

ORDENACIÓN DEL ENTORNO DE LOS EDIFICIOS

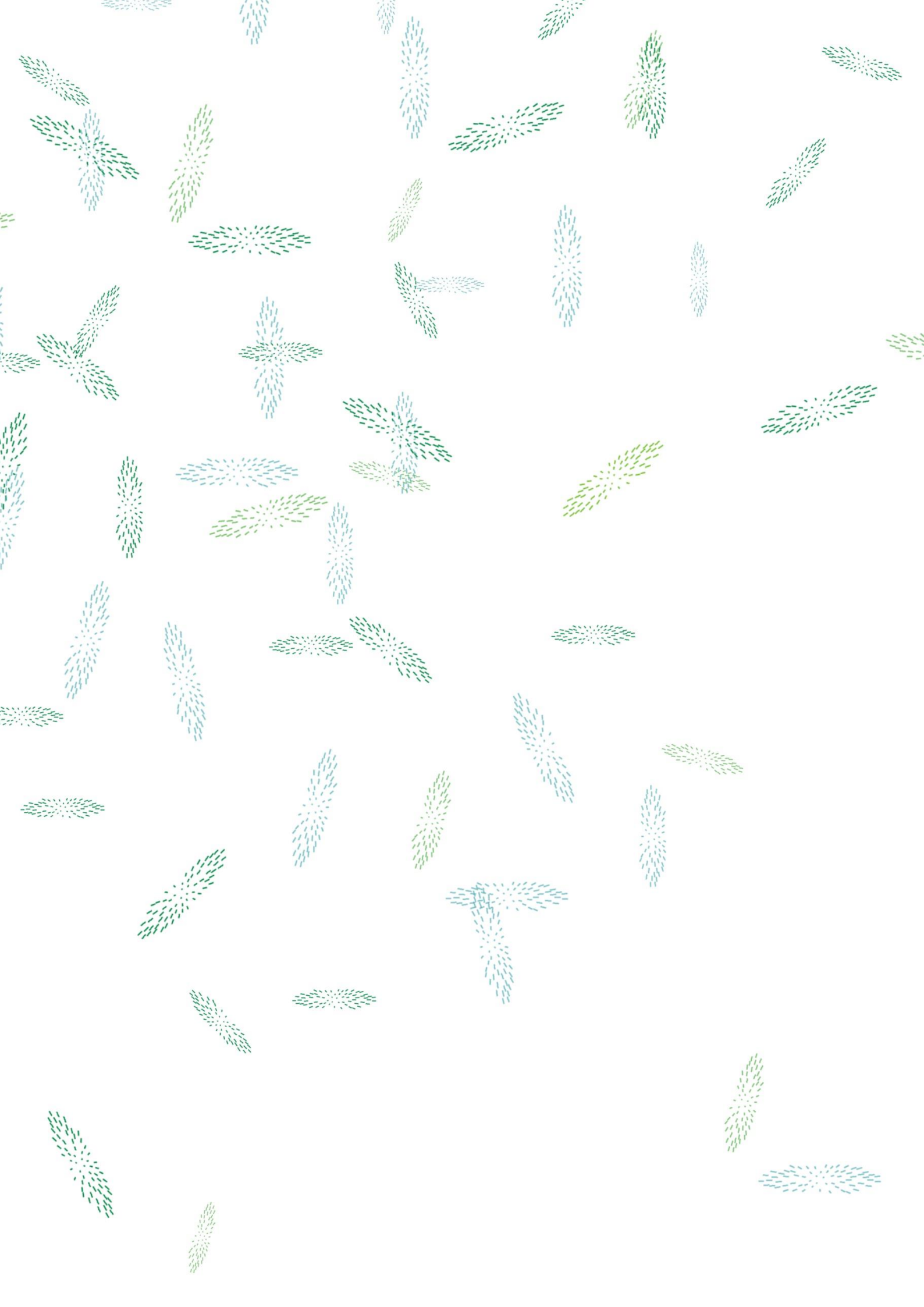
DE CARA A LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN
DEL CAMBIO CLIMÁTICO

TRABAJO FIN DE GRADO:

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
GRADO EN FUNDAMENTOS DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Julio 2018

Autor: Virginia Elena Lodosa Murga
Tutor: María Rosario del Caz Enjuto







Resumen

Las ciudades actuales contribuyen en gran medida a la producción de los gases de efecto invernadero provocando el aumento del cambio climático. Tras la revolución industrial, las ciudades sufrieron un gran crecimiento quedando descontextualizadas del lugar, olvidando los principios básicos de construir adaptándose al clima. Para mitigar los impactos ambientales de las ciudades, se deben incorporar medidas de ahorro y eficiencia energética tanto en los edificios como en los entornos de los mismos. El urbanismo bioclimático adecúa los entornos urbanos mediante criterios sostenibles, incorporando activamente los factores de diseño medioambientales, asociados a cada lugar. De este modo el microclima, el medio físico, la morfología urbana, la movilidad, los ciclos de agua, el tratamiento del espacio libre y la energía se incluirán y aprovecharán con el fin de adaptar y mitigar el cambio climático elaborando estrategias y propuestas de mejora que contribuirán también a crear espacios abiertos más confortables y saludables.

Palabras clave: Urbanismo bioclimático, adaptación, entorno urbano, factores climáticos, eficiencia energética.

Abstract

Current cities greatly contribute to the production of greenhouse gases, causing the acceleration of climate change. After industrial revolution, cities suffered a huge growth, getting decontextualized from their place and forgetting the basic principles of building by adapting to climate. In order to reduce the environmental impacts of the cities, saving and efficiency measures have to be adopted, both in the buildings and in their surroundings. Bioclimatic urbanism adapts the urban environment through the application of bioclimatic criteria, actively incorporating design and environmental factors bounded to each place. Thereby, micro-climate, physical medium, urban morphology, mobility, water cycles, free space treatment, and energy will be included and exploited with the objective of adapting and mitigating climate change by elaborating improvement proposals and strategies and thus, creating comfortable and healthy open spaces.


Key words: Bioclimatic urbanism, adaptation, urban surroundings, climate factors, energetic efficiency.



Índice

1. Introducción
2. Objetivos y Metodología
3. Contextualización y estado de la cuestión
 - 3.1. Evolución histórica del urbanismo bioclimático.
 - 3.2 Estado de la cuestión.
4. Factores a considerar en la ordenación del entorno de los edificios.
 - 4.1 Microclima
 - 4.1.1 Temperatura
 - 4.1.2 Radiación solar
 - 4.1.3 Viento
 - 4.1.4 Humedad
 - 4.2 Medio físico y ambiental
 - 4.2.1 Topografía
 - 4.2.2 Hidrografía
 - 4.2.3 Vegetación
 - 4.3 Morfología urbana
 - 4.3.1 Emplazamiento.
 - 4.3.2 Orientación.
 - 4.3.3 Densidad (viv/ha o hab/Ha).
 - 4.3.4 Diversidad (mezcla de usos).
 - 4.4 Movilidad
 - 4.4.1 Vías de tráfico pacificado.
 - 4.4.2 Espacios para las bicicletas.
 - 4.4.3 Espacios para el transporte público.
 - 4.4.4 Aparcamiento.
 - 4.5 Ciclo del agua
 - 4.5.1 Aprovechamiento y reciclaje del agua de lluvia y de las aguas grises.
 - 4.5.2 Retención e infiltración del agua de lluvia.
 - 4.5.3 Aprovechamiento de las posibilidades de confort higrotérmico del agua.
 - 4.6 Tratamiento del espacio libre público o privado.
 - 5.6.1 Cantidad de espacios libres.
 - 5.6.2 Características o cualidades de la urbanización de los espacios libres.
 - 5.6.3 Distribución y accesibilidad.
 - 5.6.4 Cantidad, cualidad y localización de la vegetación.
 - 5.6.5 Xerojardinería
 - 4.7 Energía.
 - 4.7.1 Sistemas energéticos incorporados al espacio libre
 - 4.7.2 Sistemas centralizados de ahorro y eficiencia energéticos.
5. Propuestas y estrategias.
 - 5.1 Microclima
 - 5.2 Medio físico y ambiental
 - 5.3 Morfología urbana
 - 5.4 Movilidad
 - 5.5 Ciclo del agua
 - 5.6 Tratamiento del espacio libre público o privado.
 - 5.7 Energía.
6. Conclusiones.
7. Bibliografía.





1

INTRODUCCIÓN



1 Introducción

Este documento constituye el Trabajo de fin de Grado en el Grado en Fundamentos de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. En él se aborda cómo adecuando los entornos urbanos mediante criterios bioclimáticos se puede paliar el cambio climático.

Se enmarca en un ámbito de estudio muy concreto, cómo adaptar el entorno inmediato de las edificaciones existentes para que sean bioclimáticas. Centrándose en una escala reducida dentro de la ciudad, la escala local, para afrontar los problemas ambientales de escala global.

Las ciudades actuales han perdido la relación de la arquitectura con el lugar, en muchas ocasiones las ciudades parecen iguales, se han convertido en asentamientos descontextualizados, difícilmente se pueden asociar los edificios de las ciudades con un clima concreto, o con un territorio específico. Esta descontextualización es fruto de los grandes crecimientos que han sufrido las ciudades desde la revolución industrial. (Fariña, 1998)

La arquitectura en la actualidad afronta nuevos retos y formas de entender el mundo y la sociedad, y debe dar respuestas a cuestiones tales como el cambio climático.

La variación del clima en el planeta se viene verificando desde finales del siglo XIX, causando aumentos de temperatura en la atmósfera y en los océanos; produciendo el deshielo de los polos y el aumento del nivel del mar. El calentamiento global afecta a los parámetros climáticos como la temperatura, las precipitaciones, la nubosidad, etc., siendo el causante en Europa de los impactos sobre los sistemas físicos; los glaciares, los ríos y los lagos. También se ven afectados los sistemas biológicos; los ecosistemas terrestres y los ecosistemas marinos. (Cambio climático: Informe de síntesis. Guía resumida del quinto informe de Evaluación del IPCC, 2016).

Existe una clara relación entre la actividad de los seres humanos en la Tierra y el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), principales responsables del cambio climático. Las concentraciones de estos gases en la atmósfera han ido en aumento desde mediados del siglo XX, vinculándose a los grandes crecimientos económicos y demográficos. Según los datos de la Guía resumida del quinto informe de Evaluación del IPCC (2016), las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso no habían sido tan altas en los últimos 800.000 años. Entre el año 2000 y el 2010 las emisiones de gases de efecto invernadero han crecido más que en las tres décadas anteriores.

Las ciudades contribuyen al aumento de la concentración de los GEI en la atmósfera, aunque estas representan sólo el 2% de la superficie de la tierra, los núcleos urbanos consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% del total de dióxido de carbono, según los datos de ONU-Hábitat de 2018.

El consumo de combustibles fósiles es la principal fuente generadora de los gases de efecto invernadero en las zonas urbanas (Figura 1), que suministran energía para: la producción eléctrica (principalmente del carbón, el gas y el petróleo) de uso doméstico, industrial, comercial y de servicios.

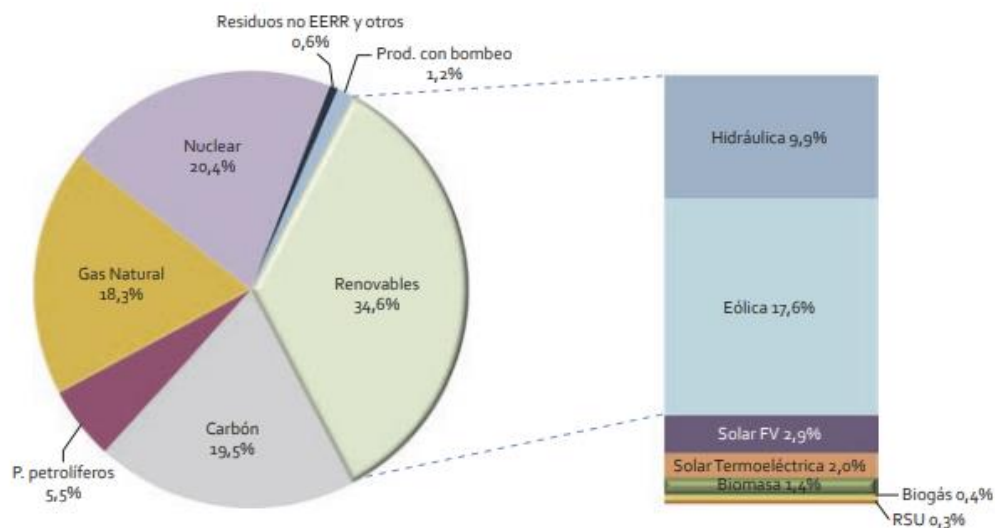


Figura 1: Gráfico de generación de energía eléctrica en España 2015. Fuente: Ver Anexo I

El papel que desempeñan los edificios y las ciudades es fundamental para lograr un desarrollo sostenible. De acuerdo con Girardet (1992), las ciudades actuales son islas de calor que están varios grados más calientes que la periferia, ya que son centros de consumo de energía, en los países desarrollados se emplean entre 5 y 10 kilovatios por día y persona. Desprenden gases como el CO₂ y los óxidos de nitrógeno que se generan de la combustión del carbón y del petróleo, y funcionan como gases invernadero que se acumulan en las capas de aire por encima de las ciudades.

La disminución de las emisiones de los gases de efecto invernadero puede reducir los riesgos asociados al cambio climático. Las medidas que se tomen ante el calentamiento global deben ponerse en marcha en un corto plazo, planteándose desde una perspectiva a largo plazo para que sean efectivas. Si no se aplican medidas de mitigación y adaptación, a finales del siglo XXI se habrán producido graves impactos irreversibles a nivel mundial. Algunos de los impactos potenciales que se prevén son: la escasez de agua y de alimentos, el aumento de la pobreza, el aumento de la población desplazada y las inundaciones costeras. (Higuera, 2006).

Por lo que hay que replantear tanto el modelo energético como el modelo urbano. reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles, ya que son la fuente principal de generación de energía en nuestro país, sustituyéndola por fuentes de energía renovables. Y adaptar los núcleos urbanos, con las herramientas urbanísticas adecuadas, con el objetivo de reducir al máximo los impactos negativos que ejerce la urbanización sobre el medio. Para conseguir estos objetivos, la ciudad se debe plantear bajo premisas bioclimáticas y tender a metabolismos circulares donde todo lo que se puede reutilizar en el sistema es reutilizado. (Higuera, 2006).

Este trabajo aborda una parte específica de la labor del urbanismo: la ordenación del entorno de los edificios, pues no basta con que los edificios incorporen medidas de ahorro y eficiencia energéticas para reducir su demanda; es necesario, también, insertar dichos edificios en entornos sostenibles.

“Aunque tenían ojos para ver, veían en vano; tenían oídos, pero no entendían. Como las formas en los sueños, durante toda su época, sin propósito arrojaron todas las cosas en confusión. Carecían del conocimiento de las casas... vueltas para dar cara al sol, y habitaban bajo la tierra como pululantes hormigas en cuevas sin sol.”

Esquilo, 525 a. C. - 456 a. C. (Butti, 1985; 13)



The background of the page is filled with a repeating pattern of stylized starburst or feather-like shapes. These shapes are composed of numerous small, radiating lines that form a central point. The colors of these shapes range from light blue to a vibrant green, with some appearing in shades of teal. They are scattered across the white background in various orientations and sizes, creating a dynamic and textured effect.

2

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA



2 Objetivos del trabajo y metodología

El objetivo general del presente trabajo de fin de grado es conocer la forma de abordar el tratamiento del entorno de los edificios de cara a su adaptación y mitigación ante el cambio climático, desarrollando un urbanismo bioclimático en una escala reducida de la ciudad.

Como objetivos específicos se busca identificar los factores de diseño equilibrado con el medio que influyen en el urbanismo bioclimático. Para ello se estudian diversos tipos de elementos, como las condiciones del lugar (microclima y medio físico y ambiental) y otros de distinta índole, relacionados con la ordenación y el diseño del espacio que rodea los edificios. Se analiza, en este caso, la repercusión directa o indirecta de factores como la movilidad, el ciclo del agua, el tratamiento del espacio libre (tanto público como privado) y las posibilidades de incorporación de sistemas que favorezcan el ahorro y la eficiencia energéticas. Así mismo, se busca destacar la importancia del estudio de estos factores para una mejora de la eficiencia energética del entorno próximo de los edificios.

Para la realización de este trabajo de investigación se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de los principales autores que han estudiado el urbanismo bioclimático. De forma inicial se formuló la pregunta de investigación ¿Cómo contribuyen los factores de diseño bioclimático a reducir el cambio climático en el entorno de los edificios? Tras la formulación de la pregunta de investigación se procedió al inicio de la búsqueda bibliografía, partiendo de una bibliografía inicial proporcionada por la tutora de este trabajo. Y a partir de la cual se obtuvo nueva bibliografía.

Se definió un primer índice de asuntos a tratar que ha ido reelaborándose y retroalimentándose a partir de la bibliografía consulta y las numerosas sesiones de tutoría. Para la elaboración de cada punto del índice se consultó bibliografía general y específica. Finalmente, se reelaboró el conjunto del trabajo para equilibrar unas partes con otras y darle coherencia.

Por último, se realizó una síntesis propia, recopilando una serie de propuestas y estrategias a incorporar en el diseño y ordenación del entorno de los edificios de cara a su mejor adaptación y mitigación del cambio climático.

De forma paralela se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en la base de datos de la biblioteca de la Universidad a través de unas palabras clave como: Urbanismo bioclimático, arquitectura bioclimática, microclima, ecología urbana, vegetación y ciudad, planificación sostenible, ciudad y medio ambiente. La búsqueda se realizó entre los meses noviembre de 2017 hasta junio 2018.



The background of the page is filled with a repeating pattern of stylized, starburst-like shapes. These shapes are composed of numerous small, radiating lines that form a central point with several arms extending outwards. The colors of these shapes range from light blue to a vibrant green, creating a dynamic and textured effect.

3

CONTEXTUALIZACIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN



3 Contextualización y estado de la cuestión

3.1. Contextualización histórica.

Desde las primeras construcciones, la arquitectura ha estado vinculada al lugar y a los materiales locales, sin embargo, a lo largo de las épocas se ha producido una desconexión entre la arquitectura y el entorno. Para conocer cómo se ha llegado a esta situación, es necesario revisar la historia del urbanismo bioclimático, aunque se trate de un término moderno la arquitectura tradicional popular podría considerarse el primer antecedente de arquitectura bioclimática ya que siempre ha tenido presente el clima y ha adecuado las construcciones a este.

Siguiendo a Butti y Perlin (1985), podemos tener una visión genérica de la evolución y la adaptación climática de las ciudades. Así, según ellos, la ciudad nace en Oriente Medio hacia el 6500 a.C. surgiendo núcleos como Jericó o Catal Hüyük. Estas primitivas ciudades eran agrupaciones de casas donde no existía una planificación previa, funcionaban como centros defensivos, núcleos de comunicaciones y centros de comercio.

La ciudad moderna planificada surge en la antigua Grecia, donde se comienzan a plantear temas como el urbanismo racional y la ordenación para el aprovechamiento solar. En el siglo V a.C., ante la escasez de recursos como la madera y el carbón, se encontró una nueva forma de calefactar las construcciones aprovechando la energía solar. La casa ideal para Sócrates debía ser fresca en verano y cálida en invierno. Los lugares con orientación sur eran lugares higiénicos, por lo que el desarrollo de la arquitectura solar no solo era bueno por las mejores condiciones térmicas, además era bueno para la salud de los habitantes de la ciudad. Lo cual hizo que esta forma de construcción proliferara. Los griegos aprendieron a construir usando la energía solar y planificaron ciudades enteras para que todos sus habitantes pudieran beneficiarse de esta. Un ejemplo de ello fue la ciudad de Olinto (figura 2), una nueva ciudad planificada en su totalidad desde un aprovechamiento energético solar.

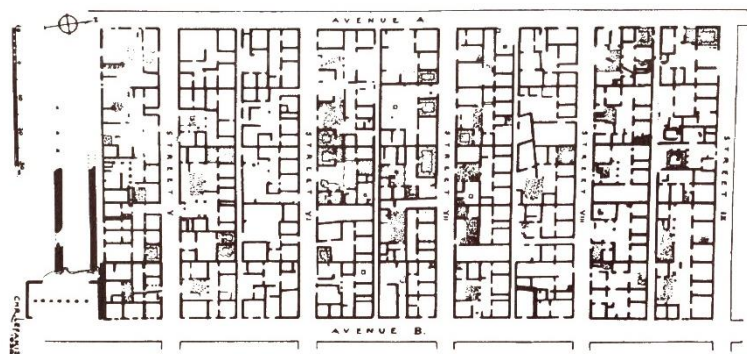


Figura 2: Trazado típico de las calles de la parte de Olinto correspondiente a NORTH Hill. Las calles y avenidas de esta antigua comunidad se alineaban de manera que todos los edificios se beneficiaran de la orientación sur.

Fuente: Butti y Perlin, 1985: 6.

La tipología edificatoria solar continuó practicándose en el Imperio Romano, desde el siglo I hasta su caída. Dada la gran extensión geográfica del Imperio Romano no se podía exportar un tipo de edificación solar (heredada de Grecia) a todo el imperio, ya que los climas de las diferentes zonas geográficas eran muy variados. Por lo que Vitruvio recomendó adaptar cada tipología edificatoria al clima donde se situaba. Así mismo, escribió recomendaciones de cómo distribuir interiormente las habitaciones de la manera más eficiente para un mayor aprovechamiento solar. En el siglo II d.C. en el Imperio Romano, se recogen por primera vez leyes y derechos sobre el aprovechamiento solar.

Existe una gran diferencia entre la utilización de la arquitectura solar en Grecia y en Roma, en la antigua Grecia todos los ciudadanos se beneficiaban de ella, pero en el Imperio Romano esta arquitectura sólo se desarrollaba en las edificaciones de los más ricos.

Tras la caída de Roma (año 476), poco a poco se fueron olvidando los principios de ordenación solar. Los núcleos urbanos en la Edad Media no se planificaban en función de aprovechamiento solar, se construían pensados desde una concepción defensiva adaptándose a las topografías del terreno.

La ciudad moderna fue evolucionando junto con los valores de la sociedad, dando paso al progreso y a la razón. En la ciudad barroca XVII-XVIII hay una transformación urbana como: el ensanchamiento de las calles, la creación de perspectivas, arboledas, paseos, etc. Muchas de estas transformaciones no eran motivadas por el aprovechamiento solar, sino fruto de otros intereses, dejando de ser tan relevantes estos principios de ordenación.

Esta constante se prolonga hasta la Revolución Industrial, que supuso un cambio radical en la forma de producción (manual- industrial) esto influyó en la sociedad y en la fisonomía de las ciudades. Los núcleos urbanos sufrieron un gran crecimiento tanto económico como demográfico que hizo crecer sin control a las ciudades.

En 1840, la energía era cada vez más barata, y esto sumado a una mayor distribución de la riqueza produjo un aumento del consumo energético. Ya no importaban las construcciones solares, donde la energía solar era necesaria para calefactar las casas, tampoco importaba el transporte de los materiales de construcción, por lo que, no era necesario producirlos localmente: se podían exportar, sin importar el alto consumo energético, esto derivó en una desvinculación completa de la construcción con el lugar.

En estos años se produjo un gran éxodo rural y proliferaron multitud de barriadas obreras. Estas construcciones aparecieron masivamente y en un breve espacio de tiempo, en su mayoría no cumplían condiciones mínimas de habitabilidad. Pronto se llenaron de epidemias y enfermedades, lo cual se atribuyó a la ausencia del soleamiento directo, creando unas pésimas condiciones de vida. Esta situación derivó en la concienciación por la construcción solar, aunque no buscaban el aprovechamiento energético buscaban la salubridad. (Butti y Perlin, 1985).

Los materiales tradicionales como la piedra, el ladrillo y la madera, se sustituyen por otros como el hierro o el vidrio y más tarde, por el acero y el hormigón, trayendo consigo la búsqueda de una nueva expresividad, un nuevo lenguaje arquitectónico en el que la robustez de la piedra y la madera se ve sustituida por la esbeltez y transparencia de las construcciones de vidrio y acero. Los interiores se inundan de luz y los edificios crecen en altura, dando lugar al Modernismo y el Art Nouveau.

En 1933 se celebró el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) donde se redactó la Carta de Atenas. En este congreso se debatieron los problemas de las ciudades, apostando por los grandes espacios verdes y la segregación funcional y estricta. Se proponía la distribución de la población en bloques altos de apartamentos en intervalos extensamente espaciados. Estas ideas fueron adoptadas ampliamente por los urbanistas en la reconstrucción de Europa después de la Segunda Guerra Mundial. A raíz de este manifiesto, comenzaron a cobrar importancia cuestiones como los espacios verdes, las calles anchas y otra serie de medidas que mejorasen las condiciones de habitabilidad en las ciudades, pero todavía quedaba por atacar el diseño insostenible de éstas a nivel particular de cada edificio. (Starke, 2009)

En los últimos 50 años el interés y la concienciación sobre el impacto medioambiental que los seres humanos hemos causado en el planeta se ha incrementado. Desde el año 1970 se han puesto en marcha actividades como conferencias y cumbres con el fin de conseguir un desarrollo sostenible, como resultado de las mismas han surgido informes sobre las estrategias para mitigar el cambio climático. Se ha intentado retomar el modelo de aprovechamiento energético, que se practicaba en la antigüedad, fruto de la crisis medioambiental, la necesidad de un cambio en el sistema energético es necesaria.

A continuación, en la siguiente tabla se recoge la evolución de las prioridades medioambientales en las últimas décadas.

Tabla 1 : Evolución de las prioridades medioambientales de las últimas décadas.

1970	Escasez de energía.
1980	Calentamiento global. Concepto de desarrollo sostenible. Destrucción de la capa de ozono.
1990	Distribución y calidad de los recursos hídricos. Protección de los bosques tropicales. Biodiversidad.
2000	Salud de las ciudades. Desarrollo y construcción sostenibles. Sostenibilidad y salud.

Fuente: Edwards, 2005: 90.

En el año 1973 se produce la primera crisis del petróleo¹ (figura 4), ante esta situación, se buscaron nuevas formas de energía con la intención de reducir la dependencia de los combustibles importados. Esta necesidad de búsqueda de nuevas energías, se fundamentaba en el agotamiento de estos combustibles, y no en las consecuencias del calentamiento global.

En 1979 se produjo la segunda crisis del petróleo, y es entonces en los años 80 cuando aparece el concepto de desarrollo sostenible, se publicaron varios documentos científicos sobre la relación entre el medioambiente y la sociedad. En 1980 se publicó World Conservation Strategy living resource conservation for sustainable development donde se estableció por primera vez una estrategia global para el desarrollo sostenible.



Figura 3: Crisis del petróleo de 1973 Fuente: Ver Anexo I

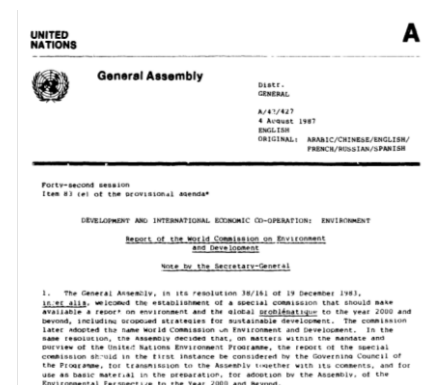


Figura 4: Extracto Informe Brundtland 1987

En 1987 se publica el Informe Brundtland (figura 5), donde se refleja una situación insostenible, que amenaza gravemente, las actividades humanas. En este informe se define el concepto de desarrollo sostenible². (La sostenibilidad o sustentabilidad como revolución cultural, tecno científica y política, 2014)

En 1992 se celebró la cumbre de la Tierra de la ONU en Río de Janeiro (figura 6), donde se estableció la necesidad de abordar los problemas relacionados con la energía, el medio ambiente y la ecología. El debate medioambiental se amplió para abarcar la totalidad de los recursos y el bienestar ecológico del planeta, perdiendo el tema energético su supremacía. La cumbre de Río de Janeiro introdujo la visión de conjunto en los planteamientos ecológicos, entendiendo que el problema debía abordarse desde los sistemas y no desde los recursos. Esto replanteó multitud de campos como el comercio, la

¹ Como consecuencia de los diferentes intereses políticos entre la organización de países exportadores de petróleo (OPEP) y Estados Unidos, se dejó de exportar petróleo. Lo cual, ocasionó una gran crisis que tuvo consecuencias económicas, sociales y políticas. La escasez del petróleo disparó los precios del barril, y era insostenible su uso para la generación de energía. (Edwards, 2008)

² "El Desarrollo Sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

agricultura, la industria y la arquitectura. Como resultado de esta cumbre 182 gobiernos de todo el mundo acordaron reducir los impactos negativos y emprender acciones como la iniciativa Agenda 21.



