

CARACTERIZACIÓN DE TIPOLOGÍAS URBANAS A ESCALA DE BARRIO COMO PARÁMETRO ENERGÉTICO. CASO DE ESTUDIO: CASTELLÓN DE LA PLANA

¹Braulio-Gonzalo, M.; ¹Ruá Aguilar, M.J.; ¹Bovea Edo, M.D.

¹Departament d'Enginyeria Mecànica i Construcció, Universitat Jaume I

Avda. Sos Baynat, s/n, CP 12071 Castelló de la Plana

e-mail: braulio@uji.es; rua@uji.es; bovea@uji.es

RESUMEN

De acuerdo al informe World Organization Prospects 2014 Revision, de las Naciones Unidas, la población de las ciudades en Europa alcanza el 73% del total, con una previsión del 80% en las próximas décadas. Como consecuencia, las áreas urbanas suponen un elevado consumo de recursos. La Regeneración Urbana Integrada (RUI) trata de aplicar estrategias para conseguir un desarrollo urbano más inteligente, sostenible y socialmente inclusivo (Declaración de Toledo), pues el reto es mayor cuando tratamos entornos urbanos existentes en los que no es posible actuar en las fases de diseño. Se hace, por tanto, necesario un análisis exhaustivo de las particularidades del urbanismo y de las tipologías edificatorias que conforman la ciudad y sus barrios, con el objeto de identificar aquellas tipologías con vulnerabilidad energética, previamente a implementar la RUI.

Este trabajo se centrará en el aspecto energético, como uno de los ítems integrantes de la Regeneración Urbana, y servirá de ayuda en la toma de decisiones cuando sea necesario conocer qué áreas urbanas requieren con mayor urgencia una intervención.

En el estudio se caracteriza la morfología urbana de una ciudad mediterránea de tamaño medio, como es Castellón de Plana (180.690 habitantes, de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística, 2010). Para ello, en una primera parte, se analiza y describe brevemente el desarrollo urbano de la ciudad para delimitar zonas con diferente entramado urbano. A continuación se identifican las tipologías edificatorias existentes. Posteriormente, dichas tipologías se asocian a la trama urbana, a través de un Sistema de Información Geográfica. Los resultados del trabajo presentan un conjunto de tipologías de morfología urbana con diferente trazado, representativas de la ciudad mediterránea, y las tipologías edificatorias que aglutina cada una las tipologías urbanas. Cada uno de los conjuntos presentados es susceptible de tener un comportamiento energético diferente, y las conclusiones podrán ser extrapolables a otras ciudades mediterráneas con características similares al municipio estudiado.

La información recopilada supondrá un primer paso para analizar en el futuro, el comportamiento energético del parque edificatorio de la ciudad, teniendo en cuenta la tipología edificatoria integrada en una trama urbana consolidada.

Keywords: Regeneración urbana, envolvente térmica, rehabilitación energética.

1.- Introducción

De acuerdo al informe World Organization Prospects 2014 Revision de las Naciones Unidas, la población de las ciudades en Europa alcanza el 73% del total mundial, con una previsión del 80% en las próximas décadas. Como consecuencia, las áreas urbanas suponen un elevado consumo de recursos y su expansión es cada vez mayor, lo que ha supuesto un aumento del volumen edificado en los últimos años e implicará en un futuro próximo la renovación y adaptación del parque edificado a los nuevos estándares para cubrir las necesidades de la población. Tal y como apunta Power [1], es más sostenible rehabilitar edificios construidos que demolerlos para construir nuevos, pues se aprovecha toda la energía embebida en los edificios existentes.

En España no ha existido un marco regulatorio específico de las condiciones térmicas de los edificios hasta el año 1979 con la Norma Básica de la Edificación de Condiciones de Térmicas. De acuerdo al censo de vivienda 2011 del Instituto Nacional de Estadística [2], los edificios construidos antes del año 80 suponen más del 56% del total, y estos no poseen aislamiento térmico. En 2006, con la transposición de la Directiva sobre eficiencia energética en los edificios [3] en España, entra en vigor el Código Técnico de la Edificación [4], convirtiéndose su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) en el nuevo referente normativo. Tras la nueva Directiva [5], y la previsible no consecución de los objetivos de reducción de emisiones, el CTE endurece sus requisitos en lo referente a condiciones térmicas en su actualización de 2013 [6], por medio de la cual se presta más atención a los edificios existentes. Estos nuevos requisitos para la rehabilitación de edificios existentes implican cumplir con unos estándares mucho más exigentes en cuanto al aislamiento térmico de la envolvente térmica se refiere. Sin embargo, la influencia de la orientación del edificio y su emplazamiento en un contexto urbano también son factores decisivos, pues será más complejo cumplir la nueva normativa si el edificio no se encuentra bien orientado y su morfología no es la adecuada.

