



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-529

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Caracterización de la cubierta del suelo de la infraestructura verde del distrito urbano de Algirós (Valencia).

TRILLES ANDREO, A.¹, ROSES SANTOS, X.¹; VALLÉS-PLANELLS, M.² y GALIANA GALÁN, F.².

¹ Universitat Politècnica de València. Esc. Téc. Sup de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. atrilles.at@gmail.com; xaros@etsiamn.upv.es

² Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria. Camino de Vera s/n, 46022. Valencia. convalpl@agf.upv.es; fgaliana@agf.upv.es

Resumen

La infraestructura verde contribuye a aliviar los problemas del efecto isla de calor o de la gestión de las aguas pluviales superficiales urbanas y contribuye entre muchos otros aspectos a la mejora de la calidad del aire, la biodiversidad, la salud y el bienestar o la fijación del carbono.

Se caracterizan, mediante la obtención de las cubiertas del suelo, las unidades de la infraestructura verde con la identificación de unidades morfológicas urbanas para el distrito de Algirós (Valencia). Las unidades se proponen a partir de la clasificación previa de usos del suelo urbano del sistema de información sobre ocupación del suelo en España (SIOSE) y las texturas de ortofotos. Las cubiertas se establecen por una identificación visual de una muestra aleatoria de puntos, acorde a la extensión y un error admisible.

Las unidades cartográficas y sus características permiten establecer relaciones entre la estructura de la ciudad y los servicios ambientales, de forma que se realicen propuestas de mejora de la calidad ambiental y de vida en el distrito. Los criterios exploran los métodos de análisis territorial para cualquier espacio urbano o ámbito superior de escala metropolitana. A partir de estas unidades morfológicas y su caracterización, se analizan diferentes indicadores de sostenibilidad que permiten cuantificar los servicios ambientales que aporta la infraestructura verde.

Palabras clave

Espacio verde urbano, unidad morfológica urbana, servicios ambientales, usos del suelo.

1. Introducción

La sostenibilidad lleva a entender la infraestructura verde como algo más allá de la idea de una red de espacios verdes más o menos interconectados, que mantienen un cierto nivel de biodiversidad, pues reporta un gran número de beneficios ambientales, sociales y económicos derivados de las múltiples funciones y servicios ecosistémicos (CEA, 2014). Funcionalidad y conectividad son principios básicos en el conjunto de estos ecosistemas y, por tanto, la biodiversidad representa el elemento principal del sistema de la infraestructura verde, ya que regula el carácter y calidad del propio sistema.

En el plano de la actuación urbana actual, se identifica normalmente la infraestructura verde como un reverdecimiento o naturalización de la ciudad construida, que puede ser una solución viable para los barrios ya consolidados. Sin embargo, las estrategias para la mejora del nivel y la conectividad ecológica, deben considerar la situación de cantidad y calidad de las cubiertas del suelo en la ciudad.

El objeto de la comunicación es analizar la infraestructura verde urbana en el distrito de Algirós (Valencia) a través de las cubiertas del suelo, la cual incluye el conjunto de espacios verdes naturales y seminaturales, además de otros elementos estructurales, con el fin de predecir los beneficios ambientales que éstos proporcionan de acuerdo con los bienes y servicios de los ecosistemas (COMISIÓN EUROPEA, 2011). Éstos permiten contrarrestar algunos de los principales problemas que se encuentran en el interior de las ciudades como son: el efecto isla de calor, la fijación de carbono (contaminación) y la gestión de las aguas pluviales (RIZWAN, A.M., ET AL., 2008).

La zona de estudio donde se ha realizado el análisis (figura 1) viene delimitada por el área que comprende el distrito número 13 de la ciudad de Valencia, denominado distrito de *Algirós*. Éste limita con el término municipal de *Alboraya* por el norte, los distritos de *Camins al Grau* al sur, los *Poblados Marítimos* al este y con *Benimaclet* y *El Pla del Real* al oeste del distrito.

El distrito de *Algirós* es muy heterogéneo, ya que cuenta con una gran zona urbana del ensanche más moderno de la ciudad de trama edificada, que se prolonga hacia el exterior en dirección norte por medio de un área de usos que fundamentalmente han sido orientados a equipamientos urbanos. Se destacan los usos educativos que representan los dos campus universitarios de la *Universitat de València (UV)* y el de la *Universitat Politècnica de València (UPV)*. Por ello, el distrito se compone de cuatro barrios de tamaño reducido y similares al sur que son *L'Illa Perduda*, *Ciutat Jardí*, *Amistat*, *La Vega Baixa* y un quinto gran barrio, al norte, que comprende *La Carrasca*.

La configuración y desarrollo de los equipamientos urbanos de *La Carrasca* han tenido una evolución paulatina durante las últimas décadas, coincidente con la ocupación y desarrollo de los servicios dotacionales educativos. Aún ahora se presentan parcelas interiores que no han sido ocupadas. Ha sido esta falta de consolidación la que ha atraído la atención del análisis como oportunidad de un diseño acorde a las funciones de la trama verde de la ciudad. Esto motiva el análisis de la ocupación del suelo y de las estructuras de las cubiertas vegetales, con la intención de su utilización para la mejora de los entramados de la infraestructura verde y su conexión con la estructura urbana consolidada.



