

CONFERENCIA: URBANISMO BIOCLIMATICO ¹

Ester Higuera

Dr. Arquitecto.

Profesor Titular de Urbanística y Ordenación de Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

INTRODUCCIÓN:

Desde los últimos años, son numerosos los acuerdos, directivas, legislaciones, etc que se han redactado para lograr un desarrollo más sostenible en las ciudades. Sin embargo, es preciso concretarlos desde la práctica del planeamiento, ya que en numerosas ocasiones se toman decisiones equivocadas, en sentido contrario a los objetivos que se quieren perseguir.

La ciudad bioclimática, no es exclusivamente, la suma de edificios que incorporen técnicas de acondicionamiento pasivo. La nueva escala, implica otro tipo de interacciones y problemática que es necesario abordar con una perspectiva sistémica. En este sentido, son muy oportunos los criterios bioclimáticos para el planeamiento general, al objeto de intentar cerrar los ciclos ecológicos de materia y energía, reducir las huellas ecológicas de los asentamientos, minimizar los impactos negativos sobre el aire, el agua y el suelo y además usar eficientemente las energías disponibles. En definitiva, se trata de avanzar en el camino de la sostenibilidad de nuestras ciudades.

Este objetivo se desarrollará mediante el siguiente índice:

1. URBANISMO BIOCLIMATICO

- Antecedentes
- Directrices de la Unión Europea
- El reto de la escala local.
- Oportunidad de planificar con criterios ambientales
- Reducción de la huella ecológica urbana (ciclos urbanos de materia y energía)
- Gestión eficiente de recursos materiales y energéticos
- Minoración de impactos sobre el medio (aire, suelo y agua)
- ¿qué es el urbanismo bioclimático?
- Metodología para el urbanismo bioclimático.

2. ESTUDIO DEL MEDIO TERRITORIAL. EL PLANO DE SÍNTESIS.

- Condicionantes del relieve: pendiente, exposición y altitud
- Condicionantes hidrológicos y del suelo
- condicionantes de la vegetación y del paisaje
- Síntesis de los condicionantes del medio

3. ESTUDIO DEL MICROCLIMA, LAS NECESIDADES LOCALES Y LAS ESTRATEGIAS

- Determinaciones del microclima local: viento y sol
- Cuantificación de las necesidades locales y principales estrategias

¹ Este texto es un resumen del libro Urbanismo Bioclimático, publicado en marzo de 2006, por la editorial Gustavo Gili, Ester Higuera.

4. CRITERIOS BIOCLIMATICOS EN EL PLANEAMIENTO GENERAL, LA RED VIARIA Y LAS ZONAS VERDES.

Estrategias bioclimáticas para el sistema general viario

- Jerarquización de las vías
- Consecuencias de la orientación de las calles sobre las parcelas y edificaciones
- Viario, densidad y tipología edificatoria

Estrategias bioclimáticas para el sistema general de zonas verdes y espacios libres

- Criterios de diseño del sistema en red
- Estándares mínimos y máximos, recomendaciones
- Localización y jerarquización de espacios libres y zonas verdes

5. EJEMPLOS

6. LAS ORDENANZAS AMBIENTALES, METODOLOGÍA Y EJEMPLO DE LA ORDENANZA BIOCLIMATICA DE TRES CANTOS.

BIBLIOGRAFÍA.

1. URBANISMO BIOCLIMATICO

Antecedentes

Han sido numerosas las reuniones internacionales relacionadas con la sostenibilidad y con el medio ambiente, pero fue en la CONFERENCIA SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (CNUMAD) de 1992, celebrada en Río de Janeiro, donde se sentaron firmemente las bases para este cambio de rumbo. En efecto, sus consecuencias más inmediatas fueron los siguientes acuerdos:

1. La carta de la Tierra
2. La propuesta de las Agendas Locales, (que establecía las bases para promover desde los municipios un desarrollo compatible con el medio ambiente)
3. Los Convenios vinculantes sobre el Cambio Climático
4. Los Convenios sobre la diversidad biológica
5. La Declaración de Principios relativos a los Bosques

Como consecuencia de esta Cumbre, se creó una Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para controlar la aplicación del Programa 21, que se sumó a otras iniciativas relacionadas con los derechos humanos (Conferencia Mundial de Derechos Humanos celebrada en Viena, Austria en 1993), la población, (Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo, celebrada en El Cairo, Egipto en 1994), el desarrollo social (Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social, en Copenhague Dinamarca en 1995) y sobre la mujer (Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, en Pekin, China en 1995) que completan el panorama de acciones prioritarias.

A pesar de éstas buenas intenciones y acuerdos en los objetivos generales, fue más difícil concretarlas en acciones específicas en las Cumbres de Kyoto y del Clima de Hannover. En Kyoto, 1997, se aprobó un protocolo destinado a limitar las emisiones de los gases causantes del efecto invernadero, CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆, aceptada la relación causa-efecto con el calentamiento global del planeta y la existencia del agujero de la capa de ozono. El fracaso de este cumplimiento es una realidad, ya que los que lo firmaron no lo han cumplido (la Unión Europea se comprometió a reducir en un 8% la emisión de éstos seis gases, con un reparto proporcional a la industrialización de cada uno de los 15 países que la integraban en ese momento) y otros ni siquiera llegaron nunca a comprometerse a nada (como es el caso de Estados Unidos). A punto de cumplirse éste plazo, se ha rebasado ampliamente lo acordado, y con una amenaza presente importante de los países en vías de desarrollo sobre todo China e India.

Directrices de la Unión Europea

La Unión Europea ha sido uno de los organismos internacionales que más se ha comprometido con las políticas del Desarrollo Sostenible. Ya desde 1990, la redacción del Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano, supuso un acierto de importante magnitud, debido principalmente a que:

1. Resumía claramente el problema de la ciudad europea (compacta, densa con mezcla de funciones y actividades, y con amplio patrimonio histórico)
2. Proponía unas claras directrices para la diagnosis urbana

3. Vislumbraba las principales políticas de intervención.

Pero también dejaba a cargo de los gobiernos de los estados miembros las políticas y directrices concretas, circunstancia que ha marcado unas sustanciales diferencias entre unos y otros.

Es significativa la aportación de la Carta de Aalborg o Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad (firmada en Dinamarca, 1998), que instaba a los gobiernos locales a concretar las pautas y políticas necesarias para avanzar hacia el desarrollo sostenible, sobre todo en los procesos de planificación y desarrollo, dentro del proceso de las Agendas Locales. Han sido numerosas las corporaciones municipales que se han sumado a ésta iniciativa, circunstancia muy controvertida en algunos casos, ya que solo ha supuesto una política de imagen municipal.

El reto de la escala local.

Desde la escala local, es precisamente donde el reto de la ciudad sostenible se vislumbra como más real y apropiado. En este sentido, el Informe Ciudades Sostenibles (1996) de la Unión Europea, y más recientemente el Marco de actuación para el desarrollo urbano sostenible en la Unión Europea (1998), dictaminaron **la reducción de las repercusiones ecológicas** de las actividades urbanas como un objetivo general de la política medioambiental.

El desarrollo de una Agenda Urbana para la Unión Europea (1998) conlleva un mensaje de desarrollo sostenible que requiere a largo plazo cambios en las actitudes de la sociedad hacia el proceso urbano, y en la operación de la economía. A corto plazo, parte de este cambio se puede producir en virtud de pequeños cambios incrementales en la dirección correcta, buscando tanto reducir acciones de insostenibilidad como generar acciones sostenibles, y reorientando pautas y mecanismos de actuación, en las cuales el papel de los arquitectos y urbanistas se vislumbra completamente determinante.

Es principalmente gracias a las Agendas Locales 21, cuando se ha hecho realidad la escala local, como la más oportuna para afrontar los retos de la ciudad actual. Por su interés y especificidad se amplían tanto sus objetivos como su contenido en el último apartado del presente texto.

Oportunidad de planificar con criterios ambientales

La sostenibilidad de las ciudades pasa necesariamente por la escala local, con la redacción de Planes Generales racionales con el medio donde se proyectan. Es en esta escala, aunque no la única, donde los arquitectos y urbanistas pueden aportar las estrategias básicas, para que las ciudades funcionen mejor, consuman menos recursos renovables y aumenten la eficiencia de todos los sistemas implicados en la clasificación y calificación del suelo.

Para abordar la planificación con criterios de sostenibilidad es preciso:

- reducir la huella ecológica
- realizar una gestión eficiente de recursos materiales y energéticos
- minoración de impactos sobre el medio (aire, suelo y agua)

- encontrar una identidad y singularidad de las actuaciones

Se van a explicar cada uno de estas actuaciones, su contenido, alcance y estrategias de diseño para los arquitectos.

Reducción de la huella ecológica urbana

Es interesante el concepto de huella ecológica introducido por Wackernagel y Rees (1996) para visualizar las consecuencias directas del desarrollo urbano. La huella computa en unidades de superficie (hectáreas), la necesidad de suelo requerido tanto para el suministro de materiales y energía como el preciso para la eliminación de los residuos que generan las actividades humanas. Normalmente se da en Ha por habitante, y siendo la Tierra un planeta finito, las consecuencias actuales que tiene la urbanización sobre el territorio se han fijado en 5,5 Ha por habitante². Sin embargo este dato está en continua disminución, dado que la población no deja de aumentar, y además los consumos y residuos también se incrementan progresivamente con la industrialización de otros países en vías de desarrollo.

Actualmente si multiplicamos 5,5 Ha por el número de habitantes, la huella de los ciudadanos sobre el planeta es de **130%**, esto es se ha superado en un tercio la capacidad total. ¿cómo es esto posible sin que hayamos entrado en colapso?, sencillamente debido a los grandes desequilibrios existentes entre las huellas de los países industrializados, los en vías de desarrollo, los del tercer o los del cuarto mundo. Así mientras un estadounidense tiene 9,6 Ha, la de un español es 3.8 y la de un etíope es de 0.7.³

Este hecho diferencial conlleva a que la sostenibilidad pase en el futuro con nuevos conceptos de EQUIDAD Y EQUILIBRIO, tanto entre continentes, como entre países o personas.