En el contexto de la Regeneración Urbana Integrada (RUI), la Declaración de Toledo [7] propuso en 2010 la implementación de diversas estrategias para alcanzar un desarrollo urbano inteligente, sostenible y socialmente inclusivo, ya que el reto es mayor en los entornos construidos, donde no es posible intervenir en las fases de diseño. La mencionada Declaración también enfatiza la importancia de las áreas urbanas para alcanzar los objetivos de Europa 2020.

Entre la bibliografía, destacan determinados estudios que analizan el comportamiento energético de estructuras urbanas considerando el contexto urbano y las características específicas de la región donde se realiza el estudio. Yezioro, et al. [8] analiza la influencia de la exposición solar en manzanas urbanas con un gran patio de manzanas central, para latitudes entre 26° y 34°. Košir, et al. [9] analiza la influencia del soleamiento de cinco manzanas urbanas. Andreou [10] estudia el efecto del entramado urbano, el trazado de las calles y la orientación en la región mediterránea. Otros autores han analizado la forma urbana con el consumo energético y las emisiones de gases efecto invernadero. Así por ejemplo, Ishii et al. [11], analiza esta relación en edificios públicos de la ciudad japonesa de Utsunomiya, distintos usos y tipos edificatorios. Wilson [12] relaciona las formas urbanas con el consumo de electricidad en viviendas unifamiliares de Illinois.

Este trabajo propone una metodología para caracterizar la morfología urbana del tejido residencial de la ciudad mediterránea de tamaño medio, desde el punto de vista energético, teniendo en cuenta dos principales parámetros: morfología de manzana urbana y tipología edificatoria.

Como validación de la metodología, se presenta un caso de aplicación basado en la caracterización de la morfología de un barrio en Castellón de Plana (este de

España), una ciudad de tamaño medio con una población que asciende a 180.690 habitantes. Como resultado, se presentan las tipologías de manzana residencial tipo existentes en el barrio. Los resultados forman parte de un estudio más amplio y son útiles para analizar el comportamiento energético del parque de edificios existente a escala urbana, teniendo en cuenta la tipología edificatoria integrada en una trama urbana consolidada.

2.- Metodología

El desarrollo de este trabajo se lleva a cabo en varias fases. Primero, se analiza la morfología urbana de la ciudad mediterránea, con el objetivo de extraer las tipologías de manzanas urbanas características que dibujan el paisaje urbano. Para ello, el estudio parte desde la escala mayor que es la de ciudad y profundiza hacia un nivel inferior, la escala de barrio, para llegar al objetivo de escala de manzana residencial urbana. A continuación, se identifican las tipologías edificatorias, las cuales se clasifican según su uso residencial (unifamiliar (SF) o plurifamiliar (MF)), número de plantas y posición con respecto a otros edificios.

Y, por último, a través de gvSIG [13], una herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se asocian las tipologías edificatorias a las manzanas urbanas, de manera que se obtiene un conjunto de sistemas urbanos característicos de la ciudad mediterránea, que permitirán estandarizar la morfología urbana. Además, el SIG permite obtener la superficie construida de cada tipología edificatoria en una determinada zona urbana. Otros autores han utilizado previamente los SIG para representar diferentes parámetros asociados a coordenadas espaciales. En concreto, con respecto al comportamiento energético de edificios históricos cabría destacar el trabajo de Fabbri et al. [14] en diferentes regiones de Italia.

Esta metodología podrá ser aplicada en el ámbito de las ciudades mediterráneas, de manera que los resultados y conclusiones en un conjunto de manzanas urbanas, podrán ser extrapolables a gran escala, la de ciudad, siguiendo el enfoque bottom-up [15]. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo de la metodología