Figura 5: Cumbre de la tierra de la ONU 1992. Fuente: Ver Anexo I.

En 2002 se celebró la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible, se introdujo el concepto de “consumo y producción sostenibles” de esta cumbre se derivaron aspectos que influyen en la arquitectura y la construcción, como la inversión en nuevas tecnologías energéticas y formas de reciclaje o reutilización de residuos.

En el campo de la arquitectura, el urbanismo bioclimático contempla el impacto de los edificios y de las ciudades en el medio, para ello estudia la energía y los recursos medioambientales. El proyecto ecológico debe alcanzar un equilibrio entre el ahorro energético, la ecología y el medio ambiente.

En el año 1993, los grandes representantes del movimiento High-Tech, tras darse cuenta del costoso mantenimiento de sus edificios junto con su enorme gasto energético, deciden darle un nuevo enfoque a dicha corriente arquitectónica para hacerla más respetuosa con el medio ambiente. Así es como Norman Foster, Richard Rogers, Renzo Piano, Thomas Herzog, François Hélène Jourda y Grilles Perroudin se reúnen en Florencia para fundar el grupo READ, naciendo así el movimiento Eco-Tech, con la suma de este grupo de “starchitects” al movimiento sostenible.

Sin embargo, a pesar de los numerosos avances, el 40% del consumo total de energía en la Unión Europea corresponde al sector de la edificación. Es por ello que hace ocho años, el 19 de mayo de 2010, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea crearon la Directiva Europea 2010/31/UE, según la cual todos los edificios nuevos que se construyan a partir de 2020 serán de consumo energético casi nulo (NZEB) y de 2018 para los edificios públicos. El problema energético y de agotamiento de recursos constituye un problema de actualidad al que se vuelve imprescindible hacer frente y es, por tanto, un caso merecedor de estudio. (Edwards, 2008).

3.2. Estado del arte

Este apartado trata de dar una perspectiva general sobre el urbanismo bioclimático, sin ánimo de hacer una revisión exhaustiva de todas las publicaciones, sí que hay que citar algunos textos y autores principales sobre este tema. A continuación, se citan brevemente ordenados cronológicamente:

Los hermanos Olgay, fueron pioneros en estudiar los factores climáticos y cómo influían energéticamente en la arquitectura. Víctor Olgay publicó el libro *Arquitectura y clima* en 1963 donde se expone la relación entre la arquitectura y el entorno que lo rodea, este enuncia principios sobre el diseño bioclimático basándose en los estudios científicos que realiza analizando distintos factores climáticos.

En 1969, el *American Museum of Natural History* publica la obra *Design with Nature* de Ian McHarg, *Proyectar con la naturaleza*, es un clásico de la planificación urbana y territorial:

En él McHarg enuncia la importancia de la ecología en la planificación; la necesidad de la evaluación ambiental antes de la construcción de infraestructuras; propone un método de estudio del medio natural orientado a la planificación espacial; muestra el camino para la convivencia entre artefacto y naturaleza; y define técnicas imprescindibles para el desarrollo de las nuevas herramientas de inventario y análisis espacial. (Rivas, J. (1992) "Introducción" en *Proyectar con la Naturaleza*.)

Libro Verde sobre el medio Ambiente urbano, comisión de las comunidades europeas 1990. Es el primer documento elaborado por la comisión europea donde se habla específicamente del medio ambiente urbano. En él, se establecen unas estrategias para afrontar los problemas ambientales a largo plazo. Para ello, se realiza un análisis de la problemática ambiental urbana identificando y cuantificando los problemas y se establecen unas líneas de acción para abordarlos.

Cities and natural process de Michael Hough, se publicó en 1995, su título en español es *Naturaleza y ciudad*.

Se expone la necesidad de una visión medioambiental a la hora de afrontar el diseño urbano donde la naturaleza y el urbanismo coexistan. Se aborda la distinción entre ciudad y campo, y se sugiere un marco de diseño con el fin de alcanzar una visión alternativa y mucho más productiva de la ciudad. A través del examen de los procesos naturales y humanos y su modo de actuar en equilibrio con la naturaleza, el libro revela cómo la ciudad altera dichos procesos y cómo unos valores alternativos podrían inclinar la balanza a favor de una relación constructiva con el desarrollo urbano. (Hough, 1995).

Algunas de las publicaciones y autores más relevantes en el ámbito nacional son:

Salvador Rueda (1995) *Ecología Urbana, Barcelona i la seva regió metropolitana como a referens*.

En su primer capítulo el libro realiza un recorrido por la construcción del área metropolitana de Barcelona. El segundo está dedicado al análisis de las disfunciones de la ciudad actual, tanto las producidas dentro del propio ámbito de la ciudad como el impacto que su actividad tiene sobre la sostenibilidad. Es en el tercer capítulo donde el autor define el concepto de Ecología urbana, describiendo la ciudad como un ecosistema en el que la información tiene una importancia básica. Propone como factor clave en los ecosistemas urbanos su complejidad y capacidad de almacenar información. Plantea, por último, la necesidad que tienen las ciudades de generar mecanismos reguladores que aumente su capacidad de anticipación a la crisis. (Fariña, 1998: 336).

En 2004 se publicó *Arquitectura bioclimática* por Javier Neila González. El libro trata sobre los conceptos de la arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, enunciando conceptos teóricos, realizando cálculos y estableciendo ejemplos, con el fin de cubrir las etapas básicas del desarrollo bioclimático y perfeccionar los sistemas de control medioambiental vinculados al edificio. Para ello estudia el clima y los invariantes bioclimáticos en la arquitectura popular, el soleamiento de los edificios, el bienestar ambiental global, las estrategias arquitectónicas de diseño bioclimático en condiciones de verano y de invierno, la conservación de la energía, la inercia térmica de las construcciones y el diseño bioclimático de espacios exteriores entre otros.

En el año 2006 Ester Higuera publicó su libro *Urbanismo bioclimático*, tras haber realizado su tesis doctoral sobre este tema (1998). En esta publicación se tratan los principios básicos del urbanismo bioclimático para desarrollar una metodología y proponer unas directrices para el desarrollo urbano. El libro hace una introducción histórica al urbanismo bioclimático; realiza una evaluación de la situación actual; y establece una metodología. En él, se tratan temas como: las escalas del estudio climático, el efecto de isla térmica y el confort térmico exterior. Además, profundiza en las temáticas de la forma urbana, el uso de superficies, la vegetación y los espacios verdes, la gestión de fuentes urbanas de calor, el diseño de manzanas, la disposición de edificios, la relación con los planes de ordenación y la normativa urbanística.

El *Manual de Diseño Bioclimático Urbano* (2013) promovido por el Instituto Politécnico de Bragança y redactado por José Fariña, Victoria Fernández, Miguel Ángel Gálvez, Agustín Hernández y Nagore Urrutia, es un manual de diseño donde se analiza la relación de la ciudad con el territorio y con el clima. En él, se realizan estudios sobre la hidrografía, el tipo de suelo, la topografía, las orientaciones, la vegetación y las unidades del paisaje. Se analizan las escalas climáticas, las bases físicas y fisiológicas de la ciudad y el clima. También, se estudia la radiación solar, el viento, el agua, la vegetación y los materiales que se emplean en la urbanización. No solo analiza estos factores, sino que establece unas recomendaciones para diseñar aplicando estos principios al diseño de los espacios libres.

El código técnico de la edificación CTE ha incorporado parámetros de ahorro y eficiencia energética en el documento básico DB-HE Ahorro de energía.

Este documento tiene como objetivo el ahorro energético de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. Este ahorro energético se perseguirá en las distintas fases de proyecto, construcción, uso y mantenimiento del edificio. Para ello, se limitará la demanda energética exigiendo una envolvente de características tales que garantice el bienestar térmico. También se establecen exigencias básicas sobre: el rendimiento de las instalaciones térmicas, la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. (DB-HE, 2017)

En los últimos años han surgido técnicas para la reducción de la demanda energética de los edificios, algunas de ellas son:

El estándar PassivHaus, es una certificación que garantiza que el edificio cumple los requisitos establecidos por el Passivhaus Institut, nivel de confort interior y calidad energética de la construcción hacia el usuario. Los edificios Passivhaus consiguen reducir en un 75% las necesidades de calefacción y refrigeración. La poca energía suplementaria que requieren se puede cubrir con facilidad a partir de energías renovables, convirtiéndose en una construcción con un coste energético muy bajo para el propietario y el planeta. (Passive house Institute, 2015)



Figura 6: Requisitos exigidos a los edificios para obtener el certificado de Passivhaus. Fuente: Ver Anexo I

Los edificios Nearly Zero Energy Building (NZEB) o edificios de consumo casi nulo. Son edificios muy eficientes desde el punto de vista energético. Producen al menos la energía que consumen, o más energía, obteniendo un balance positivo, es decir, son edificios autosuficientes. La cantidad de energía necesaria para su funcionamiento se genera a partir de fuentes renovables. Los NZEB están conectados a las redes de suministro energético de las que reciben importan la energía necesaria para su funcionamiento en aquella franja horaria en la que por las condiciones climáticas no pueden producir energía y a las que envían la energía generada en el edificio en las granjas horarias en las que producen mayor cantidad de energía de la que consumen. (Usón, E., Fumado, J.L. y Vives, J., 2014)







4

FACTORES BIOCLIMÁTICOS PARA LA ORDENACIÓN DEL ENTORNO DE LOS EDIFICIOS



4 Factores bioclimáticos para la ordenación del entorno de los edificios

Los problemas ambientales, desde el ámbito de la arquitectura, se deben afrontar con medidas bioclimáticas aplicadas tanto en las edificaciones como en su entorno, es decir, la arquitectura bioclimática se debe enmarcar dentro de un urbanismo bioclimático para que ambas sean eficaces y complementarias.

La arquitectura bioclimática se entiende como la forma de proyectar y construir edificios sostenibles y eficientes energéticamente a partir de la correcta adaptación al clima y al entorno. Controlando parámetros de temperatura y humedad en el interior del edificio, de tal forma que mediante el uso de medidas pasivas se consiga que el edificio se caliente, enfríe y ventile por sí mismo para alcanzar el confort térmico. Estas medidas guardan relación con la orientación, la tipología y la estructura formal del edificio. La relación que establecen los edificios con su entorno es fundamental para su diseño ecológico y para su adaptación bioclimática. (Neila, 2004).

El urbanismo bioclimático emplea criterios de diseño equilibrado con el medio, con la finalidad de reducir al máximo los impactos negativos de la urbanización, ya que cuanto mayor sea la adaptación al entorno territorial y climático menor serán los consumos y, por tanto, la contaminación producida. (Hernández, 2013: 20).

Es necesaria una planificación específica para cada lugar, que atienda estos factores de diseño bioclimático. Por ello, la escala local parece la adecuada para abordar los problemas ambientales. Las agendas 21 en los años 90 apostaban por la escala local para afrontar los problemas ambientales de escala global. Es necesario repensar las ciudades, desde una óptica bioclimática para que la ciudad sea eficiente y se disminuya el consumo de energía, de materiales y de agua; y se contamine menos.

Los factores anteriormente citados, constituyen un invariante asociado a cada lugar. No se pueden paliar sus efectos, pero se pueden incorporar de forma activa al diseño bioclimático. Desde el urbanismo se pueden controlar y aprovechar incluyéndolos en el diseño. Las preguntas a las que se deben responder son: ¿Cómo influye? ¿Cómo se puede trabajar con él? con el objetivo último de saber cómo estos factores contribuyen a reducir el cambio climático en el entorno de los edificios.

4.1 Microclima

Se puede definir el clima como el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región. Dentro de una región, las características formales y físicas de los elementos que componen la ciudad provocan modificaciones en el clima, produciéndose lo que se denomina "microclima urbano".

El clima urbano presenta diferencias respecto del clima general del medio circundante. Se acostumbra a distinguir entre el clima a escala regional, macroclima, frente al clima urbano, que recibe el nombre de mesoclima. Por su parte, en zonas específicas de una ciudad como determinados espacios públicos, parques o jardines pueden identificarse variaciones de los parámetros climáticos que permiten hablar de un clima muy localizado bautizado como microclima. (Hernández, 2013: 58)

Uno de los efectos más conocidos del clima urbano (mesoclima) es la denominada isla de calor, generada por la morfología urbana, la contaminación atmosférica y los fenómenos meteorológicos, que limitan la evacuación del calor almacenado en el interior de la ciudad, provocando el incremento de la temperatura respecto del medio ambiente circundante. (James, 1999).

La temperatura de la ciudad aumenta debido a la alta proporción de energía secundaria consumida (los edificios, el transporte, la industria), la modificación de las características de absorción de las superficies urbanas (impermeables y oscuras mayoritariamente), y el menor efecto reintegrador de su atmósfera, causando por la contaminación, lo que provoca una falta de disipación nocturna del calor acumulado por el día debido a la presencia de la contaminación atmosférica impidiendo que se produzca un efecto refrigerante. (James, 1999).

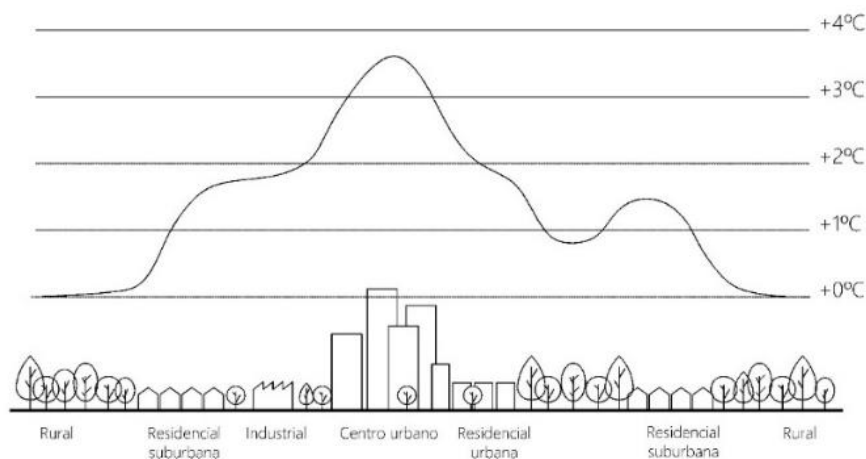


Figura 7: Gráfico de incremento de temperatura de la zona urbana frente a la zona rural. Fuente: Ver Anexo I

Se deben conocer las variables físicas que intervienen en la definición de un clima para entender su influencia en las ciudades y en los entornos de los edificios, y así paliar o potenciar sus efectos.

El clima de cada región está condicionado por variables y factores climáticos, que servirán para conocer las condiciones climáticas en un lugar determinado. Para establecer unos criterios climáticos, es necesario estudiar el comportamiento medio del sistema a lo largo de un periodo temporal suficientemente representativo para la región, este periodo de tiempo suele establecerse en 30 años. Los elementos básicos del clima son: la temperatura, la radiación solar, la humedad, y el viento. Están afectados y moderados por los elementos de la tierra, incluyendo la topografía los accidentes del terreno, el agua y la vegetación. (Granados, 2006)

Tabla 2 Variables y factores climáticos.

Variables climáticas principales	Temperatura. Radiación solar. Viento. Humedad.
Factores propios del medio	La latitud Características generales predominantes de las masas de aire en temperatura humedad. Características geofísicas y distribución relativa del medio físico.

Fuente: Granados, 2006: 15

“La eficiencia energética en la arquitectura y el urbanismo está ligada a un conocimiento específico de las condiciones climáticas relativas a las cuatro variables meteorológicas fundamentales: temperatura, radiación solar, viento y humedad.” (Granados, 2006: 15).

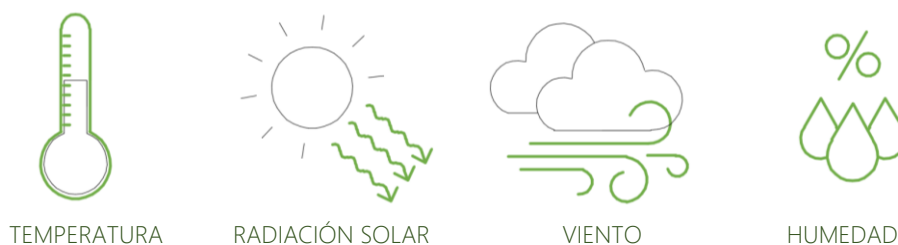


Figura 8: Iconos de las variables meteorológicas principales: temperatura, radiación solar, viento y humedad
Fuente: Elaboración propia

El clima ha condicionado históricamente todas las formas de vida incluyendo al ser humano, repercute en las actividades naturales y en las actividades del hombre³. Influyendo en la localización de sus asentamientos y en los movimientos migratorios. El refugio se convirtió en la defensa más elaborada del hombre frente a los climas más adversos. La adaptación del refugio al clima ha sido vital para la

³ Ellsworth Huntington estudió la influencia del clima en la salud de los seres humanos, basándose en los cambios estacionales y analizando las variables propias de la zona templada. Estos estudios demuestran que los periodos más o menos energéticos ocurren en momentos diferentes en las distintas zonas climáticas. Todas estas observaciones sugieren que tanto la fuerza física del hombre como su actividad mental se desarrollan de mejor forma si las condiciones climáticas del entorno oscilan dentro de unos parámetros. (Olgay, 1963: 14).

supervivencia de los distintos asentamientos humanos en las diferentes zonas climáticas: Zona fría, zona templada, zona cálida árida y zona cálida húmeda. El confort humano, y en algunos casos su supervivencia, han dependido de la habilidad con que los refugios, edificios y los lugares se han adaptado al medioambiente climático. La edificación y el clima están estrechamente interrelacionados (figura 9): el clima condiciona la forma de los edificios y los tejidos edificatorios crean condiciones de microclima. (Olgay, 1963).



Figura 9: Adaptación del refugio a los climas. Zona fría, zona templada, zona cálida-árida y zona cálida húmeda.
Fuente: Olgay, 1963: 5

En la actualidad son las ciudades las que influyen en el clima. Los asentamientos humanos han modificado (consciente o inconscientemente) los microclimas para adecuarlos a sus necesidades particulares y las condiciones locales. La ciudad moderna ha tenido más impacto en este medioambiente, con respecto a las condiciones de vida y actitudes, que cualquier otra época. (Hough, 1995: 241)

El clima urbano es diferente al del territorio circundante, y existe una relación clara entre las formas y espacios urbanos y el proyecto eficiente desde el punto de vista energético. A escala de la manzana o del barrio, ciertas decisiones pueden mejorar el microclima local, protegiéndolo de los vientos o de la excesiva radiación solar, por ejemplo, o moderando los efectos negativos de condiciones urbanas como el ruido y la contaminación atmosférica o visual. Distintas distribuciones pueden producir microclimas diferentes y proporcionar mayor o menor confort. (James, 1999)

4.1.1 Temperatura

Siguiendo el método propuesto por Olgyay, el análisis y diagnóstico del lugar desde el punto de vista climático, se diferencian cuatro tipos de regiones climáticas, ya enunciadas, en función de su temperatura y humedad: región fría, región templada, región caliente seca y región caliente húmeda.

Las medidas de acondicionamiento térmico tendrán que adecuarse a las diferentes regiones climáticas definidas. Se puede afirmar que nos encontramos en una región climática templada donde las calles, parques, plazas y, en general, el espacio libre adquiere un mayor protagonismo que en las regiones frías, por lo que habrá que cuidar especialmente su diseño. (Fariña, 1998: 179)

La temperatura es uno de los factores que va a definir la situación de confort para el ser humano, tanto en el interior como en el exterior de los edificios. Para ambientes exteriores se define una situación de confort térmico como aquella en la que el trabajo de adaptación del organismo en las operaciones de dispersión del calor metabólico sea mínimo, es decir, no exista ni sensación de frío ni de calor. (Hernández, 2013: 66)

Es importante cuantificar los parámetros térmicos que influyen en el confort de las personas con el fin de desarrollar técnicas de acondicionamiento ambiental acordes con estas necesidades. Por ello, debido a su influencia en los fenómenos de intercambio térmico, deben considerarse las condiciones de la velocidad del aire, de la radiación solar y de las condiciones higrotérmicas del ambiente, así como del indumento y la actividad física desarrollada (figura 10). (Hernández, 2013: 68)

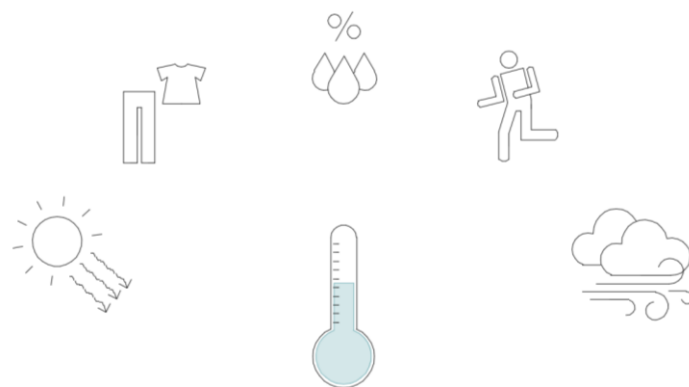


Figura 10: Parámetros que influyen en la temperatura. Fuente: Elaboración propia

Las variaciones de temperatura condicionadas por la velocidad del aire estarán estrechamente relacionadas con la morfología de las ciudades, su tejido edificatorio y su disposición respecto a los vientos dominantes.

Por otro lado, las variaciones de la temperatura atmosférica definidas por la energía solar, dependen de la radiación solar y del estado del cielo. Por ejemplo, en días claros, existe una gran cantidad de

radiación solar que llega a la superficie terrestre y origina una gran variación térmica. Por el contrario, en días nublados dicho margen es inferior. (Olgay, 1963: 32)

Así mismo, se producirán variaciones de temperatura en función de las superficies radiantes de un entorno urbano, pudiendo incrementar la temperatura del entorno en función de sus condiciones e influir en el confort térmico de los espacios libres. Influencian el balance térmico a través de los intercambios radiantes. (Ver 4.6.2 Características o cualidades de la urbanización de los espacios libres.)

Para definir las estrategias de diseño bioclimático en el entorno de los edificios, incorporando la temperatura como una variable de diseño, se debe conocer la evolución anual de la temperatura media mensual, así como las temperaturas máximas y mínimas medias del día tipo de cada mes. A la diferencia entre ellas se le denomina oscilación térmica diaria. Este valor, junto al tiempo transcurrido entre los extremos, son indicadores de la potencialidad del clima para el uso de sistemas de acondicionamiento higrotérmico naturales. (Hernández, 2013: 66)

Para un clima templado, las estrategias bioclimáticas se sustentan en cuatro principios básicos: conservación de la energía térmica de los edificios, aprovechamiento de la energía solar (tanto activa como pasivamente), protección frente a la radiación solar excesiva (en los meses de fuerte radiación solar) e implementación de instalaciones eficientes de apoyo, cuando las pautas bioclimáticas no basten por sí mismas. (Del Caz, 2018: 84)

4.1.2 Radiación solar

La radiación solar es la variable dominante en espacios abiertos dentro de los mecanismos de intercambio térmico de los usuarios con su entorno. La radiación solar se divide en dos tipos de onda corta y de onda larga.

La radiación de onda corta procede del sol y se refleja en las superficies del espacio público. Se compone de radiación solar directa, la difusa y la reflejada por las superficies circundantes. Es la que más influye en el estrés térmico y viene determinada por la geometría: del espacio urbano, de la posición relativa del sol y de la forma y posición del cuerpo.

La radiación de onda larga es la que emiten los cuerpos en función de su temperatura, entre los que se considera a la propia atmosfera terrestre. La cuantía de la radiación de onda larga viene dada por la emisividad de los paramentos del entorno edificado y por el factor de forma con el que se 'ven' unos a otros. (Hernández, 2013: 74)

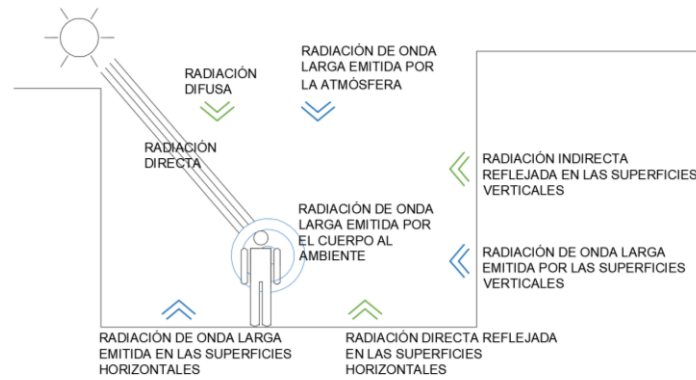


Figura 11: Radiación de onda corta y onda larga en un espacio libre. Fuente: Hernández, 2013; 74

La radiación solar y la temperatura del aire son factores determinantes en la definición del confort térmico en espacios exteriores. Mientras que la temperatura del aire es un factor difícilmente controlable en los espacios abiertos, la radiación solar si es un parámetro que es posible ajustar.

Las estrategias de acondicionamiento bioclimático empleando la radiación solar se basan en la definición de condicionantes de entorno que favorezcan el soleamiento o el sombreado de los espacios exteriores según sean las necesidades que en cada caso se derivan del estudio climático y/o microclimático (figura 12).

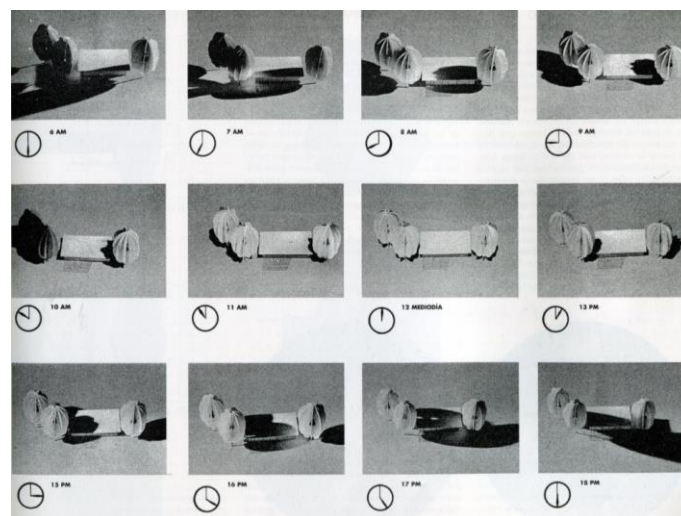


Figura 12: Sombras en verano, desde el amanecer hasta el atardecer. Fuente: Olgay, 1963: 77

La disponibilidad de sol en un entorno urbano depende principalmente de variables morfológicas (densidad, altura de la edificación, anchos de calle, llenos y vacíos...), y de las características tanto de la estructura urbana (orientación y anchos de calle), como del propio soporte sobre el que se realizó el asentamiento urbano (topografía y pendientes).

La morfología urbana, entendida como la configuración tridimensional de las edificaciones y los espacios creados entre ellas, guarda una relación evidente con algunas características microclimáticas,

especialmente con el viento, el soleamiento y la temperatura del aire. Por ello, a lo largo de la historia, tradicionalmente la estructura tridimensional de la ciudad se ha adecuado al clima local como modo de regulación y mejora de las condiciones climáticas en los espacios públicos y en las edificaciones. En climas fríos se han generado morfologías urbanas que permitían la entrada directa de la radiación solar y evitaban los vientos predominantes de invierno, mientras que en climas más cálidos se ha buscado la generación de brisas y se ha evitado el soleamiento directo en los espacios estanciales y edificaciones.

