

## LAS ORDENANZAS AMBIENTALES INSTRUMENTO DE OPORTUNIDAD BIOCLIMATICO Y EFICIENTE.

### Ester Higuera.

Dr Arquitecto. Coordinadora Urbanismo en Master Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática (MAYAB-UPM)



Este texto es un resumen del libro *El reto de la ciudad habitable y sostenible*, E. Higuera,

Editorial DAPP, 2009. Capítulo 5 pag 103-130

### Indice:

- 1.- Introducción, interés de la Ordenanza bioclimática:
- 2.- Oportunidad de la Ordenanza Bioclimática:
- 3.- Ejemplos de Ordenanzas ambientales y bioclimáticas
- 4.- Metodología para la redacción de una Ordenanza Bioclimática en un tejido residencial

---

### 1.- Introducción, interés de la Ordenanza bioclimática:

Una Ordenanza es un texto normativo que regula todos los parámetros para la edificación en suelo urbano, por su unidad mínima: la parcela. Generalmente, regulan aspectos estéticos (composición de huecos, ritmos, inclinaciones de cubierta, colores de fachada, etc); aspectos de aprovechamiento (fondo máximo edificable, altura máxima, edificabilidad máxima, etc); y también aspectos de uso (usos predominantes, los compatibles con él y los usos prohibidos).

Han existido Ordenanzas de regulaciones mínimas, de policía y estéticas desde el siglo XIII; pero es a partir del siglo XIX, cuando la disciplina urbanística empieza a establecer unas ordenanzas con motivos higienistas, intentando controlar el hacinamiento y las insalubres condiciones que habían aparecido con la ciudad de la revolución industrial.

Otro hito histórico significativo, supuso la Carta de Atenas, resultado de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM), que reivindicaba una nueva forma de

hacer ciudad, donde el sol, el viento y las zonas verdes formaran parte indisoluble y característica de la ciudad, pero con alta densidad. Una de las aportaciones más significativas es precisamente el bloque abierto, que resuelve una alta densidad, liberando mucho espacio para zonas verdes, y que posibilita que todas las viviendas sean exteriores. Sin embargo, los espacios de bloque abierto requieren hoy una acción de mejora ya que a su antigüedad, se suman problemas de mantenimiento de su entorno y zonas verdes, ausencia de identidad urbana, ausencia de espacios comerciales y de equipamientos suficientes, y además requiere resolver el problema de la movilidad y la accesibilidad peatonal y rodada.

Desde el siglo XX, las Ordenanzas no han sufrido importantes transformaciones sustanciales, incluso se repiten textos muy similares en ciudades con climas y morfologías muy diferenciadas. Es por tanto, la hora de afrontar una nueva Ordenanza que incentive el diseño de técnicas de acondicionamiento pasivo en la escala urbana; y además sirva para minorar impactos, incorporar las técnicas de acondicionamiento activo, y en resumen mejoren la relación entre el medio urbano y su lugar.

## **2.- Oportunidad de la Ordenanza Bioclimática:**

Una Ordenanza Bioclimática sirve para mejorar la eficiencia energética en la ciudad ya que servirá para que cada nueva edificación o rehabilitación, reduzca la energía gastada para su ejecución completa o su posible demolición futura y además considerará el uso de energías renovables y empleo de técnicas de acondicionamiento pasivo según las características climáticas y el uso interior del edificio adecuadas a cada situación urbana. El interés de redacción de una ordenanza ambiental es doble:

1. por un lado induce al diseño bioclimático en positivo, según cada zona homogénea urbana. Esto es, es el equipo redactor el que establece la obligatoriedad de determinados elementos o su recomendación, para lo cual la orientación de las fachadas y el ángulo de obstrucción solar son determinantes para la viabilidad de estas soluciones
2. en segundo lugar, es un texto único donde ya se ha estudiado la relación con otras normativas sectoriales y se elimina la incompatibilidad entre ellas (por ejemplo en determinados casos, como en la ciudad histórica, puede ser más interesante incentivar a construir cubiertas verdes que colocar paneles solares, debido a que el impacto es menor y además aparece una aportación microclimática necesaria en zonas de alta densidad)