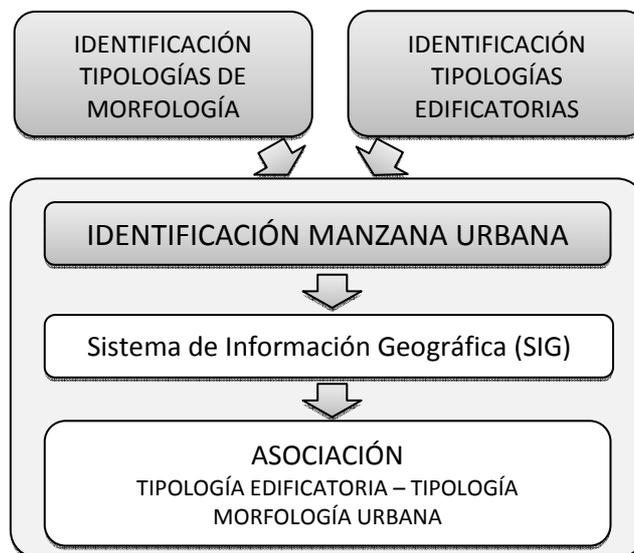


Fig. 1 “Metodología de caracterización de tipologías de morfología urbana”. Fuente: los autores

La Tabla 1 muestra las siete tipologías de manzana urbana residencial identificadas en la ciudad mediterránea, su localización dentro de la ciudad y la tipología edificatoria que contiene.

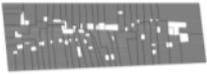
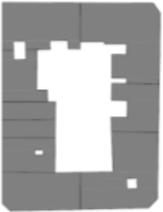
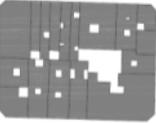
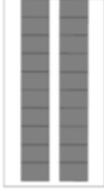
Trazado urbano	Tipología de manzana urbana	Localización	SF/MF	Densidad	Descripción
	MANZANA 1 	Centro histórico Grupos periféricos	SF/MF	Media	Forma irregular, calles estrechas, edificios de baja altura. Principalmente viviendas unifamiliares en hilera/adosadas.
	MANZANA 2 	Ensanche	SF/MF	Alta	Rectangular. Edificios plurifamiliares de media y gran altura con grandes patios de manzana.
	MANZANA 3 	Ensanche	SF/MF	Alta	Rectangular. Edificios plurifamiliares de media. Edificios con patios de luces propios
	MANZANA 4 	Ensanche	MF	Alta	Manzana lineal. Edificios plurifamiliares de media que recaen a dos calles. Patios de luces propios.
	MANZANA 5 	Nuevos barrios residenciales	MF	Media	Edificios aislados plurifamiliares de media y gran altura en condominios cerrados. La manzana está formada por un conjunto de edificios con parcela libre interior.
	MANZANA 6 	Nuevos barrios residenciales Grupos periféricos	SF	Baja	Edificios aislados de baja altura. La manzana está formada por un conjunto de edificios con parcela libre interior. Vivienda unifamiliar aislada o pareada.
	MANZANA 7 	Nuevos barrios residenciales	SF	Baja	Edificios adosados de baja altura. La manzana está formada por un conjunto de edificios con parcela libre interior. Vivienda unifamiliar adosada/en hilera.

Tabla 1 "Tipologías de morfología urbana y características"

En la ciudad mediterránea encontramos un rango de tipologías características que definen el paisaje urbano, confiriéndole una identidad propia. Desde el punto de vista energético, dichas tipologías adquieren importancia, pues no funciona de la misma forma un edificio plurifamiliar entre medianeras, que un edificio aislado o una vivienda unifamiliar. De hecho, el factor de forma y la superficie de envolvente térmica en contacto con el ambiente exterior, influye considerablemente en su comportamiento energético [16]. Es por ello que resulta necesario identificar las tipologías edificatorias existentes y relacionarlas a posteriori con su presencia en el entramado urbano. La Tabla 2 proporciona una clasificación del parque residencial existente según dos factores: (a) el año de construcción y (b) la tipología edificatoria (aislada o entre medianeras, y número de plantas). La antigüedad del edificio representa uno de los aspectos más importantes en la calificación energética de un edificio, ya que la fecha de construcción determina aspectos tales como la existencia o no de aislamiento térmico en la envolvente térmica, tipo de carpinterías y vidrios y otras características constructivas que vienen marcadas por la tradición a la hora de edificar. La división en periodos temporales es compleja, pues atiende a razones tanto normativas y legislativas, como a razones históricas, que han ido marcando la evolución constructiva con el paso del tiempo. Encontramos clasificaciones temporales, adaptadas a las particularidades de la zona analizada, en distintos estudios. Por ejemplo, en Grecia, Dascalaki et al. [17] y Theodoridou et al.[18]; en Italia, Caputo et al. [19]; en Alemania, Bradley y Kohler [20]; en Dinamarca, Kragh y Wittchen[21]; y en España, para la región de Cataluña, Garrido-Soriano et al. [22]. A nivel europeo destaca el estudio EPISCOPE [23], que se lanzó en 2013 como continuación del proyecto TABULA. Integra la acción de distintos países europeos y, entre sus objetivos, diferencia las tipologías edificatorias de acuerdo a periodos constructivos en cada país. En España, la clasificación que ha sido realizada por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), en concreto en la zona de Alicante y de Valencia. El IEE Project TABULA es accesible desde el enlace <http://www.episcope.eu/>.

