

SUSTAINABLE LIVABILITY, LIVABLE SUSTAINABILITY. ADDRESSING THE IMBALANCE OF DENSE URBAN ENVIRONMENTS IN MÁLAGA (SPAIN)

ABSTRACT

“Sustainability” and “livability” are two buzzwords in contemporary urban planning. Nowadays, there is a tendency to incorporate minimum values of density to urban policies, given the fact that there are multiple studies linking dense environments with a greater degree of sustainability. At the same time, however, a good number of articles reflect a lower livability in this type of fabrics (Boyko and Cooper, 2011). This discrepancy constitutes a big issue in the field, as sustainable urban environments need also to be perceived as livable in order to be accepted by dwellers.

In Málaga, this conflict is manifested in a particular way in the inherited city and, above all, in the residential areas built during the second half of the 20th century. These neighbourhoods, due to a particular historic, social and political development, present nowadays very high levels of social and physical density. This chapter proposes a theoretical and analytical approach to the evaluation of the discrepancy between sustainability and livability in diverse environments through the specific theory and methodology of the Urban Heat Island effect. Applied to the case of Málaga, this perspective is capable of identifying the most vulnerable areas and of defining the limitations and potentials that derive from their particular physical characteristics.

Keywords: Málaga, sustainability, livability, density, Urban Heat Island.

HABITABILIDAD SOSTENIBLE, SOSTENIBILIDAD HABITABLE. ABORDANDO EL DESEQUILIBRIO DE LOS ENTORNOS URBANOS DENSOS EN MÁLAGA

RESUMEN

“Sostenibilidad” y “habitabilidad” son términos que gozan de una significativa presencia en la literatura del campo del urbanismo. Hoy en día, los instrumentos de planeamiento tienden a incorporar niveles mínimos de densidad urbana, atendiendo al gran número de estudios que los relacionan con una mayor sostenibilidad. Al mismo tiempo, sin embargo, existe abundante literatura describiendo una menor habitabilidad en tejidos urbanos densos (Boyko & Cooper, 2011). Esta discrepancia define uno de los más importantes desafíos del urbanismo contemporáneo: la necesidad de crear espacios urbanos que promuevan comportamientos sostenibles y que, a la vez, resulten habitables. Sólo así serán estos espacios aceptados por sus moradores.

En Málaga, este conflicto se manifiesta de un modo particular en la ciudad heredada y, sobre todo, en aquellas áreas residenciales construidas en la ciudad durante la segunda mitad del siglo XX. Estos barrios, debido a distintos condicionantes históricos, sociales y políticos, presentan hoy en día niveles muy elevados de densidad poblacional y física. Este capítulo propone una aproximación teórica y analítica que sea capaz de evaluar la discrepancia “sostenibilidad-habitabilidad” en diversos contextos, usando para ello el marco teórico y metodológico asociado al fenómeno Isla de Calor Urbano. Aplicada al caso de Málaga, esta perspectiva permite identificar áreas vulnerables, para posteriormente definir las limitaciones y potencialidades presentes en este tipo de tejido urbano.

Palabras clave: Málaga, sostenibilidad, habitabilidad, densidad, Isla de Calor Urbano.

Marín Nieto, Francisco. Arquitecto por la Escuela de Arquitectura de Málaga. Estudiante de urbanismo en la Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos.

1. INTRODUCCIÓN

“Sostenible” y “habitabile” son adjetivos ampliamente mencionados en la literatura del campo del urbanismo y que hacen referencia, de manera inequívoca, a una buena práctica urbana. La relevancia de ambos términos en los últimos tiempos es, además, creciente: por un lado, la consecución de espacios y ciudades capaces de promover un comportamiento sostenible constituye una de las urgencias de nuestra era; por otro, los lugares resultantes deben ofrecer un alto grado de habitabilidad, a fin de garantizar una correcta aceptación de dichos espacios por parte de los ciudadanos.

La generación de entornos urbanos que cumplan ambas características se ve a menudo limitada por las propias restricciones impuestas por la forma. Esta discrepancia, como se verá más adelante, se manifiesta de manera evidente en algunos de los barrios periféricos construidos en España durante la segunda mitad del siglo XX, y de manera especial, y por su singularidad, en muchos de los edificados en Málaga.

1.1. Sostenibilidad, habitabilidad y forma urbana

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo definió en 1987 el desarrollo sostenible como aquél que “asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades” (CMMAD, 1987). Esta definición, ampliamente utilizada en la actualidad, evoca la adopción de una perspectiva global y a largo plazo. El concepto de habitabilidad, por el contrario, tiende a limitarse al “aquí y ahora” (Ruth & Franklin, 2014: 19). Igualmente, y más allá de sus connotaciones espacio-temporales, ambos conceptos se diferencian en cuanto al sujeto al que son aplicados. Se puede decir que mientras que la “habitabilidad” se basa en la percepción subjetiva del entorno por parte de un individuo, la “sostenibilidad” alude inequívocamente a la colectividad (van Dorst, 2012: 224-225).