Una Ordenanza es una herramienta muy potente, por que al establecer todas las condiciones de las parcelas urbanas, puede inducir positivamente al diseño de unas edificaciones y espacios urbanos más eficaces. Además la Ordenanza debe reconducir aquellos aspectos desvirtuados, de la realidad constructiva de nuestras ciudades. Es frecuente que los usuarios transformen sus viviendas al objeto de añadir más espacio habitable interior a sus viviendas, ya que sus superficies son cada vez más pequeñas. Son comunes en todas las ciudades, el cerramiento de las terrazas para incorporarlas al salón, el aprovechamiento del espacio bajo cubierta, los cerramientos auxiliares que cierran los áticos, etc. Al debido control urbanístico de la edificabilidad, se suma la necesidad de establecer que muchas de estas transformaciones empeoran el comportamiento térmico de la vivienda, añadiendo importantes disfuncionalidades térmicas. Desde la Ordenanza Ambiental se debe

proponer que estas transformaciones estén reguladas y sean evaluadas sus consecuencias térmicas y lumínicas, incentivando las positivas desde el Proyecto de Edificación y prohibiendo o limitando las perniciosas

### 3.- Ejemplos de Ordenanzas ambientales y bioclimáticas

A modo de ejemplo, existen algunas Ordenanzas o Textos Normativos Ambientales que han sido aprobados recientemente, donde aparecen destacados estas intenciones. Se han seleccionado aquellos que tienen una relación directa con las Ordenanzas, o con los parámetros de aplicación a las edificaciones al objeto de conseguir una mejor adecuación bioclimática y que puedan servir de ayuda al urbanista. Con este criterio los textos seleccionados son:<sup>1</sup>

.- Ayuntamiento de Barcelona. Ordenanza General de Medio Ambiente Urbano 1999.  
El Ayuntamiento de Barcelona aprobó una "Ordenanza de Medio Ambiente Urbano" en mayo de 1999. Se trata de un texto amplio en el que entran en consideración materias muy dispares y no se trata de una ordenanza urbanística que regule condiciones de volumen, estéticas o de uso de las parcelas en suelo urbano. La Ordenanza trata demasiados temas todos relacionados con el ambiente urbano pero afectan a numerosos profesionales y en algunos apartados son demasiado generalistas. No se fomenta la arquitectura bioclimática. Falta incentivar las energías limpias, la eficiencia energética en la edificación que se remiten a otros textos complementarios. En el anexo aparece la Ordenanza Solar Térmica, que establece la obligatoriedad de adoptarla en nuevas edificaciones con consumo de ACS superior a 292 Mjoulles; en todas las climatizaciones de piscinas mayores a 100m<sup>3</sup> y se aporta el cálculo de la demanda.

.- Ayuntamiento de Tarragona. Ordenanza Fiscal Reguladora del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras. El Ayuntamiento de Tarragona plantea la eficiencia energética mediante la obligatoriedad de cumplir la "Ordenanza Fiscal reguladora sobre el impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras", en la que se prima el diseño bioclimático mediterráneo mediante la bonificación de un 15% de la tasa de licencia. Si se usan materiales durables, reutilizables, reciclables y no tóxicos, se puede alcanzar una bonificación máxima del 20%. Existe un límite máximo establecido en el que todas las bonificación no puede ser superior al 95% del impuesto, lo que hace que esté quede muy reducido. Caso especial de los edificios históricos. Es de gran interés el anejo donde se aporta un cálculo de la inercia térmica de diferentes tipos de muros, como suma de las componentes de sus materiales. La ausencia de inercia térmica en los cerramientos ejecutados en los últimos años, es una de las principales causas del disconfort térmico, sobre todo en el verano.

El procedimiento consiste en calcular primero el impuesto de la tasa de licencia que se establece en el 2,94% del proyecto de Ejecución Material (sin honorarios, ni beneficio industrial, etc), según un módulo base multiplicado por la superficie, por un coeficiente correctos del uso y otro de acabados. Sobre esta cantidad aparecen las reducciones por el cumplimiento de :

1.- diseño bioclimático mediterráneo. Bonificación del 15% en plurifamiliar y 10% unifamiliar

Se entiende por tal, aquel que tiene

- o orientación al sur

---

<sup>1</sup> Se puede ampliar el contenido y evaluación de estos ejemplos en el libro "El reto de la ciudad habitable y sostenible", E. Higuera, edita DAPP. 2009.