Como se observa en la Tabla 2, el resultado de la clasificación realizada por los autores, se asemeja bastante a la realizada en el proyecto TABULA y resulta en una matriz de 30 clases edificatorias.

		<u>Tipología edificatoria</u>					
		<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
<u>Periodo de construcción</u>		<u>MF aislado</u> <u>≤4 plantas</u>	<u>MF aislado</u> <u>>4 p.</u>	<u>MF entre medianeras</u> <u>≤4 p.</u>	<u>MF entre medianeras</u> <u>>4 p.</u>	<u>SF aislada/pareada</u>	<u>SF adosada/en hilera</u>
<u>1</u>	<u><1940</u>	<u>A1</u>	<u>B1</u>	<u>C1</u>	<u>D1</u>	<u>E1</u>	<u>F1</u>
<u>2</u>	<u>1940-1959</u>	<u>A2</u>	<u>B2</u>	<u>C2</u>	<u>D2</u>	<u>E2</u>	<u>F2</u>
<u>3</u>	<u>1960-79</u>	<u>A3</u>	<u>B3</u>	<u>C3</u>	<u>D3</u>	<u>E3</u>	<u>F3</u>
<u>4</u>	<u>1980-2006</u>	<u>A4</u>	<u>B4</u>	<u>C4</u>	<u>D4</u>	<u>E4</u>	<u>F4</u>
<u>5</u>	<u>>2006</u>	<u>A5</u>	<u>B5</u>	<u>C5</u>	<u>D5</u>	<u>E5</u>	<u>F5</u>

Tabla 2 “Matriz de clases edificatorias”

Una vez identificado, por un lado, las tipologías de manzana urbana y, por otro, las tipologías de edificios, los datos se introducen en un SIG para realizar la asociación entre ambos. Dicha asociación permitirá obtener la superficie construida de cada

tipología de edificio en una zona urbana determinada. La información requerida para introducir en la herramienta SIG es proporcionada por la Oficina del Catastro (referencia catastral de la parcela, año de construcción del edificio, tipología edificatoria, número de plantas y superficie construida). Con ello, las tipologías edificatorias se asocian a los trazados urbanos para finalmente obtener la tipología típica de manzana urbana.

3.- Caso de estudio

La metodología descrita en la Sección 2 se ha implementado en la ciudad de Castellón de la Plana, que constituye una ciudad mediterránea de tamaño medio ubicada en la costa este del territorio español. Se selecciona un barrio de la ciudad con diferentes tipologías de manzana y tipologías edificatorias de las previamente identificadas (ver Tabla 1). Los datos utilizados se corresponden con datos oficiales proporcionados por la Dirección General del Catastro [24]. Para la implementación de la metodología, se han despreciado aquellos edificios que no se corresponden con un uso residencial.

3.1.- Análisis de la evolución histórica de la ciudad objeto de estudio

El desarrollo urbano está fuertemente influenciado por las características físicas (climatología, orografía...), socio-económicas e históricas de cada lugar. Como se extrae de la revisión bibliográfica, desde el punto de vista del consumo de energía, la trama urbana y las tipologías edificatorias son factores muy influyentes en su comportamiento energético. En este apartado se describe el desarrollo urbanístico de la ciudad de Castellón de la Plana, ya que su evolución histórica ayuda a entender la trama urbana actual e identificar los barrios con diferente morfología urbana y edificatoria.

Castellón de la Plana fue concebida como ciudad en el S.XIII, como ordenación estructurada de grupos de pequeñas casas aisladas y dispersas, constituyendo una villa medieval, posteriormente amurallada, que en la actualidad se identifica como el casco histórico urbano. Las murallas perduraron hasta principios del S.XIX, cuando debido al crecimiento económico y demográfico, la ciudad expandió sus límites integrando los arrabales surgidos en las inmediaciones del casco histórico. El derribo de las murallas dio lugar a nuevos terrenos disponibles que se cedieron en forma de solares con unas dimensiones estandarizadas de 4m de fachada, 20m de profundidad y altura máxima permitida de edificación de 6m. Este hecho originó la construcción de numerosas edificaciones próximas al centro histórico que todavía hoy perduran y otorgan un rasgo característico al núcleo histórico de la ciudad [25].

