AF ₂		1	46
B ₂₂		40	92	Unidades de predominio mixto			
B _{22f}	3	19	67	(AB)	2	6	47
B ₃	1	1	3	(AB ₁)		7	31
BA		11	66	(AB ₁₂₃) _{f5}		9	50
Unidades de predominio antrópico				(AB ₂)		18	115
A ₁	1		5	(BA)		6	69
A ₁₁	1	3	17	(BA) _f		1	32

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de las unidades clasificadas mediante el cruce de cartografías (83%) ofrece una coincidencia baja respecto las unidades de geometría irregular, a las que otorgamos una bondad superior por la correspondencia efectiva que mantienen con la realidad. Un porcentaje bajo (16%) de las unidades mantiene una coincidencia significativa, esto es, total similitud con los elementos estructurantes, pero divergencia con los de participación modesta. Finalmente, un número puramente representativo (1,2 % de las delimitaciones) brinda coincidencia total entre los dos métodos. La corología de los valores de coincidencia no indica ningún patrón de distribución significativo; más bien parece inferirse una localización aleatoria entre valores coincidentes y divergentes (figura 6).

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

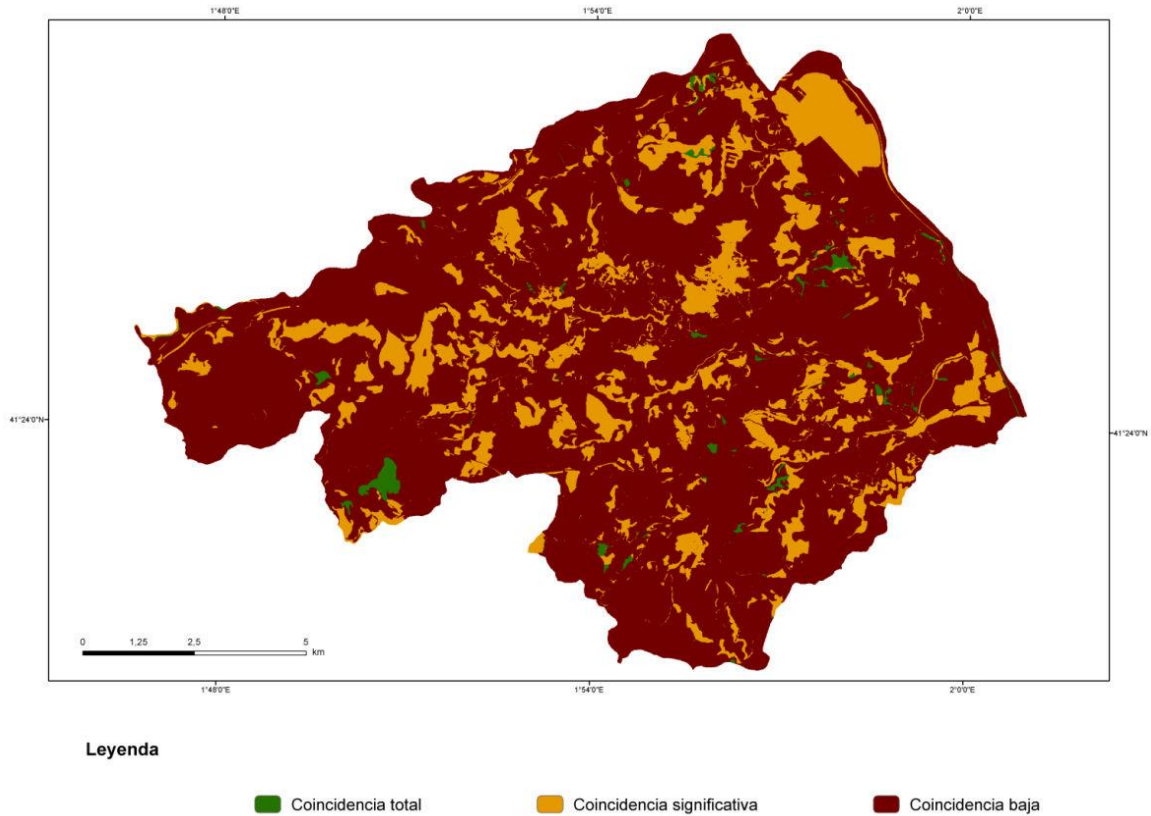


Figura 6. Distribución de la coincidencia de unidades

4.2. Aproximación cuantitativa

La aplicación de métricas seleccionadas de paisaje permite realizar una aproximación cuantitativa a la estructura territorial del área de estudio. Las unidades naturales, que tomamos como referencia, se expresan en 34 categorías: tres de predominio abiótico, 14 de predominio biótico, 11 de predominio antrópico y seis de predominio mixto (tabla 8).

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Tabla8: Valores de las métricas de las unidades naturales

Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio abiótico							
F ₁	1,6384	115,5900	2,6027	148,5477	0,7705	2,0162	57
F ₂	17,5150	52,2695	4,2590	715,9625	0,9135	3,3001	2
F ₅	38,4133	120,0837	7,4493	1794,2836	0,9122	3,7835	3