- protección de ventanas con voladizos
  - inercia térmica (según cálculo del anexo 2)
  - ventilación cruzada natural
  - iluminación natural adecuada
  - tratamiento de espacios privados exteriores para mejorar el microclima local
- 2.- aislamiento térmico. Bonificación del 15%
- mejora del aislamiento de cubiertas y fachadas eliminando los puentes térmicos
- 3.- uso de energías renovables. Bonificación del 30% en plurifamiliar y 50% en unifamiliar
- energía solar térmica para un 60% de la demanda de ACS
  - energía solar fotovoltaica integrada en la edificación
  - utilización biomasa para ACS o calefacción
- 4.- uso de materiales duraderos, reutilizables y no tóxicos. Bonificación del 20%
- en cerramientos, estructura y aislamiento
  - en cubiertas
  - en particiones y divisiones interiores
  - en pavimentos
  - en la instalación de saneamiento de agua, de calefacción y gas
  - en pinturas e impermeabilizantes
- 5.- instalaciones. Bonificación del 15%
- calefacción o refrigeración por energías renovables
  - calefacción
  - ascensores de bajo consumo
  - electrodomésticos de alta eficiencia A y B
  - domótica para la gestión energética
  - iluminación por zonas
  - ahorro de agua domestica ( en inodoros y cisternas)
  - recuperación del agua de lluvia y uso adecuado•

Resulta muy claro el texto normativo y en cada bloque están todos los requerimientos mínimos imprescindibles para mejorar la eficiencia energética muy oportuno sobre todo para el promotor y el arquitecto. Como en otros textos, establece unos mínimos, y siempre quedan óptimos y máximos a juicio del diseñador o promotor. Es muy fácil de aplicar por los técnicos municipales, chequeando el listado de referencia, que no es demasiado exhaustivo. La organización por áreas diferenciadas y por bonificaciones variables, es adecuada, ya que por las condiciones del solar, a veces será imposible cumplir con todas ellas, y de esta forma el proyectista puede priorizar las que sean más aconsejables para cada caso en concreto.

También es muy oportuna la diferenciación entre tipologías edificatorias de vivienda multifamiliar y las unifamiliares, ya que determinadas soluciones son más propias de una tipología determinada. Destaca favorablemente el anexo para el calculo de la inercia térmica de diferentes muros de cerramientos, que se estructura por suma de puntos con una escala final de 6 puntos para una inercia muy ligera, hasta 26 puntos para una muy pesada, pasando por ligeras, medianas y pesadas, que sin duda son

muy prácticas y fáciles de utilizar a la hora de diseñar el cerramiento de las edificaciones.

- Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú. Guía de Buenas Practicas de edificación Sostenible para Vilanova, 2001. El Plan General (2001) de esta localidad incluye un texto en el que se guía al proyectista a concebir una edificación bioclimática. No se trata de una normativa obligatoria, sino de recomendaciones propuestas por el Instituto Cerdá, que son muy oportunas y específicas para las necesidades térmicas catalanas. Consta de cinco partes: la concepción del edificio ( con referencia a la orientación, las partes masivas, los huecos, la cubierta, las divisiones interiores y los residuos), las instalaciones del edificio (del aislamiento térmico, el ACS, las energías renovables, la iluminación, la instalación eléctrica, la sed de saneamiento y la gestión térmica), la información al usuario, los materiales de construcción y por último de los procesos de construcción y deconstrucción.

Se argumenta cada concepto, por ejemplo que es mejor la orientación sur frente al resto y que en cualquier otra se deben establecer medidas de control solar. Pero se deja al proyectista máxima libertad para alcanzar este objetivo. En la idoneidad de la orientación, también se hace referencia a evitar las fuentes generadoras de ruido.

El aislamiento exigido es de  $k= 0,4w/m^2^{\circ}C$  aunque se aconseja aumentarlo en orientaciones norte.