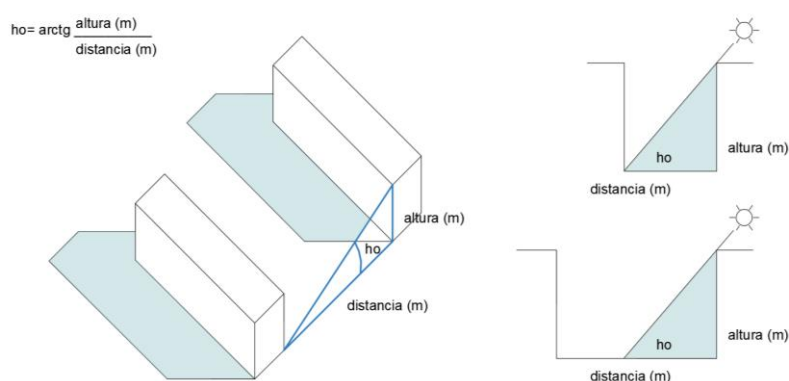


Figura 13: Obstrucción solar en un entorno urbano. La relación entre la altura edificatoria y la anchura de la calle puede hacer imposible su soleamiento en las épocas más desfavorables del año. Fuente: Hernández, 2013: 81 e Higuera, 2009: 55.

Es importante para caracterizar el comportamiento frente a la radiación de un elemento del espacio público el factor de cielo visto, "sky view factor" (SVF) (figura 14). Se define como el porcentaje de cielo que se ve desde un punto de ese espacio urbano, respecto de la semiesfera celeste. Determina el intercambio de calor radiante de onda larga entre el elemento urbano y el cielo y condiciona la radiación difusa y reflejada que recibe. Un SVF de 1 significa una visión del cielo sin obstrucción, y en ese punto las temperaturas seguirán los valores meteorológicos. Si la obstrucción es mayor, el valor se va acercando a 0 y significa que las temperaturas estarán fuertemente influidas por el contexto urbano y, generalmente, un aumento de la influencia de la isla de calor urbana.

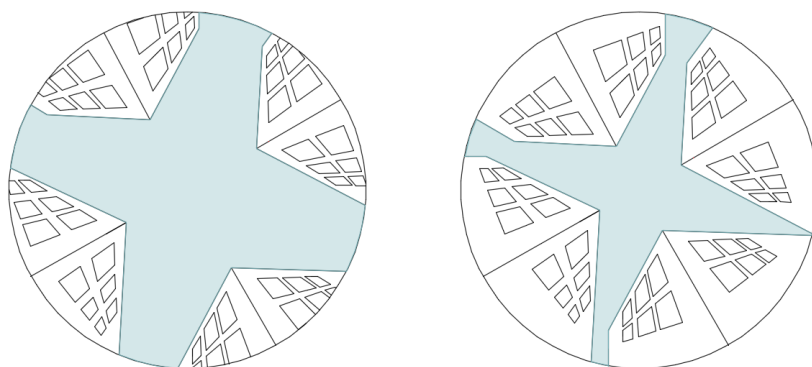


Figura 14: Sky view factor (SVF) o factor de cielo visto. Fuente: Hernández, 2013: 76

Resultará necesario realizar, con ayuda de cartas solares, un análisis de sombras que tenga en cuenta todos los condicionantes anteriormente citados, determinando así las condiciones microclimáticas en lo referente al soleamiento en los espacios abiertos de la ciudad. Estos resultados se deberán comparar con las necesidades determinadas mediante de los diagramas bioclimáticos. (Hernández, 2013: 76)

4.1.3 Viento

El viento es una de las principales variables climáticas que influye en el microclima urbano y en el confort térmico de las personas. Actúa de forma térmica y de forma mecánica, considerándose peligroso cuando la velocidad supera los 4 o 5 m/s. (Olgay, 1963).

Para evaluar la incidencia que tendrá el viento en el bienestar de los espacios libres y poder diseñarlos atendiendo a este criterio, se debe en primer lugar conocer las condiciones meteorológicas locales. Y en segundo lugar, estudiar los elementos físicos del entorno que pueden variar estos parámetros, tanto a nivel local, conociendo la orografía y la influencia del clima urbano en el régimen de vientos como, de forma más específica, los elementos concretos que pueden obstruir o encauzar estos flujos de aire en la ciudad. (Hernández, 2013: 88)

La forma o relieve de la ciudad con los edificios en altura, las calles, las plazas, etc., originan flujos, corrientes en esquina, remolinos y otros fenómenos que alteran el régimen de vientos local. Las características del diseño urbano también alteran el régimen de vientos, especialmente cerca del nivel de la calle. Las disposiciones irregulares del trazado urbano, las zonas de densidades de edificación variables, los espacios libres y las zonas verdes, entre otros, pueden hacer variar tanto la dirección como la velocidad de las corrientes de aire, con efectos que pueden resultar favorables o desfavorables sobre la ciudad. (Granados, 2006: 26) (Higuera, 2006: 115)

En la siguiente tabla (3), se explican brevemente los fenómenos más importantes que se producen por efecto de la edificación.

Tabla 3: Efectos producidos por el viento

Efecto de esquina	La velocidad del aire aumenta en las esquinas de las edificaciones al entrar en contacto una zona de sobrepresión con una zona en depresión.
Efecto Venturi	Es una depresión localizada causada por un aumento de la velocidad del aire en una zona.
Efecto de abertura	Ocurre cuando la edificación posee aberturas en su parte inferior que canalizan el viento y aumentan su velocidad en estas zonas.
Efecto de rodillo	Se produce un efecto de torbellino en el que el flujo de aire primero desciende en perpendicular al suelo y posteriormente se eleva en un movimiento circular.

Efecto de rebufo	Consiste en un flujo de aire en forma de torbellino, pero en la cara posterior del edificio, a sotavento. Ocurre por las diferencias de presión entre las distintas fachadas, y es proporcional al tamaño del edificio.
------------------	---

Efecto de barrera	El efecto de barrera consiste en una disminución de la velocidad del viento, debido a la interposición de un obstáculo de proporciones adecuadas.
-------------------	---

Fuente: Hernández, 2013

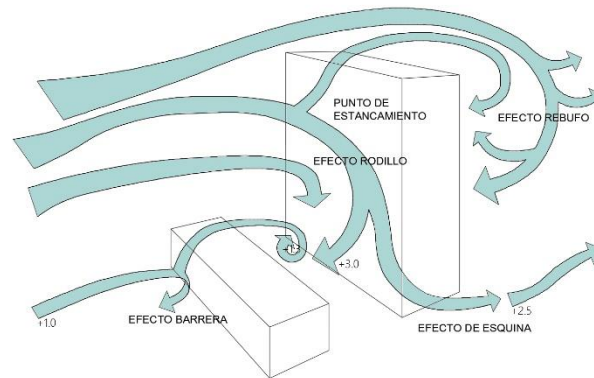


Figura 15: Efectos de la interacción entre el viento y las edificaciones Fuente: Hernández, 2013

También se producen modificaciones en flujos de aire por la configuración de los edificios. Uno de ellos es el efecto cañón, que consiste en el encauzamiento del aire a lo largo de una calle y actúa con un régimen de vientos diferente al de los alrededores. Existe una relación entre la velocidad del viento que pasa por encima de los edificios y la que se da en las calles, siendo esta última por lo general menor. Esta disminución de velocidad depende de la proporción alto ancho de la calle. Otro factor que influye es la orientación de la calle con respecto a la dirección principal del viento. La velocidad del viento se atenúa más cuando la dirección del viento es perpendicular a la de la calle. Según el ángulo formado entre la dirección principal del viento y la de las calles, se producen algunos de los siguientes fenómenos descritos en el Manual de diseño bioclimático de Hernández, 2013.

Tabla 4: Efectos producidos por el viento en un cañón urbano

Efecto de remolino	Cuando la dirección del viento es perpendicular a la dirección de las calles, el aire que se introduce en la calle desciende de forma perpendicular por la fachada opuesta a la dirección del viento, para luego ascender en una corriente circular de forma similar al efecto de rodillo.
--------------------	--

Efecto de turbulencias	Cuando la dirección del viento es paralela a la dirección de las calles el viento se introduce en ellas a menor velocidad, y sin que se tiendan a formar remolinos, sino turbulencias locales en las proximidades de las fachadas.
------------------------	--

Efecto sacacorchos	Cuando la dirección del viento es oblicua a la dirección de las calles se combinan los dos efectos anteriores dando lugar a un efecto sacacorchos. En este caso, el flujo de aire que desciende tiene mayor velocidad que el que asciende.
--------------------	--

Fuente: Hernández, 2013

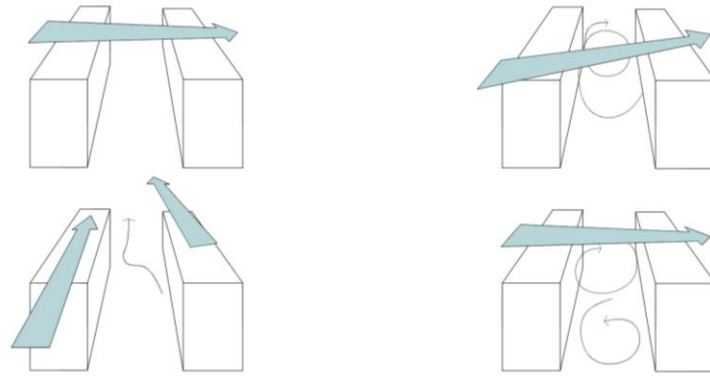


Figura 16: Efectos del viento en un cañón urbano según la orientación de la calle respecto a la dirección principal del viento. Fuente: Hernández, 2013

En general se puede decir que en zonas donde existen edificios en altura se producen turbulencias y remolinos, que traen como consecuencia mayores velocidades del aire que las originales. Las calles estrechas provocan también un aumento en la velocidad del viento. Si los edificios que rodean el espacio urbano son muy altos, el aire aumenta su velocidad en sus proximidades. Si además, la edificación se alza sobre pilotis, las corrientes en la base van a ser de tal naturaleza que van a condicionar los usos urbanos de estas áreas. (Higuera, 2006:115)

No existe un comportamiento homogéneo del movimiento del aire, ya que las edificaciones existentes y las configuraciones urbanas modifican el viento (figura 17). En un espacio urbano normalmente se da una combinación de varios de estos fenómenos, por lo que el resultado final puede llegar a ser muy difícil de predecir.

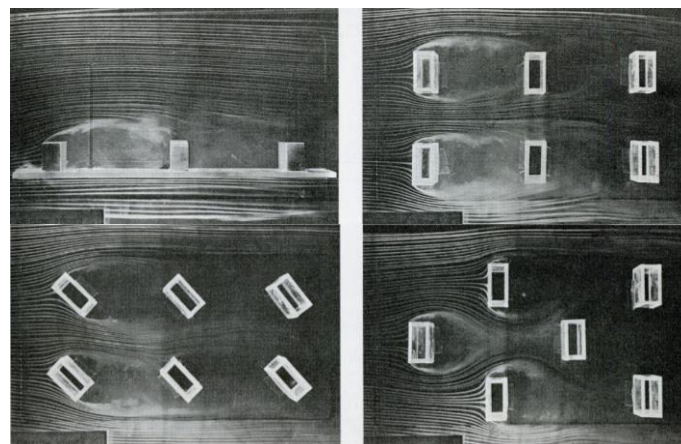


Figura 17: La velocidad del aire está estrechamente relacionada con la morfología de las ciudades, su tejido edificatorio y su disposición respecto a los vientos dominantes. Fuente: Olgyay, 1963: 101

4.1.4 Humedad relativa del aire

La última de las variables climáticas principales es la humedad relativa del aire, un parámetro decisivo tanto para la definición del clima urbano como para lograr el bienestar higrotérmico en los espacios urbanos.

La humedad relativa mide la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire en relación a la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener ese volumen a igual temperatura, esta medición se expresa en porcentaje. Este parámetro de la humedad relativa es el que se emplea para la definición del confort en la mayoría de los índices desarrollados.

Por lo que el agua, constituye un elemento fundamental para la definición del microclima urbano, ya que se encuentra contenida en la atmósfera en forma de vapor. El agua, se incorpora al ciclo urbano mediante las precipitaciones siendo absorbida por el suelo o la pavimentación de la ciudad, o siendo expulsada mediante los cauces de escorrentía naturales o artificiales. Esto junto a evapotranspiración producida por la vegetación y la presencia de masas de agua cercanas, influirán en la cantidad de vapor de agua que contendrá el ambiente.

Mediante los diagramas psicrométricos (figura 18) se representan de forma gráfica las propiedades del aire húmedo. En él, se analiza el aire húmedo para determinar sus propiedades termodinámicas. El aire húmedo consiste en la mezcla física de dos componentes: el aire seco y el agua en forma de vapor. Aunque su porcentaje en el peso total de esta mezcla sea inferior al 3%, el vapor de agua es fundamental para lograr el bienestar del ser humano. (Hernández, 2013)

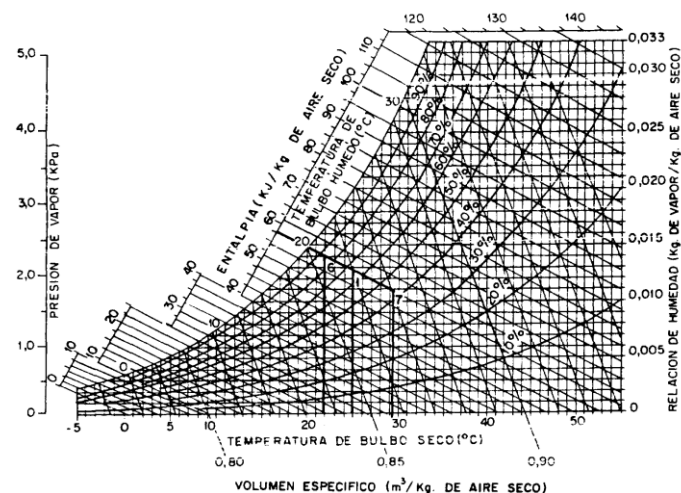


Figura 18: Diagrama psicrométrico Fuente: Ver Anexo I

El proceso fundamental por el que la humedad influye en el bienestar higrotérmico es el enfriamiento adiabático o enfriamiento evaporativo. Este proceso se produce mediante la evaporación de agua en el aire, de modo que disminuye la temperatura seca al mismo tiempo que aumenta el contenido de

humedad del aire. De forma contraria, al eliminarse del aire una cantidad de vapor de agua, aumentaría la sensación de calor por el efecto de la desecación del aire. La variación de humedad relativa en el aire se produce por medio de dos transformaciones, la evaporación y la desecación, cuyos efectos en la sensación térmica del ser humano son inversos: enfriamiento o calentamiento. En estos procesos se produce un intercambio de calor por cesión o absorción.

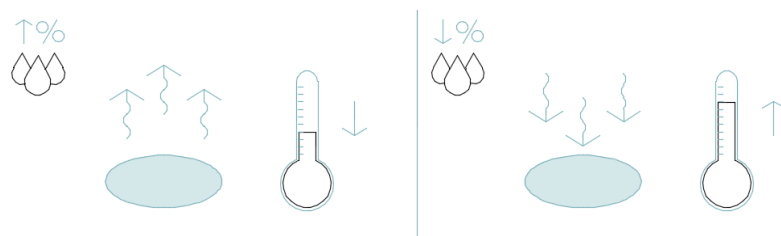


Figura 19: Variación de humedad relativa mediante la evaporación y la desecación y sus efectos en la sensación térmica, enfriamiento y calentamiento. Fuente: Hernández, 2013.

El aire se refrigera en presencia de agua por el proceso de enfriamiento adiabático. Este fenómeno se produce cuando una masa de aire seco y cálido entra en contacto con una superficie de agua, de modo que pierde calor, robado por el agua para evaporarse, mientras se satura de vapor de agua. Cuanta mayor superficie de contacto exista, mejor será el funcionamiento del sistema.

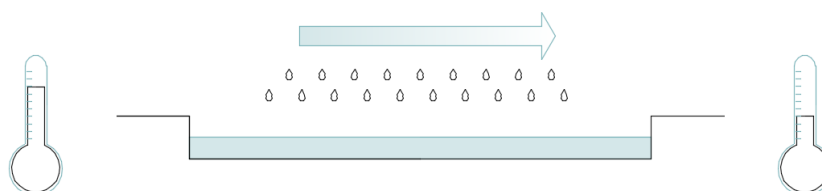


Figura 20: Evapotranspiración y enfriamiento adiabático. Fuente: Hernández, 2013.

El conocimiento de la humedad relativa media mensual es suficiente para interpretar el clima, con la hipótesis de considerar constante a lo largo del día la razón de mezcla, la humedad específica, la presión de vapor o la humedad absoluta, correspondientes a la temperatura y humedad relativa medias de dicho día.

La humedad relativa es un recurso a tener en cuenta como estrategia de refrigeración del aire, aumentándola, pero también un importante factor a modificar para lograr el confort térmico, pues su exceso tendrá un efecto negativo para el bienestar. (Hernández, 2013: 102)

Existen herramientas de diseño, cartas bioclimáticas, que permiten analizar de manera conjunta los parámetros climáticos y las situaciones de confort exterior que se pretenden alcanzar. Mediante estas cartas bioclimáticas es posible elaborar estrategias correctoras encaminadas a alcanzar situaciones de confort.

El climograma más empleado en los tratados bioclimáticos es el de Olgay (figura 21). Es un diagrama psicrométrico de dos únicas entradas: en abscisas se representan humedades relativas y en ordenadas temperaturas secas. Tiene definida una zona de confort entre las temperaturas 21.1 °C y 26.7 °C y las humedades relativas 20% y 80%. En la zona de la derecha esta zona se cierra con una línea de temperatura efectiva constante igual a 26 °C. Esta zona de confort es válida para individuos con ropa media, sin actividad, en clima templado (con latitudes próximas a 40° N), que se encuentren a la sombra y protegidos del viento. Manteniendo constantes los límites de humedad relativa, la temperatura seca admite una ampliación según la época del año hasta 27.8 °C. (Hernández, 2013: 66)

La gran variedad de actividades que se dan en los espacios públicos, con diferentes intensidades metabólicas, niveles de arropamiento y percepciones del confort, así como la estacionalidad y variación de las condiciones climáticas en el exterior, que son difícilmente controlables, hacen necesario que, en climas como el que nos ocupa en este manual, el proyectista ofrezca a los usuarios del espacio público un variado catálogo de situaciones microclimáticas que puedan adecuarse en cada caso a sus necesidades.

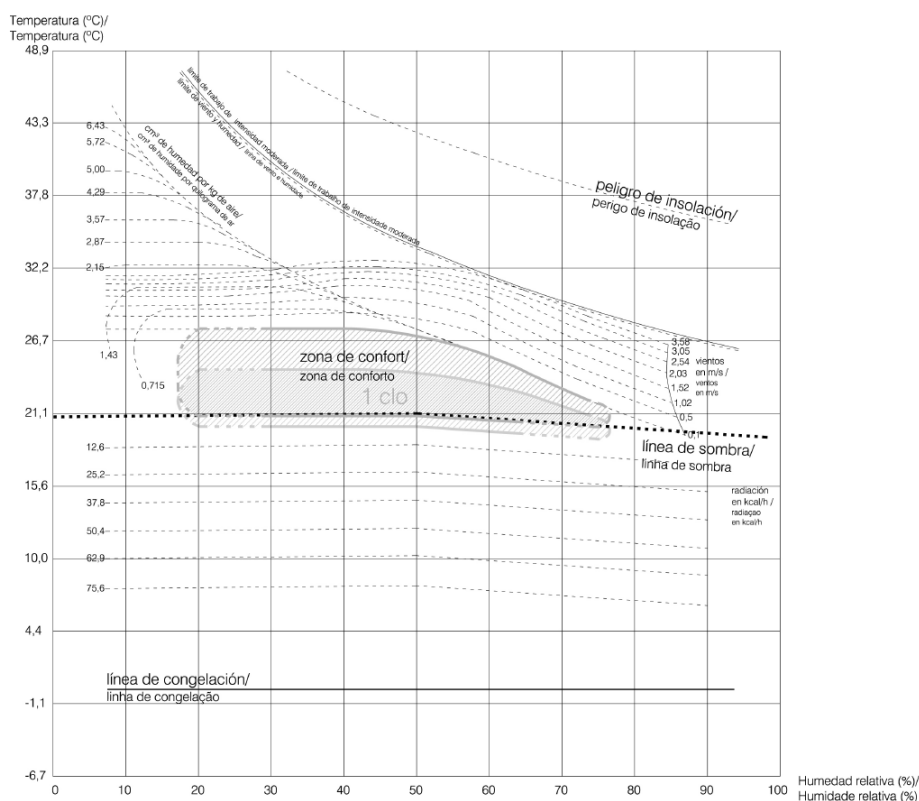


Figura 21: Carta bioclimática de Olgay Fuente: Hernández, 2013: 70

4.2 Medio físico y ambiental

El medio físico y ambiental es el soporte territorial donde se asientan las ciudades y los pueblos, es decir, el resultado de la interacción entre los elementos existentes, los seres vivos y el clima. La evaluación cuidadosa del soporte territorial es importante para determinar el impacto ecológico y económico. Se deben conocer los elementos del territorio y los instrumentos que permiten organizar los criterios para desarrollar un plan o proyecto amable con el medio ambiente para que estos impactos no se produzcan. (James, 1999: 51)

El medio físico va a ser determinante en cuestiones como: la distribución de los asentamientos urbanos, la climatología, el régimen de vientos locales, la pluviosidad y la exposición a la radiación solar. También determina los factores de erosión y depósito, según el grado de pendiente crítica establecida en el 40%; condiciona las aguas superficiales y los cauces hidrológicos; Y se acompaña de la vegetación por su capacidad frente a la altitud, la exposición y la pendiente del soporte. (Higuera, 2006: 77)

A la hora de evaluar el medio se establece una clasificación de los elementos naturales principales que condicionan el soporte territorial: la Geomorfología o Topografía; la hidrografía y la vegetación.

Estos condicionantes territoriales están ligados a la posición concreta de cada emplazamiento. El conocimiento de las características del entorno donde se va a situar la edificación, resulta imprescindible para definir las estrategias que permitan un mejor aprovechamiento de las condiciones ambientales exteriores. (Granados, 2006: 26-27)

La relación entre el medio y la urbanización es bidireccional ya que tanto el medio influye en la urbanización como la urbanización influye en el medio. En este sentido, se definirán los suelos aptos para la urbanización (condiciones favorables o desfavorables), atendiendo a estos criterios: calificación del suelo (excluyendo el suelo protegido); y cartografía del suelo mediante la realización de mapas geotécnicos del terreno siempre que sea posible.

El proceso de urbanización influye en el medio visualmente (figura 22), por ello, se deberán analizar unidades y cuencas visuales valorando su calidad y fragilidad, con objeto de situar usos y actividades minimizando el impacto visual. (Hernández, 2013)



Figura 22: Impacto de la urbanización en el medio, Dubai World Trade 1980 y Dubai World Trade 2017. Fuente: Ver Anexo I

Los procesos de la construcción afectan al calentamiento global, a la pérdida de hábitats naturales, a la biodiversidad, a la erosión del suelo y a la liberación de contaminantes tóxicos. Se puede analizar el impacto ambiental de los edificios desde dos puntos de vista: como estructura física, donde cada proceso constructivo lleva asociados unos impactos y el impacto ambiental total del edificio es la suma de todos ellos. O como máquina viva, donde se analiza el coste que supone para el medio ambiente su funcionamiento durante su ciclo de vida: los productos que requiere, como energía e instalaciones y los que expulsa como CO₂ y residuos. (James, 1999: 51) (Higuera, 2009: 67).

4.2.1 Topografía

La topografía del terreno pocas veces se ha considerado como prioritaria en la organización del territorio y en el diseño de las ciudades. Es importante su consideración ya que determinados condicionantes locales son capaces de alterar la relación entre el medio urbano y el medio físico. Muchas de las condiciones geomorfológicas de un territorio influyen considerablemente en la radiación solar directa, en el régimen de vientos y en la humedad ambiental, poniendo claramente de manifiesto la interacción entre todas las variables del medio natural. (Higuera, 1998)

La geomorfología, trata del estudio de las formas del relieve terrestre, a la vez que, de su origen y evolución, condiciona el soporte territorial, la naturaleza de las rocas y las características de los suelos, las pendientes, la exposición a la radiación solar y los cauces del agua. Todo ello influirá en la disposición de la red viaria y de los espacios libres de la ordenación urbana, así como la distribución general de los usos. La forma del relieve es siempre el primer elemento objeto de estudio, ya que condiciona a los demás y determinará totalmente el desarrollo a la implantación de nuevas actividades o infraestructuras sobre el territorio. (Hernández, 2013: 26) (Higuera, 2009: 67)

En la siguiente tabla se recogen algunos de los condicionantes topográficos de los factores de localización del asentamiento:

Tabla 5: Condicionantes topográficos

La pendiente	Influye en la cantidad de radiación directa que se puede recibir y en la accesibilidad. La orientación de la pendiente es importante para los vientos y el régimen de pluviometría. A media ladera orientada el sur, hay mayor radiación solar que en zonas llanas.
La posición relativa	Protegida (en fondo de valle) o expuesta (en cimas o crestas). A más exposición mayor son las oscilaciones térmicas, temperaturas más frías, y mayores posibilidades de corrientes de viento e iluminación directa.
Las obstrucciones	La existencia de accidentes topográficos próximos y en orientaciones determinadas pueden suponer obstáculos para la radiación y ventilación.
Tipo de soporte	Afecta a la reflexión de los rayos solares (albedo) y por tanto a la radiación directa sobre la edificación y además a la variación de la inercia térmica del mismo y con ello a la respuesta interior a las oscilaciones térmicas y relación entre la temperatura exterior y la interior.
La permeabilidad	Varía los coeficientes de escorrentía superficiales y la capacidad de retener agua en el subsuelo.

Fuente: Higuera,1998/ Higuera, 2009: 67.

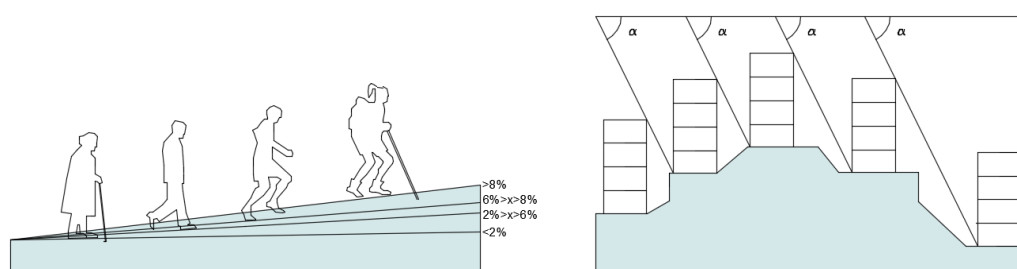


Figura 23 y 24: Pendientes adecuadas a las distintas situaciones urbanas y separación de edificios según orientaciones de la ladera. Fuente: Hernández, 2013; 44-46.

En topografía resulta especialmente determinante la posición de la ladera del asentamiento respecto a los vientos dominantes:

Las laderas situadas a barlovento tendrán un nivel de exposición máximo. La situación del asentamiento en una posición expuesta implica características microclimáticas especiales como un aumento de las oscilaciones térmicas asociado a temperaturas más frías que las de su entorno; la inexistencia de obstáculos está asociada a vientos de mayor intensidad y a un aumento de la iluminación natural.

Las laderas de Sotavento estarán más protegidas sin embargo la configuración específica del lugar podrá dar lugar a turbulencias que provocan situaciones de discomfort.

Las vaguadas por su situación alejada de los regímenes generales de viento son los lugares más protegidos si bien la topografía circundante suele generar obstrucciones solares muy fuertes.