Estas diferencias en cuanto a definición y alcance motiva que las lógicas que subyacen a los conceptos de “ciudad sostenible” y “ciudad habitabile” puedan ser en ocasiones incompatibles, generándose conflictos. Estos conflictos se hacen especialmente evidentes en presencia de ciertas formas urbanas, siendo la densidad, ya sea en su dimensión poblacional o física, un parámetro de gran utilidad a la hora

de revelar esta discrepancia. Existe abundante literatura sobre el modo en que determinadas densidades se asocian con ciertos niveles de sostenibilidad y habitabilidad, pudiendo afirmarse que existe un consenso relativo alrededor de la idea de que las ciudades tienden a ser más sostenibles y menos habitables a medida que su densidad crece (Boyko & Cooper, 2011). Esto supone, indudablemente, un problema, no solo en lo relativo a los nuevos tejidos urbanos, sino en cuanto al funcionamiento de la ciudad ya construida.

1.2. El contexto malagueño

Precisamente es lo ya construido en Málaga, la ciudad heredada, la que presenta en este sentido unos mayores desafíos. Especialmente desde los años 60 y hasta la llegada del plan de 1983, la coincidencia de una serie de factores demográficos y políticos condujo a la ciudad a un escenario urbanístico tóxico: por un lado, un crecimiento demográfico acentuado, fruto de la migración campo-ciudad y del boom turístico (OMAU, 2012: 155). Por otro, la ausencia de planeamiento urbano (desde 1964, tras sentencia del Tribunal Supremo anulando la vigencia del Plan González-Edo de 1951) y la incapacidad del Plan de 1971 de poner orden en el caos urbanístico reinante en el momento. Finalmente, la transición tipológica que, desde la negación de la manzana cerrada, abrazó la idea de “ciudad abierta” y una ordenación basada en bloques exentos, con la particularidad de que desapareció el requisito de dotar a estos tejidos de una mayor proporción de espacios libres (Moreno Peralta, 1983: 73). Todo ello dio como resultado una serie de barrios que presentan hoy en día una elevada densidad, tanto poblacional como física. A modo de ejemplo, Nuevo San Andrés 1, con sus 967,9 habitantes por hectárea en 2013, presenta valores cuatro veces más elevados que los habituales en las zonas de expansión actuales [1].

1.3. Exposición del problema y relevancia

Se da, por tanto, una doble urgencia. Por un lado, el mencionado desequilibrio entre sostenibilidad y habitabilidad no ha sido estudiado con suficiencia a nivel abstracto. En general, aunque el público tiende a apoyar la adopción de modelos urbanos sostenibles, existe la percepción de que éstos tienden a resultar menos habitables, especialmente cuando dicha sostenibilidad se alcanza mediante la intensificación del uso del suelo (de Roo & Miller, 2000; Neuman, 2005; ambos citados en Howley et al., 2009: 848).

[1] Los datos de densidad poblacional se pueden obtener del Portal de Datos Abiertos del Ayto. de Málaga. En lo que respecta a los valores límites aplicados en la actualidad, el PGOU de Málaga fija un máximo de 90 viviendas por hectárea en zonas urbanizables y de 100 viviendas por hectárea en el caso de áreas de reforma interior. Aplicando un coeficiente normativo de 2,4 habitantes por vivienda, se obtiene que los valores máximos actuales de densidad poblacional pueden alcanzar los 216 o 240 habitantes por hectárea, según el caso.

Por otro lado, las particularidades de los barrios malagueños anteriormente mencionados requieren un análisis pormenorizado, capaz de evaluar su rendimiento desde el punto de vista de la sostenibilidad y la habitabilidad. Se puede presuponer que son, por su densidad, tejidos capaces de promover comportamientos sostenibles pero con bajos niveles de habitabilidad, lo cual justifica su percepción como obsoletos. Más allá del diagnóstico, resulta igualmente necesario definir un enfoque y una metodología específicos, capaces de encauzar el análisis de la problemática hacia soluciones concretas.

2. OBJETIVOS

El objetivo primordial de este estudio es el de ofrecer un marco teórico y analítico capaz de dar respuesta a la problemática anteriormente descrita, ofreciendo herramientas para el diagnóstico de la discrepancia sostenibilidad-habitabilidad en múltiples tejidos urbanos. Este enfoque debe mostrarse especialmente útil a la hora de interpretar el modo en que esta discrepancia se manifiesta en los barrios residenciales de la segunda mitad del siglo XX, en base a sus particularidades sociales y morfológicas.