Figura 1. Localización y composición de los barrios del distrito 13 de *Algirós* en la ciudad de Valencia.

2. Objetivos

La potencialidad de las cubiertas de los usos del suelo en la ciudad de Valencia, para la definición y mejora de la infraestructura verde de la ciudad, es la referencia o antecedente primordial, que lleva a una prueba previa y experimental en uno de sus distritos. Se trata de una caracterización del uso del suelo por medio de la definición de la estructura de sus cubiertas, con el fin de estudiar aquellos aspectos y criterios que permitan extrapolar, un análisis de mayor ámbito y menor escala, que contemple la planificación de la infraestructura verde para el área metropolitana de la ciudad de Valencia.

En este contexto, esta caracterización de la infraestructura verde urbana se realiza con un procedimiento sencillo de interpretación visual sobre ortofotos, analizando e identificando la tipología de las cubiertas del suelo a través de un muestreo, para determinar sus porcentajes principales en unas unidades de síntesis, que han sido previamente definidas como unidades morfológicas (Gill et Al., 2008). La hipótesis de partida es que estas unidades morfológicas son homogéneas respecto a la funcionalidad de la infraestructura verde urbana y su definición, permitirá establecer las estrategias y criterios de actuaciones de mejora para lograr los objetivos ecológicos y funcionales de ésta.

Los objetivos que se enmarcan en este análisis y en la comunicación se resumen en:

- Un ensayo de una definición de unidades morfológicas en un distrito urbano para definir los usos del suelo en la medida de una aplicación a una escala de planeamiento, conducente a incrementar los espacios de la infraestructura verde.
- Establecer la caracterización y valoración de los usos del suelo por medio de la definición de las cubiertas del suelo, con un muestreo que se adecue a un procedimiento sencillo y reduciendo al máximo la intensidad del muestreo.
- Valorar las unidades morfológicas en cuanto a su funcionalidad como infraestructura verde por medio de índices de sostenibilidad que se fundamenten en la caracterización previa de las cubiertas del suelo.

3. Metodología

El análisis efectuado en el distrito de Algirós tiene un carácter exploratorio o experimental para valorar criterios e indicadores que puedan ser aplicados, con posteridad, al conjunto urbano de la ciudad de Valencia.

La caracterización de las cubiertas se fundamenta en la definición de una unidad homogénea o unidad morfológica (UM) que se deriva y es similar a las definidas en el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España SIOSE (GENERALITAT VALENCIANA, 2015). La necesidad de adaptarse a un espacio urbano y periurbano con la intención de una caracterización de la infraestructura verde y la mejora de la homogeneidad interna, lleva a una modificación de aquellas sin un criterio superficial mínimo. La clasificación de las unidades morfológicas (figura 2 y tabla 1) se establece en función del uso del suelo, su estructura espacial y su apariencia visual a la hora de reconocer los diferentes componentes de la cubierta del suelo mediante la imagen ortográfica de 2012 (GENERALITAT VALENCIANA, 2012).

Las superficies totales de las unidades morfológicas y de los tipos han sido calculadas en función de medidas cartográficas de sus respectivos polígonos por un sistema de información geográfica (ArcGIS).

La identificación y caracterización de la cubierta del suelo se establece a partir del reconocimiento de los componentes elementales, de acuerdo con lo identificado en la ortofoto aérea, que se resumen en la tabla 1.

La identificación de los porcentajes de cada componente del tipo de cubierta en cada una de las unidades morfológicas es establecida a partir de un muestreo puntual. La intensidad del muestreo debe ser probada según la homogeneidad de la tipología de las cubiertas y ante la posibilidad de extenderlo a estudios de mayor ámbito municipal.



TIPO DE UM	UNIDADES															
Ensanche	13	14	16	18	19	31	34	39	40							
Educacional	9	24	26	27	28	30	32	38	42	44	46	47	53			
Parque urbano	12	33	45													
Deportivo	37	43														
Cementerio	29															
Comercial u oficinas	4															
Urbano discontinuo	3	10														
Vial	7	15	17	20	22	23	25	35	36	41	50	51	52	54	55	
Red viaria	11	21														
Red ferroviaria	6															
Energía eléctrica	8															
Pastizal	0	48	49													
Cultivos herbáceos	1	2	5													

Tipos de unidades morfológicas

■ Cementerio

Figura 2. Plano de la localización, tipología y evaluación de las unidades morfológicas (UM) definidas para el barrio de Algirós (Valencia)

Tabla 1. Tipos y definición de los elementos estructurales de la cubierta del suelo para identificar la tipología y caracterización de las unidades morfológicas en el distrito de Algirós (Valencia).