La topografía real del terreno determina el periodo de accesibilidad solar sobre un punto concreto (figura 25). Cuando existen configuraciones de pendiente de terreno que generan obstrucciones al recorrido solar la pendiente del terreno y su orientación determinan el ángulo de incidencia solar en orientación sur. La radiación solar recibida es mayor cuanto más se acerque la pendiente del terreno al ángulo complementario de la altura solar. El ciclo de absorción y emisión de calor del terreno está condicionado además de por su pendiente por las características termofísicas y termo ópticas de la cobertura del mismo los terrenos claros y las masas de agua en calma reflejan una gran parte de la radiación solar mientras que las superficies oscuras y rugosas reflejan escasamente la radiación solar y absorben la mayor parte de esta por otra parte las características de porosidad y permeabilidad del terreno también resultan determinantes a la hora de valorar su actuación como elementos de regulación higrotérmica. (Hernández, 2013)

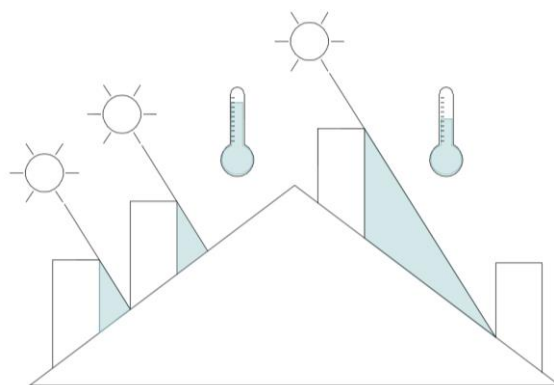


Figura 25: Accesibilidad solar en espacios libres en pendientes orientadas a norte y a sur Fuente: Hernández 2013; 87

4.2.2 Hidrografía

La hidrografía forma parte de la geografía física, estudia el conjunto global de mares, lagos y corrientes de agua. La presencia de cursos de agua es fundamental para el desarrollo de la flora y de la fauna y condiciona el territorio influyendo en la humedad del aire. También influye en la aptitud de un suelo para ser urbanizado mediante la definición de las zonas inundables o la presencia de acuíferos. (Hough, 1995)

La hidrografía en el medio físico está relacionada con el emplazamiento concreto y puede convertirse en un elemento importante del diseño con criterios ambientales. La influencia del agua sobre el medio está relacionada con los factores de microclima, influyendo en el confort del espacio exterior mediante la humedad; topografía, los cauces de agua generalmente discurren por los valles pudiendo provocar grandes erosiones; y con la vegetación que será mayor junto a las zonas de agua. (Higuera, 1998)

Para controlar las condiciones de humedad del aire se realizan diagramas de balance hídrico, que suministran la información necesaria para conocer las características de humedad del suelo y las necesidades de evaporación o de favorecer las corrientes de aire que sequen el terreno. Mediante el estudio del balance hídrico, la carta bioclimática de Olgay y la situación de confort del clima se puede detectar las necesidades a suplementar mediante la evaporación de agua para conseguir un régimen de confort respecto a la humedad relativa del aire.

Los cursos de agua reciben las aguas de escorrentía del terreno. Por ello, se deben hacer planos de zonas inundables que contarán con datos como: Gráficos de tormenta máxima con períodos de recurrencia de: 10, 50 y 100 años; determinación de la cuenca en la que se encuentre la población; coeficiente de escorrentía medio de la cuenca; nivel de saturación del suelo (deducido el análisis del balance hídrico); determinación de la llanura de inundación de ríos, arroyos o ramblas que afecten a la población para los períodos de recurrencia citados. (Hernández, 2013: 28)

En general, en las riberas se deben establecer zonas de servidumbre respetando las zonas de inundación y alejándose las zonas de urbanización de las riberas. Emplazándose otros usos más adecuados como, por ejemplo, zonas recreativas, zonas verdes, etc.

La presencia de bosques en las cuencas fluviales garantiza su protección. Estabilizan las pendientes, minimizan la erosión, reducen el aporte de sedimentos en los cursos fluviales y mantienen la calidad y temperatura del agua. El bosque tiene una gran importancia en el movimiento del agua desde la atmósfera a la tierra y de esta de nuevo a la atmósfera, y, junto a las masas de agua de la superficie y del subsuelo, juega un importante papel de almacenamiento.

Los lagos, los ríos, arroyos y acuíferos contienen prácticamente toda el agua potable que existe de en suelo y representan tan solo el 30% del agua dulce. La calidad del agua debe estar directamente relacionada con su uso, la más pura será destinada para beber, pero otros usos como el riego, el uso recreativo, etc. no requieren una calidad máxima, por ello debe considerarse esta circunstancia para no desestimar un recurso. (Hough, 1995) (Higueras, 2006: 78)

La conservación de los acuíferos subterráneos debería ser una prioridad del planeamiento que la urbanización es una gran consumidora de agua potable. Con el fin de evitar el agotamiento de los acuíferos subterráneos impidiendo que la extracción supere la tasa de renovación de los mismos y así mismo evitar la contaminación de los acuíferos existentes. (Hernández, 2013: 33).

4.2.3 Vegetación

La vegetación es el manto vegetal de un territorio. A escala territorial, va estar condicionada por la climatología y por el suelo (figura 26). Existen determinadas especies predominantes que son las que le dan el aspecto característico a cada territorio, en los territorios más extensos no suele darse una única formación, sino que se encuentran verdaderos mosaicos de formaciones.

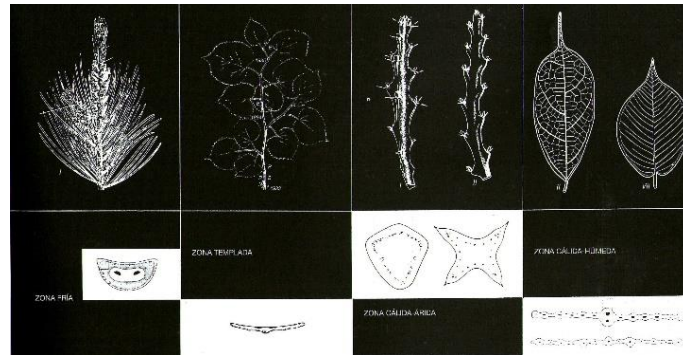


Figura 26: Adaptación de la vegetación a las zonas climáticas. Fuente: Olgyay, 1963:77

Dejando a un lado sus indudables características visuales y de paisaje⁴, la vegetación estabiliza las pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y en la calidad del agua, en una escala local, influye en los microclimas, filtra la atmósfera, actúa como atenuante del ruido y construye el hábitat de numerosas especies de animales. (Fariña, 1998: 243)

El interés del estudio de la vegetación en lo que respecta al planeamiento territorial puede ser diverso; desde conocer los usos agrícolas, los hábitats, y la explotación de recursos forestales a la comprobación de la alteración visual del paisaje circundante con las nuevas intervenciones que se proponen.

Los suelos productivos tienen cada vez una mayor importancia y la preservación de los mismos resulta fundamental. La realización de una cartografía del suelo ayudará a determinar su vocación agrícola o forestal para su realización se estudiarán los parámetros como: el tipo de clima; la inundabilidad; el drenaje; la retención de agua; la pendiente etc. Atendiendo a las condiciones de estos parámetros, se determinará la clase del suelo y una vez determinada se podrá asignar un uso conveniente. (Hernández, 2013: 37).

Los factores de la vegetación a tomar en consideración en el proceso de planeamiento son la búsqueda de la biodiversidad de las especies, es aconsejable emplear especies autóctonas; una exhaustiva y adecuada selección y localización de especies, considerar la combinación de especies caducas y

⁴ Un primer acercamiento al concepto de paisaje puede ser el de *"Porción de terreno considerada en su aspecto artístico"* (R.A.E). De una forma más técnica, se ha definido al paisaje como el conjunto procedente de la agregación de todos los factores interrelacionados que ocupan la superficie total de un territorio. (Fariña, 1998: 261).

perennes en localizaciones adecuadas, es interesante completar las especies arbóreas con otras arbustivas, tapizantes.

Además, la vegetación presenta amplios beneficios sobre el medio ambiente como: La acción sobre la contaminación descomponiendo el dióxido de carbono; la acción sobre la humedad ambiental; la acción sobre la velocidad del aire actuando como barrera; la acción sobre el exceso de radiación solar y la protección de la vegetación contra el ruido. (Higueras, 2006: 85)

En este sentido, será necesario estudiar y obtener la información necesaria de: Los ecosistemas principales; los corredores ecológicos; las especies de vegetación autóctona y sus características: Caducifolia o perennifolia, aptitud como sumidero de CO₂, capacidad como pantalla de vientos, capacidad como pantalla acústica, capacidad como elemento de sombra y alergógenos. (Hernández, 2013: 37).

La presencia de cursos de agua, zonas húmedas, el paisaje, la vegetación existente y la geomorfología del territorio son elementos del soporte fundamentales para adecuar la ordenación al medio y a su soporte.

Tabla 6: Determinación de las variables del soporte para la idoneidad de los usos urbanos.

Determinación de las variables del soporte para la idoneidad de los usos urbanos	Variables del medio natural soporte				
	Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología
Red viaria	Orientación Forma	Localización	Orientación Forma	Microclima extremo	Cond. Soporte Pendiente<10%. Aptitudes suelo Adap. Topografía.
Variables medio urbano: suelos idóneos para ordenación residencial.	Espacios libres Orientación forma	Especies, densidad, localización	Orientación forma	Microclima extremo	Condiciones del soporte. Aptitudes del suelo.
Condiciones de las manzanas	Orientación geometría densidad	-	Orientación geometría densidad	-	-
Condiciones de las parcelas	Geometría alturas, ocupación y edificabilidad	-	Geometría, alturas, y edificabilidad	-	-
Condiciones de la edificación	Control solar Acondicionamiento pasivo	-	Ventilación interna, Disposición de huecos	Microclima interno	-
Suelos idóneos para zonas verdes	-	Con valores intrínsecos potencialmente valiosos	-	Cursos de agua superficial: ríos, arroyos, vaguadas	Relieves quebrados. Pendientes>10% afloraciones rocosas.

Fuente Higueras, 2009: 67

4.3 Morfología urbana

Para un adecuado desarrollo del urbanismo bioclimático se debe atender a características de la morfología urbana. Esta se define mediante las configuraciones de los tejidos, la red viaria, los espacios libres, la morfología de las manzanas, etc. que en distinta medida favorecerán o no el desarrollo sostenible de una ciudad.

Para lograrlo se deben abordar temas claves en el urbanismo como: El emplazamiento; la orientación la densidad urbana y la diversidad de usos; la complejidad y variedad de morfologías y tipologías edificatorias; los sistemas de zonas verdes y espacios libres.

La estructura urbana constituye la configuración general de un asentamiento, y es determinante en su organización. Está vinculada a la evolución y al crecimiento de la ciudad. Las estructuras urbanas más frecuentes responden a los siguientes tipos: lineal; radio-concéntrica; en cuadrícula o malla reticular; en malla aleatoria; dispersa y compacta. Las variables del medio que influyen en la estructura urbana son: la orientación, la adaptación o no a la topografía y las condiciones geométricas de las calles y plazas.

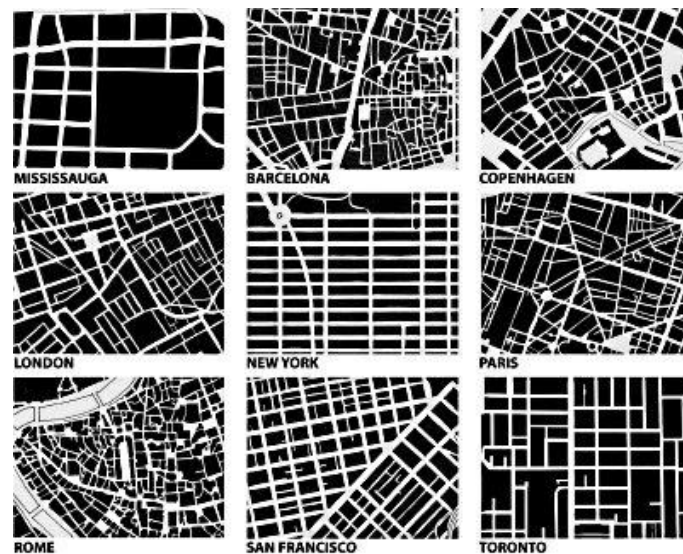


Figura 27: Estructuras urbanas según Kevin Lynch Fuente: Ver Anexo I

Dentro de la estructura urbana se enmarca la red de espacios libres, que se compone de los sistemas locales de espacios libres y zonas verdes; parques suburbanos; parques urbanos; parques deportivos; jardines; y áreas ajardinadas. Se deben tener en cuenta las siguientes características: Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes; localización; y orientación.

Así mismo, la morfología de las manzanas determina las características principales del tejido urbano, y se puede entender como el negativo de la estructura viaria principal del asentamiento. Con el fin de optimizar las relaciones entre el medio urbano y el medio ambiente se tendrán en cuenta: las

condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana, la orientación de las manzanas y la densidad edificatoria. (Higuera, 1998).

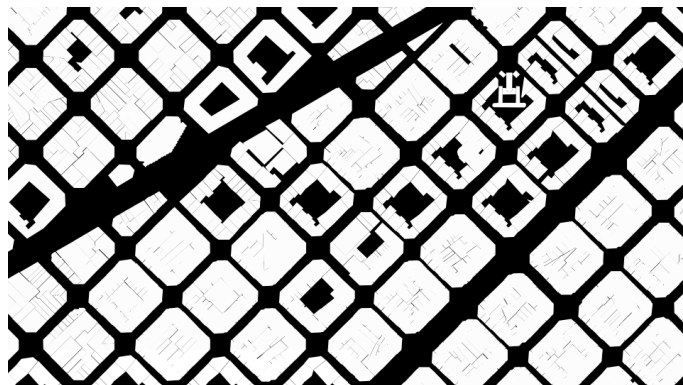


Figura 28: Negativo de la morfología de las manzanas de la ciudad de Barcelona definidas en el plan Cerdá.
Fuente: Ver Anexo I

En la ciudad, los tejidos urbanos determinan unas influencias e interacciones sobre el medio. La variedad de los tejidos tiene sus propias características y conllevan ventajas e inconvenientes medioambientales. No existe una tipología que sea por sí misma la mejor frente al resto, lo más aconsejable es establecer la suficiente variedad de tipologías en los conjuntos urbanos, de esta forma se garantizará la diversidad y la complejidad de los tejidos.

A continuación, se evalúa la interacción de los diferentes tejidos residenciales en relación con el clima, el suelo, la vegetación y la contaminación, factores que contribuyen en la ordenación del entorno de los edificios. Se evidencia que todas las tipologías poseen ventajas e inconvenientes y que no existe una tipología que predomine frente al resto. (Higuera, 2006: 160).

Tabla 7. Interacción de los tejidos residenciales con el medio.

Características del tejido residencial	Interacción con el clima	Interacción sobre el suelo	Interacción sobre la vida vegetal	Interacción sobre la contaminación
1 Casco urbano tradicional	Elevada temperatura del aire Contaminación atmosférica Poca radiación solar	Sobrecalentamiento Nula retención de la humedad Aprovechamiento del suelo	Condiciones duras para las especies vegetales Desaparecer las más débiles	Congestión, tráfico y contaminación.
2 Ensanche de manzana cerrada	Evapotranspiración reducida Contaminación atmosférica Canales de viento.	Sobrecalentamiento Poca retención de la humedad Aprovechamiento del suelo.	Descenso y desaparición de las especies sensibles a la contaminación.	Tráfico y contaminación.
3 Viviendas en bloque abierto	Modificación del régimen general de vientos Zonas de sol y sombra muy diferenciadas.	Más control sobre la humedad del suelo	Variedad de especies y diversidad de espacios abiertos	Menos congestión.

4 Viviendas unifamiliares adosadas	Murallas al viento modificación régimen general vientos	Consumo excesivo de suelo	Variedad de especies Concentración de humus Aportación adicional de agua.	Aumento de los tráficos internos.
5 Viviendas unifamiliares aisladas	Microclima local favorable ya que existe más vegetación	Despilfarro de suelo	Variedad de especies Aportación adicional de agua.	Aumento de los tráficos internos y externos contaminación.

Fuente: Higuera, 2006: 160.

La morfología de las parcelas dentro de las manzanas, establecen otra relación entre las condiciones generales y particulares de un asentamiento. Con respecto a su correcta integración en el medio natural, se deben valorar los siguientes factores: condiciones geométricas de la parcela (formas, relaciones de ancho/fondo); ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela; y edificabilidad máxima de las parcelas.

Por último, las condiciones de la edificación constituyen la escala de aproximación más detallada dentro de la ciudad, donde la relación con la arquitectura es totalmente directa. Se definirán condiciones que responden a planteamientos de arquitectura bioclimática. (Higuera, 1998)

Autores como Salvador Rueda han concluido que el modelo urbano que mejor se ajusta al principio de eficiencia energética es la ciudad compacta. El urbanismo ecológico adopta este modelo tanto en la transformación de tejidos existentes como en el diseño de nuevos desarrollos urbanos.

Salvador Rueda desarrolla una matriz (figura 29) que enuncia cuatro objetivos básicos para el urbanismo sostenible: la compacidad, la complejidad, la eficiencia y la estabilidad. A su vez, se estructura en ocho ámbitos. Este modelo recoge un enfoque de la relación ciudad-medio y los elementos que lo componen.

La compacidad atiende a la realidad física del territorio: la densidad edificatoria, la distribución de usos espaciales, el porcentaje de espacio verde o de viario. Determina la proximidad entre los usos y funciones urbanas. A este, lo acompaña el modelo de movilidad y espacio público y el modelo de ordenación del territorio derivado.

La complejidad atiende a la organización urbana, a la mezcla de usos y de funciones en un determinado territorio. Es el reflejo de las interacciones que se establecen en la ciudad.

La eficiencia se relaciona con el metabolismo urbano, es decir, con los flujos de materiales, agua y energía, que constituyen el soporte de cualquier sistema urbano para mantener su organización y evitar que sea contaminado. La gestión de los recursos naturales debe alcanzar la máxima eficiencia en el uso con la mínima perturbación de los ecosistemas.

La cohesión social atiende a las personas y las relaciones sociales en el sistema urbano. La mezcla social (de culturas, edades, rentas, profesiones) tiene un efecto estabilizador sobre el sistema urbano, ya que supone un equilibrio entre los diferentes actores de la ciudad. (Rueda, 2017: 13)

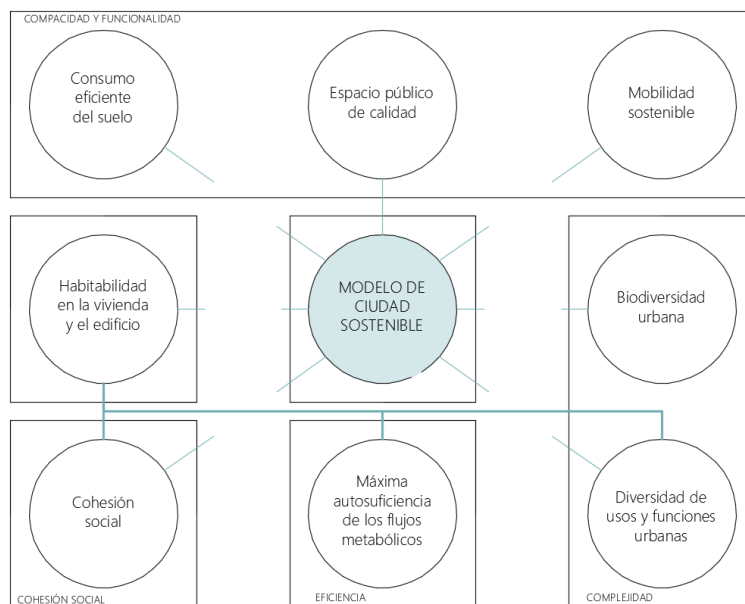


Figura 29: Matriz de objetivos para un desarrollo urbano sostenible Fuente: Rueda, 2017; 13

El espacio público es el elemento estructural de un modelo de ciudad más sostenible. Es el espacio de convivencia ciudadana y forma, conjuntamente con la red de equipamientos y espacios verdes y de estancia, los ejes principales de la vida social y de relación. El objetivo de la ciudad sostenible es conseguir un espacio urbano de calidad, con densidades medias que permitan el uso del espacio público y así, favorecer los recorridos peatonales para las diversas actividades relacionadas con la vida urbana. (Higueras, 2006)

De lo anteriormente expuesto se puede afirmar que existen unos factores comunes que van a influir en las diferentes escalas de la morfología urbana y van a ser claves para determinar la sostenibilidad de las ciudades y los entornos urbanos, especialmente con los consumos energéticos y con las emisiones gaseosas nocivas para las personas y para el medio ambiente. Estos son el emplazamiento, la orientación, la densidad urbana y la diversidad de los usos del suelo.

4.3.1 Emplazamiento

El emplazamiento de los primeros núcleos urbanos respondía a las necesidades de las poblaciones. Cuestiones como la cercanía de los recursos y materias primas, condiciones defensivas o comerciales, eran decisivas para la implantación de estos núcleos primigenios. Los emplazamientos de los núcleos urbanos estaban íntimamente relacionados con las condiciones del entorno. El nacimiento de las ciudades y por tanto su ubicación es algo que en la actualidad es invariable, el emplazamiento está implícito en las propias ciudades.

La localización es un factor fundamental que está vinculado al clima y al medio. Será determinante en relación a las variables climáticas de sol, viento, temperatura y a las condiciones geomorfológicas del soporte territorial.

El análisis de las condiciones microclimáticas de un emplazamiento se apoya en el conocimiento de los datos meteorológicos cercanos o de latitud semejante y en la corrección de dichos datos en función de las condiciones geográficas altitud y características geofísicas del terreno.

Las características del microclima urbano condicionan las necesidades energéticas de los futuros desarrollos urbanos. Por consiguiente, la clasificación del suelo y la asignación de edificabilidad, densidad, y tipos y características del asentamiento tendrán en cuenta las condiciones del microclima. Se deben considerar las condiciones microclimáticas y energéticas de los emplazamientos buscando el objetivo de un aprovechamiento de las condiciones ambientales favorables, así como el control de aquellas que sean desfavorables. (I.D.A.E., 2001) / (Higueras, 1998)

A una escala menor, la elección del emplazamiento de las parcelas en la mayoría de los proyectos no depende del arquitecto. Para el desarrollo de un proyecto bioclimático se tendrán que tener en cuenta factores del solar como: características topográficas (composición forma y aspecto del suelo); edificios existentes; restricciones de urbanización; distribución de los edificios en el solar (orientación, patios, acceso, situación de los espacios libres, jardines y zonas de servicio) y árboles entre otros. (James, 1999: 66)

4.3.2 Orientación

La orientación va a condicionar las variables de sol y exposición a la radiación solar directa y reflejada, así como las situaciones de vientos dominantes o calmas. Las calles que configuran la estructura urbana principal pueden orientarse teniendo en cuenta las condiciones de sol y viento que afectan al asentamiento.

Teniendo en cuenta las variables de sol y viento y totalmente relacionadas con la estructura viaria, se establecerán las orientaciones más favorables para cada asentamiento a fin de conseguir los criterios de optimización de las condiciones locales climáticas. (Higuera, 1998).

Mediante la elaboración de planos de soleamiento, donde se indiquen las zonas de umbría (orientación norte) y solana (orientación sur), se podrá decidir la localización de usos con fin de un mayor aprovechamiento energético. En base al plano de soleamiento se realizarán otros dos que ayuden a tomar decisiones al planificador. Para el caso de zonas destinadas a uso de parque, jardín, zonas verdes o, en general, áreas con vegetación, se considerarán como zonas preferentes las zonas de solana y como áreas a evitar las de umbría.

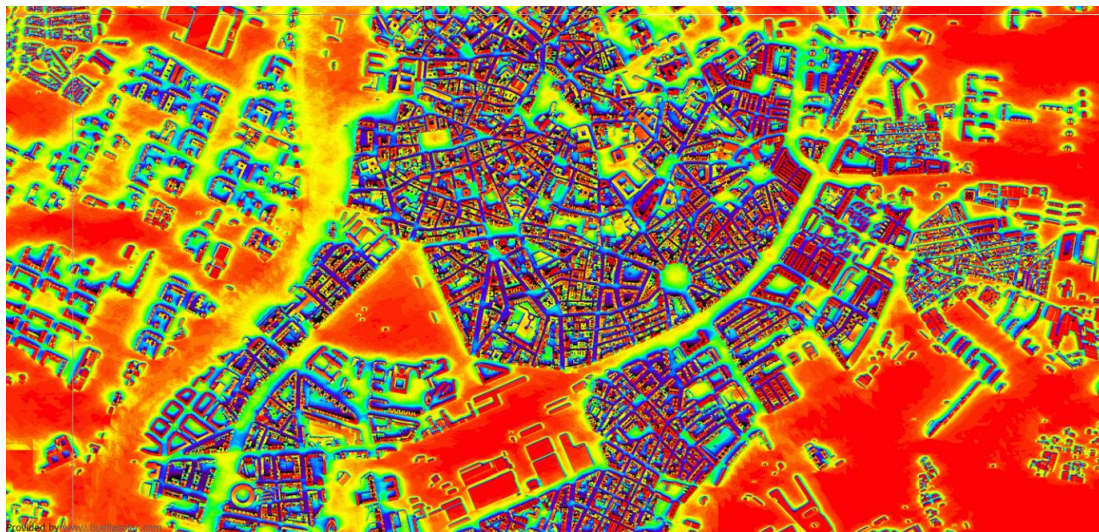


Figura 30: Plano de soleamiento ciudad de Valladolid. Fuente: Ver Anexo I

También en las zonas urbanas de umbría se tendrán en cuenta la separación entre edificios, bien de bloques o de manzanas, permitiendo el soleamiento durante dos horas en la planta baja en el solsticio de invierno. En la misma clase de suelo, pero correspondiente a solana se permitirá reducir dicha distancia hasta el límite del cumplimiento de las dos horas de sol. (Hernández, 2013: 45)

4.3.3 Densidad (viv/ha o hab/Ha)

Existen argumentos a favor tanto de la urbanización de alta densidad como de baja. Las densidades altas pueden significar un menor consumo de energía en los edificios, mayor tamaño de las zonas verdes, mayor uso del transporte público y más posibilidades de utilizar sistemas de calefacción colectivos, como la calefacción por distrito. También pueden producir beneficios socioeconómicos, por ejemplo, la supervivencia comercial de muchos servicios depende de las densidades relativamente altas que garanticen el suficiente número de clientes. A pesar de que las zonas de alta densidad se asocian a servicios más eficientes, también pueden producirse impactos negativos, como la contaminación y la ausencia de espacios públicos.

Por otra parte, la urbanización de baja densidad puede permitir mejor calidad de vida, viviendas más espaciosas, un jardín o huerto para cultivos, con la consiguiente producción de compost. Pero también tiene sus inconvenientes ya que puede suponer un uso poco eficiente del transporte, haciendo dependientes a los ciudadanos del coche, este modelo no favorece la interacción en el espacio público. La baja densidad consume grandes cantidades de suelo, para una determinada densidad este modelo tendrá una huella mucho mayor que un modelo más compacto, y la energía necesaria para su funcionamiento también será mayor que en la ciudad compacta. (James, 199: 62).

La densidad es un aspecto que implica cierta controversia, puesto que su exceso tiene tan graves consecuencias como su déficit, y además no existe un único índice de densidad ideal. (Del Caz, 2018; 87).

La densidad influye en los intercambios energéticos entre la edificación y el entorno. A mayor densidad disminuyen las posibilidades de intercambio energético. La temperatura será más estable sin oscilaciones extremas significativas y se dificultará la ventilación.

Las variables de sol y obstrucción solar, establecerán la relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles, se debe garantizar la existencia de sol en el solsticio de invierno en todas las fachadas principales, cuantas más viviendas por hectárea existan las posibilidades de sombreado son mayores. La altura de las edificaciones colindantes se comporta como obstáculos para la radiación solar directa y el viento. (Higueras, 2006: 161).

Para urbanizaciones residenciales se recomienda una densidad neta media de 100 personas o 40-50 viviendas por hectárea, debido a los siguientes motivos: es la densidad necesaria para que sea viable un buen servicio de autobuses; es la densidad más baja que permite sistemas de calefacción urbana; es la densidad más alta que permite un buen asoleo (con la distribución apropiada) y es el nivel medio que garantiza viviendas y jardines de tamaños variados. (James, 1999; 62).

Como valores de referencia se puede decir que < 40 viviendas/ha se considera valores bajos. Entre 50-70 viviendas/ha se consideran valores medios.

Los barrios tradicionales de las ciudades suelen superar las 100 viv/ha. En Castilla y León la legislación urbanística impide materializar densidades mayores de 70 viv/ha en nuevos desarrollos urbanísticos. La limitación de la ocupación máxima de las parcelas, los patios de parcela y la edificabilidad máxima serán las herramientas con las que controlar la densidad. (Del Caz, 2018; 87).

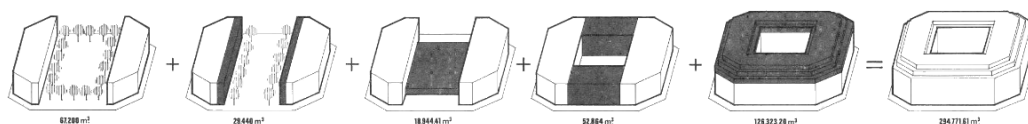


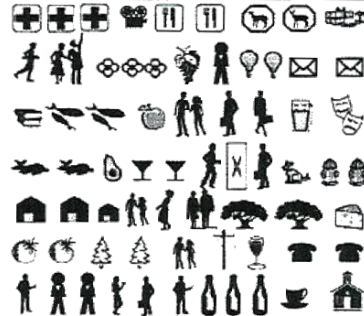
Figura 31: Densidades de las manzanas del Plan Cerdá en la ciudad de Barcelona. Fuente: Ver Anexo I.