Fuente: Elaboración propia

Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio biótico							
B ₁₁	5,9200	0,6757	2,0993	126,2467	0,9005	2,1020	2
B ₁₁₁	58,3972	97,6815	3,0497	540,8939	0,9424	2,5606	50
B ₁₁₂	64,7476	163,6423	3,8022	743,4943	0,9407	2,5840	50
B _{112f}	43,5450	83,2357	3,1089	500,0796	0,947	2,3739	2
B ₁₂₁	9,6567	73,8695	3,3048	279,2927	0,8028	3,6559	3
B ₁₂₂	10,3743	122,9183	4,9799	664,0159	0,7967	3,4965	7
B ₁₃₁	33,1960	132,4884	2,1232	436,5710	0,9398	1,9240	5
B ₁₃₂	63,0220	54,5862	2,4239	416,9658	0,9561	2,4652	5
B ₂₁	70,0875	66,7585	3,0081	531,3846	0,9551	2,4482	8
B ₂₂	42,5475	111,4619	2,7119	482,9917	0,9364	2,3369	20
B _{22f}	47,2900	56,1180	2,1448	347,3739	0,9554	2,0705	7
B ₃	10,5250	36,9121	1,5246	163,1474	0,9413	1,5698	2
BA	14,9183	62,9421	2,6617	336,9011	0,9233	2,4029	6
Ba	17,1580	128,6383	3,3677	774,3922	0,9036	2,4617	5

Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio antrópico							
A ₁	1,6300	0,0000	1,2692	53,3565	0,8824	1,2692	1
A ₁₁	18,6050	119,8081	1,7558	310,0361	0,9117	1,6242	4
A ₁₂	12,9629	173,4554	2,1347	359,9639	0,8884	1,8757	24
A ₁₃	24,4650	70,4465	2,1928	292,5966	0,9419	2,1043	8
A ₂	46,8008	187,1407	2,4892	641,1989	0,9137	1,8119	12
A _{2f}	31,5864	127,6314	2,4523	428,6755	0,9104	2,0461	47
A ₃	3,0250	71,2397	1,4101	84,8813	0,8864	1,3490	2
A ₄	10,8300	0,0000	1,7424	178,3539	0,9392	1,7424	1
A ₅	50,2236	169,6452	1,7596	559,9265	0,9512	1,7398	14
A ₆	7,8900	0,0000	1,6316	128,7132	0,9335	1,6316	1
AF ₂	62,3740	102,4499	1,9565	451,6010	0,9637	1,7023	5

Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio mixto							
(AB)	11,5500	114,7107	1,9770	224,0560	0,9265	1,6751	9
(AB) ₁	13,4925	59,4509	2,8253	347,5568	0,9121	2,5291	4
(AB) ₁₂₃ f5	16,1415	65,2480	2,0546	243,0073	0,9301	2,0771	13
(AB) ₂	36,8360	205,1994	3,7831	614,8579	0,916	2,2003	35
(BA)	17,6008	73,8602	2,2420	239,9262	0,9262	2,1916	12
(BA) _f	12,1450	50,9263	2,3158	173,1735	0,9184	2,2575	2

El mayor número de unidades (NP) se refiere a la categoría F₁ (57), seguida de B₁₁₁ (50), B₁₁₂ (50) y A_{2f} (47). Los mayores valores de superficie también se correlacionan con unidades de

predominio biótico: B₂₁ (70,088), B₁₁₂ (64,748), B₁₁₁ (58,397) y, en menor medida, antrópico: A₅ (50,223). Sin embargo, el coeficiente de variación señala valores más dispares de superficie, apareciendo mayor heterogeneidad de dimensiones en clases con valores de antropización: (AB₂) (205,199), A₂ (187,140), A₁₂ (173,455), A₅ (169,645) y B₁₁₂ (163,642). Las clases de mayor elongación (GYRATE_AM) y, en principio, con mayor probabilidad de conectividad no parecen mostrar una pauta de clasificación homogénea: B₁₁₂ (743,494), Ba (774,392), B₁₂₂ (664,016), A₂ (641,199), (AB₂) (614,858), A₅ (559,927), B₁₁₁ (540,894), B₂₁ (531,385); aparte de F₅, que por su naturaleza presenta unos valores vastamente superiores a la media (1795,284). La correlación de GYRATE_AM con CONTIG_MN es algo inferior al 50% para el conjunto de las categorías: AF₂ (0,964), B₁₃₂ (0,956), B₂₁ (0,955), B_{22f} (0,955), A₅ (0,9512), A₁₃ (0,942), B₁₁₁ (0,942), A₂₂ (0,942), B₃ (0,941) y B₁₁₂ (0,940), hecho que da fe de la conectividad efectiva entre teselas.

Por otra parte, las unidades artificiales se muestran en 60 categorías: cinco de predominio abiótico, 27 de predominio biótico, 19 de predominio antrópico y 9 de predominio mixto. El análisis mediante métricas de paisaje resulta muy sensible al número de categorías definido. Por ello, a partir de lo dispuesto en la tabla 7, se ha considerado oportuno concretar la correspondencia entre categorías de ambos procedimientos (tabla 9), de tal manera que la comparación entre ambos procedimientos resultara coherente.