Un enfoque integral a esta discrepancia requeriría el estudio y comparación de múltiples indicadores, una labor compleja que queda fuera del ámbito de este trabajo. En su lugar, se plantea una redefinición de la problemática en términos abarcables. Según esta nueva perspectiva, la discrepancia sostenibilidad-habitabilidad queda representada por la magnitud temperatura, siendo el fenómeno Isla de Calor Urbano (UHI, por sus siglas en inglés) el modo en que ésta se manifiesta en entornos urbanos. Así, se propone combinar el uso de métodos propios del estudio de este fenómeno con un análisis detallado de la densidad urbana, entendida en sus dimensiones poblacional y física. Usando el caso de Málaga como ejemplo, este enfoque debe mostrarse capaz de revelar, en última instancia, las limitaciones y potencialidades específicas de estos tejidos urbanos. El estudio de las posibilidades reales de intervención para cada uno de los casos, el diseño de soluciones concretas y la definición de criterios de evaluación quedan fuera de los objetivos de este trabajo. Lo presentado en este capítulo, por tanto, se corresponde con la primera fase de un hipotético proyecto integral.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta trata, por tanto, de conectar el estudio de la Isla de Calor Urbano a nivel metropolitano con el análisis de los desafíos que se presentan a escala de barrio. Una de las herramientas habitualmente usadas en el estudio del fenómeno de la Isla de Calor Urbano es el mapa de temperatura de superficie [2], el cual se puede generar en software GIS a partir de las imágenes obtenidas por el satélite Landsat 8 para un día y hora concretos [3]. En el caso de Málaga, este mapa ofrece un primer acercamiento a las relaciones entre distintas características espaciales y la temperatura superficial en la ciudad.

Aquellas zonas que presentan una mayor temperatura y que son, a su vez, habitadas por un elevado número de personas se entienden como zonas altamente vulnerables. Es en ellas, por tanto, donde se presentan las mayores urgencias. La identificación de estas áreas se realiza según criterios matemáticos: la temperatura media de cada manzana, obtenida del mapa de temperatura de superficie, se multiplica por la densidad poblacional en ese punto. Previamente, ambos valores se normalizan entre 0 y 1. El mapa resultante sirve de base para la selección de áreas de interés y como paso previo a una reducción de escala.

Finalmente, algunas de las áreas vulnerables son descritas en base a dos parámetros de la densidad física: “Floor Space Index” (FSI) y “Ground Space Index” (GSI) [4]. El primero define la superficie de espacio construido por unidad de área, mientras que el segundo define el tamaño proporcional de la huella edificada, siendo en este caso un valor situado entre 0 y 1 (Figura 1). Ambos parámetros pueden ser estudiados tomando como referencia la manzana urbana o el barrio, obteniéndose en ambos casos valores sensiblemente distintos (Figura 2). La cuantificación de dichos parámetros permite, en el caso de los barrios residenciales de la segunda mitad del siglo XX, caracterizar sus limitaciones espaciales, particularmente en relación a posibles intervenciones para un mayor confort térmico. Al mismo tiempo, sin embargo, se adivinan potencialidades ocultas. La interpretación de los resultados, por tanto, se entiende como un primer acercamiento a las posibilidades de intervención en estos tejidos. Se pretende adelantar, en este caso, posibles modos de aplicación del catálogo de soluciones contra el fenómeno Isla de Calor Urbano en estos barrios, atendiendo a sus particularidades formales.

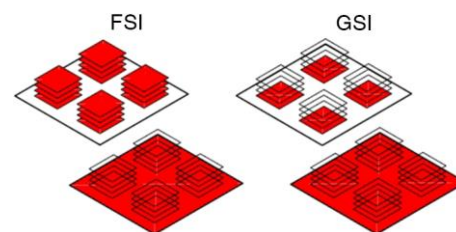


Figura 1. Explicación gráfica de los conceptos de FSI y GSI. Fuente: Berghauser y Haupt, 2010



Figura 2. Ejemplo de estudio de FSI usando la manzana (izquierda) o el barrio (derecha) como unidad de superficie. Elaboración propia

[2] Para el estudio de las Islas de Calor Urbano resulta más interesante conocer la temperatura del aire en la capa de dosel urbana (UCL, por sus siglas en inglés), que es aquella más próxima al nivel del suelo. El estudio de la temperatura de superficie (LST en inglés) es, sin embargo, una alternativa válida en la mayoría de los casos (van der Hoeven & Wandl, 2015: 69).

[3] Dousset & Gourmelon (2003) fueron pioneros en el estudio de las Islas de Calor Urbano a través de detección remota.

[4] Se ha mantenido la terminología inglesa como referencia a la fuente usada originalmente (Berghauser & Haupt, 2010).

4. MARCO TEÓRICO

4.1. El efecto Isla de Calor Urbano y su representatividad de la discrepancia entre sostenibilidad y habitabilidad

La temperatura es una propiedad de la materia y, por extensión, del medio en el que los seres humanos desarrollan sus actividades. En el caso particular de los entornos urbanos, la temperatura está directamente ligada a parámetros definidores de su sostenibilidad y habitabilidad, y de manera indirecta a sus características morfológicas.

Por un lado, existe un consenso generalizado acerca de la capacidad del ser humano de influir en la temperatura. En concreto, las conductas medioambientalmente insostenibles contribuyen al aumento de la temperatura media del planeta, efecto conocido como calentamiento global (Lashof & Ahuja, 1990: 529-531). Estas conductas se ven favorecidas en entornos urbanos poco densos, siendo el “sprawl” un ejemplo extremo de modelo urbano poco sostenible (Newman & Kenworthy, 1999: 29).