¿Cómo se puede reducir la huella ecológica de una ciudad?. Para reducir la huella ecológica, desde la planificación se puede:

- 1º. Controlar y limitar la expansión del suelo urbano.
- 2º. Reciclar al máximo toda la materia, para usarla como materia prima secundaria de otros procesos industriales o constructivos
- 3º. Cerrar los ciclos del agua, con separación de aguas blancas, grises y negras y su adecuada gestión y depuración.
- 4º. Uso de energías renovables, para el transporte público, los sistemas de alumbrado de calles, el calentamiento de agua caliente sanitaria en las edificaciones, el consumo de electricidad, etc.
- 5º. Compostaje de todo el residuo vegetal, para abonar parques y jardines (públicos o en espacios mancomunados).

² Informe sobre el desarrollo Humano 1999. Mundi Prensa. Wackernagel M y Rees W, 1996 *Our Ecological Footprint. Reducing human impact on Earth*. Grabiola Island, New Society Publishers.

³ En España destacan los estudios de Naredo y Frías que en 1998 publicaron *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, elaborado para la Consejería de Economía, y también el de Antonio Estéban y Alfonso Sanz Hacia *La reconversión ecológica del transporte en España*. Los libros de la Catarata en 1996.

Gestión eficiente de recursos materiales y energéticos

Las estrategias de planificación urbanas o territoriales deben tener como objetivo reducir las huellas ecológicas de los asentamientos, para lo cual es un requisito imprescindible intentar cerrar los ciclos urbanos de materia y energía, con el fin de que los residuos se puedan volver a convertir en recursos.⁴

Las ciudades hasta la Revolución Industrial tenían un control más reducido sobre sus recursos, materiales y energías, entre otras cosas ante la incapacidad tecnológica de extraerlos en grandes cantidades. Sin embargo, el punto de inflexión en la gestión eficiente de los mismos, es determinante desde la industrialización de las ciudades. En la actualidad han aparecido importantes disfuncionalidades que han hecho necesario nuevos planteamientos, entre los que se encuentra el reto del desarrollo urbano sostenible.

De esta forma se impone un control eficiente en el uso de la materia y la energía en las zonas urbanas, que han sido plasmadas en normas, ordenanzas o certificados de evaluación energética de edificios, que persiguen estos objetivos.

También cabe reflexionar sobre el alto consumo de energía secundaria que se realiza en las ciudades, que suma dos problemas importantes: el agotamiento de los recursos fósiles (petróleo principalmente), y el alto grado de contaminación de los mismos.

Por otro lado, relativo a la materia y a los productos manufacturados, es importante resaltar las aportaciones realizadas por Castells, en las que afirma que nuestra era es la de la deslocalización de actividades, que repercute en salarios, modos de vida, transporte, etc, alterando las economías de escala y modos de vida de todo el globo.⁵

Minoración de impactos sobre el medio (aire, suelo y agua)

Estudiando la ciudad como un ecosistema, éste solo puede describirse como un ecosistema complejo de metabolismo lineal en el que los intercambios de materiales y energías se realizan gracias a los medios de transporte. Además el ecosistema urbano tiene unas repercusiones de escala planetaria, ya que los impactos sobre el aire, el suelo o el agua abarca amplias zonas del territorio

Los impactos que se derivan de la ciudad repercuten en el suelo, el agua y el aire, de diferentes formas directas e indirectas, aislada o sinérgicamente.

El objetivo de minorar los impactos, debe estar presente en cualquier proyecto de planificación urbana o territorial. Siguiendo la metodología de los Estudios de Impacto Ambiental, se deberían estudiar las alternativas que condujeran a un menor impacto negativo de la urbanización sobre su territorio de influencia. Desgraciadamente, los estudios de Impacto Ambiental no siempre cumplen los objetivos para los que fueron concebidos, convirtiéndose con frecuencia en un mero trámite burocrático, que además se

⁴ Rogers, R. *Ciudades para un pequeño planeta*. GG 2000.

⁵ Castells M y Borja L. *Local y global*. Taurus 1999.

realiza después del proyecto, y que no sirve por tanto, para tomar las decisiones más acertadas y buscar la minoración de los impactos.

Las consecuencias de la urbanización sobre el territorio son:

Sobre el aire: la atmósfera de las ciudades es diferente a la de su entorno circundante, está llena de contaminantes que condiciona la temperatura, el movimiento del aire, la baja humedad ambiental, y la presencia de los gases que provocan el efecto invernadero. Al final repercute sobre la salud de los ciudadanos. Los transportes en las ciudades son responsables de más del 50% de las emisiones contaminantes, seguidos por los hogares y las industrias. En Barcelona se supera el 60%, en París el 70% y en Ciudad de México el 80% (SERVANT 1996).

Sobre el agua: se sobre-explotan los acuíferos subterráneos, se despilfarra el agua de lluvia, se altera la capacidad de absorción de los suelos, y se elimina la cubierta vegetal. Además se producen una gran cantidad de aguas residuales que es preciso depurar, con gasto de energía y producción de lodos que es preciso gestionar adecuadamente.

Sobre el suelo y subsuelo: se ha producido un agotamiento de los nutrientes en algunas zonas y un exceso de los mismos en otras. También es significativa la cantidad de suelos contaminados, sobre todo en zonas industriales como la cuenca del Rhur en Alemania, que hace costosísimo su reutilización para otros usos.⁶

Identidad y singularidad de las actuaciones.

El territorio, es un elemento que puede servir de rasgo diferenciador de cualquier crecimiento planeado sobre él, siempre que se persigan unos objetivos de urbanismo bioclimático.

Con demasiada frecuencia, observamos como son las excavadoras, las primeras en aparecer borrando cualquier elemento diferenciador del mismo. Además de las consecuencias obvias de destruir un entramado de relaciones preexistentes, se pierden los rasgos diferenciadores del territorio, que pueden conducir a singularizarlo y añadir elementos de identidad que son necesarios para que lo edificado se convierta verdaderamente en un espacio social equilibrado, múltiple y estructurado.

La conservación y sobre-valoración de los rasgos diferenciadores del territorio van a ser una cuestión clave para proyectar con la naturaleza y así dotar de una identidad a las ordenaciones y establecer una empatía de los residentes con su barrio.

¿qué es el urbanismo bioclimático?

Se entiende por urbanismo bioclimático, aquellas actuaciones en las cuales es determinante el LUGAR o el MEDIO, en la respuesta de planificación urbana o territorial. La ciudad ha creado sus propias condiciones intrínsecas ambientales, lumínicas, de paisaje, geomorfológicas, etc unas veces asociadas a su territorio natural y otras

⁶ Para ampliar estas consideraciones se recomienda el libro de Sukop y Werner, *Naturaleza en las ciudades*, reeditado por el Ministerio de Obras Públicas y urbanismo, Madrid, 1989.

marcando una clara diferenciación con el mismo.

El urbanismo bicolimático, responde a la adecuación de los trazados urbanos a sus condiciones singulares del clima y del territorio, entendiendo que cada situación geográfica generará un urbanismo característico y diferenciado con respecto a otros lugares.

Los principios generadores del urbanismo bioclimático se pueden resumir en los siguientes puntos:

A CADA LUGAR UNA PLANIFICACIÓN mediante:

- Un trazado viario estructurante que responda a criterios de soleamiento y viento (jerarquización y sección transversal)
- Calles adaptadas a la topografía, buscando las orientaciones óptimas de soleamiento y viento
- Zonas verdes adecuadas a las necesidades de humedad y evaporación ambiental (en superficie, conexión y especies vegetales apropiadas)
- Morfología urbana de manzanas que generen fachadas bien orientadas y adecuada proporción de patios de manzana según el clima
- Parcelación que genere edificios con fachadas y patios bien orientados
- Tipología edificatoria diversa y adecuada a las condiciones del sol y viento del lugar

Actualmente el urbanismo bioclimático se enmarca dentro en la planificación de desarrollo sostenible cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas aprovechando al máximo todos los recursos disponibles y controlando los efectos perniciosos sobre el medio ambiente en todas sus escalas, (recursos del soporte, del clima, energéticos, paisajísticos e incluso socio-económicos)

Metodología del Urbanismo Bioclimático.

Para lograr que en cada lugar la ordenación sea consecuente con su medio y lugar, se propone la siguiente metodología:

- 1°.- En primer lugar establecer una síntesis de los condicionantes del medio (analizados sectorialmente según las indicaciones del apartado anterior) en planos o textos sintéticos de diagnóstico.⁷
- 2°.- En segundo lugar establecer las determinaciones que condicionan el microclima local: sobre todo las de viento y sol, al objeto de cuantificar las necesidades locales y así formular las principales estrategias para conseguir los objetivos que se persiguen.

⁷ En el libro de Mac Harg Ian L *Design with nature*, edición 25 aniversario de GG. *Proyectar con la naturaleza* 2002, se aporta una metodología de síntesis muy oportuna para realizar este cometido grafica y escrita.

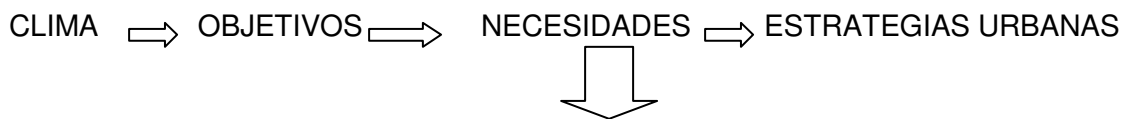
- 3°.- Por ultimo, estas estrategias generales se plasmaran en los documentos de planificación territorial o urbana que sean oportunos, articulados mediante los sistemas generales urbanos (red viaria, equipamientos y red de zonas verdes y espacios libres), y la redacción de ordenanzas ambientales principalmente.