Tabla 9. Correspondencia entre unidades de paisaje

Unidades naturales	Unidades artificiales	Unidades naturales	Unidades artificiales
Unidades de predominio abiótico		Unidades de predominio antrópico	
F ₁	F ₂ F ₁	A ₁	A ₁ , A _{1f}
F ₂	F ₂ , F _{2f} , F ₂ F ₂	A ₁₁	A ₁ F ₁
F ₅	F ₂ F ₅	A ₁₂	A ₁ F ₂
Unidades de predominio biótico		A ₁₃	A ₁ F ₅
B ₁₁	B ₁₁	A ₂	A ₂
B ₁₁₁	B _{11f} , B ₁₁ F ₁ , B ₁₁ F ₂ , B ₁₁ F ₅	A _{2f}	A _{2f} , A ₂ F ₁
B ₁₁₂	B ₁₂	A ₃	A ₂ F ₅
B _{112f}	B _{12f}	A ₄	A ₄ , A _{4f} , A ₄ F ₁ , A ₄ F ₂ , A ₄ F ₅
B ₁₂₁	B ₁₂ F ₁	A ₅	A ₅ , A _{5f}
B ₁₂₂	B ₁₂ F ₂	A ₆	A ₅ F ₁
B ₁₃₁	B ₁₃ , B _{13f} , B ₁₃ F ₁ , B ₁₃ F ₂	AF ₂	A ₅ F ₂ , A ₅ F ₅
B ₁₃₂	B ₁₃ F ₂	Unidades de predominio mixto	
B ₂₁	B ₂₁ , B _{21f} , B ₂₁ F ₁ , B ₂₁ F ₂ , B ₂₁ F ₅	(AB)	(AB)
B ₂₂	B ₂₂	(AB ₁)	(AB) _f , (AB)F ₁
B _{22f}	B _{22f} , B ₂₂ F ₁ , B ₂₂ F ₅	(AB ₁₂₃) _{f5}	(AB)F ₅
B ₃	B ₃ , B _{3f} , B ₃ F ₁ , B ₃ F ₂ , B ₃ F ₅	(AB ₂)	(AB)F ₂
BA	BA	(BA)	BAF ₅
Ba	Ba	(BA) _f	BA _f , BAF ₁

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso ha sido calcular las métricas de paisaje, siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de las unidades naturales (tabla 10).

Serrano Giné, D. (2014): "Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje", *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Tabla 10. Valores de las métricas de las unidades artificiales

Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio abiótico							
F ₁	0,9056	126,4915	2,1400	85,8554	0,5798	1,7229	18
F ₂	7,0774	321,7278	2,2247	337,2291	0,7178	1,6673	34
F ₅	1,8133	37,9336	1,6483	71,4785	0,8618	1,5535	3
Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio biótico							
B ₁₁	2,8855	395,5308	2,9317	308,8326	0,4849	1,6262	280
B ₁₁₁	46,9802	713,7417	12,7016	2621,7499	0,7394	1,9999	122
B ₁₁₂	0,5111	150,5051	2,4921	73,3476	0,5426	1,8243	9
B _{112f}	6,6600	128,2849	2,5780	224,3897	0,6856	2,1670	24
B ₁₂₁	0,8400	91,3143	1,8576	76,1941	0,5689	1,6443	4
B ₁₂₂	1,0833	116,8615	2,3974	134,4912	0,7080	1,6358	3
B ₁₃₁	55,6655	180,7097	4,1139	736,3656	0,9466	2,3569	11
B ₁₃₂	58,9991	177,2544	3,1861	696,9727	0,8811	2,4641	34
B ₂₁	0,6250	8,8000	1,8825	40,8266	0,7302	1,8768	2
B ₂₂	29,3100	50,2583	3,0515	305,3724	0,9327	2,8483	3
B _{22f}	7,1672	210,4270	4,2322	570,7093	0,6423	2,1290	148
B ₃	5,2900	72,8277	2,4973	207,3130	0,6369	2,1248	3
BA	4,8190	61,4215	2,6617	36,0191	0,6433	2,6013	4
Ba	1,1800	18,8583	3,3677	222,9232	0,9676	1,1671	3
Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio antrópico							
A ₁	2,2193	366,3400	2,2924	254,2239	0,6135	1,3957	109
A ₁₁	6,6919	272,2012	2,4453	406,0275	0,5093	1,4974	31
A ₁₂	5,6430	152,2323	1,7244	198,7566	0,4566	1,4322	14
A ₁₃	13,7513	202,4635	1,8977	408,8273	0,6739	1,4645	15
A ₂	3,7354	314,5724	2,9647	340,2308	0,5037	1,5658	67
A _{2f}	4,3007	295,9652	3,4188	296,0691	0,5621	1,6897	236
A ₃	6,4338	180,6899	2,0145	231,7162	0,6774	1,7251	13
A ₄	25,5400	118,1128	11,6192	2309,2717	0,7144	8,6202	7
A ₅	3,7900	154,8588	1,6173	153,7658	0,7408	1,5668	38
A ₆	0,0150	33,3333	1,0000	5,0000	0,0833	1,0000	2
AF ₂	25,7219	270,8659	1,9283	586,1651	0,7374	1,4827	16
Unidad	AREA_MN	AREA_CV	SHAPE_AM	GYRATE_AM	CONTIG_MN	SHAPE_MN	NP
Unidades de predominio mixto							
(AB)	10,4555	318,3517	3,6366	518,2077	0,6994	1,7615	77
(AB) ₁	2,6076	494,6521	3,1404	392,9861	0,4377	1,4831	160
(AB) ₁₂₃ _{f5}	6,8133	169,0220	2,1107	278,0734	0,6732	1,6481	39
(AB) ₂	0,8800	139,3062	1,9710	80,6307	0,4769	1,4890	11
(BA)	0,1350	92,5926	1,3502	23,6636	0,3333	1,1818	2
(BA) _f	7,8914	96,6277	3,2472	245,9794	0,6993	2,9102	7

Fuente: Elaboración propia

Las unidades mejor representadas (NP) son las de predominio biótico y de predominio antrópico: B₁₁ (280), A_{2f} (236), B_{22f} (148), B₁₁₁ (122), (AB)₁ (160), A₁ (109). Las unidades de mayor superficie se corresponden con estas mismas clases pero, salvo un caso, no mantienen correlación con las categorías anteriormente citadas: B₁₃₂ (58,9991), B₁₃₁ (55,6655), B₁₁ (46,9802),