Por otro lado, la temperatura afecta a los seres humanos. El confort térmico es un indicador de la habitabilidad de un medio físico que depende, igualmente, de la forma urbana (Oliveira, 1988; citado en Pérez Cueva et al., 2006: 151). Un adecuado confort térmico produce una sensación de bienestar en el individuo, lo cual incide en una mayor satisfacción y rendimiento a la hora de realizar sus actividades (Epstein & Moran, 2006: 390).

Esta relación bidireccional entre ser humano y temperatura no es, sin embargo, directa en cuanto a su relación causa-efecto, y desde luego no se ve limitada en el espacio. La incidencia de la acción del hombre en la temperatura ocurre a nivel planetario y de manera sostenida en el tiempo, mientras que la percepción del confort térmico ocurre necesariamente en el espacio que rodea a cada individuo y en ese preciso instante. Los valores térmicos que son finalmente percibidos por el individuo se ven, por tanto, “filtrados” y definidos por las condiciones físicas del entorno inmediato de cada sujeto. Según previsiones de las Naciones Unidas, un 66% de la población mundial viviendo en ciudades en el año 2033 (United Nations, 2014), lo cual determina que el estudio de la temperatura y el confort térmico sea un asunto eminentemente

urbano. Las ciudades tienden a experimentar un aumento de su temperatura interna, inducido por sus características espaciales y en comparación con sus entornos rurales, los cuales se mantienen, en comparación, más fríos. El estudio de este efecto, denominado Isla de Calor Urbano (Oke, 1982: 2), es de gran relevancia en Málaga, especialmente en un contexto de envejecimiento poblacional, veranos más calurosos y olas de calor más largas y frecuentes (CIEDES, 2015: 17; Olcina Cantos, 2009: 211-212) (Figura 3).

4.2. Factores físicos relacionados con el efecto Isla de Calor Urbano

La amplitud de las diferencias de temperatura en entornos urbanos varía en el espacio y en el tiempo en función de sus características meteorológicas, situacionales y físicas (Kleerekoper et al., 2012: 30). En este sentido, se pueden identificar siete causas principales del efecto Isla de Calor Urbano (Oke, 1987; Santamouris, 2001; ambos citados en Kleerekoper et al., 2012: 30-31) (Figura 4):

1. La absorción de la radiación de onda corta en materiales de bajo albedo y su retención debido a múltiples rebotes entre superficies.
2. La absorción y re-emisión de radiación de onda larga producida por la contaminación atmosférica.
3. La disminución de las pérdidas de calor, debida a un menor factor de visión celeste.
4. El aumento de calor antropogénico, o calor generado por actividades humanas.
5. El aumento del almacenamiento de calor en materiales constructivos, debido a su mayor admitancia térmica y a la mayor proporción de éstos en entornos urbanos.
6. Una menor evaporación, debida a la abundancia de materiales impermeables y a una relativa carencia de vegetación.
7. La disminución del transporte de calor, provocada en gran medida por la reducción de la velocidad del viento.

Se aprecia, por tanto, que son múltiples los factores físicos que influyen en la sensación térmica en entornos urbanos. Como se verá más adelante, es posible actuar sobre algunos de estos factores de cara a lograr un mejor comportamiento térmico. Sin embargo, las posibilidades reales de intervención se ven limitadas, en muchos casos, por diversos factores espaciales y externos. En este sentido, la presencia de valores elevados de densidad tiende a tener un impacto negativo.

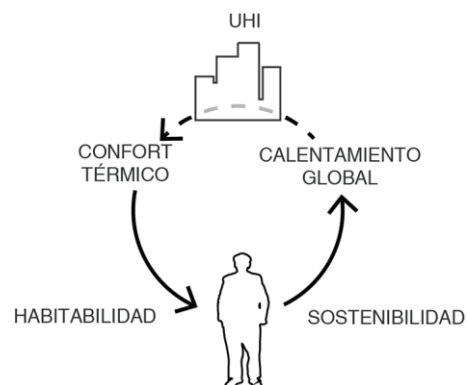


Figura 3. Explicación diagramática de la interacción entre ser humano y temperatura. Elaboración propia



Figura 4. Causas del efecto Isla de Calor Urbano. Fuente: Kleerekoper et al., 2012

4.3. La densidad urbana en relación con el efecto Isla de Calor Urbano

La presencia de valores elevados de densidad se relaciona con el efecto Isla de Calor Urbano de dos maneras: incrementando su impacto negativo y limitando las posibilidades de intervención.

Por un lado, una mayor densidad física supone una mayor presencia de superficies con capacidad de absorber y almacenar calor, una menor cantidad de vegetación y una elevada proporción de materiales impermeables o con cualidades térmicas negativas, factores todos ellos que contribuyen al aumento de la temperatura urbana. A su vez, una elevada densidad poblacional supone un incremento en el número de personas afectadas, lo cual se traduce en una mayor vulnerabilidad.