TIPO DE CUBIERTA	DEFINICIÓN
Edificio	Superficies de cualquier tipo de edificación o pavimento edificado.
Otro impermeable	Incluye calzadas de las vías, aceras u otro tipo de cubiertas impermeables como pueden ser aparcamientos.
Suelo desnudo	Superficies sin vegetación ni pavimentación. Incluye solares o viales de parques con suelos compactados.
Agua	Lámina de agua en cualquier continente como acequias de riego, cauces naturales o bien fuentes o estanques en área urbana.
Árbol	Plantas de porte arbóreo con independencia de su origen y naturalidad.
Arbusto	Plantas arbustivas aisladas o en setos empleadas en jardinería
Céspedes y praderas	Céspedes de jardines y materiales artificiales en el caso de los campos deportivos o isletas del viario. Praderas naturales o cultivos forrajeros.
Cultivo	Espacios de huerta con presencia o no de cultivos hortícolas.
Matorral	Superficies cubiertas con plantas de especies arbustivas naturales o espontáneas localizadas tanto en laderas, zonas no pavimentadas o antiguas zonas de cultivo que ahora están en desuso.

Se ha establecido un muestreo aleatorio sobre cada unidad morfológica de forma que se establezca una densidad apropiada en función de un error determinado. El error estándar es igual a $\sqrt{[(P*q)/n]}$, donde **P** es el porcentaje de cubierta de cada tipo, **q** representa **(100-P)** y **n** es el número de puntos empleados en el muestreo.

Pruebas sobre unidades morfológicas representativas de la cubierta urbana, como las del ensanche, muestran la variabilidad del error en función del tamaño de la muestra (figura 3), donde la mayor parte de las cubiertas estabilizan su superficie a partir de los 100 puntos y se complementan todas a los 200 puntos de inventario. Se llega a la conclusión que densidades cercanas a los diez puntos por hectárea pueden alcanzar un error igual o menor del 5% en cualquiera de sus cubiertas.

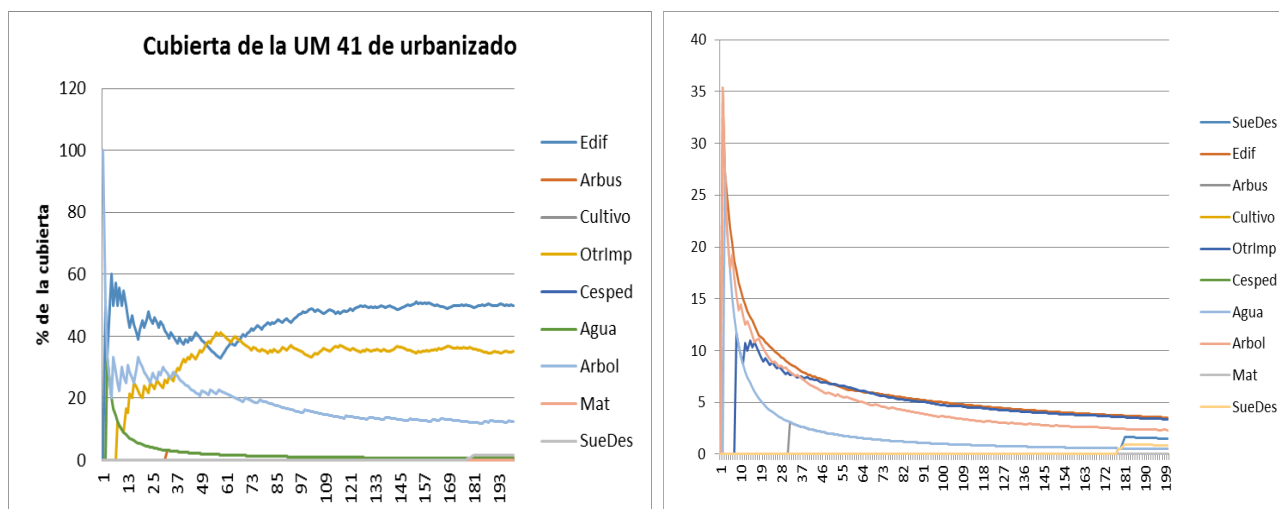


Figura 3. Gráficos de la variación de los porcentajes de la superficie de la cubierta de suelo (izq.) y de la evolución del error estándar (dcha.) en función de la intensidad de muestreo para las cubiertas del suelo de la unidad morfológica n° 41, perteneciente al tipo de edificación urbana del ensanche en el distrito de Algirós (Valencia) y de superficie de 16,8 hectáreas. El error estándar (% de error) es igual a $\sqrt{[(P \cdot q) / n]}$, donde P es el porcentaje de cubierta de cada tipo, q representa (100-P) y n es el número de puntos empleados en el muestreo.

Para la comparación de las características ecológicas entre las diferentes unidades morfológicas se emplea indicadores de sostenibilidad que se puedan fundamentar en la prospección de los tipos de cubiertas descritas (WHITFORD ET AL., 2001). Se simplifica los conceptos de diversidad específica y se focaliza el análisis en el rango de las unidades y en la composición de los atributos de cada una de éstas. Se propone una comparación de la diversidad por medio del **área total del espacio verde**, en primer lugar, relacionada con la funcionalidad de las cubiertas verdes en la unidad morfológica. Así la superficie total de las cubiertas que representan los espacios verdes o infraestructura verde, nos da una primera situación real o potencial para sustentar vegetación y animales en estos hábitats. En segundo lugar, **la heterogeneidad** como indicador de la diversidad y aplicada a hábitats, ha sido propuesta para estos tipos de ambientes a partir de la expresión del índice de Shannon-Weaver empleando exclusivamente cinco tipos de cubiertas, que englobarían las descritas para las UM (HANDLEY, 1988). Estos componentes o proporciones serían de: a) *suelo desnudo o descubierto y céspedes*, b) *praderas y herbazales*, c) *matorrales o arbustos*, d) *árboles* y e) *edificaciones, superficies asfaltadas o pavimentadas*.