AF₂ (25,7219), A₄ (25,5400). La variabilidad de superficie resulta muy elevada, con diferencias extremas de más de 700 puntos, y sin correspondencia con los valores de superficie total, más allá de la categoría más representada: B₁₁₁ (713,7417), (AB₁) (494,6521), B₁₁ (395,5308), B₁ (366,3400), F₂ (321,7278), (AB) (318,3517), A₂ (314,5724). GYRATE_AM presenta valores elevados en A₄ (2309,2717), B₁₃₁ (736,3656), B₁₃₂ (696,9727), B_{22f} (570,7093), (AB) (518,2077), A₁₃ (408,8273), A₁₁ (406,0275), mientras que CONTIG_MN lo hace en B₁₃₁ (0,9466), B₂₂ (0,9327), B₁₃₂ (0,8811), F₅ (0,8618), A₅ (0,7408), B₁₁₁ (0,7394), AF₂ (0,7374), mostrando unos valores de coincidencia bajos: B₁₃₁, B₁₃₂, A₄.

Los descriptivos más interesantes, con todo, surgen de comparar los valores relativos a unidades naturales con los relativos a unidades artificiales. Excepto algunos casos puntuales (F₁, B₂₁, B₂₂, (AB₂), (BA)), el número de delimitaciones detectado en las unidades artificiales ha sido siempre superior al de las unidades naturales, cuando no igual (F₅); en general, las diferencias detectadas han sido bastante importantes: discrepancias de -2799998 para B₁₁, de -2359953 para A_{2f}, de -1599996 para (AB₁) y de -1479998 para B₃. Como cabe esperar, la medida de las delimitaciones es mayor para el caso de las unidades naturales que para el caso de las artificiales, generalmente con márgenes de diferencia elevados (máximo de casi 70 puntos, para B₂₁). Se exceptúan de este caso B₁₃₁ (55,6655), A₄ (25,5400) y A₁ (2,2193), que ofrecen valores superiores para el caso de las unidades artificiales que para el de las naturales. Esta correlación también se mantiene para el caso de la complejidad geométrica, aunque con una diferencia de valores menos acusada. En este caso, las categorías con valores superiores en las unidades artificiales se concretan en B₁₁₁ (12,7016), B_{22f} (4,2322), (AB) (3,6366), (AB₁) (3,1404), A₁₁ (2,4453), A₁ (2,2924), de lo que se desprende una participación significativa de las unidades con evidencias de antropización. Los valores de elongación y conectividad teórica (GYRATE_AM) mantienen una cierta correlación respecto SHAPE_AM, aunque mucho más dispar de lo que *a priori* se podría suponer. Se encuentran valores inversos en 14 categorías, con una acumulación superior en las unidades de predominio biótico (seis casos de 14). Los valores de conectividad efectiva (CONTIG_MN) ofrecen unos valores dispares, no siempre favorables a una mayor conectividad para el caso de las unidades artificiales, y con divergencia de tendencias para las unidades abióticas y parte de las bióticas: B₁₁ (0,4849 para unidades artificiales frente 0,9005 para unidades naturales) o B₁₁₂ (0,5426 para unidades artificiales frente 0,9407 para unidades naturales).

5. Discusión y valoración de hallazgos

5.1 Coincidencias temáticas y espaciales

Una primera aproximación al ejercicio realizado parece señalar una coincidencia relativamente baja entre las delimitaciones naturales y las artificiales. Ello se evidencia, en primer lugar, en la diferencia que existe entre las primeras (34) y las segundas (60) y, en segundo lugar, en la baja correspondencia geométrica que se muestra entre ambas delimitaciones (un 5,4% con confiabilidad elevada). Es cierto que estos valores dan pie a múltiples matizaciones y que, atendiendo al proceso mediante el cual se han obtenido, podrían sugerir una coincidencia elevada o, cuanto menos, significativa. A propósito se podría alegar que una proximidad de categorías del

56,67 % indica una semejanza significativa (a pesar de que una diferencia del 43,33% sea un margen de error notable). Por otra parte, la cantidad de combinaciones (426) generadas por las unidades artificiales, a pesar de ser cuantitativamente distante de las unidades naturales, cualitativamente es muy cercana, ya que todas las clases expresadas en la tabla 6, por dimanar de las tablas 2 y 3, no resultan excesivamente distantes de las mostradas en la tabla 1, que tomamos como referencia. Aunque, precisamente por este hecho, dichas similitudes tienen cierto grado redundante, porque sus aproximaciones se dan por una convergencia previa, y no posterior, al análisis. En este sentido resulta interesante el trabajo de Vallés *et al.* (2012), para el caso de delimitaciones de paisaje realizadas en España, donde se deja en evidencia el uso constante de determinados elementos de referencia, como el relieve o la vegetación, a la hora de realizar regionalizaciones de paisaje.

En otro orden de cosas, conviene señalar que la correlación entre categorías de uno y otro método se ha efectuado de forma estricta, considerando valores de coincidencia elevados cuando la similitud era total, valores de coincidencia significativos cuando la similitud radicaba en un nivel jerárquico inmediatamente superior y bajos cuando la similitud radicaba en un nivel jerárquico de segundo o mayor orden, pudiendo ser inexistente. Si esta misma clasificación se realizara siguiendo criterios más laxos, las unidades clasificadas con coincidencia significativa podrían tomarse de coincidencia elevada y, cerca de un 60% de las de coincidencia baja, de coincidencia significativa, tal como queda explicitado en la tabla 10, de correspondencia entre unidades naturales y artificiales. Respecto a la coincidencia geométrica se puede abogar que, aunque la coincidencia global sea baja (17%), la coincidencia por clases no lo es tanto (valores muy elevados para las unidades de predominio abiótico y antrópico, y variables para las de predominio biótico y mixto), hecho que parece sugerir un vínculo entre la clasificación temática y la coincidencia geométrica, pues si la primera no fuera tan ceñida, la segunda resultaría más holgada y, por lo tanto, de mayor similitud (figura 6). Sin embargo, es muy importante tener presente que estas apreciaciones únicamente tienen sentido en delimitaciones con valores de precisión y exactitud bajos o medios, tal como revelan trabajos como, por ejemplo, los de Múcher (2010) o Pintó (2010), alejados de los que se esperan de una cartografía a escala 1:10.000 y, por lo tanto, inadecuados para nuestro caso.