4.3.4 Diversidad (mezcla de usos)

La densidad está ligada a la diversidad de las ciudades, por tanto, el modelo urbano de ciudad compacta o difusa permitirá distintos grados de diversidad.

Los núcleos urbanos difusos o zonificados integran áreas con un único tipo de uso, lo que conlleva que no exista una diversidad de población. Los espacios monofuncionales necesitan enormes superficies para su desarrollo (Centros comerciales, parques tecnológicos, campus universitarios, etc...), generalmente estas zonas se ubican alejadas de las ciudades, lo que obliga al uso del coche, comportan enormes gastos energéticos, contribuyen a deteriorar el medio ambiente, dificultan la vida cotidiana de las personas y generan inseguridad, al permanecer semivacíos en diversos lapsos temporales. (Del Caz, 2018: 87).

Por el contrario, un modelo de ciudad compacta permite la mezcla de usos y actividades generando núcleos heterogéneos. Con el fin de lograr altos grados de diversidad en la ciudad, habría que hablar de la mezcla de usos y actividades; mezcla de tipos de viviendas; mezcla de personas, etc.



Portadores de información en una urbanización de ciudad difusa. Portadores de información en un tejido urbano de ciudad compacta.

Figura 32: Esquema de diversidad de Salvador Rueda Fuente: Rueda, 2017

El análisis de la diversidad nos muestra quién ocupa el espacio y la probabilidad de intercambios y relaciones entre los componentes con información dentro de la ciudad. La segregación social que se produce en ciertas zonas de las ciudades crea problemas de inestabilidad como son la inseguridad o la marginación. En estos espacios se constata una homogeneidad en las rentas que influye en el resto de aspectos, incluidos en la idea de diversidad y cohesión. La mixticidad de usos y funciones permite que la calle sea ocupada y, en consecuencia, aumenta también la seguridad de la misma.

La proximidad física entre equipamientos y viviendas, la mezcla de diferentes tipos de vivienda destinados a diferentes grupos sociales, la integración de barrios marginados a partir de la ubicación estratégica de elementos atractores, la priorización de las conexiones para peatones o la accesibilidad de todo el espacio público para personas con movilidad reducida, son elementos clave para no excluir a ningún grupo social y garantizar las necesidades básicas de vivienda, trabajo, educación, cultura, etc. (Rueda, 2017: 14)

La mezcla de usos en la ciudad es una de las pautas esenciales de la sostenibilidad urbana con un alto grado de diversidad. Las estrategias urbanas que permiten incrementar el índice de diversidad son aquellas que buscan el equilibrio entre usos y funciones urbanas a partir de la definición de los condicionantes urbanísticos. El éxito en la planificación permitirá que el espacio público sea ocupado por personas de diferente condición, facilitando el establecimiento de interacciones entre ellas, posibilitando de esta manera la disminución del conflicto, lo que determina la estabilidad y madurez de un sistema.

4.4 Movilidad

La movilidad urbana, en una primera aproximación puede entenderse como el desplazamiento entre dos puntos dentro de un contexto urbano, trata de la caracterización cuantitativa y cualitativa de los desplazamientos en las ciudades. El usuario basa su elección en la utilidad que representa, y en la motivación para su realización. Los desplazamientos son variables en el tiempo y variables en su forma, en función del medio de transporte. (Dombriz, 2008: 21-22).



Figura 33: Icono movilidad sostenible Fuente: Ver Anexo I.

La ciudad y los sistemas de transporte, a lo largo de su evolución, se entrecruzan y se influyen. La movilidad es una de las consecuencias del urbanismo, es un efecto causal, donde cada uno desempeña la función de elemento causante o consecuente.

Lejos de esta reducción de fácil causalidad, el análisis de esta relación indiscutible y compleja, pasa por la comprensión profunda de las dinámicas territoriales en que se insertan los medios de transporte. (Miralles, 2002; 11).



Figura 34: Relación de causalidad entre el automóvil y la ciudad dispersa Fuente: Plan integral de movilidad urbana ciudad de Valladolid: 2016,10.

Estos, han evolucionado a medida que ha crecido la complejidad de las ciudades. Históricamente el crecimiento de las ciudades y sus trazados se han ajustado a los medios de transporte (ómnibus, tranvía tirado por caballos y posteriormente eléctrico) hasta la popularización del vehículo privado.

A partir de los años 50, se generaliza el uso del coche como principal medio de transporte⁵ por lo que la planificación de las ciudades y del territorio se ordena en función de la movilidad en coche, construyéndose vías especializadas para el movimiento de los mismos.

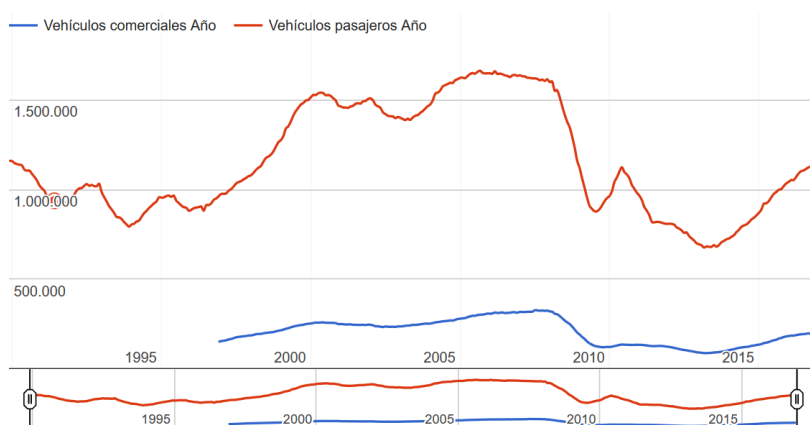


Figura 35: Evolución matriculación de vehículos nuevos en España. Fuente: Ver Anexo I

La presencia del vehículo privado supondrá un cambio drástico en los modelos de movilidad y en el aspecto y las características de las ciudades. Como consecuencia, se produce una explosión suburbana y un desarrollo de modelo de crecimiento disperso, colonizando el territorio de forma extensiva, ya que la residencia periférica se hace más accesible a una mayor parte de la población. Supone, la expulsión del centro urbano, primero de la residencia y más tarde de las actividades productivas. (Dombriz, 2008; 23).

Este tipo de movilidad, que sitúa en el centro de la planificación al coche, se refleja en el espacio público de la ciudad con la presencia masiva del automóvil; aumentando las distancias urbanas y la dispersión de las actividades en áreas monofuncionales, enalteciendo su uso y penalizado las posibilidades de los medios de transporte alternativos como el peatón, la bicicleta y el transporte colectivo en sus diversas variantes. Así mismo, esta movilidad influye de forma negativa en la contaminación atmosférica y acústica.

Un ejemplo del reflejo de la movilidad en la ciudad, es la ocupación creciente del espacio público por parte de la circulación y el aparcamiento en detrimento de otros usos y funciones urbanas. Las necesidades de espacio urbano ocupado por la presencia excesiva de automóviles representan un porcentaje superior al 50%. (Rueda, 2007; 62-64)

⁵ En el periodo entre 1990-2003, el parque de vehículos en España se incrementó de forma continua en algo más del 60%, alcanzándose índices de motorización que igualan a la media europea (478 vehs/1000habitantes en 2001). (Dombriz, 2008: 23-25)



Figura 36: Espacio dominado por la presencia de coches en la ciudad de Madrid. Fuente: Ver Anexo I

Los patrones actuales de movilidad son los causantes en buena parte de los problemas medioambientales locales y globales. La energía consumida por el sector del transporte en España se ha incrementado en la última década, muy por encima de los sectores industrial, residencial y comercial. En el ámbito urbano, el transporte representa más del 80% de las emisiones contaminantes de las cuales el 83% corresponden al automóvil. El ritmo actual de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)⁶ nos aleja, cada vez más del compromiso adquirido en el protocolo de Kioto. (Dombriz, 2008) (Rueda, 2007: 62)



Figura 37: Contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid. Fuente: Ver Anexo I

Además de la contaminación atmosférica también se produce contaminación acústica generada por el ruido del tráfico. Dependiendo de la ubicación de un edificio esta contaminación le afectará en mayor o menor medida. Una parte importante de la población urbana española está expuesta a ruidos superiores a los saludables establecidos por la OMS; se estima que el 74% de la población urbana española está afectada por el ruido del tráfico y que un 23% está sometida a niveles no saludables. (Rueda, 2007: 62-64)

⁶ Las emisiones totales de los gases de efecto invernadero producidos por el automóvil han aumentado en el periodo 1990 y 2003 en un 57% hasta representar el 28% del total de emisiones. (Rueda, 2007; 62)



Figura 38: Plano de niveles sonoros de la ciudad de Valladolid Plano 41. Fuente: Ver Anexo I

Se propone conseguir una movilidad sostenible, a escala local, para mejorar la movilidad urbana y reducir así los impactos ambientales de proximidad. La movilidad sostenible busca facilitar el movimiento de personas y mercancías mediante el transporte adecuado, situando al peatón en el centro de la planificación urbana. Es decir, el objetivo principal es la reducción de las necesidades de desplazamiento motorizado, dado que ello conllevará una menor demanda de energía y una reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. (Del Caz, 2018: 89) (Juncà, 2006: 101) (Rueda, 2007: 61-65)

La ciudad y el entorno urbano de los edificios se deben diseñar de forma que integren todas las formas de movilidad teniendo siempre presentes cinco reglas de la planificación urbanística: peatones⁷, bicicleta, transporte público, vehículo privado y distribución urbana de mercancías cuyo diseño debe efectuarse con el máximo rigor. (Dombriz, 2008: 29).

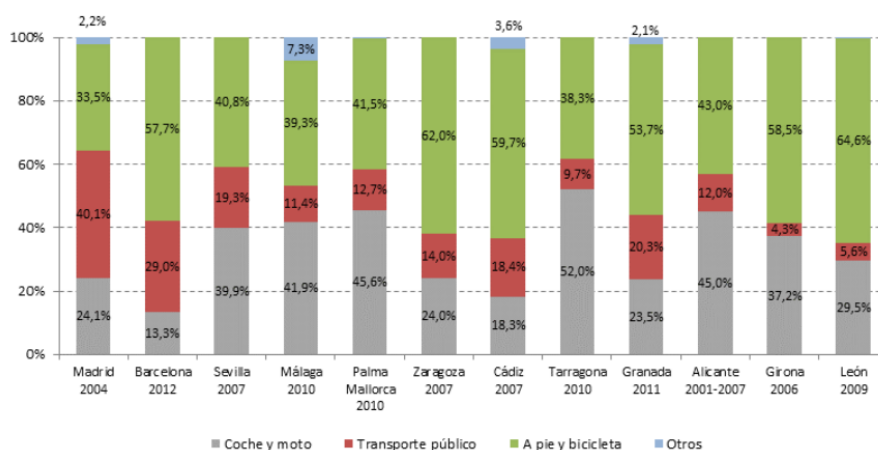


Figura 39: Reparto modal de viajes realizados en la ciudad capital. Fuente: Ver Anexo I

⁷ En la mayoría de las ciudades españolas el peatón sigue siendo el protagonista, con una proporción de entre el 40 y el 55% de los desplazamientos cotidianos, el automóvil ha absorbido numerosos viajes alcanzando también porcentajes próximos a la mitad, muy superior a la del transporte colectivo. Sólo en las grandes áreas metropolitanas el autobús y los modos ferroviarios han podido mantener y consolidar su papel en la movilidad frente al automóvil. (Rueda, 2007: 64)

La movilidad sostenible combina objetivos de transformación física, social y económica del territorio urbano. Algunos de esos objetivos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 8: Objetivos movilidad sostenible

Reducir la dependencia del automóvil.	Es necesario reducir el número de coches que circula por la ciudad.
Incrementar y fomentar los medios de transporte alternativos	Generar espacios que favorezcan al peatón, al ciclista o el transporte colectivo en condiciones adecuadas de comodidad y seguridad.
Recuperar la convivencia en el espacio público.	De lugar de paso y espacio del transporte las calles han de pasar a ser también lugar de encuentro y espacio de convivencia multiforme.
Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados	Los vehículos motorizados deben reducir sus consumos y emisiones locales y globales.
Evitar la expansión de los espacios dependientes del automóvil	Frenar la expansión del urbanismo dependiente del automóvil mediante el transporte colectivo y las redes no motorizadas.

Fuente: Rueda, 2007: 61-65

Para lograr los objetivos que plantea la movilidad sostenible a continuación se estudian los modos para lograr una convivencia armónica, equitativa y pacífica mediante: Las vías de tráfico pacificado; Los espacios para las bicicletas; Los espacios para el transporte público y los aparcamientos. (Del Caz, 2018)

4.4.1 Vías de tráfico pacificado

Las vías de tráfico pacificado son vías que permiten utilizar el espacio público de manera más segura y equitativa, plantean reducir la preeminencia del coche disminuyendo de forma importante la velocidad a la que se circula. Esto implica una mejora de las condiciones acústicas y ambientales del espacio. Y una reducción de la emisión de gases contaminantes.

Para la pacificación del tráfico existen diferentes ejemplos de sistemas que aplican esta filosofía, como son las calles de coexistencia, tipo Woonerf o Naked Streets que integran las diferentes formas de movilidad.



Figura 40: Calle de coexistencia, tipo Woonerf Fuente: Ver Anexo I

Las calles de coexistencia tipo Woonerf (figura 40) son vías de tráfico pacificado. El espacio de la calle es compartido por diversos tipos de tráfico (peatonal, ciclista, rodado) y comparten el mismo espacio (plataforma única) lo que las convierte en espacios muy accesibles. Para regular la velocidad de los vehículos se disponen elementos en el recorrido para reducir la velocidad de los coches.

Las calles tradicionales, donde el tráfico se encuentra segregado, también pueden adoptar medidas para la pacificación del tráfico evitando que los coches circulen a más de 30km/h, disponiendo cruces a la cota del peatón, badenes, estrechamientos de calzada, etc. (Del Caz, 2018: 89)

Las zonas 30 (figura 41) son vías que corresponden a entornos urbanos más amables y tranquilos en los que los ciudadanos desarrollan sus actividades sin la presión del tráfico y cuya velocidad máxima de circulación es de 30km/h. Se caracterizan por tener un tráfico de destino que garantiza el acceso a viviendas y actividades terciarias, pero en ningún caso, soportar tráfico de paso. En las zonas 30 la acera y la calzada están situadas a distinto nivel para dar mayor protección al peatón. (DGT, 2016)



Figura 41: Calle zona 30 Fuente: Ver Anexo I

La implantación de estas zonas de tráfico pacificado influye favorablemente en el entorno de los edificios: se favorece el encuentro social y se recupera la calle como lugar de convivencia; se reduce la velocidad y con ello los riesgos de accidente y su gravedad, así mismo, se reduce la contaminación ambiental y sonora. (Del Caz, 2018: 89)

4.4.2 Espacios para las bicicletas

La bicicleta casi desapareció de las ciudades españolas en los años setenta, con la generalización del coche. El objetivo es normalizar su uso y su presencia en las calles como un vehículo más. Para ello es fundamental desarrollar planes específicos que fomenten este tipo de movilidad, inscritos en el planeamiento urbanístico o en la gestión de la movilidad municipal.

Estos planes se deben enfocar hacia la promoción de este medio de transporte, la bicicleta es, en general, un medio de desplazamiento casi tan rápido como el coche para que su uso sea seguro se debe hacer una planificación ciclista integrada. Creando redes de vías ciclistas o itinerarios ciclistas, no necesariamente carriles bici, sino conjuntos articulados de vías compatibles con la circulación de bicicletas (generar red de movilidad); ofreciendo conexiones directas y convenientes, relaciones con equipamientos y servicios públicos, centrales etc.; disponiendo aparcamientos para bicicletas en lugares estratégicos; diseñando adecuadamente los espacios destinados a este medio, el sistema debe ser accesible para ello se estudiarán las dimensiones de las secciones, señalización horizontal y vertical; facilitando el traslado en otros medios de transporte; y sobre todo, cambiando los criterios de tratamiento del viario para garantizar la seguridad y comodidad de los ciclistas en el tráfico general, modificando la cultura dominante sobre la utilidad de este. (Rueda, 2007: 76) (Del Caz, 2015).



Figura 42: Carril bici ciudad de Copenhague. Fuente Ver Anexo I

En función del grado de segregación con el resto de los medios de transporte se pueden clasificar las vías ciclistas en: Carril-bici, plataforma exclusiva para la circulación ciclista; pistas-bici, independientes del tráfico peatonal y rodado en multitud de formas; aceras-bici, vías ciclistas yuxtapuestas o superpuestas al espacio de circulación peatonal; sendas-bici. Transcurren por espacios no urbanizados o parques.

La incorporación de bicicletas al tráfico contribuye por sí misma a la moderación de la velocidad, modificando el comportamiento de los conductores de vehículos motorizados. También puede ser un instrumento de gran utilidad a la hora de plantear cambios en la sección viaria que favorezcan la amortiguación del tráfico y favorezcan al peatón. (DGT, 2016)

4.4.3 Espacios para el transporte público

El objetivo principal de la movilidad sostenible, como ya se ha mencionado, es reducir a la mínima expresión los desplazamientos motorizados, dado que ello conllevará una menor demanda de energía y una reducción de las emisiones de GEI. No por ello, se debe prohibir o eliminar el transporte motorizado en los núcleos urbanos. Los medios de transporte alternativos al automóvil, no son una condición suficiente para la movilidad sostenible, pero sí una condición necesaria. (Rueda, 2007: 76)

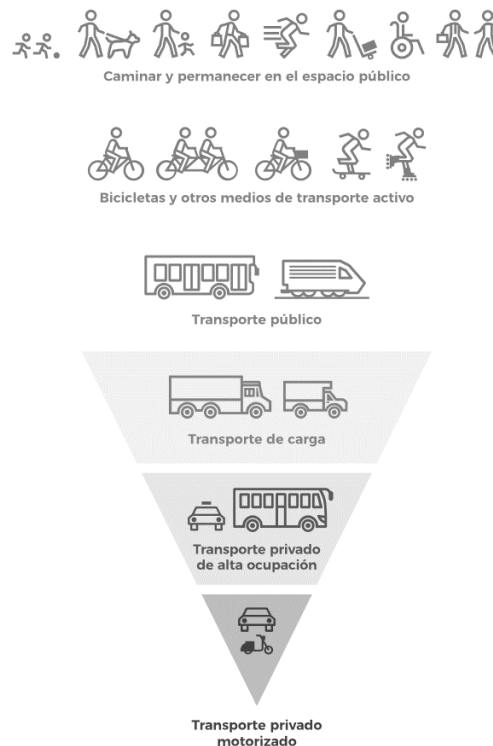


Figura 43: Pirámide de la movilidad sostenible Fuente: Ver Anexo I

El transporte colectivo tiene límites ambientales, sociales y económicos que no deben sobrepasarse: los vehículos colectivos son eficientes desde el punto de vista ambiental, social y económico en la medida en que tienen una ocupación suficiente y pueden circular en un régimen aceptable de velocidad. Es necesario impulsar la mejora de la funcionalidad y el atractivo del transporte colectivo. (Rueda, 2007: 76)

Con el fin de hacer más atractivos los servicios de transporte público y garantizar un servicio de calidad, el proyecto europeo Civitas propone algunas medidas: Ampliar la red de transporte público, aumentando la red y la proximidad de las paradas; la mejora de la frecuencia y las horas de funcionamiento; modernizar las infraestructuras; mejorar la accesibilidad de todas las personas y mejorar la seguridad y protección en las estaciones. (Civitas, 2010).

La implantación de estas medidas fomentará el uso del transporte público y la reducción de la dependencia del automóvil, esto repercutirá favorablemente en el entorno de los edificios mediante la

proximidad y accesibilidad al transporte público reduciendo las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI).

4.4.4 Aparcamientos.

Para planificar y gestionar los aparcamientos con criterios de sostenibilidad estos se deben incorporar como una pieza activa en la política de movilidad, evitando que se facilite indiscriminadamente el uso del automóvil. Hay un conjunto de mecanismos de intervención en relación con el aparcamiento que disuaden el uso del transporte privado en la ciudad, penalizando los usos menos compatibles con la calidad de vida urbana. Se pueden clasificar en tres tipos de aparcamiento el aparcamiento rotatorio, el aparcamiento disuasorio y el aparcamiento para residentes. (Rueda, 2007: 73)

El aparcamiento rotatorio es un tipo de aparcamiento de uso temporal que puede conllevar el pago de tarifas o no, situado en vías públicas o en parkings; debe restringirse en aquellos ámbitos donde se estime oportuno reducir la presencia de coches circulando. El aparcamiento disuasorio se localiza en ámbitos periféricos, en el borde de zonas muy densas, se disponen para reducir la presencia de coches en los centros.

El aparcamiento para residentes es el que mayor influencia tiene en el entorno de los edificios, requiere una evaluación cuidadosa, ya que en determinados barrios es imprescindible la presencia de este aparcamiento, pero en otros barrios su disposición puede tener un efecto rebote estimulando el uso del vehículo privado. La creación de plazas de aparcamiento, en viario o en edificaciones, estimula el acceso en automóvil y puede suponer la superación de la capacidad ambiental de una calle o un barrio. (Del Caz, 2018: 90)



Figura 44: Calle del centro de Oslo antes y después de la aplicación de las medidas de regulación del aparcamiento. Fuente: Ver Anexo I

La presencia del aparcamiento en zonas donde no es imprescindible además de fomentar el uso del coche, reduce la disponibilidad de espacio público para el ciudadano e impide que éste pueda

desarrollar con plenitud las actividades que le son propias como la estancia, el desplazamiento y las relaciones sociales.

El objetivo a alcanzar es recuperar el espacio para el peatón, garantizando un número suficiente de plazas de aparcamiento fuera de la calzada y para un área determinada (barrio urbano), de forma que se cubra la demanda de estas plazas por parte de los residentes del área. La finalidad será liberar el espacio público de vehículos privados, favorecer otros usos y reducir los impactos derivados en los ciudadanos y usuarios de este espacio público. (Rueda, 2017: 49)

Por ello se deben promover políticas de planificación y control de los aparcamientos apoyados en criterios coherentes que coordinen todos los elementos que entran en juego como puede ser la capacidad de la red viaria, la gestión del tráfico, la recuperación del espacio público y la promoción de los medios de transporte alternativos. (Rueda, 2007: 73)

Los planes de movilidad urbana sostenible se plantean para alcanzar los objetivos de movilidad sostenible impulsando los cambios necesarios en la movilidad urbana con criterios de sostenibilidad, apuestan por situar en el centro de la planificación a las personas. Tienen como objetivo implantar formas de desplazamiento más sostenibles en el espacio urbano (caminar, pedalear o utilizar el transporte público) reduciendo el consumo energético y las emisiones contaminantes, logrando al mismo tiempo garantizar la calidad de vida de la ciudadanía, igualmente se contemplan los objetivos de lograr la cohesión social y el desarrollo económico. (Vega, 2017; 5)

Algunos de los beneficios de los planes de movilidad urbana sostenible son: la reducción de atascos y congestión de tráfico; disminución de niveles de ruido, contaminación atmosférica; disminución de consumo de energías no renovables; mejora del servicio de los medios de transporte colectivo; mejora de la accesibilidad; recuperación del espacio público; mejora de la calidad del medioambiente, calidad de vida y salud de los ciudadanos. (PMUS Burgos, 2017)

Las redes de transporte deben acompañar a la planificación urbanística, reservando espacio de calidad en la sección viaria para el transporte público, peatón y bici. Se debe fomentar la mezcla de usos en el espacio urbano, zonas multifuncionales, en lugar de segregar las actividades favoreciendo, además, la compactación urbanística.

Es necesario promocionar modos alternativos al vehículo privado en los centros urbanos, incrementando la oferta de transporte público, mejorando su calidad (disminución de tiempos y aumentos de frecuencias, e introduciendo medidas de integración tarifaria, regulación del aparcamiento y creación de puntos de intercambio óptimos.

Las redes de transporte, peatonales y ciclistas se deben planificar como modos de transporte habitual en las ciudades, conectando los principales centros de actividad de forma continua con un incremento en longitud, superficie y calidad, creando puntos de intercambio óptimo y medidas de promoción.

La red viaria urbana se debe articular facilitando el uso del coche en el exterior, pero con limitaciones de circulación en el interior, todo ello acompañado de medidas que contribuyan a disminuir la velocidad y de regulación del aparcamiento. (Dombriz, 2008: 138-139).

Tabla 9: Características que debe cumplir un plan de movilidad sostenible.

Eficiente	Accesible	Integral
Mejor sistema de transporte con menos recursos.	Pensando para todos, adaptado a las personas.	Abarca todos los modos de transporte
Sostenible	Vinculado	Flexible
Promueve el desarrollo equilibrado de todos los modos de transporte, incitando el cambio hacia los más sostenibles.	Con los planes, directrices y estrategias en el ámbito municipal, regional o estatal.	Permite cambios en función de las necesidades de la ciudad
Abierto	Estratégico	Dinámico
A todos los agentes sociales y colectivos ciudadanos en todas las fases del proceso.	Sin renunciar al corto plazo, para materializar una visión consensuada de la ciudad.	Seguimiento y evaluación periódicos como proceso de aprendizaje y mejora que actualiza el plan de manera constante.

Fuente: Plan de movilidad urbana de Burgos, 2017

4.5 El ciclo del agua

A la hora de estudiar la influencia que tiene el agua en el entorno próximo de los edificios y cómo repercute en la mitigación del cambio climático, es importante conocer su ciclo natural. Una gestión sostenible del agua en los ámbitos urbanos pasa por hacer que el ciclo urbano de potabilización-depuración se acerque más al ciclo natural del agua (evaporación-condensación-precipitación). (Del Caz, 2018: 92)

La característica más importante del ciclo del agua⁸ es su condición dinámica, el agua es repuesta constantemente mediante su ciclo. Tras evaporarse de los océanos, circula sobre las masas terrestres, cae en forma de lluvia o nieve, se filtra hasta el subsuelo y retorna al océano, vía ríos y lagos. El agua que cae sobre la tierra en forma de precipitación puede seguir diversas direcciones. Una parte de ella se evapora antes de alcanzar la tierra, otra parte es interceptada por la vegetación y se evapora o es transpirada de nuevo hacia la atmósfera, otra parte se filtra en el suelo y en las reservas del subsuelo, y otra parte va a parar a los arroyos, ríos lagos y pantanos en su camino de regreso al océano. (Hough, 1995: 33)

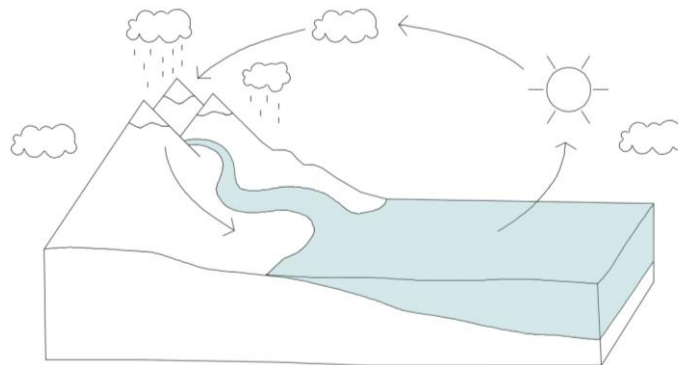


Figura 45: Ciclo hidrológico Fuente: Ver Anexo I

Los recursos hídricos dependen directamente de los fenómenos meteorológicos por ello requieren ser gestionados con políticas basadas en el ahorro, la eficiencia de uso y la reutilización debido a su escasez como recurso. (Higuera, 2009: 12)

⁸ Del agua total del planeta más del 96% es agua salada y el 4% es agua dulce. De esta, un 68% se encuentra en el hielo y glaciares y un 30% en el suelo. Es el agua de ríos y lagos, la minoritaria, la fuente usada por las personas a diario. El ciclo del agua se está viendo afectado por cambios en el clima y porque la extracción de agua se ha multiplicado por 3 en los últimos 50 años. Las emisiones de CO₂ en la atmósfera repercuten en los océanos, estos absorben el carbono y cuanto mayor sea la concentración en la atmósfera más será la cantidad que absorban los océanos provocando un aumento de la acidez al combinarse con el agua, causando desequilibrios en el sistema marino. (Acciona, 2018)

La influencia del hombre en el ciclo natural de agua puede ser dos formas distintas: directamente mediante la extracción de agua (superficial o subterránea) o mediante el vertido de aguas contaminadas; e indirectamente, alterando la vegetación y la cobertura del suelo (urbanización y consiguiente impermeabilización del suelo. ambas alteran el régimen de circulación y la calidad de las aguas. (Higuera, 2006: 64)

La urbanización crea un nuevo medioambiente hidrológico. El asfalto y el hormigón reemplazan el suelo, los edificios reemplazan a los árboles, y los sumideros y las redes de pluviales reemplazan las corrientes de las cuencas fluviales naturales. La cantidad de agua recogida depende de las características filtrantes de la tierra y está relacionada con la pendiente, el tipo de suelo y la vegetación. Su relación con el porcentaje de superficies impermeables es directa. (Hough, 1995: 39)

Como consecuencia, en las ciudades se llega a perder hasta el 90% del agua procedente de la lluvia, que va directamente a la red de alcantarillado. La gran cantidad de superficies lisas y asfaltadas modifican la escorrentía superficial para la evacuación de las aguas de lluvia; impiden la penetración de agua en el subsuelo con destino a las zonas de recargas de acuíferos; y aumentan el albedo de suelo y la radiación difusa.