Las cubiertas prospectadas se han transformado en estos cinco grupos de acuerdo con criterios establecidos en otros trabajos (WHITFORD ET AL., 2001). Las cubiertas prospectadas se corresponden con los cuatro primeros tipos, incluyendo los cultivos en las praderas y herbazales, y el último (e), agrupa las cubiertas del edificado, otros impermeabilizados y láminas de agua, que en este distrito coincide con alguna fuente o estanque, a su vez impermeabilizados. Para el indicador de la superficie total se considera el porcentaje de las áreas verdes que incluirá, las coberturas b, c, d y la parte del primer tipo (a) referente a los céspedes urbanos.

Los mismos autores también proponen un índice de **almacenamiento de carbono** (WHITFORD ET AL., 2001), expresado (T/ha) como resultado empírico de multiplicar el coeficiente 1,063 por el porcentaje de la cobertura vegetal, que es la suma de los porcentajes de las cubiertas verdes. Se considera para este índice que debe utilizarse exclusivamente la cobertura arbórea en este caso.

4. Resultados

La peculiaridad de los distintos componentes y de los usos del distrito de Algirós supone una delimitación de 56 unidades morfológicas, que han sido adaptadas en función de los tipos de usos que mejor definen la infraestructura verde de Valencia. Esto conlleva una excesiva división del territorio con el objetivo de segregar los posibles conectores funcionales de la infraestructura, como es el caso de las UM de usos viales que contienen coberturas vegetales en diferentes proporciones, pero alcanzando el carácter de bulevar.

La excesiva división del territorio permite que haya una gran cantidad de UM con superficies relativamente pequeñas que provoca que se obtengan errores muy superiores al 5% establecido. De las 56 UM, tan solo en 17 de ellas se obtiene un error menor o igual al 5% con superficies que van desde las 4 ha hasta las 33 ha. Las 39 unidades morfológicas restantes superan el 5 % de error, con superficies que van desde los 0,14 ha hasta las 8 ha, con la excepción de la UM 40 con 17 ha.

Respecto a los errores se pueden extraer los siguientes resultados:

- Las UM con grandes superficies (a partir de 8 ha), se obtiene normalmente un error inferior al 5% (excepción de la UM 40). En otras unidades algo menores (entre 4 y 8 ha) también se obtiene un error inferior al 5%, con la particularidad de que al menos un 80% de la cobertura pertenece a un solo tipo de cubierta.
- UM con pequeñas superficies (< 3 ha), el error suele ser mayor del 10 %.
- Normalmente cuando menos tipos de coberturas tiene la UM, mayor es el error que se obtiene. Las UM con 4 cubiertas o más, el error suele estar entre el 5 y el 10 %. Cuando se tiene 3 o menos tipos de cubiertas el error aumenta, teniendo una cobertura máxima establecida entre el 50-60%.
- Con porcentaje de coberturas máximas (a partir de 80%) el error no suele ser tan elevado.

La división de las UM atendiendo a las cubiertas del suelo en los usos establecidos por la división del SIOSE (GENERALITAT VALÈNCIANA, 2015) contemplan desde el norte al sur del distrito (figura.1; tabla 2) UM de *cultivos herbáceos* (1, 2, 5) que en este caso se refieren fundamentalmente a los hortícolas, entre la Acequia de Vera, límite del término municipal de Valencia y la Universitat Politècnica de València. Estos se intercalan con los pastizales (0, 48, 49), en general escasos con parcelas limitadas, y los usos urbanos del *urbano discontinuo* (3, 10), que aquí se refieren a edificaciones de la huerta (alquerías típicas y nuevas viviendas) e infraestructuras asociadas propias de la huerta.

En la zona central se agrupan una mayor proporción de los usos de equipamientos dotacionales con finalidades de usos públicos que incluyen, *los parques urbanos* (Calle Clariano (45) y los de la Universitat (12, 33)), *deportivos diversos* (universitarios (37) y de los institutos de educación (43)), *educativos* que incluyen los campus de la Universitat de València (Campus dels Tarongers, (38, 44, 46, 47), residencias universitarias (42) y varios servicios (30, 32)) y la Universitat Politècnica de València (9, 53) y los institutos de enseñanza primaria (Colegio Público Mare Nostrum (26) y secundaria (IES Ramón LLul (28), IES El Cabanyal (32), IES Serpis (30), y el cementerio (Cementerio del Cabanyal (29)).

Al sur del distrito se sitúan las unidades morfológicas más extensas y compactas en edificación, que agrupan el suelo urbano mixto y terciario del denominado *ensanche*, con unidades con mayor edificación, pero con cierta presencia de elementos vegetales asociados a paseos, calles y pequeños jardines intercalados, fuera de la interpretación aislada por la escala (13, 14, 16, 18, 19, 31, 34, 39, 40).