5.2. Oportunidad de las métricas de paisaje

En cuanto a relaciones y estructura territorial, las métricas de paisaje constituyen una herramienta útil para caracterizar espacialmente las delimitaciones generadas. Dejando de lado la baja coincidencia de categorías (23,91 y 18,33, respectivamente), los valores obtenidos sugieren cierta similitud de patrones. Así, aunque la cantidad de unidades (NP) revele valores generalmente favorables a las delimitaciones artificiales, resulta lógico pensar que sea así, por el mayor número de categorías de origen y, también, por la misma lógica del proceso que genera las unidades; por el mismo proceso se explican los valores altos de AREA_MN, que son mayores en las unidades sintéticas, que son también menos abundantes. Por el contrario, resulta complicado explicar las métricas de complejidad geométrica: desde un punto de vista teórico, las formas derivadas de la delimitación natural son más trabajadas que las de la delimitación artificial, si bien el procedimiento automatizado para generar estas últimas proporciona formas que, aunque carentes de sentido, son más complicadas. Con excepción de B₃ y B₁₁, todas las categorías con valores de SHAPE_AM

superiores en el procedimiento analítico respecto el sintético son de predominio antrópico (A_4 , A_1 y A_5), hecho que resulta de difícil explicación a causa de las bajas combinaciones analíticas por las cuales pueden generarse, y que conduce a sugerir una explicación basada en su génesis artificial. En cuanto a B_{111} y B_{22f} , sus valores anómalos pueden explicarse por el hecho de ser unas de las unidades más abundantes (B_{111} , 280 delimitaciones), valor que, sin duda, relativiza cualquier comparación. Aunque los valores de conectividad teórica se correlacionan correctamente con los de complejidad geométrica, no permiten explicar el porqué de estos valores y, menos aún, concederles veracidad, a tenor de la divergencia señalada por CONTIG_MN. De hecho, es precisamente esta discrepancia entre valores de conectividad teórica y efectiva lo que permite deducir la relatividad de las delimitaciones artificiales y, en consecuencia, la constancia de las naturales. Con todo, dichos valores deben ser tomados con suma cautela, pues las categorías de mayor diferenciación (B_{11} , B_{112}), o bien son algunas de las más representadas, o bien se localizan espacialmente en vecindad con éstas. Aunque ello no explica, claro está, la ausencia de otras categorías más representadas (por ejemplo, B_{11}) o con mayores valores de SHAPE_MN (por ejemplo, A_4 , $(BA)_f$, B_{22} o B_{132}).

A pesar de que los valores obtenidos no sean fáciles de generalizar, conviene reservar un acápito que relacione las métricas de paisaje con la lógica de las delimitaciones naturales y artificiales, respectivamente. Con la excepción de F_1 , en el caso de las delimitaciones naturales, el mayor número de teselas corresponde a unidades de predominio biótico y, en menor medida, de predominio antrópico. Esta correlación no presenta mayor singularidad, pues son éstas las delimitaciones más abundantes en origen. Sin embargo, llama la atención la baja representación de las unidades con participación de elementos abióticos, que sí resultan frecuentes en la realidad. Las unidades de mayor superficie tampoco parecen correlacionarse de manera efectiva entre ellas ya que, aunque en ambos casos predominan las unidades de carácter biótico y antrópico, su aparición se explica por su misma naturaleza. Si se considera que el orden jerárquico en el que aparecen es distinto y la participación de categorías no es siempre la misma, no parece honesto extrapolar una explicación convincente. Sin embargo, en ambas delimitaciones las unidades con participación antrópica ofrecen un coeficiente de variación más elevado, que probablemente se explica por la naturaleza de las mismas. Tampoco las métricas de elongación parecen relacionarse de forma evidente, más allá de los valores que puedan proporcionarse por las categorías más representadas. Por el contrario, los indicadores de contigüidad sí parecen mostrar cierta correlación, aunque tampoco resulta totalmente constante, particularmente en el caso de las unidades de predominio biótico (tabla 9 y 10).

5.3. Importancia de las unidades naturales y artificiales y diferencia de escalas

Hemos basado el desarrollo de nuestro articulado partiendo de dos tipos de unidades de paisaje, unas delimitadas según criterios sintéticos y geometría irregular, que denominamos naturales, y otras delimitadas según criterios analíticos, que generan formas de geometría regular, que denominamos artificiales. Estas últimas delimitaciones han sido obtenidas mediante el cruce de unidades homogéneas de relieve y de unidades homogéneas de vegetación. Este aspecto se revela de gran importancia a la hora de clarificar el carácter de las delimitaciones porque, si bien generan unidades de carácter artificial, su origen se halla en unidades de carácter natural. Esta particularidad

introduce una debilidad en los análisis realizados que suponen como delimitación artificial, una realidad que, en origen, es natural.