Es oportuno relativo al segundo punto, para lograr esta especificidad y relación entre planeamiento y medio, conocer las estrategias generales de las cuatro grandes regiones climáticas que propuso Olgay en su libro (páginas 155, 161, 167 y 173)⁸. En él resume las condiciones climáticas mundiales en cuatro grandes regiones climáticas con los siguientes objetivos generales:

REGIÓN CLIMATICA	OBJETIVOS
R. FRÍA	Aumentar la producción de calor, incrementar la absorción por radiación y la disminución de la pérdida de radiación. Reducir las pérdidas por conducción y evaporación.
R. TEMPLADA	Tanto en el periodo frío como el cálido representan una parte sustancial del año, por lo tanto, se hace necesario establecer un cierto equilibrio estacional mediante medidas que permitan reducir o permitir (según el caso) la producción de calor, de radiación y de convección.
R. CALIENTE-ÁRIDA	Reducir la producción de calor, facilitar la pérdida de radiación. Reducir las ganancias por conducción e impulsar la evaporación.
R. CALIENTE-HÚMEDA	Reducir la producción de calor. Reducir los aumentos de radiación y Potenciar la pérdida de evaporación

Extracto del Resumen de las estrategias básicas propuestas por OLGAY en cada una de las cuatro regiones por él determinadas

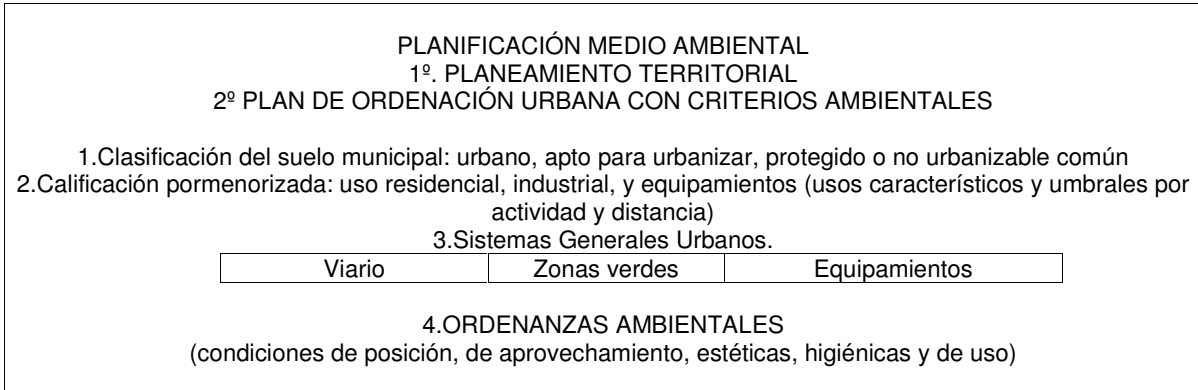
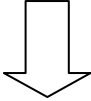
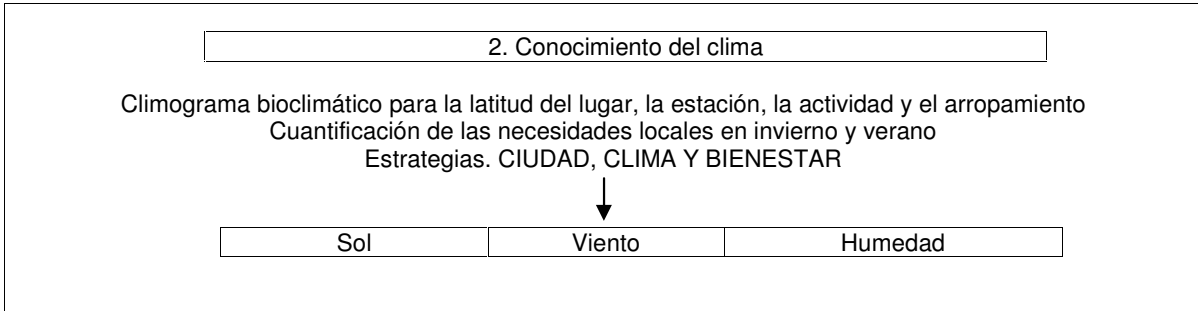
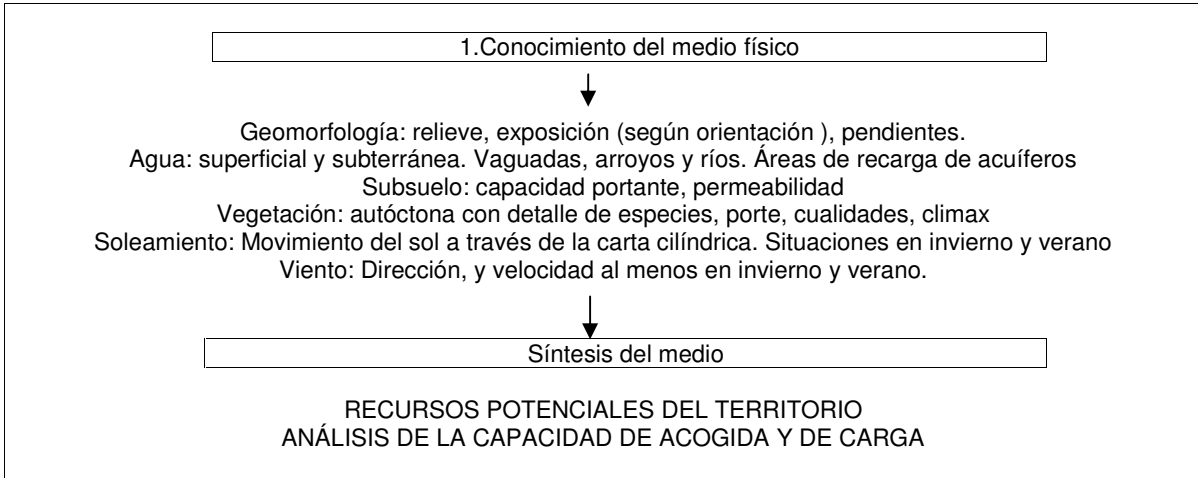
La secuencia por tanto, sería:



CONOCIMIENTO DEL MEDIO + CONOCIMIENTO CLIMA

Para realizar una ordenación urbana equilibrada con su medio, o “sostenible”, existen numerosos caminos. El objetivo es conocer los recursos y potencialidades del territorio para que lo propuesto no los esquilme, se logre una calidad de vida de sus residentes (en todos los ámbitos, social, físico y medio ambiental), y por último se consideren las entradas y salidas de materiales y energía (materias y residuos sólidos, líquidos o gaseosos). Por tanto, según el emplazamiento de cada proyecto de planificación urbana o territorial, se articularan las estrategias pormenorizadas para que se cumplan estos objetivos generales. Una de las determinaciones que va a tener unas consecuencias más trascendentes va a ser el trazado de la red viaria. Se propone el siguiente Esquema metodológico:

⁸ V. Olgay Arquitectura y clima. *Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. 1963, reeditado GG 1998



Elaboración propia.

2. ESTUDIO DEL MEDIO TERRITORIAL. EL PLANO DE SÍNTESIS.

A continuación se estudian una serie de variables, relacionándolas con el soporte urbano, para ver como los condicionantes locales climáticos pueden llegar a modificar sustancialmente los planteamientos generales de un asentamiento o crecimiento residencial con criterios ambientales. Se resumen a continuación los principales condicionantes del relieve, hidrológicos y de vegetación y paisaje que se deben considerar al objeto del diseño de una planificación con criterios ambientales.

- Condicionantes del relieve: pendiente, exposición y altitud

La geomorfología debe determinar la distribución de los asentamientos urbanos, buscando laderas con pendientes poco quebradas (inferiores al 7%), modifica la climatología, el régimen de vientos locales, la pluviosidad y la exposición a la radiación solar (factor verdaderamente determinante de umbría o solana, siendo una orientación en ladera sur-este de hasta 10% la recomendada por Olgyay para el clima templado⁹).

Así mismo, el relieve condiciona los factores de erosión y depósito de los suelos según el grado de pendiente crítica establecida en un límite de 40°, más allá del cual se incrementan estos riesgos.

También condiciona los cauces hidrológicos y las zonas de evacuación natural de las aguas desde los puntos más elevados a los más deprimidos de cada territorio. El agua, junto con la calidad del suelo y la altitud a su vez, es un factor selectivo de las especies vegetales posibles de cada lugar.¹⁰

- Condicionantes hidrológicos y del suelo

Los factores del ciclo hidrológico necesarios para que una ordenación sea acorde con su medio son los siguientes:

- Establecer el balance hídrico del lugar (resta entre lo precipitado, menos lo evaporado), ya que ésta será el agua verdaderamente disponible y asociarla a los usos previstos, plantas seleccionadas, tratamiento de los espacios exteriores, etc.
- Aprovechar cada gota de agua, sobre todo el agua de lluvia (recogida para riego, baldeo de calles, limpieza urbana, ornamentación, aumento de la evaporación, etc), y también las aguas grises (que con una depuración menos costosa se pueden aprovechar para numerosos usos urbanos).
- Concienciar a la población en la gestión inteligente y eficaz del agua, evitando los despilfarros en cualquier intervención (que no aparezcan cientos de piscinas individuales, que no se riegue cuando ha llovido, que no se lave el coche con agua

⁹ V. Olgyay. 1963 *Design with climate*, GG reeditado 2002.

¹⁰ Se pueden consultar tablas y recomendaciones específicas en la *Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico, contenido y metodología*, MOPTMA 1993, de varios autores.

potable, etc...). Es decir, adecuar a cada uso el agua apropiada con sus condicionantes de color, olor, microorganismos, etc.¹¹

- Preservar los cauces de agua superficial (arroyos o vaguadas) para integrarlos dentro de la red de espacios libres y zonas verdes de la ordenación. Son zonas con una humedad potencial muy significativa, donde el relieve condiciona el encauzamiento del agua y que por tanto son muy oportunas para convertirlas en redes de paseos peatonales o con bicicletas, que sean estructurantes del proyecto. Dentro de ésta idea también es oportuno no impermeabilizar en exceso las superficies horizontales (asi no se aumentará la escorrentía superficial, se puede almacenar el agua de lluvia y controlar mejor la humedad ambiental)

Con respecto a las cualidades que deben reunir los suelos para que sean recomendados para la urbanización, la primera, obviamente es que tengan una buena capacidad portante. Otras características que es preciso conocer son su permeabilidad, su escorrentía superficial y su plasticidad. Como recomendaciones generales se pueden citar las siguientes:

1. Edificar en suelos con buena capacidad portante
 2. Evitar la construcción en las zonas permeables o de recarga de los acuíferos de las aguas subterráneas
 3. No pavimentar en exceso los espacios libres y zonas verdes (permitir el crecimiento espontáneo de plantas estacionales)
 4. Evitar problemas específicos del subsuelo como son la presencia de fosfatos, carbonatos, yesos, arcillas, etc, que precisan cimentaciones especiales y pueden derivar en problemas importantes de asientos diferenciales
- Condicionantes de la vegetación y del paisaje

La vegetación es uno de los factores decisivos para lograr una planificación ambiental de cualquier ordenación residencial. Aparte de sus indudables características visuales y de paisaje, la vegetación estabiliza las pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y en la calidad del agua, mantiene los microclimas locales, filtra la atmósfera de contaminantes, atenúa el ruido y constituye el hábitat de numerosas especies animales. El interés del estudio de la vegetación relacionada en el planeamiento territorial o urbano es muy diversos, ya que puede servir para conocer los usos potenciales agrícolas, la preservación de los ecosistemas valiosos, la adecuada explotación de los recursos o simplemente para analizar, valorar o preservar el paisaje local como rasgo diferenciador.