Por otro lado, las limitaciones impuestas por la densidad a la hora de aplicar posibles intervenciones tienen un obvio componente físico (la imposibilidad de insertar ciertos elementos en un tejido ya de por sí saturado), pero también social, pues al haber una mayor concentración de habitantes por unidad de área resulta más probable que aparezcan conflictos sobre lo uso de los distintos espacios urbanos.

5. RESULTADOS

5.1. Estudio del fenómeno Isla de Calor Urbano a nivel metropolitano

El mapa de temperatura superficial para Málaga y su entorno, elaborado a partir de fotografías satelitales del día 9 de julio de 2016, muestra las variaciones de temperatura de hasta nueve grados centígrados entre distintas zonas (Figura 5). Efectivamente, se aprecia que el tejido urbano de la ciudad de Málaga tiende a alcanzar mayores temperaturas que aquellas partes de su entorno que poseen vegetación (fundamentalmente la zona este), no así hacia el valle del Guadalhorce (oeste), donde sucede lo contrario.

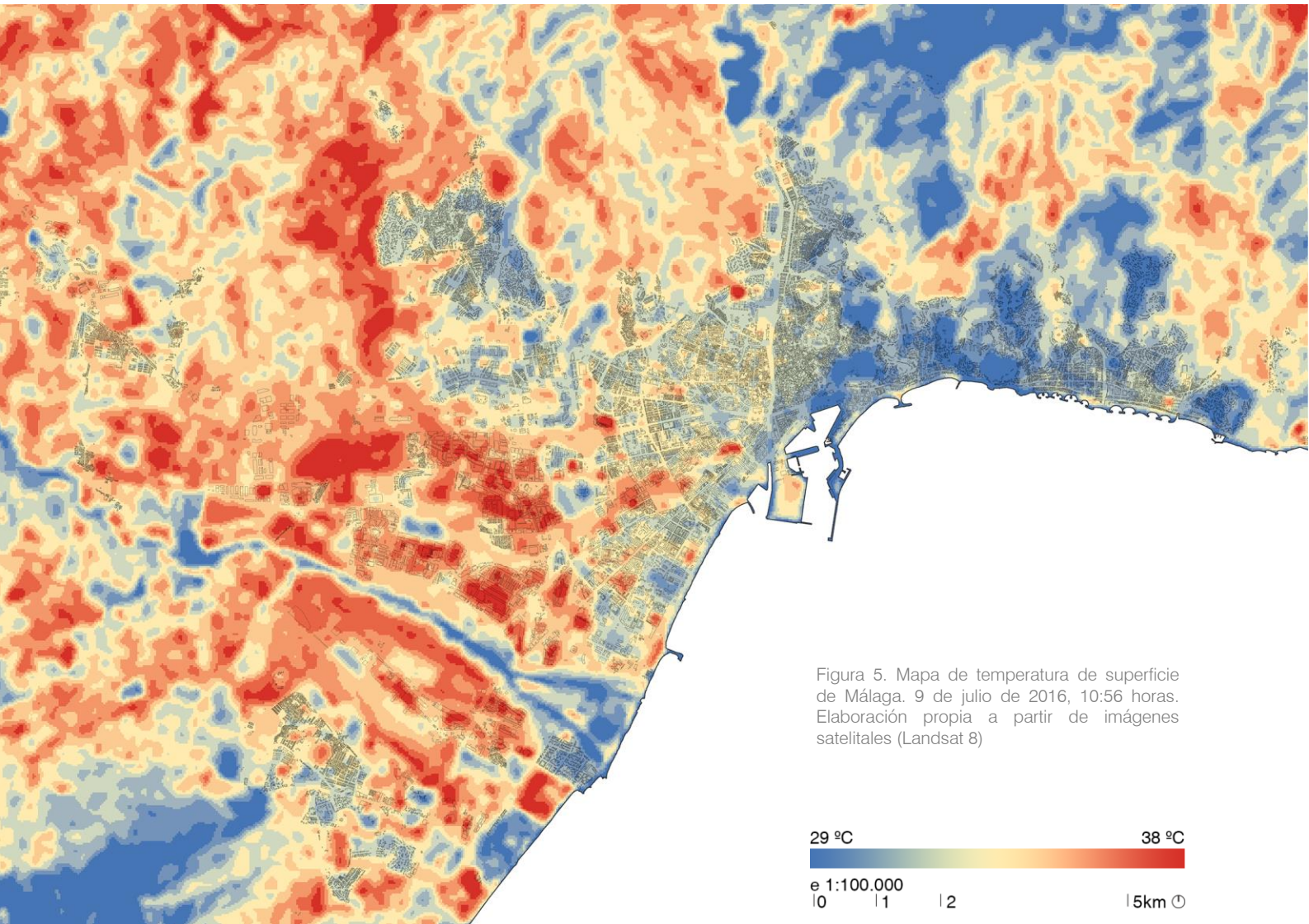


Figura 5. Mapa de temperatura de superficie de Málaga. 9 de julio de 2016, 10:56 horas. Elaboración propia a partir de imágenes satelitales (Landsat 8)