No sabemos hasta qué punto los criterios de holismo aplicados en la definición de unidades homogéneas de relieve y vegetación afectan a la naturaleza del cruce de ambas cartografías. Por contra, sí sabemos que el proceso de homologación de leyendas que se ha llevado a cabo ha exigido un conocimiento del método y del área de estudio importante. Aún así, no escapa a nadie la redundancia que se produce en el cruce de categorías, cuando se generan clasificaciones que, por su génesis, resultan eminentemente lógicas pero, por su significado, totalmente absurdas, como por ejemplo F_2f_2 , entre las 26 categorías artificiales generadas de más, respecto las naturales.

Por otra parte, las dos cartografías que generan las unidades artificiales tienen validez a escala distinta: la de unidades homogéneas de relieve a 1:20.000 y la de vegetación a 1:25.000. Aunque exista cierta variación escalar, consideramos que ambos productos son totalmente compatibles, máxime si se atiende a la naturaleza de los elementos representados en cada caso que, para un mismo nivel de exactitud y precisión, requieren esfuerzos diferentes. Otra cosa es la bondad de las unidades de geometría irregular que, con validez a 1:10.000, sí demandan mayor exigencia que las anteriores.

5.4. Diferencia de significado de las métricas de paisaje

Las métricas de paisaje son un buen indicador para definir las características espaciales de un paisaje determinado, establecer sus relaciones territoriales y concretar su estructura de forma objetiva. El uso de unas métricas seleccionadas y validadas para paisajes mediterráneos evita los problemas de redundancia, anomalía o incompatibilidad frecuentemente denunciados en este tipo de ejercicios (Aguilera y Botequilha-Leitão, 2012). A pesar de ello, es importante dedicar una breve reflexión a su utilidad.

En efecto, el trabajo de Aguilera y Botequilha-Leitão (2012) se centra en la ocupación del suelo determinada por la cartografía CORINE, con una unidad mínima cartografiable de 25 Ha expresada en 22 categorías. Por otra parte, nuestra propuesta emplea unidades de paisaje en las cuales la ocupación del suelo juega un papel importante, aunque en absoluto es el único elemento que se conjuga; su delimitación considera una unidad mínima cartografiable de 0,005m² y se manifiesta en 34 categorías. Esta diferencia de definición, desglose y escala entre objetos de análisis introduce un sesgo en la utilidad de las métricas empleadas, el cual se amplía si se considera que, tal como señalan los autores, no se trata de un conjunto cerrado de indicadores. Respecto al procedimiento *stricto sensu*, conviene tener presente que las métricas de paisaje devienen muy sensibles al número de clases definido. Es por ello que, a pesar de realizarse la oportuna correspondencia señalada en la tabla 9, el proceso de agregación seguido no exime de una posible merma en la confiabilidad de los resultados.

5.5. Experiencias similares

Existen distintas experiencias que han abordado, directa o tangencialmente, las diferencias entre unidades de paisaje establecidas desde planteamientos sistémicos y desde planteamientos analíticos. Los resultados que se han obtenido no siempre son coincidentes, y probablemente tampoco comparables, respecto nuestra propuesta, motivo por el cual merece la pena dedicar unas líneas a su desglose.

El trabajo de Moreira *et al.* (2005) sobre los paisajes de Andalucía se basa en combinar distintas capas de información escogidas a partir de determinados parámetros. El nivel inicial del estudio se asienta en 85 "ámbitos paisajísticos", definidos por elementos naturales pero con participación de aspectos socioeconómicos. Estas delimitaciones se agrupan en 19 "áreas paisajísticas" y éstas, a su vez, en cinco "categorías de paisaje", que se han definido según criterios geomorfológicos. Por encima de esta regionalización se han señalado 35 unidades fisiognómicas, definidas por la ocupación del suelo y las geoformas. La combinación de estos dos niveles de delimitaciones genera las unidades de paisaje de Andalucía, a escala 1: 400.000. Aunque no se dispone de un estudio con delimitaciones de paisaje en unidades naturales, a una escala similar y para el conjunto de Andalucía, una aproximación inicial parece sugerir una correlación importante con delimitaciones con carácter holístico. Esta apreciación se encuentra reforzada por el hecho que los "ámbitos paisajísticos" se definen por topónimos de amplia difusión y aceptado reconocimiento como, por ejemplo, Costa del Sol Occidental.

Con un planteamiento algo distinto se encuentra el estudio de van Eetvelde y Antrop (2009). Estos autores notan la existencia de delimitaciones de paisaje distintas para Flandes y Valonia, en Bélgica, y la ausencia de una nomenclatura común para el conjunto de este Estado. A tal efecto proponen una delimitación basada en el uso combinado de unidades artificiales y naturales que conforma, respectivamente, un primer y un segundo nivel tipológico. El estudio parte de relacionar información sobre relieve, ocupación del suelo y edafología en 18 variables distintas, mediante un Sistema de Información Geográfica y utilizando una medida de celda de 1 km². Posteriormente, los valores obtenidos se agrupan formando *clusters* con carácter homogéneo, para lo cual resulta de utilidad aplicar distintas técnicas estadísticas. El resultado sirve para delimitar el segundo nivel tipológico, que se realiza de forma manual, proponiendo unidades naturales, motivo por el cual las delimitaciones adquieren valor holístico. El producto final son 222 unidades de paisaje, simplificadas en 197 "*landscape character areas*" y 54 tipos de paisaje. Los autores no realizan una comparación de las delimitaciones obtenidas con las preexistentes, pero aseveran su bondad y correspondencia con la realidad, amén de apoyar su utilización en otros casos. Un análisis visual de las delimitaciones previas y posteriores indica una correspondencia notable, al menos en lo que se refiere a forma y distribución de unidades.