En cada caso se van citando recomendaciones y ejemplos de materiales o de soluciones constructivas pero siempre con una libertad de proyecto máxima, aunque exige un conocimiento exhaustivo de los materiales y de las técnicas bioclimáticas para conseguir lo que establece el documento. Hace referencia a la NBE-CA-88, que ha sido actualizado por el Código Técnico de la Edificación recientemente aprobado

- Ayuntamiento de Cardedeu, Barcelona : Ordenanza de energía solar y ordenanza de ahorro de agua, 2004. Se explica muy detenidamente los espacios invernaderos acristalados, con sus exigencias para que sean eficaces tanto en invierno como en verano. La parte 3 de Información al usuario es solo una página y trata de relacionar el libro del Edificio con las normas generales de consumo y ahorro energético. La parte 4, de materiales también es escueta y solo cita lo que no deben tener los materiales, que en ocasiones es una referencia imprescindible para su elección. No hay listados, ni recomendaciones concretas.

En resumen, es un documento exhaustivo, divulgativo y muy concreto en base a los objetivos de eficiencia energética en la edificación. No establece ventajas económicas o fiscales directas por el diseño bioclimático y requiere un alto nivel de conocimiento en arquitectos y técnicos municipales para su cumplimiento

- Ayuntamiento de Tres Cantos, Madrid: Ordenanza Bioclimática, 2005. Es uno de los textos más integradores, ya que se abordan las actuación bioclimáticas sobre la urbanización, sobre los espacios libres y zonas verdes, sobre la edificación y sobre la gestión de residuos de construcción y demolición de las nuevas edificaciones.<sup>2</sup> Resulta oportuna ya que aparece ligada al nuevo Plan General de Tres Cantos norte, donde todo está por hacer (300 nuevas ha de suelo residencial, dotacional, terciario e industrial), y en un municipio de reciente creación por lo que no existen otros textos legislativos sobre agua, zonas verdes, fomento de la energía solar, etc. Por tanto, en

---

<sup>2</sup> Publicada en el BOCM N°26 1-02-05, y derogada en febrero de 2009 con 11 votos a favor y 10 en contra, por la corporación municipal. 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

esta Ordenanza se recoge todo, y su cumplimiento deriva hacia una acción positiva en todos los campos.

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 nuevos, que van 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 45 (analizando las pendientes, la evacuación del agua superficial, la orientación de las laderas, las zonas con vegetación digna de protección, etc.). Simultáneamente se evaluaron las edificaciones construidas en la parte de Tres Cantos actual, observándose algunas disfuncionalidades (sobre todo térmicas y de mala orientación), que deberían evitarse en el nuevo texto normativo. Esta evaluación crítica de lo construido es muy recomendable, ya que resulta más sencillo, con las edificaciones ya en uso y funcionamiento evaluar las disfuncionalidades térmicas que presentan y de esta forma avanzar propuestas concretas para la localidad.

El reto de la Ordenanza Bioclimática de Tres Cantos, estaba en:

- la reducción del consumo de energías no renovables a través de la orientación de la edificación, de la composición de las fachadas o de la captación de energía solar de todas las nuevas edificaciones;
- la reducción del consumo de agua potable por una adecuada elección de la vegetación, del aprovechamiento de agua de lluvia y del reciclaje de aguas grises, o de mecanismos reductores del consumo doméstico en todas las viviendas;
- la reducción de la contaminación ambiental con medidas sobre el ruido generado por el tráfico, sobre la emisión de partículas a la atmósfera o sobre la proyección lumínica hacia el cielo.

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

En la Urbanización, destaco como muy positivas las siguientes iniciativas de la ordenanza de Tres Cantos:

- 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.
- 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. Detalle de unas Normas Tecnológicas de Jardinería.

Especial importancia adquiere las correcciones térmicas del microclima exterior, con vegetación frondosa, elementos de agua, y situación de la vegetación perenne para la protección de los vientos fríos. También hace mención a los acabados superficiales (claros u oscuros; permeables o impermeables;) y se seleccionan las localizaciones de los espacios públicos para adecuarlos a los usos previstos. Incluye así mismo, las condiciones de protección de ámbitos naturalizados, concretamente el Parque Central que cuenta con una protección especial y cuyas condiciones actuales van a ser mantenidas y mejoradas tras la ordenación del conjunto en una zona de vaguada natural donde las condiciones actuales son favorables y susceptibles de mejora

En la Edificación, una de las principales aportaciones de la Ordenanza de Tres Cantos, es 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 está dividida cuatro arcos solares. 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, pero si no es un especialista en técnicas bioclimáticas la propia ordenanza le inducirá hacia un buen diseño cumpliendo su articulado.