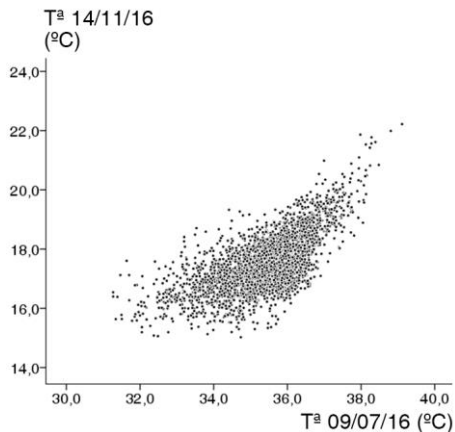


Figura 6. Análisis de regresión lineal entre dos valores de temperatura para cada manzana urbana. Elaboración propia

Una lectura concienzuda de los resultados a nivel metropolitano revela que, con mucha probabilidad, existe toda una serie de factores geográficos que influyen en gran medida en la temperatura alcanzada. La cercanía al mar, la presencia de vegetación, la topografía así como el uso del suelo tienden a modificar los resultados obtenidos. Resulta evidente, en cualquier caso, que debido a las características del entorno que rodea a Málaga, fundamentalmente en lo que respecta a la relativa ausencia de vegetación y a la concentración de usos agrarios e industriales en el valle del Guadalhorce, no es posible identificar en la ciudad la manifestación de una Isla de Calor Urbano pura.

Este hecho no limita, sin embargo, la validez del mapa como muestra de la heterogeneidad existente entre distintas zonas del tejido urbano de la ciudad. La comparación de dos mapas de la temperatura superficial de Málaga en días distintos (9 de julio de 2016 y 14 de noviembre de 2016, en este caso) demuestra que, para cada una de las manzanas de la ciudad, existe una correlación directa en los valores de temperatura a lo largo del año (Figura 6). En otras palabras, incluso en estaciones distintas, la diferencia proporcional de temperatura en cada zona del tejido urbano de Málaga se mantiene constante. Esto puede ser interpretado como un indicio de que los datos obtenidos en el mapa de temperatura de superficie no son tanto el resultado de unas condiciones meteorológicas particulares como el reflejo de las características espaciales de cada zona.

5.2. Identificación de áreas vulnerables

El siguiente paso consiste en la identificación de aquellas áreas de la ciudad que presentan una mayor vulnerabilidad desde el punto de vista térmico. A efectos de este documento, esta vulnerabilidad se cuantifica como el resultado de la multiplicación de dos factores: la temperatura media de cada manzana, obtenida a partir del mapa de temperatura de superficie (Figura 5) y la densidad poblacional por barrio, expresadas ambas como valores situados entre 0 y 1. Aquellas áreas donde los valores obtenidos son más elevados indican, por tanto, la coincidencia de una mayor concentración de habitantes y temperaturas más elevadas (Figura 7).



Figura 7. Mapa de vulnerabilidad térmica. Elaboración propia a partir de datos municipales (Portal de Datos Abiertos del Ayto. de Málaga, densidad poblacional en el año 2013)

Barrio	GSI	FSI
Centro Histórico	0,58	2,47
Carranque	0,31	0,66
Portada Alta	0,29	0,94
26 de Febrero (1)	0,24	0,98
La Palmilla (1)	0,22	0,97
M. de los Ángeles (2)	0,39	2,94
Nuevo S.Andrés-1 (3)	0,43	3,42
La Luz (4)	0,45	3,00
Las Delicias (5)	0,44	3,06
Santa Marta (6)	0,48	3,32
El Torcal	0,33	1,36

Tabla 1. Parámetros de densidad física (GSI y FSI) para distintos barrios representativos. Entre paréntesis, posición en Figura 7. Elaboración propia a partir de información catastral.



Figura 8. La Luz. Irene Sánchez Pérez

De la lectura del mapa resultante se evidencia que las zonas más vulnerables de Málaga tienden a compartir ciertas características, especialmente en relación a su condición periférica, tipo edificatorio y cronología. Así, entre las áreas representativas de los mayores valores de vulnerabilidad se encuentran ejemplos tempranos de ordenación funcionalista, como La Palmilla o 26 de Febrero (1), polígonos residenciales de finales de los 60 y 70, como Miraflores de los Ángeles (2), Nuevo San Andrés 1 (3), La Luz (4) o Las Delicias (5) y áreas más heterogéneas pero igualmente pertenecientes al mismo período, como Santa Marta (6), entre otras. De esta manera se confirma la idoneidad de estos barrios como objeto de estudio, pues es en ellos donde se concentran las mayores urgencias.