Pintó (2010) compara las 23 unidades de paisaje delimitadas por el catálogo de paisaje de las Comarcas Gironines, de carácter natural, con 15 unidades de paisaje de carácter artificial. Éstas fueron establecidas mediante la superposición de capas de información relativas a altitud, pendiente, litología, hábitats y ocupación del suelo en celdas de 500 m de lado que, posteriormente, fueron agrupadas mediante un análisis de conglomerados para distinguir sectores según su homogeneidad. El resultado ofrece una correlación importante entre ambas delimitaciones, existiendo coincidencias

muy elevadas en algunas y coincidencias más débiles en otras, que el autor atribuye a correcciones efectuadas según criterio de expertos, en los cuales intervinieron aspectos como las cuencas visuales o la participación ciudadana.

Finalmente, Múcher *et al.* (2010) realizan una clasificación de los paisajes de Europa a partir de la combinación de cuatro elementos principales: clima (15 categorías), topografía (17 categorías), litología (16 categorías) y ocupación del suelo (10 categorías). La representación de estos elementos se realiza en celdas de 1 km², hecho que permite su superposición y, posteriormente, la clasificación de las unidades resultantes. Durante el proceso metodológico se aplican distintos filtros y ajustes, el más llamativo de los cuales posiblemente sea la generalización de aquellas unidades de dimensión inferior a 11 km². La validación de los resultados se realizó tomando como punto de referencia trabajos previos realizados en los Países Bajos y Alemania; los resultados indicaron un grado de similitud elevado (mucho más elevado en el caso neerlandés que en el germano); también se consideraron otros trabajos realizados en Suiza, Noruega y España. Los resultados, en general, mostraron un grado de correlación importante con otras delimitaciones previas; en algunos casos, como el español, las principales similitudes vinieron de la mano de la ocupación del suelo. Finalmente, es importante señalar que, según los autores, en numerosos casos el grado de generalización de la propuesta paneuropea no resultaba mayor que el de algunas experiencias nacionales, hecho que sugiere una inconsistencia significativa en el uso de rangos escalares.

6. Conclusiones

El ejercicio desarrollado tiene como objetivo comprobar el grado de correspondencia que existe a la hora de delimitar unidades de paisaje desde distintos planteamientos metodológicos. La inquietud que motiva el estudio es detectar hasta qué punto la concurrencia de distintos planteamientos de trabajo en una misma área conduce a resultados similares o, por el contrario, comparativamente distanciados.

La argumentación del estudio se ha ejemplificado con dos grupos de unidades de paisaje. El primero, que tomamos como referencia por su elevada correspondencia con la realidad, se fundamenta en unidades naturales. El segundo, que consideramos como variable a evaluar, se basa en unidades de paisaje artificiales, es decir, de geometría regular y carácter analítico, definidas por el cruce y ajuste de unidades homogéneas de relieve y unidades homogéneas de vegetación y ocupación del suelo. En ambos casos las delimitaciones se refieren a un mismo sector, Muntanyes d'Ordal (Barcelona), un área bien conocida por nosotros que nos permite contrastar información con conocimiento de causa.

El análisis comparativo se ha efectuado mediante dos procedimientos bien distanciados, que entendemos como complementarios. Por una parte, se ha puesto en relación los dos grupos de delimitaciones obtenidos y mediante metodologías SIG se ha comprobado el grado de correspondencia temática y espacial de las unidades. Los resultados obtenidos señalan una aproximación notable entre ambos procedimientos a nivel de conjunto, que deviene relativamente baja si se afina la escala de análisis y, en vez de buscar similitudes a nivel de clase, se examinan

parecidos a nivel de categoría. Por otra parte, se ha aplicado un análisis de métricas de paisaje, en el cual ha resultado de enorme utilidad la experiencia previa de Aguilera y Botequilha-Leitão (2012) en ámbitos mediterráneos. La información proporcionada por este procedimiento permite comparar la estructura territorial y, en última instancia, el significado de las dos delimitaciones consideradas. La información proporcionada por las métricas señala una correspondencia inversa entre número y dimensión de unidades, como *a priori* cabría suponer, pero al mismo tiempo valores de complejidad geométrica y conectividad contrapuestos. En este sentido, parece colegirse cierta similitud con la clase a la que pertenece cada unidad de paisaje, pues las de participación antrópica presentan un coeficiente de variación que, en su conjunto, resulta algo más elevado que las de predominio abiótico o biótico. Sin embargo, no queda claro hasta qué punto esta correspondencia de valores es fruto de una coincidencia de los métodos empleados o, por el contrario, es algo propio de cada unidad y que, por lo tanto, dimana de ellas mismas y resulta ajeno al procedimiento empleado.

En términos generales, para el conjunto del área de estudio, y a tenor de la información procesada y obtenida, podemos inferir que el grado de coincidencia entre delimitaciones naturales y delimitaciones artificiales es bajo. Esta conclusión resulta de especial interés porque en otros trabajos en los que, de forma directa o indirecta, se han comparado delimitaciones propuestas por estas dos vías, los resultados ofrecen un grado de coincidencia elevado. De tal manera resulta lógico pensar que en trabajos poco detallados, donde el grado de similitud entre unidades no aparece particularmente afinado, los valores coincidentes son elevados, mientras que en trabajos más detallados, donde las delimitaciones devienen de mayor precisión y exactitud, resultan distantes. Así, las referencias consideradas se refieren siempre a espacios territoriales de gran dimensión (Bélgica: 30.528 km², Andalucía 87.268 km², Europa: 11 millones de km²) analizados a una escala de análisis pequeña. Por ejemplo, en el estudio de Múcher *et al.* (2010) se discriminaron aquellas unidades de menos de 11 km² de superficie y en el de Comarques Gironines (5.584,1 km²) se trabajó con una medida de celda de 500 m de lado. Todo ello lleva a afirmar que, si bien en los estudios a pequeña escala la coincidencia entre unidades naturales y artificiales es considerablemente elevada, en estudios a gran escala esta correspondencia no resulta tan evidente, y únicamente puede notarse en lo referente a las clases que componen la leyenda utilizada, y no a las categorías que la conforman. La importancia de la escala en los estudios de paisaje se ha notado en numerosas ocasiones (Bolòs, 1992; Prego *et al.*, 2008) y conviene tenerla presente en otros ejercicios de carácter similar que puedan desarrollarse próximamente.