A comienzos del S.XX, la ciudad estaba constituida por diez barrios y tres áreas urbanas principales: la zona interior o casco histórico; la zona de ensanche; y la zona de expansión correspondiente a las nuevas áreas de crecimiento. Durante la posguerra, en 1939, se articulan nuevas plazas y avenidas que modificaron la estructura urbana y el concepto de crecimiento compacto e integración de zonas verdes fue relegado a un segundo plano. Como consecuencia del rápido crecimiento demográfico, se produce un aumento desproporcionado de las alturas de los edificios en el casco urbano, que conlleva una densificación del mismo. Comienzan a erigirse edificios de alturas dispares, conviviendo los edificios habituales de 3 o 4 plantas, con los de alturas incluso superiores a 8 plantas, alcanzando las 12 y 14 plantas, paisaje urbano que caracteriza al actual centro histórico de la ciudad.

El tejido urbano en los años 80 y 90 experimenta transformaciones importantes. Aparecen nuevos planes de ordenación urbana que ordenan el territorio de una forma más estructurada y se introducen grandes actuaciones urbanísticas de uso residencial, dejando a la ciudad rodeada de nuevos barrios residenciales con

tipologías tanto de vivienda unifamiliar como edificios plurifamiliares, en una morfología urbana más ordenada y regular.

La Figura 2 ilustra la evolución de la ciudad de Castellón de la Plana a través de un mapa SIG donde se identifican los cinco periodos temporales en los que se ha agrupado a los edificios por año de construcción, Las líneas delimitan los diferentes barrios de la ciudad.



Fig. 2 “Evolución urbana de Castellón de la Plana según año de construcción de los edificios y delimitación de las zonas con diferente estructura urbana”. Fuente: los autores

Como se aprecia en la Figura 2, Castellón de la Plana responde a una ciudad con distinto trazado urbano según zonas. El centro histórico atiende a un trazado irregular, mientras que las zonas de ensanche y las zonas de expansión más recientes, atienden a un trazado generalmente ortogonal.

3.2.- Barrio objeto de estudio

Para validar la metodología propuesta se selecciona el barrio *Avenida del Mar*, situado en la zona Este de la ciudad y con un trazado generalmente ortogonal. El barrio corresponde con una zona del ensanche de la ciudad originado alrededor de 1930 y representa cuatro de las siete tipologías de manzana (Manzanas 2, 3, 4 y 6; ver Tabla 1) y cinco de las seis tipologías edificatorias identificadas (B-F), presentadas en la Sección 2. Aquellos barrios no seleccionados son menos representativos, pues se corresponden con el centro histórico y los nuevos barrios residenciales de reciente creación. Gran parte de los barrios de la ciudad conservan el mismo trazado urbano que el barrio seleccionado de *Avenida del Mar*, por lo que éste se considera representativo.

La Tabla 3 presenta el número de edificios por tipología edificatoria. La Figura 3 muestra en un mapa la distribución de la tipología edificatoria en el barrio.

		<u>Tipología edificatoria</u>					
		<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
<u>Período de construcción</u>	<u>1</u>	-	-	<u>15</u>	-	-	<u>60</u>
	<u>2</u>	-	<u>34</u>	<u>99</u>	<u>10</u>	<u>26</u>	<u>60</u>
	<u>3</u>	-	-	<u>61</u>	<u>256</u>	<u>6</u>	<u>22</u>
	<u>4</u>	-	<u>7</u>	<u>58</u>	<u>259</u>	-	<u>33</u>
	<u>5</u>	-	-	<u>2</u>	<u>26</u>	-	<u>5</u>

Tabla 3 “Número de edificios por tipología edificatoria en *Avenida del Mar*”