La ciudad modifica el ciclo natural del agua, produce una importante alteración de las escorrentías superficiales y un despilfarro generalizado del agua de lluvia, que se evacua hacia la red de saneamiento urbana y desaparece rápidamente del entorno, impidiendo su aprovechamiento para otros usos. Y conlleva un aumento progresivo de los consumos de agua potable. Por tanto, se puede afirmar que en los núcleos urbanos presentan un ciclo abierto desequilibrado. (Higuera, 2006: 64)

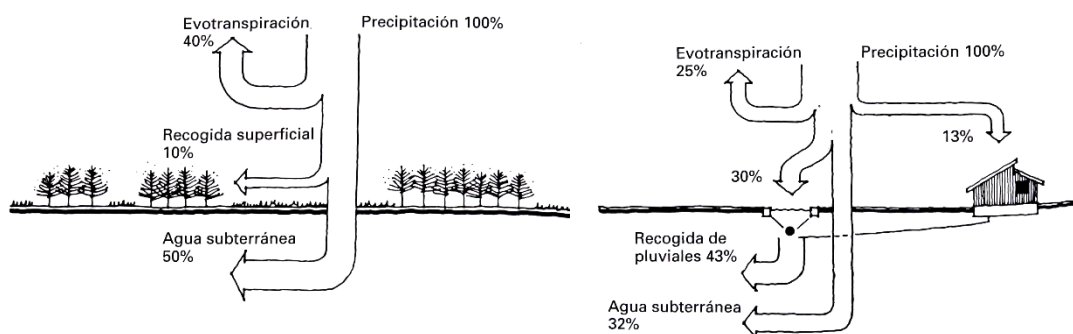


Figura 46: Ciclo del agua en un entorno natural frente al ciclo del agua en un entorno urbano. Fuente Hough, 1995.

La gestión ecológica y sostenible de los recursos hídricos en el ámbito urbano, pasa por la racionalización en su consumo y el acercamiento al ciclo natural del agua, cerrando el ciclo. Teniendo como objetivo último la autosuficiencia hídrica urbana. Para llevar a cabo esta gestión sostenible del agua en los ámbitos urbanos es importante tener en cuenta determinadas medidas que ayudarán alcanzar estos objetivos y a mejorar las condiciones energéticas del entorno de los edificios.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), o BMP's (Best Management Practices) se fundamentan en reproducir de forma fiel el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es resolver tanto los problemas de cantidad como de calidad de las escorrentías urbanas, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico y maximizando la integración paisajística y los valores sociales y ambientales de las actuaciones programadas. (Higueras, 2009).

En este sentido, es fundamental conocer en qué grado está presente el agua en el entorno de los edificios. Teniendo en cuenta: el agua disponible en el emplazamiento (lluvias y características del suelo); el balance hídrico que establece la cantidad de agua disponible (agua evaporada y agua filtrada); los consumos de agua urbanos para todos los usos (cantidad y calidad del agua para cada uso); el aprovechamiento de aguas residuales para usos urbanos (limpieza, riego, etc.); almacenar el agua procedente de la lluvia y destinarla a usos convenientes. (Higueras, 2006: 78)

Mediante medidas de aprovechamiento y reciclaje del agua de lluvia y de las aguas grises; de retención e infiltración del agua de lluvia y de aprovechamiento de las posibilidades de confort higrotérmico del agua en los entornos de los edificios se buscará la racionalización de los recursos y el cierre del ciclo del agua. (Del Caz, 2018: 91).

4.5.1 Aprovechamiento y reciclaje del agua de lluvia y de las aguas grises

Las medidas de aprovechamiento y reciclaje del agua de lluvia y de las aguas grises buscarán en primer lugar la optimización de la demanda de agua doméstica, comercial y pública; y en segundo lugar la sustitución de parte de la demanda por agua no potable en el ámbito urbano, mediante el aprovechamiento de las aguas pluviales, residuales, subterráneas y otras posibles fuentes vinculadas al entorno urbano. (Rueda, 2017: 59)

El proceso de recoger, almacenar y tratar localmente el agua procedente de la lluvia servirá para reutilizarla en otros usos como, por ejemplo: estéticos, recreativos, riego o limpieza de las calles. La calidad del agua recogida será un factor decisivo para determinar su futuro uso, ya que existen múltiples posibilidades de reutilización. Esta agua se puede canalizar hacia lagos artificiales o naturales, estanque o albercas integradas en la ordenación que, además, contribuyen a mejorar las condiciones del microclima local y suponen un ahorro en el consumo general de agua para el riego, principalmente, además de aportar un valor estético incuestionable. (Del Caz, 2018: 91) (Higueras, 2006: 78)

A esta agua de lluvia se pueden sumar las aguas grises (aguas domésticas, aguas pluviales colectadas en las cubiertas de los edificios y aguas pluviales procedentes del espacio público) con un ligero tratamiento previo. Para la optimización de las aguas grises se contempla la creación de sistemas

separativos de evacuación, captación de aguas pluviales y tratamiento in situ y/o centralizado de bajo consumo energético.

La regeneración de aguas marginales representa la proporción de la demanda urbana que sustituye el suministro urbano de agua no potable. Las aguas regeneradas pueden ser utilizadas en el ámbito doméstico, público, comercial o urbano (WC, limpieza, riego de parques y jardines). (Rueda, 2017: 59)

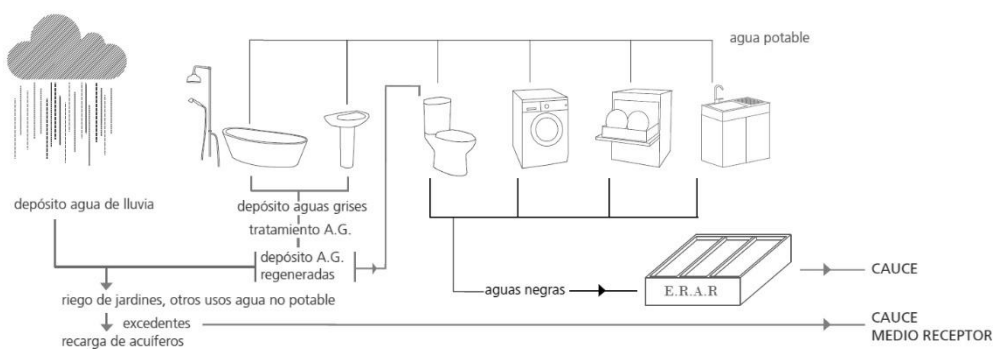


Figura 47: Reutilización y tratamiento del agua en las redes urbanas. Fuente: Higuera, 2009: 89.

Se busca la optimización de los consumos de agua, mediante criterios adecuados de gestión y aplicación de tecnología punta, la regeneración y reciclaje de las aguas marginales urbanas, de tal manera que se disminuya la presión sobre las fuentes naturales en el mayor grado posible, con demandas energéticas mínimas y contaminación cero de los cuerpos receptores de las aguas depuradas y reduciendo el consumo de agua potable (lo que implica utilizar la cantidad de agua adecuada a cada uso).

En diversas ciudades europeas se plantean los llamados estanques de retención dentro de los barrios (en los parques, en el interior de las manzanas, etc.) como sistemas de almacenamiento y depuración natural de las aguas de lluvia y/o aguas grises. El funcionamiento de estos estanques se basa en la capacidad autodepurativa del medio hídrico y edáfico, además de en la fitodepuración, fenómeno que se produce en las raíces de ciertas plantas, que tienen capacidad para limpiar el agua. En este sentido, las macrofitas acuáticas pueden limpiar el agua con un grado bajo o incluso medio de contaminación del agua. También es conveniente generar un movimiento continuo del agua para que ésta se oxigene y puedan actuar las bacterias aerobias. (Del Caz, 2018: 91)

4.5.2 Retención e infiltración del agua de lluvia

Otra forma de aprovechamiento del agua pasa por la permeabilidad del suelo en el entorno de los edificios. El hacer más permeable los suelos urbanizados tiene la finalidad de fomentar la infiltración de agua en el subsuelo y frenar las escorrentías disponiendo pavimentos filtrantes o suelos terrizos.

Frente a los acabados superficiales impermeables en los espacios libres, la minimización de las superficies impermeables y su sustitución por otras que permitan la filtración lenta del agua permitiría una gestión ecológica del ciclo del agua.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible engloban multitud de soluciones que permiten afrontar el planeamiento, el diseño y la gestión de aguas pluviales dando tanta importancia a los aspectos medioambientales y sociales como a los hidrológicos e hidráulicos. La utilidad de estas medidas va más allá de la gestión de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, limpieza de calles, vaciado de fuentes y estanques ornamentales.

Algunos de estos sistemas de drenaje urbano son: las superficies permeables césped o gravas, bloques impermeables con juntas permeables, bloques y baldosas porosas, pavimentos continuos porosos (figura 48); franjas filtrantes dispuestas en el suelo vegetadas, anchas y con poca pendiente; pozos y zanjas de infiltración poco profundos rellenos de material drenante; drenes filtrantes poco profundas rellenos de material filtrante (granular o sintético); cunetas verdes; depósitos de Infiltración; depósitos de detención en superficie; depósitos de detención enterrados; estanques de retención; humedales. (Higueras, 2009; 85-86)

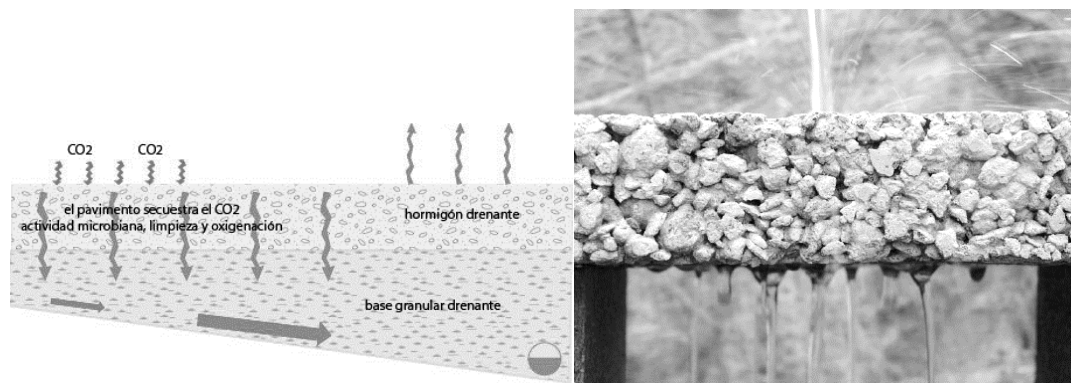


Figura 48: Sistema de drenaje urbano pavimento continuo poroso Fuente: Ver anexo I

A lo que habría que añadir otras medidas: como la incorporación de elementos urbanos y paisajísticos que ralenticen las escorrentías del agua y favorezcan la retención y filtración en la tierra (por ejemplo pequeñas presas, aterramientos, tanques de arena); la canalización del agua de lluvia recogido por las cubiertas de los edificios hacia jardines de lluvia, o pequeños cauces integrados en el diseño de los

espacios libres; así como la incorporación de sistemas de acumulación de agua de lluvia en el diseño de parques y espacios verdes públicos y privados. (Del Caz, 2018: 92)

El diseño de un sistema urbano de drenaje debe partir de la caracterización de los diferentes episodios de lluvia. Los episodios de precipitación más frecuentes son eventos de pequeña magnitud en cuanto a volumen de lluvia, y son precisamente estos eventos frecuentes los que generan altas concentraciones de contaminantes en las escorrentías urbanas. Su control será por tanto primordial para la reducción de la contaminación vertida a los medios receptores.

Los beneficios que se obtienen mediante la adopción de este tipo de medidas para la gestión del agua en entornos urbanos son múltiples, entre los que cabe citar los siguientes: Reducción de las demandas de agua potable; reducción de los volúmenes de aguas contaminadas generados a tratar en las depuradoras municipales (pudiendo alcanzar el 100% de las aguas pluviales y el 60% de las residuales); reducción del riesgo de inundación aguas derivado de la disminución de volúmenes y caudales punta de escorrentía; menor interferencia en los regímenes naturales de las masas de aguas receptoras, tanto en calidad como en cantidad. (Higueras, 2009: 93)

4.5.3 Aprovechamiento de las posibilidades de confort higrotérmico del agua

Como ya se introdujo en el apartado de microclima, el parámetro de la humedad influye en las condiciones de confort tanto del espacio exterior como en el espacio interior. En la adaptación del entorno de los edificios el análisis del balance hídrico y la situación de confort mediante la carta bioclimática de Olgyay, permitirá conocer las necesidades a suplementar mediante la evaporación de agua (por ejemplo, colocando láminas de evaporación) para conseguir un régimen de confort adecuado respecto a la humedad relativa del aire. (Hernández, 2013; 31)



Figura 49: Ecobarrio de Hammarby Sjöstad, Stockholm, Sweden Fuente: Ver Anexo I

En climas de veranos calurosos el aire puede estar muy seco a lo largo de muchos meses del año, provocando una sensación térmica de sobrecalentamiento en los entornos urbanos, que incide en la necesidad de refrigerar artificialmente las viviendas y espacios de trabajo. Esto genera incrementos de consumos energéticos y de emisiones que podrían mitigarse incorporando humedad al aire de manera natural.

El proceso fundamental por el que la humedad influye en el bienestar higrotérmico es el enfriamiento adiabático o enfriamiento evaporativo. Este proceso se produce mediante la evaporación de agua en el aire, de modo que disminuye la temperatura seca al mismo tiempo que aumenta el contenido de humedad del aire. Así se explica el fenómeno de la refrigeración del aire en presencia de agua. De forma contraria, al eliminarse del aire una cantidad de vapor de agua, aumentaría la sensación de calor por el efecto de la desecación del aire. (Hernández, 2013).

Sería conveniente incorporar en los entornos de los edificios sistemas que permitan regular la humedad del aire como: láminas de agua, vegetación, suelos terrizos y/o vegetales, etc., que permitan incrementar la presencia de vapor de agua en el aire y reducir la sensación de sobrecalentamiento.

Estas estrategias no solo ayudan a mejorar el confort de los espacios exteriores: mejorando la calidad y la habitabilidad del espacio libre, la biodiversidad urbana y los espacios verdes, sino que contribuyen al ahorro de energía mejorando la gestión de los recursos del agua, y acercándose al ciclo natural de la misma.

4.6 Tratamiento del espacio libre público o privado.

La red de espacios libres se compone de los sistemas locales de espacios públicos y privados; zonas verdes; parques suburbanos; parques urbanos; parques deportivos; jardines; y áreas ajardinadas.

En la planificación de los espacios libres y zonas verdes se deben tener en cuenta factores como: el tamaño; la forma; la localización; la orientación y las características y necesidades de la vegetación. Estos factores serán fundamentales con respecto a las variables de sol, viento, radiación solar y condiciones geomorfológicas del soporte territorial.

El interés en el estudio de la vegetación en lo que respecta a la ordenación del entorno de los edificios, puede ser muy diverso. Abarca desde su papel de ornamentación para la ciudad por su atractivo visual; a su influencia en el confort del espacio libre mejorando las condiciones climáticas de la ciudad; o su función como sumidero de CO₂ reduciendo la contaminación ambiental, entre otros. (Sukopp y Werner, 1989)

Siguiendo el artículo: *“El papel de la vegetación en la mejora del entorno de los edificios en los procesos de regeneración urbana”* (Del Caz, 2017) se establecen unos parámetros, relacionados con la vegetación que forman parte de la estrategia de mejora del entorno de los edificios objeto de estudio. Estos parámetros concretos, se pueden generalizar para estudiar la contribución de la vegetación en la mitigación del cambio climático en el entorno de los edificios. Estudiando los siguientes aspectos: Cantidad de espacios libres; cualidad de la urbanización de los espacios libres; distribución y accesibilidad; Cantidad, cualidad y localización de la vegetación; y por último xerojardinería

4.6.1 Cantidad de espacios libres.

Un aspecto importante de la planificación urbana sostenible es la creación de zonas verdes a distintas escalas. Las zonas de juegos, los parques y jardines públicos en las zonas urbanas, así como los espacios multiusos al aire libre en las periferias, reducen la contaminación, crean zonas adecuadas para el desarrollo de la flora y la fauna, y permiten que los habitantes de la ciudad tengan contacto con el campo.

Las zonas verdes pueden moderar el microclima local. La vegetación y el agua modifican la humedad la temperatura del aire, el viento, la radiación solar, el ruido y la contaminación. También desempeñan un papel importante en la gestión de las aguas superficiales y potencialmente, de los efluentes. En el ámbito de la ciudad, los parques y jardines ejercen un efecto considerable sobre el microclima. Las

temperaturas pueden ser de 5 a 10°C más reducidas en los parques urbanos en comparación con las zonas densamente edificadas circundantes. (Higueras, 2006: 74)

Existen estándares que cuantifican la cantidad de espacios libres públicos mínimos con los que deben contar las ciudades, cantidad de metros cuadrados de vegetación por persona, número mínimo deseable de árboles por habitante, etc. En Castilla y León, se exige reservar 5 m²/habitante de espacio libre con carácter genérico y, de manera específica, 15 m² y 20 m² por cada 100 m² edificables en suelos urbanos no consolidados y suelos urbanizables. Por su parte la OMS, recomienda un mínimo de 10 m², siendo deseable una dotación de 15 m² por habitante. (Del Caz, 2018)

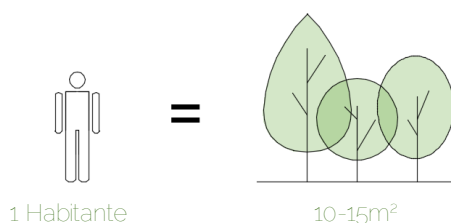


Figura 50: Estándar deseable fijado por la OMS Fuente: Elaboración propia

El asegurar una dotación mínima de espacio verde siguiendo un estándar, logra una distribución equitativa de las áreas verdes en el conjunto de la ciudad, de tal modo que pueden conseguirse tiempos adecuados de acceso compatibles con el rango y la función de cada de área.

Para pueblos y pequeñas ciudades, siguiendo el manual de diseño bioclimático, se procurará una única zona verde central a la que se pueda acceder andando en un máximo de veinte minutos, que supone unas distancias máximas comprendidas entre 300 y 400 metros dependiendo de la pendiente del terreno. Si fuera posible inscribir un círculo de este radio desde la zona verde que abarcara la totalidad del pueblo sería suficiente una única zona verde. En caso contrario habría que dividirla en dos o más. (Hernández, 2013)

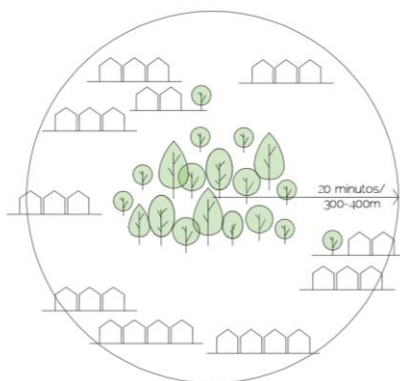


Figura 51: Zona verde central única válida radio de 300-400metros Fuente: Elaboración propia

Existen muchos estándares que cuantifican la cantidad de espacios libres de diferentes maneras. Estos estándares garantizan una red de espacios libres distribuida en la totalidad de la ciudad y repercuten positivamente en el entorno de los edificios, suponiendo una garantía de calidad urbana.

4.6.2 Características o cualidades de la urbanización de los espacios libres.

La elección de los materiales en la urbanización del entorno de los edificios, debe hacerse respondiendo a criterios de sostenibilidad. Lo que implica que los materiales empleados provengan de zonas cercanas al lugar y se adecuen al entorno y al uso para el que van a ser destinados, teniendo en cuenta si son superficies sobre las que se va a caminar, realizar actividades estanciales etc. Además, estos materiales deben ser duraderos, con un escaso mantenimiento y que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse, y, por supuesto, que no sean tóxicos o nocivos para la salud o el entorno natural.

Los materiales que se usan generalmente en la urbanización del espacio libre influyen en el balance térmico y en el balance hídrico del espacio urbano. Modificando las condiciones del microclima urbano mediante sus propiedades de absorción, almacenamiento y emisión de energía. A ello también influyen parámetros como el tamaño de las superficies, su disposición y su configuración espacial.

Sus propiedades térmicas y ópticas condicionan el aumento o la reducción de la temperatura superficial mediante el intercambio radiante de onda larga (absortividad, emisividad); reducen o incrementan la temperatura del aire dependiendo del coeficiente de transmisión superficial del material; absorben más o menos energía en función de parámetros como la conductividad térmica, la densidad y el calor específico y controlan la radiación reflejada en función de su reflectividad. (Hernández, 2013: 123).

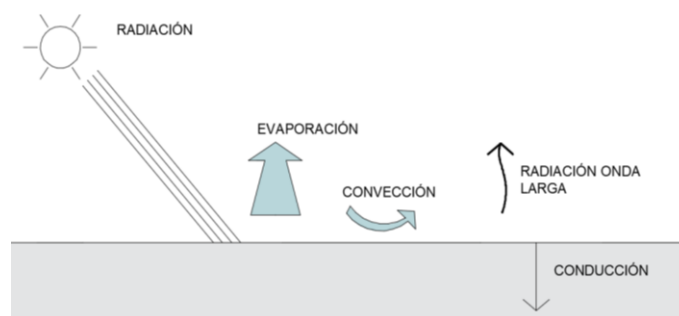


Figura 52: Intercambios energéticos de los materiales. Fuente: Hernández, 2013; 124

Así mismo, su impermeabilidad altera las características naturales del terreno interrumpiendo el ciclo natural del agua. Sus consecuencias inmediatas son el incremento de la escorrentía y un aumento de la velocidad del flujo de agua superficial que reduce los tiempos de concentración y el contenido de humedad en el medio urbano (Ver 4.5). Además, provoca el aumento de la temperatura ambiente y un deterioro de la calidad atmosférica.

Las superficies urbanas secas, como los asfaltos de las carreteras y calles, canalizan la energía radiante sobrante durante el día almacenando ese calor o intercambiándolo con el entorno por convección e

incrementando la temperatura del aire, si existe un aporte de humedad se favorece el enfriamiento evaporativo del aire. El empleo de materiales permeables permite que se mantenga el agua por un mayor periodo de tiempo al filtrarse hasta el terreno. Esto incrementa la humedad en el entorno urbano y permite que exista también una evapotranspiración que reduce el aporte de calor desde los materiales al aire. (Hernández, 2013: 131).

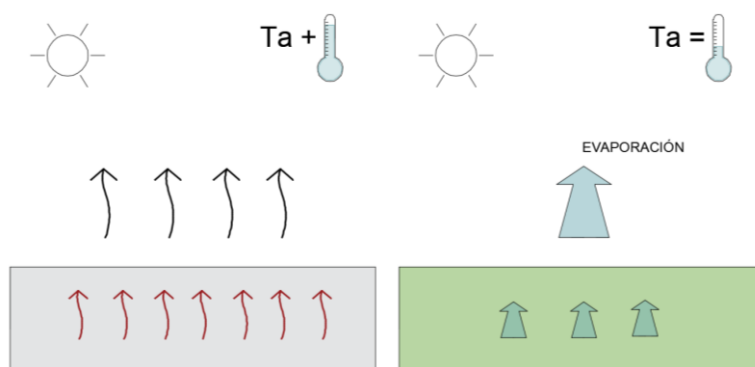


Figura 53: Esquema comparativo: suelo impermeable frente a suelo natural Fuente: Hernández, 2013; 130

4.6.3 Distribución y accesibilidad

Se puede decir que existen cuatro niveles jerarquizados de los espacios verdes públicos urbanos: el verde próximo a la unidad residencial (vivienda o manzana unifamiliar), el verde de la vecindad (espacios libres de pequeña entidad), el verde del barrio, y el parque urbano. Una buena política de áreas verdes exige la integración de los diversos tipos de áreas en una red densa y continua, a la que puedan acceder los diferentes grupos sociales sin discriminación de cualquier tipo y en la que estén integrados los equipamientos urbanos: escuela, centro cívico, área comercial, etc.

Para garantizar la accesibilidad a la red de espacios libres, zonas verdes y hábitats naturales se deben conectar mediante corredores verdes lineales o circulares (pasillos o corredores urbanos), formando una red que abarque toda la ciudad. Así mismo, es precisa la conexión del verde de la ciudad con el espacio periurbano próximo y más alejado, como estrategia de mejora de la calidad del medio ambiente urbano y de mejora de la función recreativa del verde urbano. (Del Caz, 2018; 96)

Una condición básica de estos corredores verdes es la de contar con una sección suficiente no impermeabilizada, sustrato permeable con índices de permeabilidad del suelo altos; una presencia arbórea diversa; los menores cruces transversales posibles y de escasa entidad, para permitir el movimiento de peatones, ciclistas y animales por todo el sistema. (Hernández, 2013)

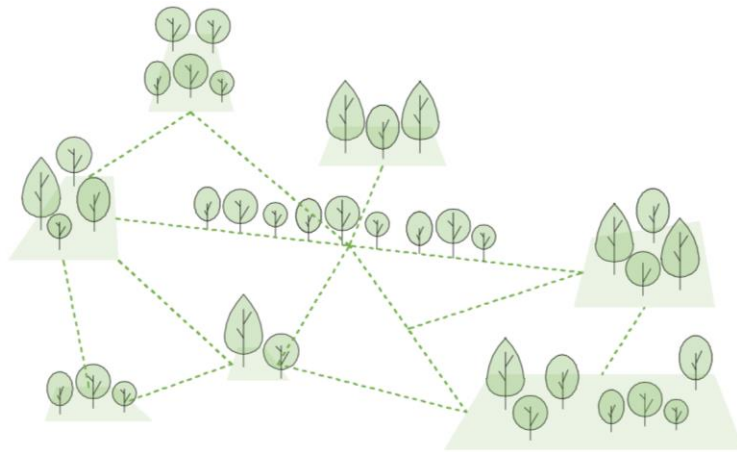


Figura 54: Red conectada de zonas verdes y espacios libres Fuente: Elaboración propia

4.6.4 Cantidad, calidad y localización de la vegetación.

La importancia de renaturalizar las ciudades, incrementar las superficies verdes, facilitar la conexión y accesibilidad a los espacios libres; y mejorar las características de los suelos urbanos convergen con las políticas de adaptación y mitigación al cambio climático. Tal y como se ha mencionado la existencia de zonas verdes en la ciudad beneficia a la mejora de la calidad ambiental en espacios exteriores, la vegetación contribuye de forma directa en la calidad ambiental del entorno próximo de los edificios. (Sukopp y Werner, 1989)

La vegetación tiene una serie de efectos en el balance de energía urbano, reduce la incidencia de la radiación de onda corta en el suelo y evita la emisión de onda larga (infrarroja) del suelo a la atmósfera; influye en la velocidad del viento, actuando como barrera; reduce la escorrentía de las superficies, si se compara con la de las superficies pavimentadas o el suelo sin vegetación y aporta vapor de agua al ambiente produciendo una humectación y un efecto de enfriamiento adiabático. (Hernández, 2013; 108)

Estas modificaciones suponen importantes cambios para el microclima urbano y pueden mejorar en gran medida el bienestar de las personas que utilizan el espacio libre en la ciudad. El conocer los tipos de especies vegetales, si son caducifolias o perennifolias, su localización y su porte, ayudan a valorar la adecuación de las mismas de cara a: las potencialidades de captación de CO₂ y las posibilidades de confort y adecuación medioambiental del espacio libre. A continuación, se exponen las principales capacidades de la vegetación en relación a la mejora de las condiciones del espacio libre:

Capacidad para absorber el CO₂ (sumidero de CO₂): Esta capacidad no es igual en todas las especies vegetales, pues depende de la masa foliar, características de la planta, su porte, etc. A la hora de seleccionar especies de cara a la urbanización de nuevos espacios o mejora de los existentes se tendrán

presentes las investigaciones en este ámbito. Aunque, con criterio general, conviene disponer arbolado en todas las calles de un barrio, si lo que se pretende es aprovechar su capacidad de absorción de CO₂, deberían plantarse de forma ineludible en las calles de tráfico más intenso.