Los estudios sobre la vegetación autóctona y las potencialidades de cada lugar, es preciso afrontarlos de la mano de especialistas, biólogos o agrónomos principalmente. Los factores de la vegetación que se deben considerar desde el planeamiento son:

1. La búsqueda de la biodiversidad de especies vegetales dentro de las adecuadas por clima y suelo a cada lugar de proyecto, buscando su eficiencia.

¹¹ Michael Hough *Naturaleza y ciudad* GG 1999, el autor reflexiona acertadamente sobre las consecuencias del exceso de impermeabilización de los acabados superficiales urbanos. También aborda importantes consideraciones acerca de la flora y la fauna presente en las ciudades, con métodos de análisis y propuestas.

2. Combinar las especies caducas con las perennes, en base a las características estéticas, de cada lugar, la protección frente al viento o el ruido, y las condiciones intrínsecas de paisaje.
3. Completar las especies arbóreas con las arbustivas, plantas tapizantes (para superficies inclinadas o fachadas), como alternativas para lograr una mayor presencia de la vegetación en las zonas urbanizadas.¹²

Relativo al paisaje, las acciones relacionadas con la planificación urbana o territorial son tan múltiples y tan diversas que es casi improcedente enumerar algunas en concreto, ya que a cada lugar corresponderán unas específicas. Es importante no olvidar que los paisajes no son elementos estáticos, sino que tienen una dinámica de crecimiento con la que se debe contar a la hora de su proyecto.¹³

3. ESTUDIO DEL MICROCLIMA, LAS NECESIDADES LOCALES Y LAS ESTRATEGIAS .

El clima se compone de unos elementos o variables que lo caracterizan de dos formas: espacial o temporalmente. La caracterización espacial explica las diferencias regionales de los climas sobre la superficie terrestre, en la cual intervienen factores geográficos, así como astronómicos, dando lugar a la organización de climas zonales, locales o microclimas, de máxima importancia para la planificación. La caracterización temporal depende del periodo de tiempo que se estudie (desde días a meses, estaciones, años, o décadas). Para la planificación urbana interesa la escala local, es decir el microclima, cuyos rasgos pueden ser influenciados por factores del entorno próximo, (relación de espacios edificados o libres, vegetación, agua, montañas etc.) y además puede ser alterado por el planeamiento , por lo que se da una clara interacción entre ambos.

Un climograma es un gráfico, de temperatura y humedad ambiental, en el que se determina una zona de confort en la cual la mayor parte de las personas se encuentran en una situación de bienestar. El bienestar es una sensación subjetiva, por tanto el gráfico tiene una zona central (oscura) donde el 90% de la población está en una situación agradable y otra alrededor que refleja un porcentaje ligeramente inferior.¹⁴ La carta bioclimática de Olgyay es particularmente interesante para los urbanistas, ya que sirve para caracterizar el clima de un lugar relacionándolo con la situación de bienestar de las personas.

¹² Existen numerosos textos y manuales que ayudarán al lector. Se recomienda: *La planificación verde en las ciudades*. Salvador Palomo, P. GG 2003, y *Diseño urbano de zonas verdes*, Martínez Sarandeses, J MOPU 1999.

¹³ Aguiló Alonso, M. *El paisaje construido. Una aproximación a la idea de lugar*. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos. Ayuaga, Fco. *Gestión sostenible de paisajes rurales*. Fundación Alfonso Martín Escudero. 2001. Fariña Tojo, J. *La ciudad y el medio natural*. Akal. Madrid 2001. Fariña Tojo, J e Higuera E. *Turismo y uso sostenible del territorio*. ED. Instituto Juan de Herrera. Cuaderno de Investigación Urbanística numero 28. Madrid,. 1999.

¹⁴ Para conocer el procedimiento para su ejecución ver *Cuadernos del IJH nº 42.02*, 2000 “Manual de acondicionamiento natural (III), Condiciones de diseño higrotérmico”, del profesor J.Neila González página 35 y siguientes

Teniendo en cuenta las características y consideraciones de la Carta Bioclimática de un asentamiento, tras su ejecución podremos fácilmente determinar cuales son aquellos momentos en los que se alcanza el confort urbano, y además establecer los intervalos por encima y por debajo de la zona de confort que necesitarán medidas correctoras apropiadas. El conocimiento de cuales son las necesidades locales de las mañanas, las tardes o las propias de cada estación añade un valor determinante para concretar las estrategias tanto arquitectónicas como urbanas, que se articularán en los diferentes documentos de planeamiento.

4. CRITERIOS BIOCLIMATICOS PARA EL PLANEAMIENTO GENERAL, LA RED VIARIA Y LAS ZONAS VERDES

Cuando un planificador redacta cualquier documento de planificación, puede aplicar en el mismo las estrategias bioclimaticas para el sistema general viario y para las zonas verdes que se enumeran a continuación. Estos dos sistemas son los estructurantes del nuevo crecimiento urbano, y si están bien proyectados su relevancia puede ser trascendental para conseguir los objetivos del urbanismo bioclimático. En concreto, el sistema general viario debe estar concebido para que se cumplan estas dos determinaciones:

- 1º una correcta adecuación de la orientación de la red viaria por criterios de soleamiento y de viento
- 2º una adecuación con respecto a la humedad ambiental (favoreciéndola en determinados periodos o no)

Con respecto a la primera premisa, la accesibilidad solar, que garantiza el asoleo directo de edificaciones y espacios abiertos, puede ser valorada como uno de los parámetros más determinantes de la calidad ambiental y la calidad de vida, ya que el sol es imprescindible para el desarrollo de la vida:

- 1.- la incidencia de la radiación solar sobre los edificios permite la captación directa e indirecta de calor en el interior de las edificaciones.
- 2.- la radiación directa sobre espacios abiertos permite mejorar las condiciones de confort durante el periodo infracalentado y potenciar la iluminación natural así como el crecimiento de la vegetación.

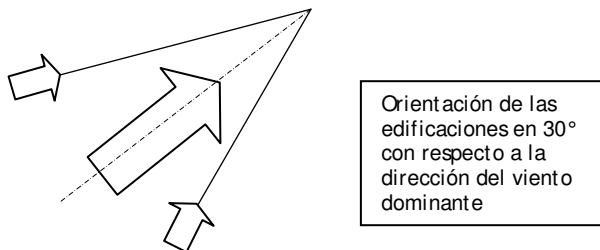
Una buena orientación del edificio por sí sola no garantiza la cantidad de horas de sol anuales requeridas para el mismo, dentro del entramado urbano. En efecto, se ha de tener en cuenta cuál es la altura y distancia de los edificios colindantes y enfrentados, pues éstos pueden reducir considerablemente el asoleo efectivo. Se puede conocer cuál debería ser la separación entre dos o más edificios que garantice el soleamiento necesario mediante métodos gráficos o analíticos. Para ello se debe tener en cuenta la posición del Sol en cada momento, aunque bastaría con hacer el estudio en el momento más desfavorable que es el solsticio de invierno, asegurándonos un mayor soleamiento el resto del año.

Con respecto al viento, es el régimen de vientos a nivel local es el que nos interesa desde

el punto de vista urbanístico, ya que diversos factores geográficos, topográficos, del tipo de vegetación o de suelo y la masa edificatoria lo van a particularizar notablemente. Numerosos asentamientos utilizaron las posiciones elevadas para favorecer la ventilación que se produce con los denominados vientos de montaña y de valle (el sol calienta las laderas de las montañas antes que el valle, por lo que las masas de aire caliente ascienden hacia las cumbres; por la tarde el aire fluye siguiendo la dirección del valle con viento débil; al anochecer, las cumbres se enfrían más rápidamente y el viento va de la montaña al valle, alcanzando su velocidad máxima momentos antes del amanecer) ¹⁵.

Desde la antigüedad se han tenido en consideración los vientos para la localización de los asentamientos. (Ver Vitrubio) ¹⁶. Hipócrates afirmaba en su tratado *De los aires, de las aguas y de los lugares*, que “en las ciudades expuestas a los vientos habitualmente, la menor causa transforma las heridas en úlceras. Los habitantes no tienen fuerza ni vigor, las mujeres son enfermizas...” .En las zonas frías los vientos empiezan a ser molestos a partir de una velocidad de 0,5 m/sg, mientras que en zonas cálidas pueden ser admisibles hasta una velocidad de 3 a 3,5 m/seg. Gaston Bardet ha dedicado su atención al viento en sus Problemas del Urbanismo. Su conclusión puede resumirse: el esqueleto urbano debe abrigarnos de los vientos violentos o no deseables y, por otra parte, para ventilar la ciudad, debemos utilizar las corrientes horizontales que podemos dirigir, moderando las más violentas. Los barrios residenciales no deben encontrarse jamás bajo la acción de vientos que traigan cualquier clase de humos. Como normas prácticas aconseja ensanchar los patios y no hacerlos profundos para asegurar una buena ventilación, evitando las bolsas de aire parado en el fondo, al que no llega nunca la renovación que impone el viento. Así mismo, aconseja dividir las alineaciones de edificación continua para homogeneizar la aireación por medio de cortes en zigzag que frenen las corrientes desagradables. Todas estas consideraciones aparecen recogidas por el profesor Fernando de Terán, en los aspectos del viento en la ciudad, en tres artículos de recomendada lectura ¹⁷. Resume como forma general la oportunidad de orientar las edificaciones en oblicua respecto a la dirección del viento, con un ángulo alrededor de 30°. De ésta forma, en un clima frío, no se deberá superar este ángulo, mientras que en un clima cálido no deberá ser nunca inferior. Con esto se logra que en ambos casos, el viento se disgrega en corrientes menores que ventilarán sin molestar tanto las viviendas como los espacios abiertos, evitándose el encauzamiento y las corrientes directas molestas.