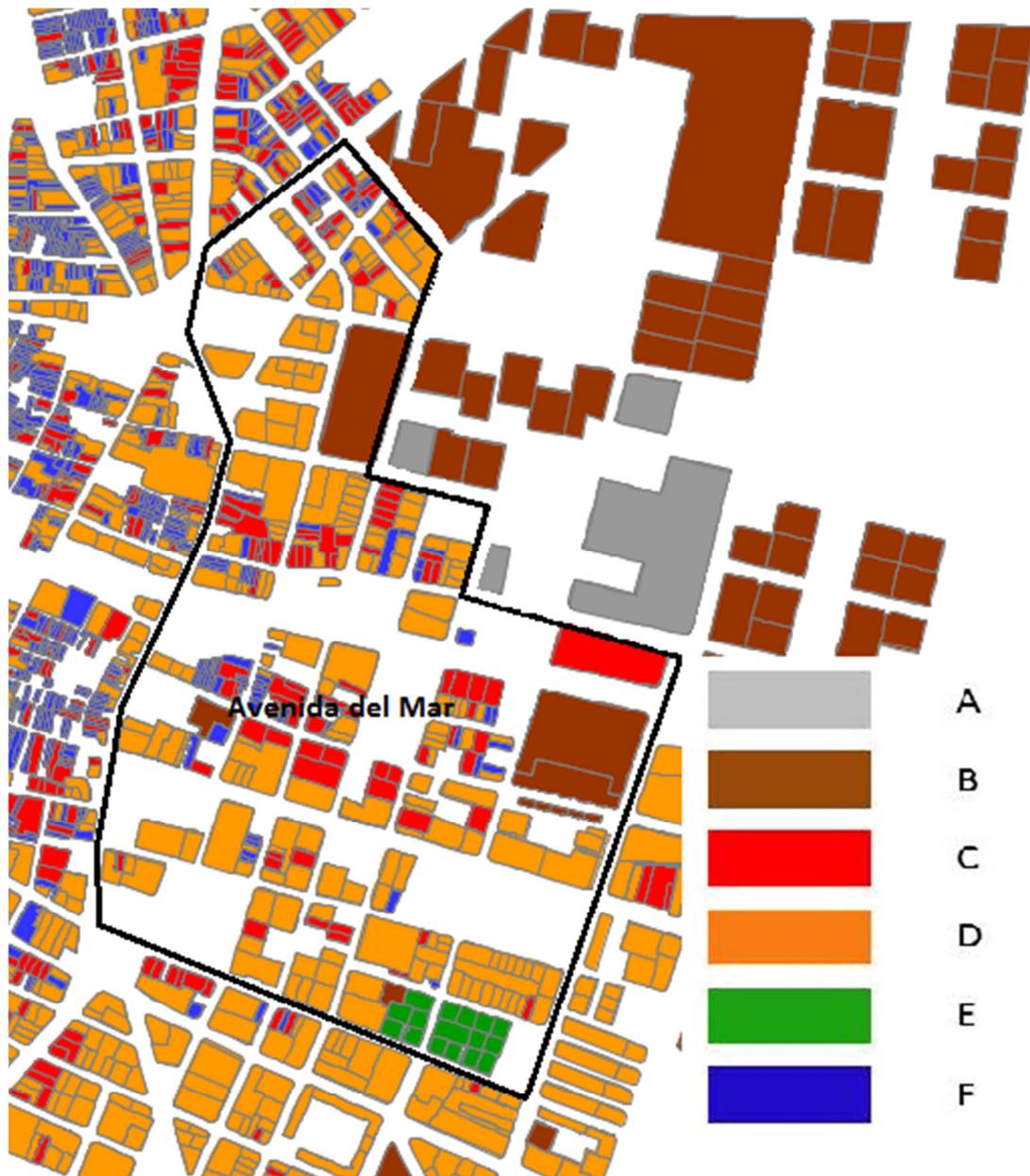


Fig. 3 “Distribución de tipologías edificatorias en el barrio seleccionado”. Fuente: los autores

A través de gvSIG, ambas variables son cruzadas para obtener el porcentaje de superficie construida de cada tipología edificatoria contenida en las manzanas

urbanas, como se puede observar en la Tabla 4. Ello permite estandarizar las tipologías edificatorias en manzanas urbanas típicas. La Tabla 4 indica el total de superficie construida (en m²) por cada tipología edificatoria.

Tipología manzana urbana residencial	Tipología edificatoria			
	C	D	E	F
Manzana 2	8.63%	89.28%		2.09%
Manzana 3	8.63%	89.28%		2.09%
Manzana 4		100.00%		
Manzana 6			100.00%	

Tabla 4 “Cruce de tipología edificatoria y tipología de manzana urbana. (% porcentaje de superficie construida por tipología edificatoria)”

	Tipología edificatoria					
	A	B	C	D	E	F
<i>Avenida del Mar</i>	-	64165	96794	1001582	4319	23477

Table 5 “Superficie construida por tipología edificatoria (m²)”

La metodología ha sido aplicada al barrio seleccionado y los resultados son las manzanas urbanas residenciales típicas con la superficie construida por cada tipología de edificio. La Figura 4 muestra la configuración de las cuatro manzanas consideradas en el caso de estudio.