Figura 55: Barrera vegetal como protección de la contaminación atmosférica Fuente: Hernández,2013; 118.

Capacidad de regulación de las condiciones higrotérmicas: La vegetación influye en la modificación de los parámetros que definen las condiciones higrotérmicas de un ámbito: reduciendo de la incidencia de la radiación de onda corta en el suelo y minimizando la emisión de radiación de onda larga (infrarrojos) del suelo a la atmósfera. Esto conlleva la reducción de la temperatura en las áreas con presencia de vegetación, lo que incide decididamente en el ahorro energético de las edificaciones del entorno. A ello se añade la capacidad de transpiración que se produce en las hojas de las plantas que, sumada a la sombra que generan los árboles, produce un enfriamiento en el aire al añadirle vapor de agua. Así pues, si a una superficie permeable (que funciona mucho mejor que una impermeable desde el punto de vista de la regulación de la humedad) se le añade vegetación el efecto se multiplica.

Capacidad para proporcionar sombra: Esta cualidad es enormemente relevante en climas con veranos calurosos, pues permite hacer más habitable el espacio público (especialmente el viario y las plazas). En función del clima del lugar convendrá disponer arbolado de hoja perenne o caduca para aprovechar las ventajas de esta cualidad en verano sin sufrir sus efectos negativos en invierno, cuando lo que interesa es permitir la máxima radiación solar de los espacios públicos. Es importante realizar un estudio de sombras arrojado por la edificación y el arbolado sobre el espacio libre, para que el espacio libre no permanezca en una sombra continua, especialmente en invierno ya que no fomentaría su uso.

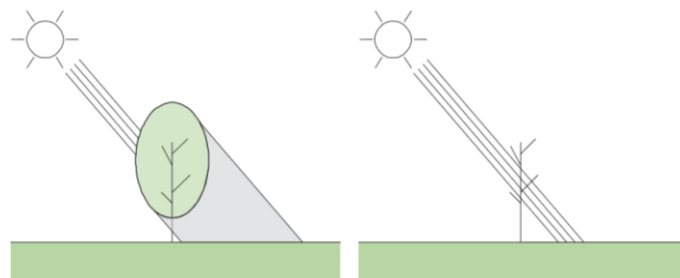


Figura 56: La vegetación de hoja caduca deja pasar el sol en invierno y produce sombras en verano. Fuente: Hernández, 2013: 114

Capacidad como pantalla de control del viento. La vegetación evita condiciones de viento indeseables. Cuando los vientos predominantes en determinada dirección tengan velocidades que superen los 10

m/s, conviene poner pantallas vegetales. Las barreras vegetales tienen ciertas ventajas sobre otro tipo de defensas: disminuyen los efectos de las turbulencias o la aceleración del viento en los bordes de dichas barreras, pues la vegetación absorbe la energía cinética del aire en movimiento.

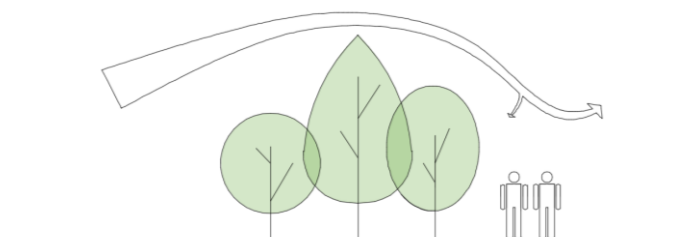


Figura 57: Efectos de una barrera vegetal de protección contra el viento Fuente: Hernández, 2013; 116

Capacidad de reducción de la contaminación acústica: La principal fuente de contaminación acústica en la ciudad es el tráfico rodado. A mayor volumen de tráfico, mayor nivel de ruido. La capacidad de las plantas para reducir la contaminación acústica depende de las características, densidad y estructura de las plantas utilizadas, así como de la localización de la barrera vegetal respecto a la fuente emisora de ruido. Por ello, las superficies vegetadas deben situarse próximas a los focos de emisión del ruido. Además, funcionan mejor si están compuestas por vegetación de diverso porte. A mayor densidad de las especies, mayor absorción. Las barreras vegetales aumentan enormemente su efectividad si se combinan con la topografía. En vías con mucho ruido conviene disponer taludes vegetados (figura 58).

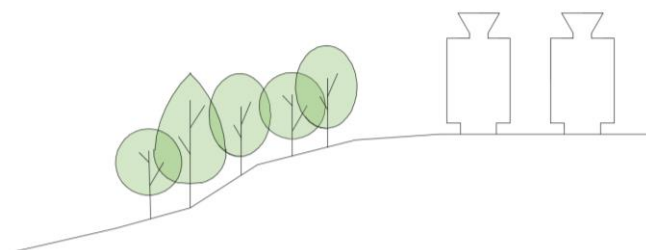


Figura 58: Barrera vegetal combinada con talud para la protección frente a la contaminación acústica. Fuente: Hernández, 2013; 121.

Por todo ello la vegetación desempeña un papel fundamental en el ámbito del entorno de los edificios, influyendo en el ahorro y la eficiencia energética y contribuyendo a mitigar la contaminación de CO₂. Conviene, incorporar vegetación a escala local, dentro de estos espacios hay que considerar las cubiertas verdes de las edificaciones, los espacios baldíos, zonas de aparcamiento con pavimentos semipermeables, paredes cubiertas de vegetación, bandas verdes o terrazas en el viario, espacios libres asociados a equipamientos, arbolado en las calles, arbustos y rastreras en parterres y espacios libres, en las isletas y demás elementos del viario, etc. (Del Caz, 2017) (Hernández, 2013) (Higueras, 2006)

4.6.5 Xerojardinería

La contribución de la vegetación al entorno de los edificios es fundamental en el ahorro, la eficiencia energética y la adaptación al cambio climático, tal y como se ha mencionado con anterioridad. Por ello, no sería coherente plantear una renaturalización de las ciudades sin tener en cuenta principios de eficiencia y ahorro energético.

Tal y como se ha expuesto en el apartado 4.4, el agua es un bien escaso que es preciso racionalizar, especialmente en áreas secas. La demanda de agua de riego que conlleva la extensión de zonas arboladas puede suponer un problema en buena parte del territorio español. En este sentido, es conveniente aplicar técnicas adecuadas para el diseño y gestión de espacios verdes cuyo objetivo principal sea el ahorro de agua y el uso eficiente del mismo.

La xerojardinería fomenta un uso racional del agua de riego en el desarrollo de los jardines, desde la concepción y la gestión de las zonas ajardinadas con bajo consumo de agua. Esta técnica se basa en siete principios esenciales: (Del Caz, 2017).

1. La planificación y el diseño zonificado en función de las necesidades de agua de la vegetación.
2. El análisis del suelo (capacidad de drenaje, de retención del agua, de penetración de la humedad), que permitirá la selección adecuada de plantas.
3. La selección de plantas: principalmente autóctonas o especies adaptadas.
4. Las zonas de césped prácticas, buscando su mayor beneficio funcional.
5. Riego eficiente mediante goteo o micro-aspersión.
6. El uso de acolchados o cubiertas para el suelo (mulching, según el término inglés). El mantillo conserva la humedad del suelo, previene la erosión y protege las raíces del frío o el calor excesivo, también ayuda a reducir las malas hierbas que compiten por el agua.
7. Mantenimiento adecuado, que reduzca al mínimo el uso de fertilizantes, pesticidas y otros productos para mantener la vitalidad de las plantas.



Figura 59: Jardín xerojardinería Fuente: Ver Anexo I

El estudio de la vegetación autóctona es imprescindible para obtener unos buenos resultados del soporte territorial. Una exhaustiva y adecuada selección y localización de especies a partir de los criterios anteriores es la base para un buen planeamiento medioambiental. Es siempre importante considerar la combinación de especies caducas y perennes en localizaciones adecuadas. La vegetación perenne ejerce una acción beneficiosa como defensa frente a los vientos fríos dominantes. La vegetación caduca aúna la necesidad de sombra en verano con la de radiación en invierno, por lo que es muy aconsejable para las zonas con una elevada densidad edificada.

Es interesante completar las especies arbóreas con otras arbustivas, tapizantes o superficiales (en paredes o techos), como alternativas para lograr una mayor presencia de vegetación en el interior de las zonas urbanas más densa. En todos los casos, antes de decidirse por plantaciones concretas hay que consultar la capacidad alergógena de cada una de ellas y evitar su uso. (Higueras, 2009: 67)

4.7 Energía

La energía es uno de los factores más determinantes para el desarrollo de la ciudad. La demanda energética está ligada a las formas de vida y al consumo generado por el modelo social y económico.

Los edificios y la estructura urbana son grandes consumidores de energía, agua y materiales y responsables de una parte importante de las emisiones de CO₂, la edificación representa el 42% del consumo de energía de la UE⁹. Su consumo energético y el impacto ambiental a él asociado pueden ser reducidos de manera drástica mediante una serie de medidas relacionadas la ordenación del territorio y de los edificios. (I.D.A.E. 2001: 10).

El estudio del ciclo de la energía en la ciudad se ha centrado en la escala del edificio individual y en el estudio de la ciudad en su conjunto, este salto de escala cuantitativo ha dejado de lado la escala de proximidad. El ciclo energético debe estudiarse desde estas tres escalas para desarrollar estrategias complementarias y crear espacios urbanos que ofrezcan una mayor calidad de vida, que comporten un menor consumo de energía y un menor impacto sobre el medio ambiente, ahorrar energía en los edificios y optimizar el consumo de energía con la estructura urbana. El urbanismo y la arquitectura deben desarrollarse manejando tanto la escala global como la escala local de la ciudad. (Granados, 2006: 85).

En la escala urbana, la ciudad se considerada como un ecosistema. Un ecosistema natural se organiza de tal forma que los ciclos de materia y energía tienen un carácter cerrado y cíclico. El sistema urbano se aleja de este funcionamiento presenta un metabolismo lineal o de ciclo abierto donde los flujos de energía se producen en su interior. Se trata de un mecanismo de entrada y salida lineal donde es necesario un gran volumen de energía procedente del exterior para hacer funcionar el sistema. En contraposición a este modelo, una ciudad con un metabolismo circular se caracteriza por la reutilización de los residuos y transformaciones de éstos en recursos y el aprovechamiento de las fuentes energéticas locales y renovables entre otros.

En la ciudad actual el balance entre la energía recibida y la energía consumida es muy desigual, se producen grandes desproporciones entre las fuentes y los sumideros. Las principales fuentes de energía renovables, de ciclo cerrado: el sol, el viento, el agua etc. no se aprovechan frente a los altos consumos de energía procedentes de la combustión de combustibles fósiles. El objetivo es emplear energías de

⁹ El consumo energético asociado a la construcción de una vivienda media en España se evalúa en unos 150.000 kWh, que traducido a emisiones de CO₂ supone unas 42 t/CO₂. A esta energía incorporada al ciclo de la construcción habría que añadir un consumo energético medio de 12.000 kWh/año y 1,9 t/año de emisiones, con un horizonte de 75 años de vida media de los edificios. (Granados, 2006)

ciclo cerrado o convertir los residuos que se generan en nuevos recursos energéticos, aptos para mantener el funcionamiento de las zonas urbanas. (Fariña, 1998)

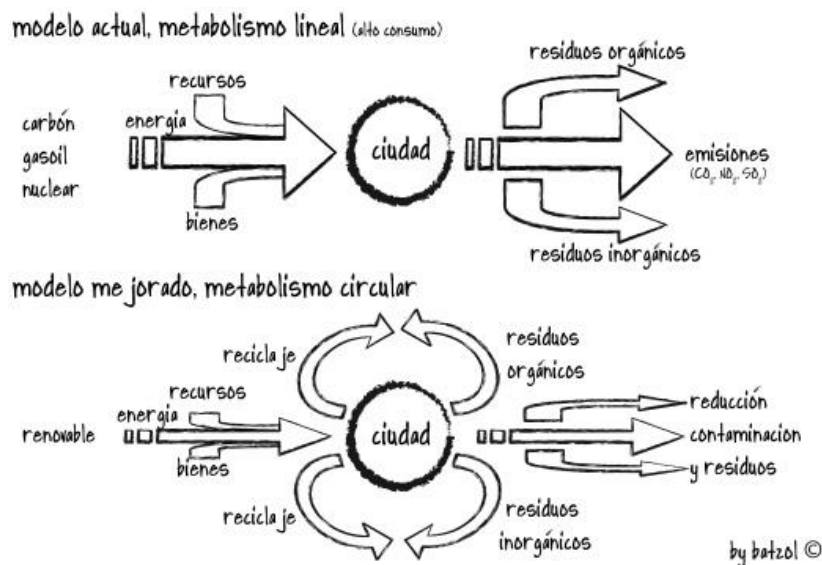


Figura 60: Metabolismo de la ciudad lineal y circular Fuente: Ver Anexo I

Las medidas de eficiencia energética en la escala más reducida de la ciudad, los edificios, se han desarrollado con intensidad a través de la arquitectura bioclimática. En este contexto, la potenciación de la calidad térmica de la edificación tiene un objetivo doble: Reducción del consumo energético necesario para garantizar las necesidades de confort del ser humano y reducción de pérdidas de la energía consumida mediante una adecuada elección de elementos de cerramiento de la edificación en contacto con el exterior. (Granados, 2006; 84)

El consumo y la producción energética no suelen producirse en los espacios libres de los barrios ni de las ciudades se genera sobre todo en las edificaciones, pero es aconsejable no descartar sus posibilidades.

La escala local puede contribuir de varias maneras a mejorar la eficiencia energética y el ahorro energético de los edificios y de la ciudad. El entorno próximo de los edificios puede incorporar sistemas de generación alternativos como captación solar (térmica y/o fotovoltaica), eólica, geotermia, etc. en el espacio libre público y privado. Así mismo, puede incorporar sistemas centralizados de ahorro y eficiencia energética (calefacción por distrito, sistemas de iluminación eficientes, etc.). (Del Caz, 2018; 93)

4.7.1 Sistemas energéticos incorporados al espacio libre

Una política energética sostenible se basa en el ahorro y la eficiencia energética, el impulso de las energías renovables y la reducción activa de los impactos medioambientales generados por el modelo energético actual.

Para lograr el ahorro y la eficiencia energética en el entorno de los edificios, es fundamental planificar los nuevos asentamientos, o mejorar los existentes, incorporando pautas bioclimáticas en el diseño de los espacios libres. La incorporación al diseño de estos criterios bioclimáticos permitirá definir las estrategias más acordes para aproximación al confort de forma natural en el espacio urbano.

Muchos de los factores bioclimáticos aplicados en el entorno de las edificaciones, que permiten este confort exterior, se han desarrollado con anterioridad en el presente trabajo. Algunos de los criterios bioclimáticos con los que se puede trabajar son: la orientación y el trazado del espacio libre; la localización de los espacios abiertos y zonas verdes respecto al tejido edificatorio; las sombras arrojadas por la edificación sobre los espacios libres etc. (Granados, 2006: 87)

La incorporación de energías alternativas a las de origen fósil en el espacio libre, público o privado, ofrece enormes posibilidades. Se pueden instalar paneles solares térmicos y fotovoltaicos, incorporados en el mobiliario urbano, paradas de autobuses, farolas, señales de tráfico, pérgolas etc; pequeños aerogeneradores; sistemas de geotermia para calefacciones comunitarias, etc. (Del Caz, 2018; 94)



Figura 61: Parada de autobús con sistema de captación solar incorporado. Figura 62: Proyecto Tandem una conquista colectiva del espacio público a partir de la autosuficiencia energética Fuente: Ver Anexo I

4.7.2 Sistemas centralizados de ahorro y eficiencia energéticos

A escala local, en los barrios o vecindarios es oportuno y eficaz el empleo de energías renovables, por ejemplo, mediante centrales térmicas distritales de distribución de calor o frío. Centralización y reciclado de residuos en plantas de cogeneración, etc. en el caso de tejidos industriales y complejos educativos u hospitalarios. (James, 1999)

El sistema centralizado de la calefacción por distrito es mucho más eficiente que el de las calefacciones individuales. Es un sistema totalmente centralizado se lleva a cabo en una única planta y el calor se distribuye a los diferentes edificios en forma de agua caliente.

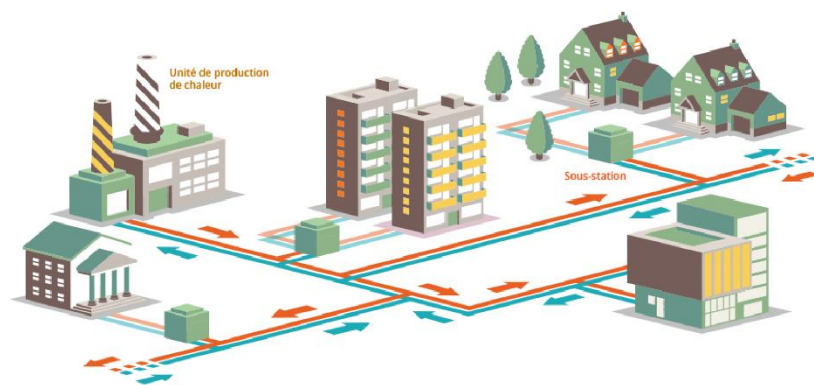


Figura 63: Sistema de calefacción por distrito. Fuente: Ver Anexo I

Las principales ventajas de un sistema de estas características son: el ahorro en el espacio en planta de los edificios, así como llevar a cabo mecanismos de adecuación de la demanda que permitan maximizar la eficiencia del conjunto del sistema. En contrapartida aparece la inversión de una red de distribución por todo el barrio y las pérdidas térmicas asociadas a la misma, por ello la central debería ubicarse en un lugar lo más céntrico posible con objeto de minimizar las inversiones en la red de tubos, así como minimizar las pérdidas térmicas en la distribución. (Higueras, 2009: 99-101)

En algunas ciudades, como Copenhague, sirve a más del 90% de los barrios de la ciudad. Para poder instalar estos sistemas se necesita una densidad residencial mínima de 45 viv/Ha, no es un sistema apto para ciudad dispersa y mezcla los usos residenciales con otro tipo de usos (hospitales, hoteles, instalaciones industriales). Continuidad de las redes de calor. Todos los usuarios que entren en el radio de acción han de conectarse; Adecuado tanto para nuevos barrios, como para regeneración de barrios, aunque hay que evitar el conflicto con las otras redes existentes; La central de producción de calor y energía debe ser lo más eficiente posible. Tipos de fuentes primarias de energía: gas natural, biomasa, energía solar, etc. (Del Caz, 2018; 94)

Es un sistema adecuado tanto para nuevos barrios y para la regeneración de los existentes, aunque hay que evitar el conflicto con las otras redes existentes. Por último, un elemento clave a valorar es la central de producción de calor y energía, que debe de ser lo más eficiente posible, incorporando el tipo de fuente primaria de energía más conveniente: energía solar, biomasa, gas natural, etc.

La cogeneración es la producción simultánea y combinada de calor y energía eléctrica en la misma instalación, que trata de rentabilizar al máximo la energía primaria contenida en cualquier fuente primaria de energía. Su empleo se recomienda en el sector industrial, para recuperar el calor residual que se produce en numerosos procesos de fabricación, se puede aprovechar el calor para calefactar barrios próximos a las industrias.

En el ámbito de la energía, se debe planificar un nivel mínimo de generación de energía renovable y un determinado grado de autosuficiencia energética que combine la generación y las medidas de ahorro y eficiencia. El modelo de gestión de residuos diseñado con criterios de sostenibilidad, deberá procurar la reducción de la explotación de recursos (materiales y energía a extraer) y, al mismo tiempo, reducir la presión por impacto contaminante. El objetivo será el máximo control local de la gestión de recursos y residuos.

Se debe constatar que el desarrollo urbano industrial en las ciudades, donde prima el desarrollo económico sobre cualquier otro parámetro y que conlleva elevados consumos energéticos, ha conducido hacia una situación patológica debido a los elevados índices de emisiones contaminantes y a la cantidad de residuos incontrolados. (Higueras, 2006; 65)

El desequilibrio ambiental se manifiesta mediante una serie de síntomas que constituyen los elementos básicos de la patología urbana en el momento actual. En la siguiente tabla se resumen las alteraciones que introduce la ciudad sobre su territorio circundante, estableciendo los síntomas de la patología urbana actual de nuestras ciudades.

Tabla 10: Resumen de las alteraciones de la ciudad en el entorno

Ciclo urbano	Sistemas de la patología urbana
Atmosférico	Aumento de la contaminación ambiental, producción Aumento del CO ₂ Y CO Recalentamiento de la atmósfera urbana Efecto de isla térmica urbana Menor renovación del aire con respecto al entorno
Hidrológico	Desequilibrio ambiental Disminución de la humedad relativa en áreas densificadas Alteración de acuíferos naturales Aumento de las escorrentías superficiales Salinización de suelos por regadíos intensivos Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas Alteración del clima urbano (precipitación y temperatura)

Materia orgánica y residuos Aumento de los residuos sólidos urbanos de materia orgánica, con excedente de nutrientes.
Alteración de la composición del suelo
Contaminación de las aguas subterráneas por infiltraciones
Salinización de las tierras, pérdida de fertilidad

Energético Agotamiento de las energías no renovables
Coste energético y contaminación.

Fuente: Higuera, 2006; 66.



The background of the page is filled with a repeating pattern of small, stylized starburst or floral shapes. These shapes are rendered in various shades of green and blue, scattered across the white background. The shapes vary in size and orientation, creating a dynamic and textured visual effect.

5

PROPUESTAS Y ESTRATEGIAS



5 Propuestas y estrategias

Una vez expuestos los factores bioclimáticos que van a ser determinantes para contribuir a la mitigación del cambio climático en el entorno de los edificios, se busca establecer en líneas generales las estrategias y propuestas que hacen los principales autores en la materia.

Para ello, se citarán algunas de las recomendaciones y propuestas que se realizan en los siguientes manuales:

Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente. I.D.A.E, 2001.

Buenas prácticas en arquitectura y urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética dirigido por Esther Higuera, 2009.

Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria – Gasteiz dirigido por Salvador Rueda, 2010.

Manual de Diseño Bioclimático Urbano. Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. Coordinado por Agustín Hernández, 2013.

Las propuestas y estrategias que los principales autores realizan buscan aprovechar el medio físico y la climatología para crear unas condiciones de vida adecuadas. No se trata de establecer unas líneas de actuación concretas, ya que no se puede extrapolar un método aplicable para todas las ciudades por ello se establecerán unas pautas a seguir en función de las necesidades de los entornos. Para una adecuada definición de las estrategias bioclimáticas se deben acompañar de un exhaustivo análisis del área.

Esta serie de actuaciones tienen un denominador común: la reducción de la demanda energética. Dado que, actualmente, ésta se satisface mayoritariamente con combustibles de origen fósil (Causantes de los GEI), su reducción influirá en la mitigación y adaptación al cambio climático.

5.1 Microclima

El objetivo del estudio del microclima urbano es el conocimiento de las variables climáticas principales para entender su influencia en los entornos de los edificios, y así paliar o potenciar sus efectos. Estas variables climáticas van a ser esenciales a la hora de definir la situación de confort de un espacio exterior.

Temperatura	Influencias	Contribuye en la definición de la situación de confort en el espacio público. Esta variable climática es la más sensible ya que se ve modificada por la radiación solar, la humedad, el viento, la morfología de las ciudades, su tejido edificatorio, el tratamiento de las superficies urbanizadas y la vegetación.
	Estrategias	Realización de la carta bioclimática de Olgyay definiendo la zona de confort de los espacios exteriores. Garantizar su soleamiento y sombreado, el empleo de vegetación de hoja caduca para el sombreado mejora el microclima en verano. Control de la humedad, tanto en invierno como en verano para garantizar el confort del espacio.
Radiación solar	Influencias	La radiación solar es también fundamental en el confort térmico en espacios exteriores. Su influencia en el entorno de los edificios puede regular la temperatura en función del soleamiento o sombreado de los espacios libres.
	Estrategias	Los usos en el espacio público se dispondrán en función de sus necesidades de radiación solar. La localización de las zonas verdes (parques y jardines) que se deberán situar en espacios con posibilidad de captación solar. Diseñar zonas estanciales que se adapten a las condiciones de radiación de los meses fríos y de los meses cálidos. Estudiar la separación de los edificios, su altura y la topografía para evitar obstrucciones solares. Realizar un estudio de accesibilidad solar y de sombras, mediante las cartas solares. Elegiendo materiales urbanos en función de características de radiación, absorción y reflexión de la radiación solar. La radiación solar excesiva se debe afrontar con medidas de protección y con medidas de captación.
Viento	Influencias	Contribuye a disminuir la temperatura en los entornos de los edificios e influyen en el bienestar térmico de las personas permitiendo el movimiento del aire. Está condicionado por la forma, la altura y la disposición de los edificios.

	Estrategias	<p>Definir las necesidades del espacio respecto al viento, para la protección (P) o la ventilación (V).</p> <p>(P) Disponer los espacios libres en aquellas direcciones en las que el viento esté en calma en invierno.</p> <p>(P) Controlar el tamaño de los espacios abiertos ya que a menor tamaño menor velocidad del viento.</p> <p>(P) Para reducir la velocidad del viento se disponen barreras como: obstáculos topográficos, generados artificialmente o no; barreras vegetales (especies arbóreas y arbustivas generalmente de hoja perenne) y acabados con texturas rugosas.</p> <p>(V) Las plazas de gran dimensión permiten la penetración de corrientes de aire y por lo tanto una mejor ventilación.</p> <p>(V) Por lo que se refiere a la situación de los espacios libres con respecto al viario, se favorece la ventilación si el eje principal del espacio si sitúa paralelo al viento dominante y a la alineación de las calles que confluyen en él.</p> <p>(V). las calles seguirán la dirección dominante de los vientos, podrán aumentar su longitud y se evitará romper las alineaciones que las delimitan.</p>
Humedad	Influencias	<p>Influye en el bienestar higrotérmico en los espacios urbanos mediante la evaporación de agua en el aire, disminuyendo la temperatura seca y aumentando el contenido de humedad del aire.</p>
	Estrategias	<p>Las láminas de agua son un importante recurso para el aporte de humedad al ambiente, contrarrestando el calor y la sequedad.</p> <p>Aumentar la superficie de contacto entre el agua y las masas de aire. Esto puede lograrse mediante distintas estrategias para mover el agua, como fuentes, saltos producidos por diferencias de cota o incluso pulverizadores de agua.</p> <p>Dotar a los espacios libres con superficies permeables que puedan realizar funciones de regulación de la humedad.</p> <p>Situar masas arbóreas en la dirección dominante de los vientos para favorecer el enfriamiento evaporativo de ese aire a la vez que se incrementa su contenido de humedad.</p> <p>En zonas de excesiva humedad se podrán desarrollar estrategias de desecación: Ventilación y el contacto con materiales de alto poder desecante.</p>

5.2 Medio físico y ambiental

El objetivo principal del estudio del medio físico y ambiental será lograr una planificación urbana que integre los condicionantes territoriales como activos aprovechando las condiciones topográficas, hidrológicas y de vegetación de un emplazamiento.