5.3. Caracterización de la densidad física

El estudio de los parámetros “Ground Space Index” (GSI) y “Floor Space Index” (FSI) en estos barrios vulnerables supone una confirmación de sus elevados valores de densidad física (Tabla 1). A efectos de comparación, se han añadido otros tejidos representativos: el centro histórico, Carranque y Portada Alta, como ejemplos de la transición hacia ordenaciones racionalistas de los años 50 y El Torcal, como un ejemplo de polígono residencial posterior (1983). Se constata, por encima de todo, la alteración a la que fueron sometidos los principios del modelo residencial racionalista con el discurrir de los años: mientras el grado de cobertura (GSI) ascendía del 0,22 de La Palmilla al 0,45 de La Luz (Figura 8), por poner dos ejemplos, la intensidad del uso del suelo (FSI) también hacía lo propio, pasando de valores menores a la unidad a valores situados por encima de 3, en la mayoría de los casos. Semejantes cifras colocan a muchas de estas áreas residenciales, en cuestión de su densidad física, más cerca de los valores que identifican al centro histórico que del modelo teórico racionalista, el cual propugnaba, al menos sobre el papel, un mantenimiento del FSI combinado con un menor GSI.

6. DISCUSIÓN

Aquellas áreas urbanas que presentan mayores niveles de vulnerabilidad, por cuanto que muestran valores más elevados de temperatura superficial y densidad poblacional se corresponden, en la mayoría de los casos, a barrios periféricos de la segunda mitad del siglo XX, particularmente aquellos construidos en los años 60 y, sobre todo,

en los 70. A su vez, estas áreas residenciales ofrecen valores muy altos de densidad física, tanto en lo que respecta a la intensidad de uso del suelo como en relación a la cobertura.

La mitigación del fenómeno Isla de Calor Urbano puede lograrse a través de la inclusión o modificación de ciertos elementos físicos, sin embargo, algunas de estas intervenciones pueden no ser factibles en muchos tejidos urbanos debido a su alta densidad. En particular, resulta relevante el valor de GSI, en cuanto a su relación con la cantidad de suelo no construido. Aquellos barrios, como Santa Marta o La Luz, que presentan niveles de cobertura elevados (mayores que 0,4 en muchos casos) parten, de inicio, de condiciones desfavorables.

De cara a lograr un mayor confort térmico, se pueden distinguir cuatro categorías o niveles de intervención (Kleerekoper et al., 2012: 31-34; Erell et al., 2012: 145-208):

- Superficies. Esta categoría incluye soluciones viables y de relativo gran impacto, que abarcan no sólo los pavimentos, sino también fachadas y cubiertas. En concreto, contempla la sustitución de materiales por otros con mayor albedo, mayor permeabilidad y/o menor admitancia térmica. A medida que crece el valor de FSI, la proporción de fachadas por unidad de superficie es mayor, y la necesidad de actuar sobre ellas se acrecienta. En todos los casos, y especialmente en aquellos barrios que presentan un menor GSI, es posible implantar pavimentos permeables en aquellas superficies que sean de poco uso, como aparcamientos o vías poco transitadas (Figura 9).
- Vegetación. La adición de vegetación en entornos urbanos suele gozar de aceptación popular y de una relativa viabilidad. Se contemplan cuatro tipos de actuaciones: zonas verdes con una extensión suficiente como para actuar como “islas de frío”, arbolado urbano, fachadas verdes y cubiertas verdes. De nuevo, cuanto más elevado es el valor de GSI, menores son las posibilidades de intervención a nivel de suelo. La adición de arbolado urbano es la medida más eficiente de todas (Shashua-Bar et al., 2011: 1505) y resulta viable en la mayoría de los casos [5]. La adición de cubiertas y fachadas verdes es una opción que no debe ser descartada [6].
- Agua. Resulta un tipo de intervención más complejo en climas cálidos y secos como el de Málaga. De manera directa, la presencia de grandes superficies de agua, corrientes o agua en dispersión (en



Figura 9. Ejemplo de aplicación de pavimentos permeables en zonas de poco tránsito. Fuente: City University of New York

[5] La aplicación de esta medida requiere la evaluación del efecto de una mayor proporción de sombra sobre las fachadas de los edificios colindantes, particularmente en lo relativo a un posible aumento de la demanda energética en invierno.

[6] Perini y Rosasco (2013) ofrecen una completa evaluación de la relación coste-beneficio de este tipo de intervenciones.

forma de fuentes, por ejemplo) contribuye positivamente a disminuir la temperatura del entorno. De manera indirecta, la recogida y el almacenamiento de agua de lluvia favorece la presencia de vegetación y el enfriamiento por evaporación [7]. Debido a las ya mencionadas limitaciones de espacio, únicamente se puede contemplar la implantación de fuentes o pequeñas superficies de agua, idealmente en combinación con sistemas de reciclaje de agua de lluvia o aguas grises.

- Forma edificada. Esta categoría engloba distintas intervenciones encaminadas a modificar la forma urbana. Son, por tanto, acciones de difícil aplicación en entornos ya construidos y que, por lo general, sólo pueden ser contempladas en casos muy concretos. Se incluyen aquí actuaciones dirigidas a alterar la proporción de sombra arrojada sobre espacios públicos u otros edificios, a aumentar el factor de visión celeste o a favorecer la acción del viento [8].

7. CONCLUSIONES

El objetivo primario de este estudio ha sido el abordaje de la discrepancia entre sostenibilidad y habitabilidad en entornos urbanos densos. Siendo ésta una problemática amplia y con muchos frentes, se ha pretendido demostrar cómo la reducción del problema a términos abarcables permite la elaboración de un marco teórico y analítico de gran utilidad.