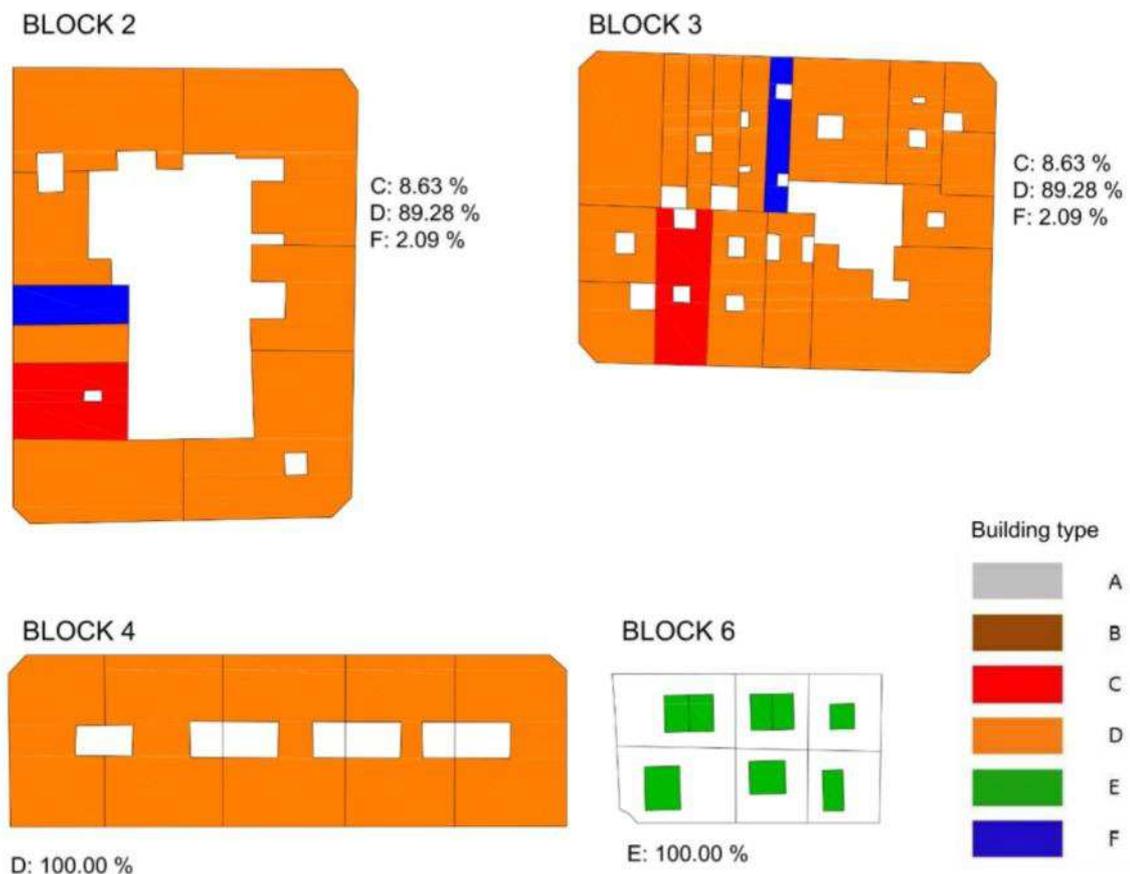


Fig. 4 “Manzanas residenciales en el barrio estudiado y % de superficie construida de cada tipología edificatoria”. Fuente: los autores

4.- Conclusiones

El presente trabajo propone una metodología para clasificar y caracterizar el trazado urbano del parque residencial de edificios existentes en la ciudad mediterránea de tamaño medio, desde el punto de vista energético. Para ello, se han considerado dos variables. Por un lado, se analiza el trazado urbano para obtener las manzanas urbanas. Por otro lado, se identifican las tipologías edificatorias. Por último, ambas variables son cruzadas a través de una herramienta SIG, de forma que no sólo se tiene en cuenta el edificio como un elemento aislado, sino como un elemento que forma parte de un contexto urbano, factor que tiene una gran influencia en el comportamiento energético.

La metodología ha sido implementada en un barrio seleccionado de la ciudad de Castellón de la Plana (este de España), que contiene cuatro de las siete manzanas y cinco de las seis tipologías edificatorias, previamente identificadas. El cruce de datos da como resultado el porcentaje de superficie construida de cada tipología edificatoria para las manzanas urbanas, lo que permite configurar de manzana urbana representativa de todo el barrio en su conjunto.