Topografía	Influencias	Su influencia en el entorno de los edificios se puede ligar de forma directa a las condiciones de los suelos (pendiente, permeabilidad) y de forma indirecta a la radiación solar, al régimen de vientos y a la humedad ambiental.
	Estrategias	<p>Se tenderá a respetar los cauces de evacuación de pluviales. No debería superarse el 15% de pendiente en zonas urbanas y el 20% en caminos rurales.</p> <p>Realización de planos de soleamiento estableciendo las zonas de umbría y solana y las áreas de máxima y mínima captación energética.</p> <p>La ladera de solana es siempre preferible a una de umbría en términos generales.</p> <p>Los parques, jardines y, en general, las zonas de vegetación tenderán a situarse en aquellos lugares de mayor soleamiento. Atenderse a la separación entre edificios sobre todo en zonas de umbría y teniendo en cuenta las pendientes.</p>
Hidrografía	Influencias	La contribución de la hidrografía en el entorno de los edificios influye indirectamente, ya que la hidrología engloba una escala mucho mayor. Condiciona aspectos del microclima como la humedad, la topografía por los cauces del agua y la vegetación por la presencia de la misma.
	Estrategias	<p>Estudio del balance hídrico, la carta bioclimática de Olgay y la situación de confort del clima para detectar las necesidades a suplementar mediante la evaporación de agua.</p> <p>Donde exista un exceso de humedad relativa en el aire y en el suelo se intentarán privilegiar aquellas brisas que tiendan a secar el aire y reducir su humedad relativa.</p> <p>Realización de un plano de zonas inundables:</p> <p>En las zonas inundables se prohibirán los usos urbanos, particularmente los derivados de la circulación de automóviles, industrias, vertederos, depuradoras.</p>
Vegetación	Influencias	Contribuye a enriquecer las características visuales del paisaje, estabiliza las pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y en la calidad del agua, en una escala local, influye en los microclimas.
	Estrategias	<p>Realizar una cartografía del suelo para determinar su vocación (forestal, agrícola) y asignarle un uso conveniente.</p> <p>Emplear especies autóctonas combinando las especies caducas y perennes con otras arbustivas y tapizantes.</p> <p>La presencia de vegetación favorece la humedad ambiental y actúa como barrera frente al viento.</p>

5.3 Morfología urbana

El estudio de la morfología urbana busca la eficiencia del ecosistema de la ciudad, sin la pretensión de alcanzar "un modelo de ciudad". Se busca esa eficiencia mediante el estudio de factores tales como el emplazamiento; la orientación; la densidad y la diversidad.

Emplazamiento	Influencias	El emplazamiento determina las variables climáticas de sol, viento, temperatura y las condiciones geomorfológicas del soporte territorial., está ligada al microclima de los espacios libres.
	Estrategias	Orientación del espacio libre en función de las necesidades solares, disposición de zonas verdes. Elementos de protección frente a radiaciones solares (Estudio de las sombras, mobiliario urbano) Orientación del espacio en función de la dirección del viento. Emplear elementos de protección frente a vientos dominantes.
Orientación	Influencias	La orientación también está relacionada con las variables climáticas. Contribuirá al entorno de los edificios empleando estas variables climáticas como activos en el diseño.
	Estrategias	Elaboración de planos de soleamiento, donde se indiquen las zonas de umbría y solana. Se tendrán en cuenta la separación entre edificios para permitir el soleamiento.
Densidad	Influencias	El enmarcar la densidad dentro de unos parámetros puede evitar los inconvenientes del modelo de alta densidad y de baja densidad, además de ahorrar en el consumo de energía.
	Estrategias	Establecer unos valores de densidad máxima y mínima para los distintos entornos. Limitación de la ocupación máxima de las parcelas, los patios de parcela y la edificabilidad máxima.
Diversidad	Influencias	La diversidad está ligada a la densidad, influye en los entornos de los edificios fomentando la multiplicidad de usos, actividades y personas. Permite alcanzar la cohesión social y la complejidad urbana.
	Estrategias	Fomentar la diversidad de las tipologías edificatorias: variedad de formas, de viviendas; y de personas. Crear áreas de nueva centralidad en los tejidos consolidados y mezcla de usos. Combinar actividades de proximidad con las metropolitanas: viviendas, empleo, equipamientos, comercios etc. Mezcla de rentas y culturas en todas las zonas urbanas. Cosar los tejidos preexistentes con edificios que acepten la multiplicidad de usos. Calidad ambiental y control de las variables del entorno. Confort térmico, confort acústico, confort lumínico.

5.4 Movilidad

El objetivo general de movilidad sostenible es reducir el tráfico motorizado en la ciudad y por extensión en el entorno de los edificios, para reducir las emisiones de GEI que produce el tráfico, la fabricación y el mantenimiento del automóvil. Se consideran los siguientes parámetros.

Vías de tráfico pacificado	Influencias	Contribuyen a reducir la contaminación ambiental y sonora mediante la regulación de la velocidad. Así mismo, se recupera la calle como lugar de convivencia y favorece el encuentro social generando entornos más amables y tranquilos.
	Estrategias	Regulación de la velocidad mediante restricciones de velocidad 30km/h; disposición de cruces a cota del peatón, badenes, estrechamientos de calzadas. Clasificación de los entornos en función de la jerarquía de las vías y la velocidad admitida: 20 km/h; 30 km/h; 50 km/h. Creación o adaptación de calles al modelo tipo Woonerf o Naked Streets.
Espacios para las bicicletas	Influencias	Contribuye en la mejora de las secciones del viario favoreciendo un modo de movilidad limpia. Modera la velocidad de los coches mediante su incorporación al tráfico y reducen la presencia de los coches.
	Estrategias	Generar una red de movilidad para bicicletas conectada entre sí con equipamientos, servicios públicos y centrales. Disponer aparcamientos en lugares estratégicos. La red debe ser accesible (secciones) y señalizada. Facilitar el traslado en otros medios de transporte.
Espacios para el transporte público	Influencia	Contribuye reduciendo la dependencia del automóvil esto repercutirá favorablemente en el entorno de los edificios mediante la proximidad y accesibilidad al transporte público.
	Estrategias	Ampliar la red de transporte público, aumentando la red y la proximidad de las paradas; Mejora de la frecuencia y las horas de funcionamiento Modernizar las infraestructuras Mejorar la accesibilidad de todas las personas y la seguridad.
Aparcamientos	Influencias	Contribuye a recuperar el espacio libre para el peatón, favoreciendo otros usos.
	Estrategias	Estudiar las demandas de aparcamiento de los residentes del barrio y reducirlas. Trata de minimizar la demanda de aparcamiento favoreciendo simultáneamente el uso de los medios de movilidad alternativas.

5.5 Ciclo del agua

El objetivo en la gestión del ciclo del agua es la autosuficiencia hídrica, para ello será necesario cerrar el ciclo del agua acercándose a su ciclo natural. La gestión de este ciclo contribuirá de manera indirecta en la mitigación del cambio climático en el entorno de los edificios.

Aprovechamiento y reciclaje del agua de lluvia y de las aguas grises.	Influencias	Contribuye de manera indirecta en el entorno de los edificios, su contribución es al ciclo hídrico disminuyendo la demanda de este recurso. De forma directa, habrá más presencia de agua en los entornos urbanos mejorando las condiciones del microclima.
	Estrategias	<p>Recoger, almacenar y tratar el agua procedente de la lluvia.</p> <p>Reutilización del agua de lluvia para fines estéticos, recreativos, riego o limpieza de las calles.</p> <p>Canalizar el agua de lluvia hacia lagos artificiales o naturales, estanque o albercas.</p> <p>Creación de estanques de retención como sistemas de almacenamiento y depuración.</p>
Retención e infiltración del agua de lluvia	Influencias	Contribuye a reducir las demandas de agua potable y a reducir los volúmenes de aguas a tratar en las depuradoras, reduce el riesgo de inundación, fomenta la infiltración de agua en el subsuelo y frena las escorrentías.
	Estrategias	<p>Aumentar las superficies permeables: césped, gravas, bloques impermeables con juntas permeables, bloques y baldosas porosas, franjas filtrantes etc.</p> <p>Crear sistemas de filtración y acumulación del agua de lluvia: pozos y zanjas de infiltración, cunetas verdes, estanques de retención, humedales etc.</p> <p>Reducir las escorrentías del agua con pequeñas presas, aterrazamientos, tanques de arena.</p> <p>Canalizar el agua de lluvia recogido por las cubiertas de los edificios o mediante cauces integrados en el diseño de los espacios libres.</p> <p>Incorporar sistemas de acumulación de agua de lluvia en el diseño de parques y espacios verdes públicos y privados.</p>
Aprovechamiento de las posibilidades de confort higrotérmico del agua.	Influencias	Contribuye a reducir los consumos energéticos y de emisiones mediante la incorporación de la humedad, ya que influye en las condiciones de confort y en el bienestar higrotérmico.
	Estrategias	<p>Colocar láminas de evaporación para conseguir un régimen de confort adecuado respecto a la humedad relativa del aire.</p> <p>Emplear suelos terrizos o vegetales que permitan incrementar la presencia de vapor de agua en el aire.</p> <p>Renaturalizar los espacios con vegetación</p>

5.6 Tratamiento del espacio libre público o privado.

El objetivo del tratamiento del espacio libre, es el de transformarlo en un ámbito mucho más habitable, considerando de forma más integral, la presencia de vegetación, la cantidad de espacios libres, vinculando aspectos como la accesibilidad universal, y las variables de confort o las variables perceptivas.

Cantidad de los espacios libres.	Influencias	Influye positivamente en el entorno de los edificios garantizando una red de espacios libres distribuidos por toda la ciudad. Contribuye a la mejora de la contaminación atmosférica y acústica, a la mejora del microclima y a la recuperación del espacio para el peatón.
	Estrategias	Aplicación de los estándares de dotación de espacio libre m ² /habitante m ² /m ² edificados. Garantizar la proximidad de los espacios libres y la simultaneidad a distintos espacios libres.
Características o cualidades de la urbanización de los espacios libres.	Influencias	Las características de los materiales serán determinantes en el balance térmico y en el balance hídrico del espacio urbano, y condicionan los microclimas urbanos.
	Estrategias	Adecuación de los materiales al uso al que se va a destinar el espacio libre (actividades estanciales, recreativas). Criterios de selección de los materiales en función de sus características de permeabilidad, durabilidad, confort higrotérmico e inercia térmica. Emplear el agua para reducir la temperatura superficial de los paramentos. Emplear materiales porosos que permitan la absorción y posterior evaporación del agua. Emplear materiales permeabilidad incrementado a la humedad en el entorno y evitando el aporte de calor de los materiales. Elección del color y la rugosidad de los materiales en función de las necesidades de absorción de energía.
Distribución y accesibilidad	Influencia	Garantiza la conectividad y la accesibilidad de la red de espacios libres en la ciudad. Mejora la contaminación atmosférica y acústica, y el microclima.
	Estrategias	Conectar mediante corredores verdes los espacios libres en la ciudad y con los de la periferia formando una red que abarque toda la ciudad. Secciones suficientes con índices de permeabilidad alto en el suelo. Variedad en las especies vegetales que se dispongan en los corredores. Menor cantidad de cruces transversales posibles y de escasa entidad.

Cantidad, calidad y localización de la vegetación.

Influencia
Contribuye en el balance de energía urbano, reduce la radiación; influye en la velocidad del viento; aporta vapor de agua al ambiente y actual como sumidero de CO₂.

Estrategias
Disponer arbolado en todas las calles especialmente en la de mayor intensidad de tráfico.
Elección de las especies en función de su capacidad para absorber CO₂.
Elección del arbolado por su capacidad de proporcionar sombra.
Disponer barreras vegetales cuando la velocidad del viento sea >10m/s
Combinar estrategias de topografía con barreras vegetales para reducir la contaminación acústica.
Incluir diseños que incorporen vegetación, cubiertas o paredes vegetales.

Xerojardinería

Influencias
Su contribución al entorno de los edificios es indirecta mejora del ciclo hídrico, y permite implantar grandes superficies de vegetación sin consumir grandes recursos de agua.

Estrategias
Planificación en función de las necesidades de agua de la vegetación.
Selección de las plantas principalmente autóctonas o especies adaptadas.
Combinación de las especies caducas y perennes.
Completar los espacios verdes con vegetaciones arbustivas, tapizantes o superficiales.
Riego eficiente mediante goteo o micro-aspersión.


5.7 Energía.

El objetivo del estudio de la energía en el entorno de los edificios es la incorporación de medidas de ahorro y eficiencia energética en el espacio libre público o privado e impulsar sistemas de generación de energía renovables en la escala local.

Sistemas energéticos incorporados al espacio libre	Influencias	Contribuye al ahorro y eficiencia energética en los entornos de los edificios. Puede influir visualmente cuando los sistemas energéticos se incorporan en superficie.
	Estrategias	Diseño con criterios bioclimáticos del entorno de los edificios. (Planos sombras, vientos, etc.) Instalar paneles solares térmicos y fotovoltaicos en el mobiliario urbano. Incorporar sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables en el espacio urbano. (Aerogeneradores).
Sistemas centralizados de ahorro y eficiencia energéticos	Influencias	Contribuye al ahorro y eficiencia energética en los entornos de los edificios. Puede influir visualmente cuando los sistemas energéticos se incorporan en superficie.
	Estrategias	Generación de energía mediante centrales distritales de distribución de calor o frío. Ubicación de la planta minimizando las pérdidas térmicas en la distribución. Instalación en entornos donde la densidad supere los 45viv/Ha. Estudio de las instalaciones del subsuelo existentes para que no exista un conflicto. Incorporar fuentes de energía primaria como energía solar, biomasa, gas natural, etc.







6

CONCLUSIONES



6 Conclusiones

Los problemas ambientales producidos por las ciudades, se deben abordar desde el urbanismo bioclimático incorporando el medio natural como un elemento principal en el diseño. Para abordar estos problemas, la planificación urbana debe ser específica para cada ciudad, atendiendo a sus propias características para garantizar la reducción de los impactos medioambientales y lograr la máxima integración en el entorno.

En el diseño bioclimático influyen diferentes factores que deben analizarse de forma conjunta, ya que como se ha visto son interdependientes, y su tratamiento individual no sería efectivo. Estos factores de microclima, medio físico, morfología urbana, movilidad, ciclo del agua, tratamiento del espacio libre y energía, influyen en el confort del espacio libre. Siendo determinantes a la hora de reducir el cambio climático mediante la definición de las estrategias de eficiencia y ahorro energético en la planificación urbana del entorno próximo de los edificios.

El microclima está definido por las variables de temperatura, radiación solar, viento y humedad influyendo en gran medida en el confort del espacio exterior. Mediante el empleo de cartas bioclimáticas se pueden elaborar las estrategias correctoras, que integren estas variables, aumentando o disminuyendo su exposición en el espacio libre.

El medio físico y ambiental es determinante en la aptitud de los suelos para ser urbanizados, cuestiones como: la topografía, la hidrografía y la vegetación constituirán los condicionantes territoriales que se deben incorporar al diseño del entorno de los edificios, para establecer las estrategias de ahorro y eficiencia energética.

El estudio de la morfología urbana es vital para reducir el impacto ambiental que producen las ciudades sobre el medio. Se busca la eficiencia del ecosistema de la ciudad enmarcada en un emplazamiento concreto estudiando la orientación y el soleamiento, la densidad y la diversidad, para alcanzar una cohesión social y un espacio público de calidad.

La movilidad sostenible busca reducir la presencia del automóvil en las ciudades, priorizando al peatón y fomentando otras formas de movilidad. La proximidad de los usos y la accesibilidad serán vitales para adecuar los entornos urbanos y recuperar el espacio público.

La gestión del ciclo del agua urbano debe asemejarse a su ciclo natural (ciclo cerrado), para ello se debe aprovechar y reciclar el agua procedente de la lluvia y de los usos domésticos (aguas grises). Así mismo, se deben potenciar las posibilidades de confort higrotérmico para mejorar el confort de los espacios exteriores.

El tratamiento del espacio libre público estudia la cantidad, la calidad, la conectividad, la vegetación y el tratamiento superficial de los espacios libres. Para conseguir un confort ambiental, acústico y a mejorar la calidad del entorno de los edificios, generando un espacio público de calidad.

La demanda energética de las ciudades puede mejorarse incorporando en el espacio público sistemas de generación o captación a base de energías renovables.

El entorno condiciona a los edificios su adecuado tratamiento incidirá en el incremento de la eficiencia energética de los edificios. Es así que las estrategias y propuestas, enfocadas al ahorro y a la eficiencia energética, deben ser cuidadosamente elegidas y establecer relaciones entre ellas, teniendo presente que no sólo están ligadas a las condiciones de los factores climáticos, sino también a las condiciones del propio lugar y a las variables de las que está compuesta.

Por ello es necesario repensar las ciudades desde una óptica bioclimática, utilizando el principio básico de construir con el clima no contra el clima, ya que cuanto mayor sea la adaptación al entorno medioambiental menores serán los consumos y, por tanto, la contaminación producida.

“Solo cabe progresar cuando se piensa grande, sólo es posible avanzar cuando se mira lejos”

José Ortega y Gasset (1883-1955)





7

BIBLIOGRAFÍA



7 Bibliografía

Ayuntamiento de Burgos, (2017), *Plan de Movilidad Urbana Sostenible del municipio de Burgos*. Burgos, Ayuntamiento de Burgos. Disponible en: <http://www.pmusburgos.es> Página consultada en mayo 2018.

Ayuntamiento de Valladolid, (2016), *Plan integral de movilidad urbana ciudad de Valladolid*. Valladolid, Ayuntamiento de Valladolid.

Butti, K. y J. Perlin, (1995) *Un hilo dorado: 2500 años de arquitectura y tecnología solar*. Madrid, Hermann Blume.

Institute for Transport Studies, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, (2000), *Mejora de la calidad de los servicios de transporte público*. Vienna, CIVITAS GUARD.

Del Caz, M., (2017), *El papel de la vegetación en la mejora del entorno de los edificios en los procesos de regeneración urbana*. Valladolid, RepliCable and InnoVaTive Future Efficient Districts and cities (CITYFiED).

Del Caz, M., (2018), "La importancia del entorno de los edificios" en AEICE Clúster del Hábitat y la Construcción Eficiente (Dir.). Valladolid, Estrategias para edificios de energía casi nula.

Dirección general de tráfico (2016), *Gestión Técnica del Tráfico*. ESTT – OEP, Dirección general de tráfico.

Earthscan, Instituto internacional para el medioambiente y el desarrollo, ONU-HABITAT, (2011) *Informe mundial sobre asentamiento humanos 2011 las ciudades y el cambio climático: Orientaciones para políticas. Programa de las naciones unidas para los asentamientos humanos*. Río de Janeiro, Earthscan.

Edwards, B., (2008) *Guía básica de la sostenibilidad*, Barcelona, Gustavo Gil.

Fariña, J., (1998) *La ciudad y el medio ambiente natural*. Madrid, Akal Arquitectura.

Girardet, H., (1992) *Ciudades alternativas para una vida urbana sostenible*. Madrid, Celeste Ediciones.

Granados, H., (2006) *Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el urbanismo. Eficiencia Energética*. Madrid, Consejo Superior de Arquitectos de España.

Hernández, A. (Coord.), (2013) *Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*. Bragança, Instituto Politécnico de Bragança. Disponible en: http://oa.upm.es/15813/1/2013-BIOURB-Manual_de_diseno_bioclimatico_b.pdf Página consultada en noviembre 2017.

Higueras, E., (1998) *Urbanismo bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos*. Madrid, Instituto Juan de Herrera.

Higueras, E., (2001) *Urbanismo y medio ambiente. La ciudad. El microclima y el bienestar*. Madrid, Instituto Juan de Herrera.

Higueras, E., (2006) *Urbanismo bioclimático*. Barcelona, Gustavo Gili.

Higueras, E. (Dir.), (2009), *Buenas prácticas en arquitectura y urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética*. Madrid, Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid.

Hough, M., (1995), *Naturaleza y ciudad*, versión de Susana Rodríguez Alemparte. Barcelona, Gustavo Gili.

James & James, (1999), *Un Vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, versión de Sandra Sanmiguel. Barcelona, Gustavo Gili.

Juncà J.A., (2006) *Manual para un entorno accesible*. Madrid, Real patronato sobre Discapacidad, con la colaboración de la Fundación ACS.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental, (2016) *Cambio climático: Informe de síntesis. Guía resumida del quinto informe de Evaluación del IPCC*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental.

Miralles-Guash, C., (2002), *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Barcelona, Ariel.

Neila, F., (2004), *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, Munilla-Lería.

Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura (2014) "La sostenibilidad o sustentabilidad como [r]evolución cultural, tecno científica y política" en *programa de acción global un compromiso renovado por la educación para la sostenibilidad* (en línea) disponible en: <http://www.oei.es/historico/decada/accion.php?accion=1>. Página consultada en febrero 2018.

Olgay, Victor, (1963), *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, versión de Josefina Frontado y Luis Clavet. Barcelona, Gustavo Gili.

Ruano, M., (1998), *Eco urbanismo: entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*. Barcelona, Gustavo Gili.

Rueda, S. (Dir. Téc.), (2007), *Libro verde de medio ambiente urbano*. Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental) y Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Rueda, S. (Dir.), (2010), *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*. Barcelona, Agencia de ecología de Barcelona.

Rueda, S. (2017), *El urbanismo ecológico*. Barcelona, Agencia de ecología de Barcelona.

Salvador, P., (2003), *La planificación verde en las ciudades*. Barcelona, Gustavo Gili.

Starke, M., (2009), "CIAM, Arquitectura Moderna" en *Arquitectura en Red* (en línea) disponible en: <http://www.argred.mx/blog/2009/01/23/ciam-arquitectura-moderna/> Página consultada en febrero 2018.

Sukopp, H. y P. Werner, (1989), *Naturaleza en las ciudades; Desarrollo de flora y fauna en áreas urbanas*, Madrid, Ministerio de obras públicas y urbanismo.

Usón, E., Fumado, J.L. y Vives, J. (2014) "Los edificios de consumo energético casi nulo: propuesta para el centro de tratamiento de residuos sólidos de Mercabarna" en ACE: Architecture, city and Environment (en línea) disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14902/3620-501-2-RV.pdf?sequence=7&isAllowed=y> . Página consultada en noviembre 2017.

Vega, P. (2017), *Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)*. Madrid, Ecologistas en Acción.

ANEXO I: FUENTES DE IMÁGENES

Figura 1: Gráfico de generación de energía eléctrica en España 2015.

Fuente: Informe: La energía en España en 2015.

http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_2015.pdf Página consultada enero 2018.

Figura 3: Crisis del petróleo de 1973

https://www.google.com/search?q=crisis+del+petroleo+1973&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwif5JXYzsPaAhVD_iwKHQAYDuoQ_AUICigB&biw=1536&bih=727#imgsrc=Ghh8eWYb3g_fdM: Página consultada en enero 2018.

Figura 5: Cumbre de la tierra de la ONU 1992

Fuente <https://expansion.mx/planetacnn/2012/06/19/la-cumbre-de-la-tierra-solucionara-rio20-los-problemas-ambientales> Página consultada en enero 2018.

Figura 6: Requisitos exigidos a los edificios para obtener el certificado de Passivhaus.

Fuente: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/certificacion> Página consultada en febrero 2018

Figura 7: Gráfico de incremento de temperatura de la zona urbana frente a la zona rural.

Fuente: Tumini, I. (2013), *Tesis Doctoral: El microclima urbano en los espacios abiertos, estudio de casos en Madrid*. Madrid, ETSA (UPM).

Figura 18: Diagrama psicométrico

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027SAN.GIF> Página consultada marzo 2018

Figura 22: Impacto de la urbanización en el medio, Dubai World Trade 1980 y Dubai World Trade 2017.

Fuente: <http://www.lavanguardia.com/vida/20171125/433144916982/dubai-rascacielos-petroleo-ayer-y-hoy.html> Página consultada mayo 2018 Fotografía de Mario Chaparro.

Figura 27: Estructuras urbanas según Kevin Lynch

Fuente: <https://conservacioninmueble.files.wordpress.com/2014/05/cris5.jpg> página consultada Junio 2018

Página consultada junio 2018

Figura 28: Negativo de la morfología de las manzanas de la ciudad de Barcelona definidas en el plan Cerdá. Fuente:

<https://internet-fuer-architekten.de/wp-content/uploads/2014/05/screenshot-ausschnitt-schwarzplan-barcelona-schwarzplan-dot-eu.png> Página consultada junio 2018

Figura 30: Plano de soleamiento ciudad de Valladolid.

Fuente: http://www.huellasolar.com/?page_id=4065&lang=es#mapview Página consultada junio 2018.

Figura 31: Densidades de las manzanas del Plan Cerdá en la ciudad de Barcelona.

Fuente: <https://i.pinimg.com/originals/d9/c1/6d/d9c16d56219708791b179ae517aba2fe.jpg> Página consultada junio 2018

Figura 33: Iconos movilidad sostenible

Fuente: <https://malagaparalagente.files.wordpress.com/2016/10/18.jpg?w=705> Página consultada junio 2018.

Figura 35: Evolución matriculación de vehículos nuevos en España

Fuente: <https://www.datosmacro.com/negocios/matriculaciones-vehiculos/espana?anio=2016> Página consultada junio 2018.

Figura 36: Espacio dominado por la presencia de coches en la ciudad de Madrid. Fuente: Ver Anexo I

<https://www.nuevatribuna.es/media/nuevatribuna/images/2015/05/05/2015050514012235736.jpg>

Página consultada en junio de 2018.

Figura 37: Contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid.

Fuente: http://cadenaser00.epimg.net/ser/imagenes/2017/11/20/ciencia/1511176298_716529_1511176476_noticia_normal.jpg Página consultada en junio de 2018.

Figura 38: Plano de niveles sonoros de la ciudad de Valladolid Plano 41

Fuente: http://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase1/aglomeracion/Valladolid/Aglomeracion_Valladolid_SICA_viaro_Lden.pdf Página consultada en junio de 2018.

Figura 39: Reparto modal de viajes realizados en la ciudad capital.

Fuente: http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/G108893_tcm30-101161.pdf

Página consultada en junio de 2018.

Figura 40: Calle de coexistencia, tipo Woonerf

Fuente: <https://streetswithoutcars.files.wordpress.com/2014/08/20140827-naked-streets-1.jpg> Página consultada en junio de 2018.

Figura 41: Calle zona 30

Fuente: <https://sostenibilidadurbana.files.wordpress.com/2012/08/p1010492.jpg> Página consultada en junio de 2018.

Figura 42: Carril bici ciudad de Copenhague.

Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSYa5AI7L9NePNj4dAODF53i2SkRg7NI-cnLXc4tAMgg9Kbq6dn> Página consultada en junio de 2018.

Figura 43: Pirámide de la movilidad

Fuente: http://www.pmusburgos.es/wp-content/uploads/2016/08/piramide_3-01.svg Página consultada en junio de 2018.

Figura 44: Calle del centro de Oslo antes y después de la aplicación de las medidas de regulación del aparcamiento.

Fuente: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/oslo-ha-tenido-una-idea-brillante-para-sacar-a-los-coches-de-sus-calles-eliminar-los-aparcamientos> Página consultada en junio de 2018.

Figura 45: Ciclo hidrológico

Fuente: Acciona <https://www.sostenibilidad.com/agua/conoces-el-ciclo-del-agua/> Página consultada en junio de 2018.

Figura 48: Sistema de drenaje urbano pavimento continuo poroso

Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net/Index/Noticias/04Noticias/374607-permeable-pavimento-medio-ambiente.jpg> Página consultada en junio de 2018.

Figura 49: Ecobarrio de Hammarby Sjöstad, Stockholm, Sweden

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/designforhealth/6384530203/lightbox/> Página consultada en junio de 2018.

Figura 59: Jardín xerojardinería

Fuente: <https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/xerojardineria-jardines-sin-una-gota-de-agua-de-mas> Página consultada en junio de 2018.

Figura 60: Metabolismo de la ciudad lineal y circular

Fuente: <https://batzolades.wordpress.com/category/sostenibilitat/page/2/> Página consultada en junio de 2018.

Figura 61: Parada de autobús con sistema de captación solar incorporado.

Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P68673.jpg> Página consultada en junio de 2018.

Figura 62: Proyecto Tandem una conquista colectiva del espacio público a partir de la autosuficiencia energética

Fuente: <http://www.disup.com/enorme-studio-tandem-barrio-de-malasana-madrid-espacio-publico-co-gestionado/> Página consultada en junio de 2018.

Figura 63: Sistema de calefacción por distrito.

Fuente: <http://docplayer.es/docs-images/39/20302884/images/7-0.png> Página consultada en junio de 2018.