De la variación del viento en las estaciones frías con respecto a las cálidas, se puede sacar un gran beneficio si se diseña consecuentemente con ambas direcciones.



¹⁵ *La ciudad y el medio natural*, J. Fariña , Akal 1998.

¹⁶ *Los Diez Libros de Arquitectura*. M.L.VITRUBIO

¹⁷ Fernando de Teran La ciudad y el viento, . *Revista Arquitectura* 1962-1963.

Con respecto a la segunda premisa, la humedad ambiental, va a estar determinada por la localización de elementos de agua en los espacios urbanos, y sobre todo de arbolado frondoso. Se trata de estrategias más puntuales y serán más fácilmente situarlas en los espacios urbanos, con elementos específicos, según cada lugar. Siendo estas las dos premisas fundamentales, se van a puntualizar algunas otras también de máxima importancia para conseguir que un trazado urbano tenga en cuenta los criterios del urbanismo bioclimático.

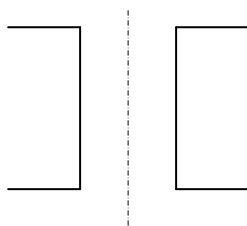
- Jerarquización de las vías

Es importante que el viario este jerarquizado, por numerosos factores de índole funcional, pero también lo será desde el punto de vista medio ambiental. En efecto, si se diferencian las calles principales del resto, en las secundarias se podrá dar un protagonismo al peatón y al arbolado, para lograr espacios microclimáticamente más adecuados según cada clima.

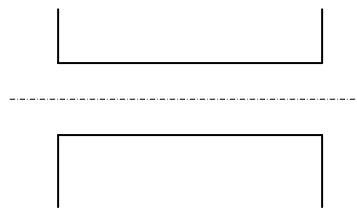
Es un error frecuente sobredimensionar las calzadas, factor que solo trae consecuencias negativas, ya que los coches aumentan su velocidad, aparecen aparcamientos indiscriminados y son más peligrosos los cruces y pasos para los peatones. Un ancho de carril de 2,70 es suficiente para una vía principal y se puede reducir hasta 2,50 o 2,30 en calles locales, o mixtas. Las medidas de calmado de tráfico, se han vislumbrado como una de las estrategias más adecuadas para los espacios urbanos residenciales, ejemplificadas en numerosas ciudades europeas.

- Consecuencias de la orientación de las calles sobre las parcelas y edificaciones

Una red viaria bien orientada por motivos de soleamiento y viento, deriva directamente a una buena orientación de las fachadas de las edificaciones. Las ordenaciones en retícula generan :



Calles con directriz norte-sur
Generan fachadas orientadas
Al este y al oeste



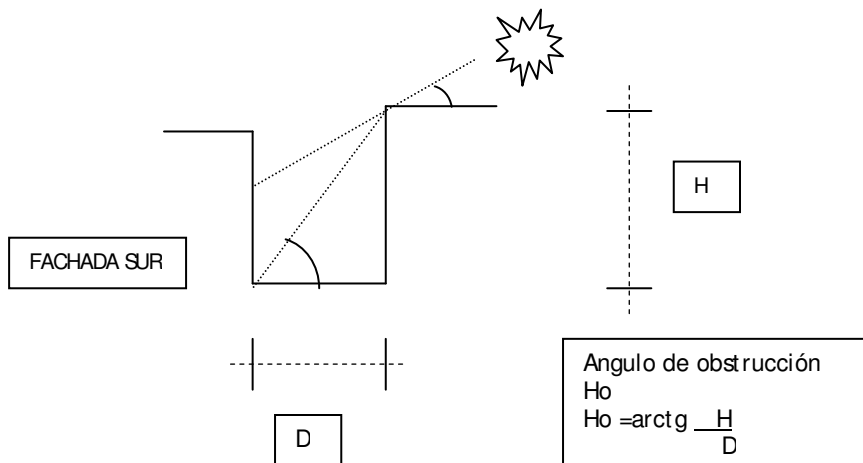
Calles con directriz este-oeste
Genera fachadas orientadas
Al norte y al sur

El primer caso, las calles generan fachadas este y oeste, las cuales tienen horas de sol de mañana o de tarde respectivamente. Esta solución permite que todas las fachadas tengan horas de sol, pero nunca en las horas centrales del día que es cuando el sol calienta más. Tampoco hay viviendas solo orientadas al norte. Es una solución aconsejable en latitudes mayores a 40° y siempre que los veranos no sean excesivamente calurosos, ya que el recalentamiento sobre la fachada oeste puede ser muy negativo para el confort

interior de las viviendas. Sería aconsejable, tratar el espacio exterior con arbolado caduco, sobre todo en la fachada oeste.¹⁸

El segundo caso aparecen edificaciones con una fachada optima para el invierno (la fachada sur) y otra para el verano (la fachada norte). En este caso, es un requisito imprescindible la relación entre la altura de la edificación y la distancia entre fachadas ya que condiciona la entrada de sol (sobre todo cuando este se encuentra con menores alturas solares en el invierno).¹⁹

También es un reto, resolver adecuadamente la fachada norte. Una alternativa sería abrirla a un patio de manzana que vuelve a generar una fachada sur. Y sobre todo diseñar adecuadamente el interior de las viviendas para que no haya ninguna vivienda sin sol en el invierno.



Una orientación de la retícula en posiciones intermedias puede ser también una buena solución sobre todo si se combina con la orientación de los vientos dominantes del invierno o del verano.

- Viario, densidad y tipología edificatoria

La densidad es uno de los factores claves para lograr una ordenación ambientalmente adecuada y sostenible. Tanto las altas edificabilidades (mayores a 120 viv/Ha), como las muy bajas (inferiores a 30 viv/Ha), conllevan graves disfuncionalidades como han manifestado numerosos autores. La referencia de la Ley del Suelo de 1975, de 75 viv/Ha, es un estándar importante, para lograr una eficiencia en el trazado y mantenimiento de

¹⁸ Walter Gropius propuso esta solución para el barrio de Damesstock en Berlín. Algunos de los arquitectos del Movimiento Moderno reflexionaron sobre las cuestiones del soleamiento, entre los que destacan los estudios realizados por Gropius.

¹⁹ Por ejemplo, en Madrid situado en 40° latitud norte, el sol en el invierno tiene una altura solar máxima de 24° a las 12 hora solar. Esto condiciona que para que entre en sol hasta la planta baja de la fachada orientada al sur es preciso al menos que el ancho de la calle sea 1,7 veces la altura de la edificación enfrentada. (Si $H=D$ -como recomiendan muchos manuales- estamos considerando un ángulo de 45° que es muy superior a 24°).

redes e infraestructuras, una diversidad urbana adecuada para lograr tejidos variados, articulados y con masa crítica suficiente para equipamientos y transporte público. Se considera oportuno establecer un rango entre 50-65 viv/Ha como la referencia idea para lograr aunar estos objetivos. Sin embargo, desde la planificación urbana o territorial es preciso no olvidar:

1. La diferencia entre densidad bruta y neta puede arrojar soluciones sorprendentes y poco sostenibles
2. La idiosincrasia propia de ciudades mediterráneas (más compactas) que las anglosajonas (más dispersas)
3. La necesidad de relacionar densidad con las tipologías edificatorias, ya que puede ayudar positivamente a articular los tejidos urbanos

Con respecto a la tipología edificatoria, es preciso recordar que cada una conlleva unas ventajas e inconvenientes que es necesario conocer para utilizarlas adecuadamente. No existe una tipología que por sí misma garantice un mejor soleamiento de las viviendas. Y más bien al contrario, buscar una combinación de tipologías edificatorias, es una buena respuesta para garantizar una ordenación diversa y sostenible.

Estrategias bioclimáticas para el sistema general de zonas verdes y espacios libres

Las estrategias bioclimáticas relacionadas con el sistema general de zonas verdes y espacios libres es el eje fundamental que debe articular cualquier ordenación con criterios ambientales. Se pueden resumir las siguientes tendencias como principales en este momento, para su diseño ambientalmente adecuado :

1. La importancia de **lo social**, considerando el sistema como un espacio para todos y garante de la calidad presencia de diferentes profesionales especializados.
2. Una preocupación basada más en las **texturas** que en las formas. (tras un auge morfológico en la década de 1990)
3. La preocupación por incluir el factor **tiempo** en el diseño, huyendo de los “paisajes congelados”. Los cambios son ahora vertiginosos de grandes transformaciones por lo que el sistema debe estar preparado para ellos.
4. La vinculación de nuevas **actividades** relacionadas con los usos recreativos, el ocio, lo deportivo y lo cultural, para el tiempo libre cada vez más grande de la población urbana.
5. Énfasis en la recuperación de la **biodiversidad** de cada lugar específico, con especial atención a las especies autóctonas. Cada soporte “*tiene como un código genético que es necesario conocer para intervenir*” (Sabaté, 2000)
6. La ampliación o **extensión del sistema** más allá de la ciudad existente o prevista, hacia el territorio peri-urbano, estableciendo unos nuevos vínculos con el territorio circundante, (con corredores, parques lineales, etc..) de vida de toda la sociedad
7. Un campo **multidisciplinar** en el que se conjugan diversidad de factores que hacen necesaria la integración de varias disciplinas.

- Criterios de diseño del sistema en red

No son solo criterios cuantitativos sino también cualitativos los que deben guiar el diseño del sistema de zonas verdes y espacios libres urbanos para que sean una red. Esto significa que todos los espacios se encuentre relacionados unos con otros, bien con zonas verdes secundarias de trazado lineal o con corredores específicos o simplemente calles con una importante presencia de la vegetación.