Este estudio contribuye a estandarizar la configuración de manzanas urbanas y hará posible la simulación energética para estimar el comportamiento energético de un determinado parque de edificios. Los resultados pueden ser extrapolados a una escala mayor, como es el barrio y, posteriormente, la ciudad, siguiendo un enfoque *bottom-up*. La metodología puede ser implementada en ciudades mediterráneas de características similares y puede servir como una herramienta útil para administradores locales, urbanistas y otros agentes para evaluar la prioridad de intervención en barrios y llevar a cabo la rehabilitación de edificios o renovación urbana.

REFERENCIAS

- [1] Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Foresight Sustainable Energy Management and the Built Environment Project*, **36**(12), 4487–4501. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.022>
- [2] INE. (2015). Spanish Statistical Office. Retrieved from <http://www.ine.es/>
- [3] EPDB. European Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings (2002). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0091>
- [4] CTE. Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 (2006). España.
- [5] EPDB. European Directive 2010/31/UE on the energy performance of buildings (2010). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32010L0031>
- [6] CTE. Actualización DB HE del Código Técnico de la Edificación. Orden FOM/1635/2013 (2013). España. Retrieved from http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511
- [7] Presidencia Española. Declaración de Toledo, Reunión informal de Ministros (2010). España.
- [8] Yezioro, A., Capeluto, I. G., & Shaviv, E. (2006). Design guidelines for appropriate insolation of urban squares. *Renewable Energy*, **31**(7), 1011–1023. doi:10.1016/j.renene.2005.05.015
- [9] Košir, M., Capeluto, I. G., Krainer, A., & Kristl, Ž. (2014). Solar potential in existing urban layouts—Critical overview of the existing building stock in Slovenian context. *Energy Policy*, **69**, 443–456. doi:10.1016/j.enpol.2014.01.045
- [10] Andreou, E. (2014). The effect of urban layout, street geometry and orientation on shading conditions in urban canyons in the Mediterranean. *Renewable Energy*, **63**, 587–596. doi:10.1016/j.renene.2013.09.051
- [11] Ishii S., Tabush S., Aramaki T. & Hanaki K.,(2010), Impact of future urban form on the potential to reduce greenhouse gas emissions from residential, commercial and public buildings in Utsunomiya, Japan, *Energy Policy*,**38**, 4888–4896.

- [12] Wilson B, (2013), Urban form and residential electricity consumption: Evidence from Illinois, USA, *Landscape and Urban Planning*, **115**, 62– 71.
- [13] Asociación gvSIG. (2014). gvSIG. Retrieved from <http://www.gvsig.com/>
- [14] Fabbri K., Zuppiroli M. & Ambrogio K. Heritage buildings and energy performance: Mapping with GIS tools, *Energy and Buildings*, **48**, 137–145.
- [15] Moffatt, S. (2001). Methods for the evaluation of the environmental performance of building stock. Canada: Editorial review by Illari Aho, Finland.
- [16] Okeil, A. (2010). A holistic approach to energy efficient building forms. *Energy and Buildings*, **42**(9), 1437–1444. doi:10.1016/j.enbuild.2010.03.013
- [17] Dascalaki, E. G., Droutsas, K. G., Balaras, C. A., & Kontoyiannidis, S. (2011). Building typologies as a tool for assessing the energy performance of residential buildings – A case study for the Hellenic building stock, *Energy and Buildings*, **43**(12), 3400–3409. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.002>
- [18] Theodoridou, I., Papadopoulos, A. M., & Hegger, M. (2011). A typological classification of the Greek residential building stock, *Energy and Buildings*, **43**(10), 2779–2787. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.036>
- [19] Caputo, P., Costa, G. & Ferrari, S., (2013). A supporting method for defining energy strategies in the building sector at urban scale. *Energy Policy*, **55**, 261-270. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.006>
- [20] Bradley P.E. & Kohler N., (2007), Methodology for the survival analysis of the urban building stocks, *Building Research and Information*, **35**(5), 529-542.
- [21] Kragh J. & Wittchen K.B., (2014), Development of two Danish building typologies for residential buildings, *Energy and Buildings*, **68**, 79–86
- [22] Garrido-Soriano N., Rosas-Casals M., Ivancic A. & Álvarez-del Castillo M.D., (2012), Potential energy savings and economic impact of residential buildings under national and regional efficiency scenarios. A Catalan case study, *Energy and Buildings*, **49**, 119–125.
- [23] IEE Project TABULA accesible desde el enlace <http://www.episcopo.eu/>.
- [24] Comes, A. E. (2012). *Paseando por las calles de Castellón*. 1ª edición. Editorial Creamos talentos literarios, Castelló de la Plana.
- [25] DGC. (2014). Dirección General del Catastro. Retrieved from <http://www.catastro.meh.es/>