Este trabajo debe ser entendido, por tanto, como la aplicación de una metodología muy específica de cara a solventar, o al menos paliar, una problemática que presenta a muchos niveles, y que requeriría para ser resuelta una aproximación multidisciplinar. Al mismo tiempo constituye, por su carácter analítico, un primer paso de un proceso más complejo, y que requeriría, con posterioridad, un estudio de múltiples alternativas de intervención física y el diseño de métodos precisos de evaluación.

La coincidencia en la ciudad de Málaga de una serie de factores históricos, políticos, sociales y físicos definió, durante la segunda mitad del siglo XX, una materialización concreta del proceso edificatorio en sus periferias. La ciudad heredada, específicamente aquella que fue construida durante los últimos años del franquismo, es obsoleta, congestionada, vulnerable y poco habitable. Mucho de ello se explica por su elevada densidad, pero incluso allí donde el espacio impone fuertes limitaciones es posible entrever oportunidades de adaptación.

[7] Para este fin resulta fundamental limitar las pérdidas de agua por escorrentía, lo cual requiere, entre otras medidas, aumentar la proporción de superficies permeables en zonas urbanas.

[8] La modificación del tipo o cantidad de vegetación, así como la adición de determinados elementos urbanos pueden, igualmente, contribuir a estos fines, especialmente en lo relativo a la proporción de sombra y a la acción del viento.

La lectura de los condicionantes espaciales que son comunes a estos barrios ha servido para demostrar que las posibilidades de intervención son numerosas, pero que han de ser soluciones originales, modernas y, en muchas ocasiones, tridimensionales. Como parte del proceso de diseño queda la lectura de los condicionantes específicos en cada uno de los casos y la correcta aplicación de algunas de las muchas soluciones disponibles.

8. REFERENCIAS

BERGHAUSER PONT, M. and HAUPT, P., 2010. *Spacematrix: Space, Density and Urban Form*. Rotterdam: NAI Publishers.

BOYKO, C.T. and COOPER, R., 2011. Clarifying and re-conceptualising density. *Progress in Planning* 76, pp. 1–61.

CMMAD (COMISIÓN MUNDIAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO), 1987. *Our common future*.

DOUSSET, B. and GOURMELON, F., 2003. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Algorithms and Techniques for Multi-Source Data Fusion in Urban Areas* 58, pp. 43–54.

EPSTEIN, Y. and MORAN, D.S., 2006. Thermal Comfort and the Heat Stress Indices. *Industrial Health* 44, pp. 388–398.

ERELL, E., PEARLMUTTER, D. and WILLIAMSON, T., 2012. *Urban microclimate: designing the spaces between buildings*. Routledge.

HOWLEY, P., SCOTT and M., REDMOND, D., 2009. Sustainability versus liveability: an investigation of neighbourhood satisfaction. *Journal of Environmental Planning and Management* 52, pp. 847–864.

KLEEREKOPER, L., VAN ESCH, M. and SALCEDO, T.B., 2012. How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling, Climate Proofing Cities* 64, pp. 30–38.

LASHOF, D.A. and AHUJA, D.R., 1990. Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming. *Nature* 344, pp. 529–531.

MORENO PERALTA, S., 1983. El Plan Rubio en la historia del urbanismo malagueño. *Jábega* 42, pp. 63-75.

NEWMAN, P.W. and KENWORTHY, J.R., 1989. Gasoline consumption and cities. *Journal of the American Planning Association* 55, pp. 24-37.

OBSERVATORIO DE MEDIO AMBIENTE URBANO DE MÁLAGA, 2012. *Agenda 21, indicadores de sostenibilidad 2012*.

OKE, T.R., 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 108, pp. 1-24.

OLCINA CANTOS, J., 2009. Cambio climático y riesgos climáticos en España. *Investigaciones Geográficas* 49, pp. 197-220.

PÉREZ CUEVA, A.J., GÓMEZ LOPERA, F. and TORNERO, J., 2006. Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. *Cuadernos de geografía* 8, pp. 147-182.

PERINI, K. and ROSASCO, P., 2013. Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment* 70, pp. 110-121.

RUTH, M. and FRANKLIN, R.S., 2014. Livability for all? Conceptual limits and practical implications. *Applied Geography, The New Urban World* 49, pp. 18-23.

SHASHUA-BAR, L., PEARLMUTTER, D. and ERELL, E., 2011. The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *Int. J. Climatol.* 31, pp. 1498-1506.

UN (UNITED NATIONS), 2014. *World Population Prospects*.

VAN DER HOEVEN, F. and WANDL, A., 2015. Amsterwarm: Mapping the landuse, health and energy-efficiency implications of the Amsterdam urban heat island. *Building Services Engineering Research* 36, pp. 67-88.

VAN DORST, M., 2012. Liveability, in: Bueren, E. van, Bohemen, H. van, Itard, L., Visscher, H. (Eds.), *Sustainable Urban Environments*. Springer Netherlands, pp. 223-241