La articulación de las zonas verdes de cualquier ordenación son garante de la presencia de la naturaleza, considerando sus beneficios en los siguientes aspectos (según Sukop y Werner)²⁰ servirán para:

- 1 . Ornamentar la ciudad
- 2 . Proporcionar espacios recreativos, para la expansión de la población y favorecer el contacto de ésta con la naturaleza (a través de usos de ocio, educativos, didácticos y recreativos)
- 3 . Mejorar las condiciones climáticas de la ciudad, humedad y control de la temperatura, para establecer un microclima local adecuado en los espacios abiertos.
- 4 . Reducir la contaminación ambiental, ya que las hojas sirven para el depósito de las partículas contaminantes en suspensión.
- 5 . Servir como filtros y freno a la velocidad del viento.
- 6 . Amortiguar el ruido de baja frecuencia
- 7 . Proporcionar espacios adecuados para el desarrollo de la vida animal
- 8 . Reflejar los cambios estacionales a lo largo del año y sus beneficios psicológicos sobre la población residente y visitante

- Estándares mínimos y máximos, recomendaciones

Las reservas de suelo para zonas verdes y equipamientos, es aconsejable determinarlas al unísono, en base a dos conceptos:²¹

- 1º Que sean cuantitativamente óptimos, de acuerdo con estándares adecuados a cada lugar y población. En esta determinación, se partirá de un umbral mínimo de obligado cumplimiento que es el que fija el *Reglamento de Planeamiento* de la Ley del Suelo, umbral mínimo (de los 5 m²/habitante en suelo urbano a los 18 m² en suelo urbanizable en unidades elementales). Es importante manifestar como éste Reglamento no considera la tipología edificatoria de la ordenación ni los criterios de densidad de la misma, para la configuración de las zonas verdes urbanas, por lo que sería necesario realizar una reserva adecuada a las circunstancias propias de cada lugar.

²⁰ *Naturaleza en la ciudades*, Sukop y Werner, Ministerio de Obras públicas y Urbanismo, Madrid 1989. Interesante todo el libro relacionando la flora y fauna de en las áreas urbanas.

²¹ En el libro *Elementos de Ecología Urbana*. Editorial Trotta. Virginio Bettini et alt.. página 341 se aborda el estudio y diseño de las zonas verdes con criterios de sostenibilidad.

2º Que sean cualitativamente óptimos, considerando que el aumento de población requiere la aparición de equipamientos y zonas verdes nuevas y diversas, acordes con la complejidad social que va adquiriendo el sistema urbano.

- Localización y jerarquización de espacios libres y zonas verdes.

La localización adecuada de este sistema general debería estar relacionada con los condicionantes del soporte de cada territorio. Geomorfología, redes de agua superficial, ríos y riberas existentes, etc, son un factor de localización determinantes, previos a otros sistemas como la red viaria (que equivocadamente puede llegar a emplazarse destruyendo parajes luego imposibles de recuperar).

La jerarquía del sistema, supone la articulación de los espacios libres y zonas verdes, en niveles por su funcionalidad, características sociales y ambientales. Es necesaria esta jerarquía, la cual deberá estar funcionalmente articulada desde lo general a lo particular, en todas las escalas. Una posible jerarquía es:

1. Áreas de juego y estancia. Zonas verdes de vecindario

Se sitúan en el ámbito del vecindario. Suelen ser de pequeñas dimensiones y accesibles peatonalmente

2. Zonas verdes de barrio. Jardines

Son áreas ajardinadas de barrio más extensas donde caben zonas de juegos , equipamientos y áreas deportivas anejas.

3. Parque del barrio-ciudad

Son áreas grandes de encuentro y reposo para gran parte de la población . Su superficie mínimo está entorno a 3 Ha.

4. Parques de ciudad.

En la actualidad, debido a que el ocio es creciente en la sociedad postindustrial, es necesario que se piensen actividades y usos relacionados con las zonas verdes y que a la vez sirvan para la conservación y el mantenimiento de las zonas naturales circundantes valiosas .

Además estas zonas estructuradas por orden jerárquico de importancia, ahora están apareciendo otras nuevas zonas ²² como son “*Green pockets*” (parques pequeños de bolsillo muy próximos a las viviendas) , bulevares (en los cuales se pueden incorporar equipamientos como es el caso de Valencia), parques urbanos (de gran escala absorbiendo olivares como el Parque Juan Carlos I de Madrid), parques periurbanos (relacionados con opciones de ocio, senderismo, etc), u otras formaciones que combine el ocio y la naturaleza (como los huertos de ocio de Vitoria, practicas de eco-agricultura para urbanitas, intervenciones artísticas de land-art, ²³ etc).

²² *Rehacer paisajes*, Arquitectura del paisaje en Europa. Catalogo de la 1º biennial del Paisaje, 1999.

Arquithemas. Fundación de la Caja de Arquitectos. Barcelona . 2000 recoge numerosas intervenciones de gran calidad .

²³ Emilio Ambasz con los *earthworks*, Francesco Venezia, con sus propuestas de edificio sin cubierta insertado en el paisaje, entre otros arquitectos relevantes de las corrientes de Land Art, que suponen una nueva forma de ver y entender el territorio , recopilados en el libro *Land Art*, Nerea. Madrid 1999

Junto con los beneficios ambientales, las zonas verdes también son determinantes para el bienestar psico-social de la sociedad urbana, necesarias como válvulas de escape del stress urbano, combinando: ²⁴

1. la **salud física** del individuo (en un entorno “sano”, sin contaminación, ruido ambiental, etc en los cuales contribuye positivamente la existencia del verde urbano)
2. el **bienestar mental y emocional** en los cuales las cualidades estéticas de las zonas verdes urbanas y la existencia de elementos simbólicos de valor y referencia son determinantes
3. La **cohesión social** en la comunidad, proporcionando espacios de relación social adecuados

5. EJEMPLOS

Se recomienda ver el libro de Miguel Ruano, *Ecourbanismo, 60 ejemplos de asentamientos sostenibles*, GG, que como su nombre indica recoge ejemplos de intervenciones proyectuales y construidas con los criterios expuestos en este texto.

6. LAS ORDENANZAS AMBIENTALES, METODOLOGÍA Y EJEMPLO DE LA ORDENANZA BIOCLIMÁTICA DE TRES CANTOS (MADRID)

¿qué es una Ordenanza Ambiental o Bioclimática?

Las áreas residenciales de las ciudades, se ordenan desde el planeamiento mediante las Ordenanzas Zonales Reguladoras del Suelo Urbano, y desde la normativa sectorial aplicada al “uso particular” de residencia. La unidad base es la parcela, sobre la cual se establece el uso, la edificabilidad y todos los condicionantes para su aprovechamiento urbanístico. Por ejemplo, una ordenanza zonal cualquiera del PGOU de Madrid de 1997 regula los siguientes aspectos: Condiciones de posición, de aprovechamiento, estéticas y de uso

Es interesante el estudio de la evolución de las Ordenanzas Reguladoras, desde las primeras de alineación y estética de la fachada, hasta las actuales que pormenorizan detalladamente las condiciones de aprovechamiento, estéticas y de uso de cada parcela de suelo urbano, *donde* se aprecia una complejización progresiva de las determinaciones “micro”, entendiendo como tales las de aplicación estricta a los solares sobre los cuales se va a edificar, en detrimento de una regulación más “macro” o global. Se identifica por tanto como reto inmediato el recuperar esa visión global articulándola desde la sostenibilidad.

²⁴ Corraliza, del Departamento de Psicología social de la Universidad Autónoma de Madrid. Conclusiones del texto preparado para el *Seminario de calidad...* (op.cit)

La Ordenanza es una potente herramienta para ordenar y adecuar la ciudad a las necesidades de su población, que se justifica desde el interés general y la utilidad pública, y por tanto deberían tener cabida aspectos actuales relacionados con el ahorro energético y la eficiencia energética tanto de los materiales constructivos en el resultado volumétrico de las edificaciones.

La Ordenanza Bioclimática, trasladará las estrategias generales de acondicionamiento pasivo, más las de acondicionamiento activo, a un articulado de obligado cumplimiento en cada norma zonal reguladora del futuro suelo urbano del municipio o aquel supeditado a renovación y/o rehabilitación, al objeto de que el diseño final de las edificaciones y de los espacios urbanos se diseñen con esta intencionalidad y así se logre un espacio urbano más adecuado al medio y al clima.

Además de las pautas de acondicionamiento pasivo, la Ordenanza Bioclimática puede ser muy oportuna en la incorporación de otras determinaciones que buscan reducir aún más el consumo de recursos tanto energéticos como hídricos en el contexto de la edificación, entre las que destacan las siguientes:

- Incorporación de sistemas de **reducción de consumo** en la vivienda, y de sistemas de **recirculación de aguas grises** con baja carga orgánica (excluyendo la aguas provenientes de las cocinas y las fecales de los inodoros), para su reutilización en el riego de los espacios libre interiores (de carácter privativo) de la edificación y cumpliendo previamente unos requisitos mínimos de calidad. Estas determinaciones sólo serán de aplicación a grandes promociones de vivienda y de oficinas.
- La mejora del comportamiento energético de la edificación a través de la incorporación en el diseño de estructuras y materiales que garanticen el cumplimiento de los umbrales mínimos de **transmitancia térmica** definidos en la Ordenanza, para cada uno de los elementos que constituyen la envolvente del edificio.
- La incorporación obligatoria de sistemas de captación de energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, en una cuantía porcentual mínima respecto al volumen de consumo global estimado para cada edificio. Esta participación dependerá de la tipología de bloque por la que se opte y vendrá ponderada por un coeficiente corrector que ajustará la participación porcentual mínima en función de los costes globales asumidos por cada agentes en el desarrollo de las determinaciones de la Ordenanza.
- El establecimiento de criterios de diseño con carácter obligatorio en las zonas de aparcamiento, en los espacios ajardinados y en las aceras de los viarios de red general, así como en los viarios locales y de coexistencia, con el objetivo de mejorar la calidad ambiental (mejora de las circulaciones, regularización de criterios de incorporación de elementos vegetales, permeabilización de zonas de aparcamiento,..., de los espacios estanciales y de movimiento de los peatones).

- Nuevas **propuestas de diseño en espacios libres y zonas verdes**, tales como:
 - Criterios de selección de especies vegetales en función de sus consumos hídricos según coeficientes globales de consumo agregado.
 - Caracterización de sistemas de riego ecológico como sistemas complementarios al de la red de riego.
 - Procedimientos de ejecución de obras de desarrollo de la urbanización de los espacios ajardinados.
 - Criterios específicos de preservación y de integración de los elementos singulares del entorno rural de Tres Cantos, de cara a su inclusión en las nuevas piezas urbanas.
 - Estructura de los proyectos de jardinería que desarrollen estos conceptos.

Proceso de ejecución de ordenanzas ambientales.