La matriz intersticial que cose estas grandes unidades morfológicas constituyen las unidades morfológicas de las infraestructuras de transporte, tales como los *viales* urbanos de bulevares

(Avenida de Blasco Ibáñez (15, 22, 55) y avenidas arboladas (25, 35, 51, 54), que han sido segregadas aquí a pesar de su tamaño y configuración, por su interés como partes del desarrollo y mejora de la infraestructura verde urbana, y la *red viaria general* (11, 21) que añadiría la autovía de Cataluña en el borde noroeste del distrito.

Finalmente, aun considerándose superficies pequeñas y aisladas, se debe señalar las instalaciones de *producción y transformación eléctrica* (8). Su peculiaridad hace de estas unidades que sean componentes distintivos respecto de su entorno.

Tabla 2. Resultados de la caracterización de las unidades morfológicas (UM) propuestas para el distrito de Algirós (Valencia), ordenadas según los tipos de usos del suelo y las superficies (S, en ha) que ocupan. Los indicadores ambientales se expresan por el área total de superficie verde (SV%), en porcentaje, la heterogeneidad de la UM (H) y el índice de almacenamiento de carbono (AC), en toneladas/ha, (WHITFORD ET AL., 2001)

TIPO DE USO	UM	S (ha)	SV (%)	H	AC	TIPO DE USO	UM	S (ha)	SV (%)	H	AC	
Ensanche	13	0,37	0	0,00	0	Comercial u oficinas	4	1,26	31	0,89	33	
	31	2,65	31	2,04	12	Urbano discontinuo	10	1,65	41	1,55	44	
	16	6,82	10	0,48	11		3	2,53	35	1,74	12	
	18	7,74	13	0,73	14		15	0,14	50	1,00	53	
	19	8,15	6	0,33	6		36	0,14	0	0,00	0	
	34	12,80	18	1,00	19		51	0,93	0	0,00	0	
	14	14,72	7	0,44	8		50	1,18	42	1,78	0	
	40	17,28	7	0,55	7		17	1,19	58	1,33	53	
	39	19,32	13	0,70	13		54	1,42	14	0,59	15	
Educativa	27	1,07	0	0,00	0		Vial	20	1,79	17	1,10	6
	24	1,18	0	0,00	0	23		1,93	26	1,11	28	
	26	1,64	38	1,30	27	25		2,04	45	0,99	48	
	28	2,04	15	1,42	5	35		2,35	17	1,05	14	
	46	2,17	10	0,45	10	55		2,68	23	1,76	12	
	44	2,21	0	0,00	0	7		3,07	29	0,87	31	
	47	3,00	3	0,21	4	41		3,86	0	0,00	0	
	30	3,01	10	0,92	11	52		3,86	15	1,05	8	
	32	3,55	11	1,21	3	22		7,80	44	1,58	45	
	42	6,81	4	1,20	5	Red viaria		11	0,43	0	0,00	0
	38	8,44	18	1,20	16			21	6,04	3	0,55	3
	53	32,05	3	0,95	3	Red Ferroviaria		6	4,37	7	0,36	0
	9	33,60	7	0,92	7	Pastizal		49	0,36	25	0,81	27
Parque urbano	12	1,44	20	0,72	21		48	0,46	60	1,37	0	
	33	2,86	41	1,31	33		0	1,54	80	1,24	14	
	45	3,62	31	1,71	30	Energía eléctrica	8	1,46	13	0,57	14	
Deportivo	37	3,01	17	1,48	18	Cultivos herbáceos	1	2,08	90	0,45	0	
	43	3,31	6	1,16	3		5	5,77	84	0,97	4	
Cementerio	29	3,50	14	1,18	3		2	28,93	82	1,13	3	

La tabla 2 resumen las superficies de las unidades morfológicas encontrándose una gran variabilidad respecto de los tamaños de las UM tanto en cada uno de los tipos, como entre los diferentes tipos de usos. Las más pequeñas de las unidades de los viales responde a unidades limítrofes del ensanche tales como el ensanche al oeste del distrito o UM 16 (6,82 ha), o la conexión entre la avenida de los Naranjos y la calle Serrería al este del distrito con la UM 13 (0,37 ha). Los

tramos de los viales resultado de la división con relación a otros usos proporcionan unidades pequeñas como el inicio de la avenida de Blasco Ibáñez o UM 15 (0,14 ha) en su conexión al parque de Viveros fuera del distrito.

El resultado del muestreo se expresa en la tabla 3 en el que se establecen los valores máximos y mínimos de las cubiertas para el conjunto de las UM de cada tipo. Los errores obtenidos al aplicar una densidad de unos 10 puntos por hectárea no se muestran tan estables y cercanos al 5% previsto como en los ensayos previos de algunas UM y ajustándose a un criterio de superficie a diferencia de otros análisis en que la densidad había sido fija y prácticamente el doble de puntos que el utilizado en este caso (WHITFORD ET AL., 2001). Esta disparidad es debida a las diferentes combinaciones de cubiertas y de tamaños tan reducidos de las unidades, por lo que hay pocos puntos de muestreo y con errores muy superiores al 5 %.