En otro orden de cosas, resulta oportuno subrayar la utilidad de las métricas de paisaje para cuantificar relaciones espaciales, si bien es necesario clarificar los contextos en los cuales se desarrollan dichos análisis. De esta manera, aunque las métricas seleccionadas por Aguilera y Botequilha-Leitão (2012) han resultado de gran provecho para nuestro estudio, no parece apropiado comparar los resultados de ambos trabajos, pues a pesar de que los dos se refieren a paisaje, su acercamiento se realiza desde perspectivas distintas y mediante procedimientos diferenciados.

Agradecimientos

La exposición final de esta contribución ha sido sensiblemente mejorada gracias a las oportunas observaciones de dos revisores anónimos.

Referencias bibliográficas

Aguilera, F. y Botequilha-Leitão, A. (2012): "Selección de métricas de paisaje mediante análisis de componentes principales para la descripción de los cambios de uso y cobertura del suelo del Algarve, Portugal", *GeoFocus*, 12, pp. 93-121.

Bertrand, G. (1968): "Paysage et géographie physique globale. Esquisse methodologique", *Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest*, 39, pp. 249-272.

Bolòs de, M. (dir.) (1992): *Manual de ciencia del paisaje*. Barcelona, Masson.

García-Abad, J.-J. (2002): "Cartografía ambiental. Desarrollo y propuestas de sistematización". *Observatorio Medioambiental*, 5, pp. 47-78.

García Sánchez, L. (2011): *Control geomorfológico de la distribución de los paisajes de la cuenca alta del río Cuautitlán, Estado de México*. Tesis para obtener la licenciatura de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Director: Arturo García [Documento inédito].

Gómez Zotano, J. y Riesco Chueca, J. (2010): *Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales*. Sevilla, Centro de Estudios Paisaje y Territorio.

McGarigal, K.; Cushman, SA. y Ene, E. (2012): *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*. Massachusetts. University of Massachusetts. [Acceso: 7 de agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

Moreira, J.M.; Rodríguez, M.; Moniz, C.; Ojeda, J.F.; Rodríguez, J.; Venegas, C. y Zoido, F. (2005): "Mapa de los paisajes de Andalucía". *Atlas de Andalucía. Cartografía ambiental*. Sevilla, Centro de estudios del paisaje y el territorio. [documento cartográfico, E 1:400 000].

Mücher, C.; Klijn, J.; Wasscher, D. y Schaminée, J. (2010): "A new European Landscape classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes", *Ecological Indicators*, 10, pp. 87-103.

Nogué Font, J. (2010): "El paisaje en la ordenación del territorio. La experiencia del Observatorio de Cataluña", *Estudios Geográficos*, 71, 269, pp. 415-448.

Paül, V. y Serrano, D. (2005): *Muntanyes d'Ordal. El nom que no surt als mapes*. Barcelona, Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

Pérez-Chacón, E. (2002): "Unidades de paisaje: aproximación científica y aplicaciones", en Zoido, F.; Venegas, C. *Paisaje y Ordenación del territorio*. Sevilla, Junta de Andalucía-Fundación Duques de Soria, pp. 122-135.

Pintó, J. (2010): "Les unitats de paisatge" en Pintó, J. (Ed.): *Eines i instruments per a les polítiques de paisatge*. Girona, Universitat de Girona, pp. 83-106.

Prego, A., Bocco, G.; Mendoza, M. y Garrido, A. (2008): *Propuestas para la generación semiatomizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos*. México D.F., UNAM.

Serrano, D. (2010): "Unidades de vegetación en Muntanyes d'Ordal (Barcelona)", *Ería*, 82, pp. 181-194.

Serrano Giné, D. (2014): “Unidades de paisaje naturales y unidades de paisaje artificiales. Comparación mediante SIG y métricas de paisaje”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 14, p. 23-54. ISSN: 1578-5157

Serrano, D. (2012a): “Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas”, *Estudios Geográficos*, 73, 272, pp. 215-237.

Serrano, D. (2012b): “El papel del relieve en las unidades de paisaje. El caso de Muntanyes d’Ordal (Barcelona)”, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 38, 2, pp. 123-145.

Serrano, D. (2013): “Tipología y organización del paisaje en Muntanyes d’Ordal (Barcelona)”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 61, pp. 195-214.

Van Eetvelde, V. y Antrop, M. (2009): “A stepwise multi-scaled landscape typology and characterisation for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium”, *Landscape and Urban Planning*, 91, pp. 160-170.

Vallés, M.; Galiana, F. y Bru, R. (2012): “Towards Harmonisation in Landscape Unit Delineation: An Analysis of Spanish Case Studies”, *Landscape Research*, pp. 1-18.

Zonneveld, I. (1989): “The land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications”, *Landscape Ecology*, 3, 2, pp. 67-86.