Se pueden plantear dos situaciones diferentes; redacción de una Ordenanza Ambiental de un tejido urbano existente, o de uno de nueva creación. Si el tejido ya existe, y por tanto ya cuenta con un planeamiento y un texto normativo, es cuestión previa analizarlas críticamente al objeto de determinar si están ayudando a la creación de una ciudad sostenible, si caben en ellas criterios para el acondicionamiento activo o pasivo de las edificaciones o si por el contrario son excesivamente convencionales.

Algunas experiencias de Ordenanzas Ambientales

Desde la corporación local empieza a abordarse el reto de las Ordenanzas Ambientales de diferentes formas. Las Agencias Locales de la Energía, son entidades que fomentan el buen uso de la energía, la eficiencia y el uso de energías renovables en el ámbito local. Actualmente existen 32 en toda España. En Cataluña son 30 los municipios que tiene ordenanzas solares, y que asesorados para esta labor por el CSCOS (Centro de Soporte de las Ordenanzas Solares).

Destacamos por su interés la Ordenanza Fiscal sobre el Impuesto de Construcciones, Instalaciones y Obras, del Ayuntamiento de Tarragona, (Ordenanzas Fiscales i de Preus Publics, 2005), ya que liga la eficiencia de las edificaciones con la reducción de impuestos, mecanismo que entiendo muy positivo y eficaz para pasar de las ideas a la acción. En su desarrollo se especifican aquellas medidas que son realmente válidas (como la orientación del edificio hacia el sur, la protección solar de las ventanas, la alta inercia de los cerramientos, la ventilación interior, la iluminación natural, el aislamiento térmico, el uso de energías renovables, etc,..) a las que corresponde un porcentaje en el pago de tasas y licencias. No se olvidan de las viviendas de protección oficial ni de los edificios pertenecientes al patrimonio histórico-artístico, que también se pueden beneficiar de ésta iniciativa.

El Instituto Cerdá de la Energía, ha desarrollado una “Guía de Buenas Prácticas de edificación sostenible” para la localidad catalana de Vilanova i la Geltrú (www.vilanova.org/ajuntament), en la cual aparece medidas específicas para la concepción del edificio, sus instalaciones, la información necesaria al usuario, sobre materiales y productos de construcción y finalmente sobre construcción y desconstrucción.

Cardedeu (Barcelona) tiene una Ordenanza de energía solar y de ahorro de agua, disponible en el Butlletí oficial de la Provincia de Barcelona nº 143, de 15 de junio de 2002. Y EN San Cugat del Vallés ya aplican una ordenanza muy detallada para el ahorro de agua.

Por último, es oportuno referir aquí la certificación LEED, que es un sistema de clasificación y certificación de edificios verdes, creada por el Green Building Council, que es una asociación privada americana que aglutina a fabricantes, profesionales y empresas conciencadas con el reto de la sostenibilidad urbana. El certificado evalúa seis aspectos, que los pone en una escala de plata, oro o platino:

1. sostenibilidad de la parcela
2. eficiencia en el ahorro de agua
3. eficiencia energética y uso de renovables
4. materiales y recursos
5. calidad medioambiental interior
6. innovaciones en tecnologías y procesos.

Entre sus ventajas, estriban la ayuda al arquitecto en la fase proyectual, el prestigio de la propia institución y la concepción sistémica y global del proceso evaluador. Por el contrario, sus principales inconvenientes son que una máxima calificación no garantiza por sí mismo un buen proyecto verde (por que puede poner el énfasis en un aspecto y olvidar el resto); que algunos puntos están demasiado asociados a la normativa americana y no son extrapolables; y por último la necesidad de creación de una comisión evaluadora especializada e independiente, que requiere recursos profesionales y económicos.

Características y estructura de la Ordenanza Bioclimática de Tres Cantos (Madrid).

La localidad de Tres Cantos está situada al norte de la capital de Madrid, en una zona de nueva expansión. Fue concebida como una ciudad-satélite de nueva creación, al estilo de las “new towns” inglesas, unida con la capital por ferrocarril y por la Autovía de Colmenar, donde se asentaron empresas de tecnologías innovadoras, laboratorios, e industrias avanzadas. Su independencia, capacidad, autonomía y complejidad, se deben precisamente a la existencia de este sustrato tecnológico. Desde su segregación del término municipal de Colmenar la ciudad de Tres Cantos ha ido colmatando, en los últimos 15 años, todo el espacio vacante disponible lo que ha hecho necesario la redacción del nuevo Plan General que contempla entre otras determinaciones una nueva expansión urbana hacia el norte. Esta nueva propuesta de crecimiento contempla la construcción de alrededor de 1000 viviendas en suelo urbano, 4.000 en suelo urbanizable, 450 apartamentos y alrededor de 300 viviendas de integración social, además de suelos para el desarrollo de industrias y oficinas.

La oportunidad de acometer una Ordenanza global, partió de la inquietud de la administración regional y local respecto de la regularización normativa de criterios que reduzcan el consumo de recursos utilizados en la creación de nuevas piezas urbanas, y siempre desde la óptica de la sostenibilidad. El objetivo era establecer una normativa integradora, que sumara el control sobre la contaminación del agua y del aire, la acústica, la construcción bioclimática, el fomento de energías renovables, la urbanización con prioridad para el peatón y calmado de tráfico, el control integral de las plantaciones

vegetales (con consumo de agua controlado, porte, idoneidad del suelo, etc), hasta la gestión de residuos inertes de la edificación que se construya a partir de su entrada en vigor (Enero de 2005).²⁵

La Ordenanza Bioclimática está estructurada siguiendo el esquema de una Ordenanza convencional, de forma que los que la tengan que aplicar se encuentren con una terminología conocida, ajustada jurídicamente, pero con conceptos y contenidos claramente definidos que faciliten la aplicación de las determinaciones de Ordenanza, estimulando e incentivando el uso de técnicas de acondicionamiento tanto activo como pasivo en la edificación y en los espacios exteriores.

En el proceso metodológico, se realizó un exhaustivo estudio del territorio (analizando las pendientes, la evacuación del agua superficial, la orientación de las laderas, las zonas con vegetación digna de protección, etc, algunos de cuyos planos ilustran estas páginas). Simultáneamente se evaluaron las edificaciones construidas en la parte de Tres Cantos actual, observándose algunas disfuncionalidades (sobre todo térmicas), que deberían evitarse en el nuevo texto normativo (se adjuntan las fichas resumen de evaluación de las tipologías de torres, manzanas y vivienda unifamiliar).

Principales aportaciones de la Ordenanza Bioclimática de Tres Cantos (Madrid)

La Ordenanza como documento normativo singular recoge toda una serie de novedades respecto a otras normativas con fines similares. El hito más importante, el que supone realmente un avance cualitativo respecto al “estado del arte”, es la intención integradora que se desarrolla estructuralmente en la Ordenanza, integrando objetivos de adecuación térmica, acústica, tratamiento de los espacios libres y zonas verdes, diseño de la edificación, etc.

La Ordenanza no es una normativa sectorial en sí, aunque efectivamente trata sectorialmente los temas que aborda, ya que el considerar simultáneamente todas las áreas temáticas, implica la necesidad de coordinar una visión equilibrada respecto a todos y cada uno de los ámbitos sectoriales incluidos.

El desarrollo de la anterior permite caracterizar toda una serie de aportaciones a este tipo de normativas tanto desde la urbanización como de la edificación:

En la Urbanización:

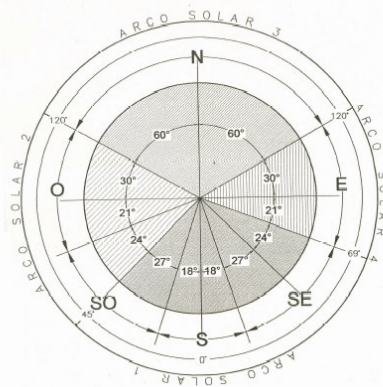
- Permeabilización obligatoria en una cuantía proporcional mínima de determinadas bandas del viario.
- Inclusión del terreno naturalizado u original en espacios verdes calificados en el planeamiento.
- Inclusión de sistemas de riego ecológicos que complementen las redes de riego convencionales en los espacios libres y zonas verdes.

²⁵ El Equipo redactor de la Ordenanza Bioclimática está constituido por: Ester Higuera (dr.Arquitecto), Javier Elizalde (Arquitecto-Urbanista), Javier Gil (Paisajista), Leyre Echevarría (Arquitecta), Ramón Garachana (Ingeniero de Caminos-Urbanista), Susana Díaz-Palacios (Ingeniero Agrónomo) y María Casanova (Ingeniero de Caminos). BOCM N°26 1-02-05

- Selección de especies vegetales a incluir en los proyectos de jardinería en función de coeficientes hídricos agregados.
- Aplicación de métodos de ejecución de obra diferenciados en zonas verdes y espacios libres. Normas Tecnológicas de Jardinería.

En la Edificación:

Una de las principales aportaciones de la Ordenanza, consiste en la ROSA DE ORIENTACIONES O ACIMUTES que viene a recordar (y obligar) al arquitecto que el recorrido del sol introduce unas diferencias significativas sobre las fachadas de las edificaciones y sobre todos los espacios urbanos. La Rosa diferencia cuatro arcos



solares:²⁶

El arco solar 1,

Zona de máximo soleamiento en invierno y en verano donde es posible y conveniente colocar los elementos captadores para el invierno, y elementos externos de protección para el sol del verano. Abarca todo el recorrido del sol por el sur (acimut 0°), donde todos los días el sol alcanza la máxima altura solar a las 12.00 horas (solares). Es necesario destacar, que el arco no es simétrico con respecto a la orientación sur, (va desde 69° SE hasta 45°SO), debido a que la radiación solar de la mañana es más soportable que la de la tarde como consecuencia del recalentamiento de la atmósfera. También Olgyay consideraba esta circunstancia y aconsejaba la orientación 30° SE como la ideal para la zona templada, en su manual anteriormente citado. Todas las fachadas de las edificaciones que se encuentren dentro de estos 114° del Arco Solar 1, la Ordenanza les obliga la cumplimiento de una serie de requisitos en su articulado, para facilitar la implantación de técnicas de acondicionamiento tanto activas como pasivas en invierno y en verano. La diferencia de altura solar entre el invierno (24° a las 12.00horas) y el verano (73° a las 12.00horas), posibilitará la flexibilidad entre captación solar y protección requerida para este clima.