Tabla 3. Tabla de los porcentajes de la superficie de la cubierta de suelo máximo y mínimo del conjunto de las unidades morfológicas el distrito de Algirós (Valencia). Entre paréntesis, UM que ostentan dicho dato y cuando aparece una sola cifra es que del tipo de cubierta solo se presenta para una de las UM de ese tipo.

USOS DEL SUELO	TIPO DE CUBIERTA [% MÁX (UM) - % MÍN (UM)]			
	Edificio	Otro impermeable	Árbol	Arbusto
Ensanche	69 (14) - 38 (16)	100 (13) - 23 (14)	18 (34) - 6 (19)	1 (39)
Educacional	75 (24) - 10 (28)	100 (44) - 25 (24)	25 (26) - 3 (32;47; 53)	13 (26) - 2 (38)
Deportivo	18 (43) - 3 (37)	52 (43) - 40 (37)	17 (37) - 3 (43)	3 (43)
Parque urbano	0	80 (12) - 31 (80)	31 (33) - 20 (12)	7 (33) - 3 (45)
Cementerio	29 (29)	46 (29)	3 (29)	9 (29)
Comercial/oficinas	62 (4)	8 (4)	31 (4)	0
Urbano. disct	19 (3) - 18 (10)	38 (3) - 18 (10)	41 (10) - 12 (3)	4 (3)
Vial	5 (23) - 1 (22)	100 (36;41;51) - 37 (22)	50 (15;17) - 6 (20)	12 (55) - 1 (22)
Red viaria	0	100 (11) - 87 (21)	3 (21)	0
Red ferroviaria	0	93 (6)	0	7 (6)
Energía eléctrica	13 (8)	73 (8)	13 (8)	0
Pastizal	25 (49) - 13 (0)	50 (49) - 7 (0)	25 (49) - 13 (0)	0
Cultivo dist. arroz	2 (2; 5)	10 (1) - 6 (2)	3 (5) - 2 (2)	1 (2)

USOS DEL SUELO	TIPO DE CUBIERTA [% MÁX (UM) - % MÍN (UM)]				
	Matorral	Césped	Cultivo	Agua	Suelo desnudo
Ensanche	12 (31)	0	8 (31)	1 (39)	42 (31) - 1 (50)
Educacional	10 (28)-8 (32)	16 (53) - 8 (9)	0	0	41 (42) - 5 (9;53)
Deportivo	0	40 (37)- 24 (43)	0	0	0
Parque urbano	3 (33)	10 (33) - 8 (45)	0	0	48 (33) - 31 (45)
Cementerio	3 (29)	11 (29)	0	0	0
Comercial/oficinas	0	0	0	0	0
Urbano. disct	0	0	19 (3)	0	24 (10) - 8 (3)
Vial	33 (50)	5 (23)-4 (22;55)	8 (50)	0	27 (55) - 4 (35)
Red viaria	0	2 (21)	0	3 (21)	5 (21)
Red ferroviaria	0	0	0	0	0
Energía eléctrica	0	0	0	0	0
Pastizal	0	0	67 (0) - 60 (48)	0	20 (48)
Cultivo dist. arroz	1 (2)	0	90 (1) - 78 (2)	2 (2)	8 (2) - 5 (5)

La tabla 2 expresa también el resultado de los indicadores de sostenibilidad, es decir el área total de superficie verde (SV%), la heterogeneidad de la UM (H) y el índice de almacenamiento de carbono (AC) que permiten la comparación de las características ecológicas entre las diferentes unidades morfológicas. Respecto del área total de superficie verde, los herbazales (1, 5, 10) y lo pastizales (48, 0) obtienen naturalmente los valores más elevados al situarse en la zona de La Huerta de Valencia con presencia no solo de cultivos sino de arbolados y arbustivos (tabla 3). Estos son seguidos de algunos de los viales que transitan en la Carrasca perpendiculares a la Avenida dels Tarongers, ya que están dotados de arbolado denso y discurren cercanas otras cubiertas de arbustivos y arboladas colindantes. Los parques urbanos por su configuración estructural con abundantes construcciones y superficies desnudas procedentes de paseo de tierras compactadas, no alcanzan más allá de un 41 % en el caso de la UM 33.

La máxima heterogeneidad (H) de los hábitats a partir de las cubiertas principales está localizada precisamente en una unidad del ensanche (UM 31), situada en transición a las unidades dotacionales de educación y que ostenta el valor de 2,04. Su situación junto a la plaza de L'Actor Enriquer Rambal, puede que le otorgue una estructura bien representada de todos los componentes que configuran el índice. Los viales de La Huerta (UM 50; H=1,78) y de algunos de los tramos de Blasco Ibáñez (UM 55; H=1,76) representan valores altos. También relacionada con la Huerta, está el urbano discontinuo (UM 45; H=1,74) que alcanza un valor similar al del parque urbano con mayor valor (UM 45; H=1,71).

Finalmente, el índice de almacenamiento de carbono (AC en T/ha) establecido a partir de la cubierta arbórea de la unidad morfológica vuelve a indicarnos que las unidades urbanas como los viales cuando contienen arbolados amplios bien establecidos pueden representar cubiertas importantes para la infraestructura verde. Así los máximos serían el tramo inicial e intermedio de Blasco Ibáñez ((UM 15; AC= 53) y (UM 22; AC= 45)), viales internos de la Carrasca (UM 17; AC= 53), la calle Ramón Llull (UM 25; AC= 48), y finalmente, entre los destacados la unidad morfológica del urbano discontinuo ligado a la Huerta de Valencia (UM 10; AC=44), ya que estos espacios de casas y alquerías vienen acompañados de arboretos de vegetación densa.