El arco solar 2,

Es la zona del sol de tarde. Abarca aquellas orientaciones que tienen sol desde 45°SO hasta 120° SO (siempre tomando el sur como el origen de los ángulos acimutales). En esta orientación no tenemos sol en el invierno (que tiene el orto a 27°SO el 21 de diciembre) y sí todas las tardes, desde las 13,00, o las 14,00 horas hasta que se oculta, durante los meses de

²⁶ Rosa de acimutes también propuesta para la Revisión de la Formativa del PGOU de Madrid y que está siendo a su vez, utilizada en otras propuestas formativas como la de Villanueva del Pardillo en Madrid. Es resultado de los condicionantes de soleamiento de Madrid y de los arcos acimutales propuestos por el Código Técnico de la Edificación.

marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Esto condicionará completamente el diseño de esta fachada, cuyos huecos, materiales, elementos de protección externos e internos, y también el control del microclima de los espacios exteriores se debe cuidar al máximo y debe ser diferente con respecto a los otros Arcos solares.

En el Arco Solar 3,

Este arco abarca una orientación sin radiación solar directa. La radiación difusa está presente todo el año, y aparece radiación directa apenas tres horas en el orto y en el ocaso el 21 de junio. Corresponde a los acimutes, desde 120°NO hasta los 120°NE. Esta circunstancia hace que las estrategias de control se encaminen a evitar la pérdida del calor generada en el interior de las edificaciones o para favorecer la ventilación cruzada en el verano, principalmente. La luz difusa es muy aconsejable para tareas como laboratorios, bibliotecas, oficinas, salas de dibujo, entre otras, circunstancia que se puede considerar a la hora de la distribución interior de los inmuebles y de las viviendas.

En el Arco Solar 4,

La radiación solar es exclusiva de la mañana y en los meses calurosos, ya que abarca desde 69°SE hasta 120°NE. En este Arco, las posibilidades para captación de la radiación solar en invierno son nulas, y medias en primavera y otoño, periodos en los que no suele hacer falta. Tampoco será excesivo el sobrecalentamiento en el verano, ya que solo llega radiación desde que amanece hasta las 11,00 de la mañana (generalizando). Si ha existido un enfriamiento nocturno, circunstancia que suele ser corriente, no va a ser perjudicial por la ausencia de calentamiento atmosférico.

Como puede observarse las condiciones de diseño óptimas para cada Arco Solar son diferentes, e incluso contrarias. Estas determinaciones sobre las ventajas e inconvenientes de cada orientación, es preciso que el arquitecto las conozca cuando esté realizando el diseño de las edificaciones, y así pueda establecer el tamaño de los huecos, la selección de los materiales, la forma del edificio, la situación de balcones y terrazas, la situación de elementos externos o internos de protección solar, la localización de los paneles captadores, etc, para mejorar el comportamiento térmico de los inmuebles.

A su vez, son dignas de consideración las aportaciones que hace la Ordenanza en los siguientes apartados:

- Incorporación de sistemas de recirculación de aguas grises para el riego de los espacios interiores de las urbanizaciones (espacio privativo).
- Incorporación obligatoria en los proyectos constructivos de modelos de comportamiento térmico según unos umbrales mínimos de obligado cumplimiento.
- Incorporación indiferenciada de sistemas de captación solar participando en la generación/reducción del consumo de energía en las viviendas a las que dan servicio, según una horquilla porcentual que va a variar en función de las tipologías, relacionándose dos parámetros, número de plantas y superficie de cubierta.
- Gestión obligatoria de los RSI a través de un gestor autorizado, según los criterios diseñados en el Plan Regional de RSI de la CAM.

En resumen, el interés de la Ordenanza Bioclimática reside en el tratamiento integral que se hace del desarrollo de la ciudad en su conjunto, en cuanto a la optimización del consumo de recursos y en la creación de las nuevas piezas urbanas adaptadas a su territorio y a las necesidades de sus usuarios. Así en ella se complementan diferentes ámbitos tradicionalmente abordados por separado, como son por ejemplo:

Arquitectura con Espacios libres
Edificaciones con Zonas verdes

Siendo elementos complementarios y básicos para lograr una interacción entre el microclima exterior y las condiciones de confort de las edificaciones para sus usuarios. También es frecuente encontrar disociadas las técnicas de acondicionamiento activo (paneles solares térmicos o fotovoltaicos) de las de acondicionamiento pasivo (forma de la edificación, colores, ventilaciones cruzadas, etc). En efecto, tanto en las normativas, como los profesionales o los técnicos instaladores se inclinan por una u otra opción, siendo la combinación de ambas la solución más idónea y eficaz siempre.

Bibliografía recomendada:

- A.A.V.V.
1990. *Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano*. Comisión Unión Europea.
- A.A.V.V.
1992. *Programa 21 Cumbre de la Tierra Río de Janeiro*. UNCED. Capítulo cuarto.
- AAVV
1999 *Segundo catalogo español de buenas prácticas. Ciudades para vivir, Habitar II*. Ministerio de Fomento. Madrid.
- AAVV
1999 *A green Vitruvius Principles and practice of sustainable architectural design*. James & James. London
- BETTINI, VIRGINIO
1998 *Elementos de ecología urbana*. Editorial Trotta, serie medio ambiente. Madrid
- CASTELLS, M.
1987 *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. Tomo I, La sociedad red. Editorial Alianza Editorial. S.A. Madrid
- CLAVERS FARIAS, I.
1982 *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. CEOTMA. Madrid.
- COMISION EUROPEA
1998 *Ciudades europeas sostenibles*. Informe del Grupo de Expertos sobre medio ambiente urbano.
- FARIÑA TOJO, J.
1998 *La ciudad y el medio natural*. Akal. Madrid
- FARIÑA TOJO, J, y HIGUERAS GARCÍA, E.
1999 *Turismo y Uso Sostenible del Territorio*. Cuadernos de investigación urbanística nº 28. Edita Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid
- FREY H.
1999 *Designing the city: towards a more sustainable urban form*. E&FN SPOON London.
- GIRARDET, H
2001 *Creando ciudades sostenibles*. Ediciones Tilde, Valencia.
- HALL..P
1996 reeditado 1998. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en el siglo XX*. Ediciones del Serbal Barcelona.
- HARG, I.Mc
1967 reeditado 2000. *Proyectar con la naturaleza*. GG. Barcelona
- HERNANDEZ AJA, A.
1997 *La Ciudad de los Ciudadanos*. Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medioambiente. Madrid.
- HIGUERAS GARCÍA, E
2006 *Urbanismo Bioclimático*. GG.
- HIGUERAS GARCÍA, E.
1998 *Urbanismo bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos*. Cuadernos de investigación urbanística nº 24. Edita Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid
- HIGUERAS GARCÍA, E.
1999 *El impacto ambiental y la planificación*. Cuadernos del Instituto Juan de Herrera nº 46. Edita Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid

- 2000 *Urbanismo y medio ambiente: La ciudad*, Cuaderno IJH, nº 101.
- 2001 *Urbanismo y medio ambiente: El territorio*, Cuaderno IJH nº 102.
- HIGUERAS GARCIA, E.
2002 *Agendas 21: Objeto, método y oportunidad desde el urbanismo*. Edita Mairea.
2006 *Agendas 21: Manual para arquitectos*. Editorial Mairea.
- HOUGH, M.
1998 *Naturaleza y ciudad. Planificación urbana y procesos ecológicos*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona
- JELLICOE, G Y S.
1995 *El paisaje del hombre. La conformación del entorno desde la prehistoria hasta nuestros días*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona
- LÓPEZ DE LUCIO, R.
1993. *Ciudad y urbanismo a finales del siglo XX* Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- LOPEZ CANDEIRA, J
1999 *Diseño urbano: teoría y practica*. Ed. Munilla-Leira. Madrid
- LYNCH , K
1975 *Planificación del sitio*. Ed GG
- MADERUELO , J (ED) Y OTROS
2001 *Arte publico: naturaleza y ciudad*. Fundación Cesar Manrique.
- MARTINEZ SARANDESES,
1999 *Guía de diseño urbano*. Ministerio de Fomento. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
1999 *Guía de la edificación sostenible*. Ed. MOPU
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
1996 *Habitat II Primer catalogo español de buenas practicas. Vol. I* Ed. MOPU
1996 *Habitat II Primer catalogo español de buenas practicas Vol II*. Ed. MOPU
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
2001 *Ciudades para todos. Habitar II. Tercer catalogo español de buenas practicas*. Ed. MOPU
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
- 1996 *Convenio de Barcelona para la protección del Mediterráneo*. Ed. MOPU
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
1999 *Hacia un desarrollo sostenible*. ED. MOPU
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.
2000 *Principios directores para el desarrollo territorial sostenible del continente europeo*. Ed, MOPU
- MUNFORD, L.
1968 *Perspectivas urbanas*. Editorial Emecé. Buenos Aires
- NAREDO, J.M.
1996 *Sobre el origen, el Uso y el Contenido del Término Sostenible* Ciudades para un futuro más sostenible. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- NAREDO, J.M.
1996 *Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el Modo de Paliarla* . Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- OLGYAY, V.
1963 *Design with Climate*. Princeton, New Jersey. Princeton University Pres
Reeditado GG 1999. *Arquitectura y clima*. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.
- PRATS PALAZUELO, F.
1996. *Turismo, Territorio y Medio Ambiente. El caso del Plan Insular de Lanzarote* . Medio Ambiente , Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- RAMON MOLINER, F.
1980. *Ropa, Sudor y Arquitecturas* Editorial Herman Blume. Madrid.
- RODGERS, R.
2001 *Ciudades para un pequeño planeta*. GG.
- RUANO M.
1999 *Ecourbanismo. Entornos Humanos Sostenibles: 60 Proyectos*. Editorial Gustavo Gili.
- SUKOPP H, Y WERNER P.
1989 *Naturaleza en las ciudades. Desarrollo de flora y fauna en áreas urbanas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid

TERAN TROYANO,F.
1962-1963. " La Ciudad y el Viento " *Revista
Arquitectura*, Colegio Oficial de
Arquitectos de Madrid.

REVISTA URBAN del Departamento de
Urbanística y Ordenación del Territorio.
Nº 3 dedicado a la sostenibilidad.
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
ARQUITECTURA. DEPARTAMENTO 0335
URBANÍSTICA Y ORDENACIÓN DEL
TERRITORIO