5. Discusión

La segregación de las UM por los usos derivados del sistema del SIOSE responde a una división adecuada a la homogeneidad de sus contenidos de cubierta del suelo, pero se deben tomar decisiones para no atomizar el conjunto de las UM, especialmente cuando se trata de la definición de objetivos en el ámbito de la planificación. Se debe estudiar si la formación de las UM a través de los usos del suelo del sistema del SIOSE es la mejor forma de caracterizar estas unidades, ya que a través de este sistema se obtiene un excesivo número de unidades con superficies muy pequeñas. Aplicar esta metodología a partir de otro sistema para obtener los usos del suelo, como el sistema Urban Atlas (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2010), puede permitir hacer una comparativa de la clasificación de los usos del suelo para ver cuál de ellos permite obtener unas unidades morfológicas más agregadas y homogéneas en cuanto a superficie mínima.

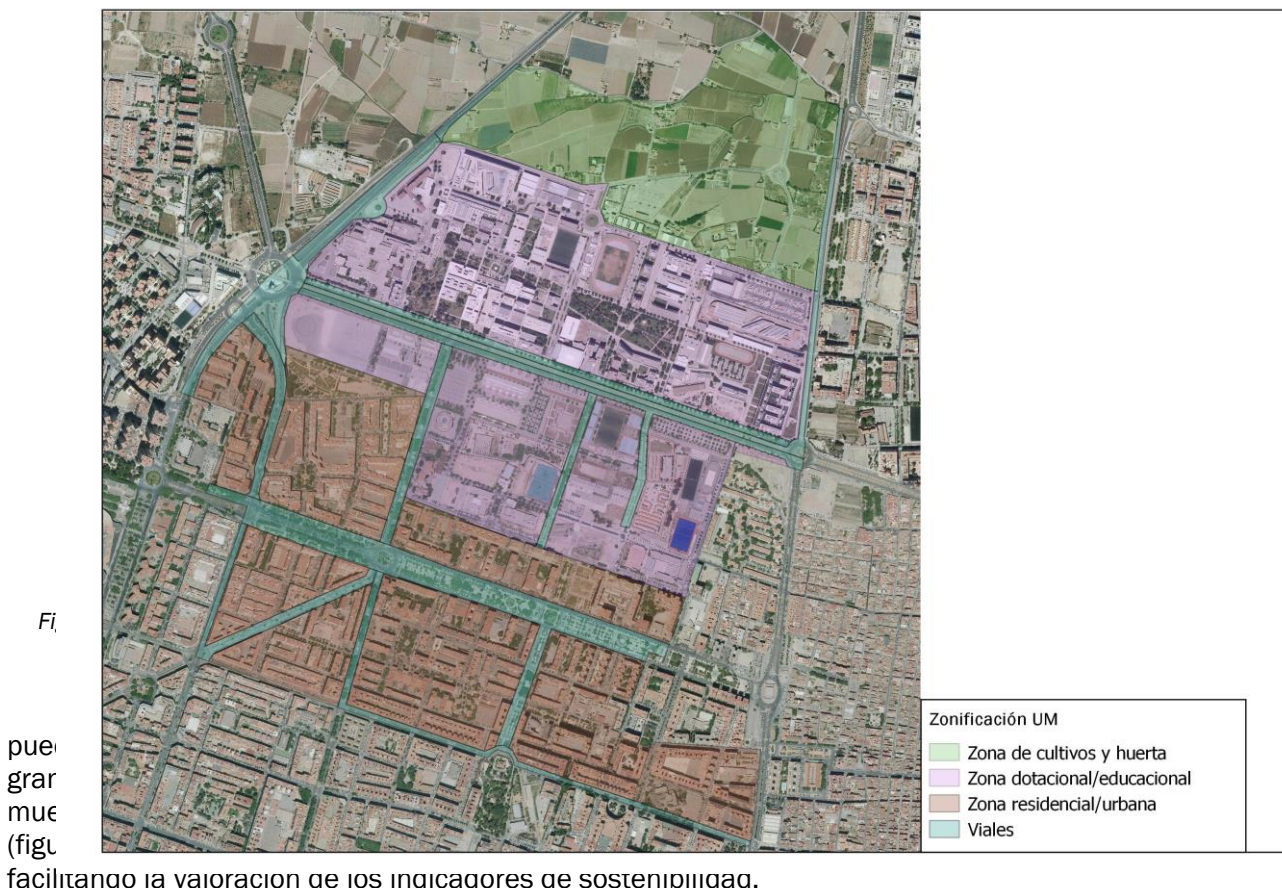
En este sentido se aprecia que los contenidos de algunas de las unidades de con usos de educación como las de la UPV (9, 53) son semejantes en su composición a parte de la combinación de las unidades (44, 46, 47, 38, 33, 42, 37, 32) al sur de la avenida de los Tarongers (41) y que se asocian a la Universitat de València o sus servicios. Hay que analizar la mejor forma de reducir el número de unidades y para ello se tiene que analizar si la agregación de unidades homogéneas y próximas entre si resulta viable, especialmente respecto de los errores cometidos y de facilidad para proponer los espacios que son definidos como infraestructura verde.

Los errores obtenidos al aplicar una densidad de unos 10 puntos por hectárea no se muestran tan estables y cercanos al 5% previsto como en los ensayos previos de algunas UM (figura 3) cuando se establece el ajuste a un criterio de superficie a diferencia de otros análisis en que la densidad

había sido fija y prácticamente el doble de puntos que el utilizado en este caso (WHITFORD ET AL., 2001). Esta disparidad tiene su explicación en las diferentes combinaciones de cubierta y de tamaños tan reducidos de las unidades, en las que hay que establecer un nivel crítico de puntos de muestreo para las superficies más pequeñas y heterogéneas. Por un lado, las unidades deben tener mayor entidad y en los casos de superficies, el criterio debe aumentarse hasta alcanzar el valor predeterminado. Uno de los aspectos que se debe fijar es la aplicación de un criterio de superficie mínima para la formación de una unidad morfológica.

Respecto de los valores de los indicadores de sostenibilidad las unidades morfológicas de la Huerta y los parques salen bien valorados en los dos primeros índices, pero los principales viales superan a estas debido a la presencia de buenas cubiertas vegetales. Hay que destacar la Avenida de Blasco Ibáñez y las vías de interconexión que discurren en la dirección norte-sur por el barrio de la Carrasca, por sus arbolados bien implantados.

A pesar de la división de La Huerta en sus diferentes componentes o unidades morfológicas establecidas en el análisis, los resultados permiten comprobar la importancia de los valores que estos hábitats periurbanos pueden contribuir a generar tejido de la infraestructura verde y a interconectarse con las unidades morfológicas urbanas. Otros indicadores de sostenibilidad como el de Calidad del Aire, Confort térmico, Retención de Aguas Pluviales o Superficie Verde por Habitante (Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona, 2011) permitirían acercarse más a los objetivos establecidos relacionados con los servicios ambientales, de forma que se realicen propuestas de mejora respecto a la calidad ambiental y de vida en el distrito.



6. Conclusiones

El procedimiento desarrollado para la determinación de componentes de las cubiertas del suelo de las áreas urbanas demuestra que es posible caracterizar y valorar indicadores de sostenibilidad que representen la funcionalidad de la infraestructura verde urbana.

Los problemas que suscita la división en unidades morfológicas como base de comparación debido al tamaño mínimo de unidad morfológica inventariarle y a la intensidad de muestreo para la determinación de la cubierta, invita a una reflexión sobre la idoneidad del criterio de 10 puntos por hectárea, estableciendo mínimos críticos tanto en superficie como en intensidad. Debe ser revisado con detalle, porque muchas de estas unidades representan viales tipo bulevar con buena presencia de cubiertas verdes que pueden constituir buenos conectores entre otros elementos de mayor entidad.

Se tiene que buscar un equilibrio entre homogeneidad y funcionalidad para establecer unidades que permitan una conectividad adecuada, para generar una verdadera estructura de infraestructura verde.

7. Agradecimientos

La comunicación se fundamenta en el documento del Trabajo de Fin de Grado de ingeniería forestal y del medio natural titulado “Caracterización de la infraestructura verde urbana en el distrito de Algirós (Valencia)”, realizado por Dña Ana Trilles Andreo y codirigido Por Dña María Concepción Vallés Planells y Francisco Galiana Galán, del Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València.

8. Bibliografía

AGÈNCIA D´ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA, 2011. *Aplicación y valoración de los resultados del sistema municipal de indicadores de sostenibilidad en cuatro municipios. Anejo 1: Sistemas Municipales de Indicadores de Sostenibilidad en los cuatro municipios.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Barcelona.

CEA, 2014. *La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Documento de propuesta.* Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

COMISIÓN EUROPEA (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems.* Comisión Europea. Bruselas.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2011. *Urban atlas. Data and maps.* Comisión Europea. Bruselas.

GENERALITAT VALENCIANA 2012. TERRASIT. Ortofotografía. Instituto Cartográfico Valenciano. València.

GENERALITAT VALENCIANA, 2015. *SIOSE. Orto fotogrametría, cartografía y manual de fotointerpretación.* WWW.GVA.ES. Consellería de vivienda, obras públicas y vertebración del territorio. València.

GILL, S.E.; HANDLEY, J.F.; ROLAND ENNOS, A.; PAULEIT, E.; THEURAY, N. AND LINDLEY, S.J. 2008. Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 87: 210-222.

HANDLEY, J.F., 1988. Nature in the urban environment. In: GROVE, CRESSWELL (Eds.), *City Landscape*. Butterworths, London, pp. 47-59.

RIZWAN, A.M.; DENNIS, Y.C. L.; LIU, C., 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences*, 20: 120-128.

WHITFORD, V.; ENNOS, A.R.; HANDLEY, J.F., 2001. City form and natural process-indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and urban Planning*, 57: 91-103.