La eficiencia urbana se promueve además con otras acciones como la regulación del uso del suelo, la densidad, la movilidad y el transporte eficiente, el uso y consumo de agua , con redes eficientes de calor y frío y con un alumbrado público.

#### **4.- Metodología para la redacción de una Ordenanza Bioclimática en un tejido residencial**

La primera idea es que no se pueden trasladar modelos ni soluciones de otro lugar, por lo que en la redacción de una Ordenanza Ambiental, el primer paso es conocer el clima y el medio de la localidad, para establecer las estrategias generales y particulares que formarán parte del texto legislativo. Por ejemplo, en Ciudad Real, es necesario calor y radiación una parte del año importante, pero a su vez en el verano hay que emplear estrategias para evitar los sobrecalentamientos. Esto significa que es importante emplear unas medidas que en el invierno sean efectivas y que no supongan aumentar las cargas térmicas en el verano. La Ordenanza debería buscar esta flexibilidad en su articulado.

La ordenanza debe inducir a un diseño bioclimático al proyectista, y hará especial énfasis en la orientación de las fachadas, las técnicas de desfase térmico gracias a la inercia, las protecciones solares, la ventilación natural, la disipación del calor y el enfriamiento. Se explican algunas de estas técnicas, que el proyectista evaluará en cada caso para que formen parte del texto normativo

Datos de partida:

Para redactar una Ordenanza Bioclimática es preciso conocer a fondo el clima local, el soleamiento, los datos de viento, y las características morfo-tipológicas de un tejido urbano.

La metodología es la siguiente:

**Primero** se seleccionará una zona urbana homogénea atendiendo a sus características morfo-tipológicas. La Ordenanza Bioclimática, será diferente para cada zona urbana de la ciudad. Por ejemplo en Madrid, el Plan General de Ordenación Urbana establece nueve Normas Zonales. Generalmente podemos encontrar en las ciudades españolas los siguientes tejidos:

Casco antiguo; Ensanche; Edificaciones de bloque abierto; Vivienda unifamiliar; Edificación sin planificación; Industrial.

**Segundo** se realiza el climograma local y se cuantifican las necesidades locales para alcanzar en confort térmico

**Tercero** se hace un estudio del viento local, determinando la dirección y velocidad en el invierno y en el verano. Y los condicionantes que puedan existir en la ciudad, como en zonas elevadas, presencia de edificaciones en altura; cerca de cursos de agua, etc.

**Cuarto** se hace un estudio de soleamiento, considerando los ángulos de obstrucción solar del invierno y del verano en relación a la geometría de las calles del tejido urbano. Seguidamente se diseña la rosa de acimutes, con los arcos solares más significativos del lugar, atendiendo a las condiciones más extremadas.

**Quinto**, estudio de la humedad con respecto al microclima local, detectando las masas vegetales significativas, zonas de agua, acabados, etc.

**Sexto**, diagnóstico urbana

**Séptimo**, redacción de la ordenanza propiamente dicha.

#### 4.1.- Algunas consideraciones generales para la redacción de la ordenanza

Aunque conviene repetir que no existe una respuesta única, ni ordenanza bioclimática buena, sin considerar un lugar o un entorno, es posible establecer algunas consideraciones generales que no se deben de omitir

A) La orientación de las fachadas genérica más favorable cuando se necesitan altos valores de radiación en el invierno y moderados o bajos en el verano, es la que se origina con edificaciones de fachadas alargadas en el eje norte y sur.

En el centro de la península ibérica con inviernos fríos y veranos calurosos, conviene que la forma de las edificaciones sea alargada, con desarrollos máximos en las fachadas norte y sur. Las proporciones más recomendables son: fachadas norte o sur = 2; fachadas este y oeste = 1/2. De esta forma se aumenta la energía solar recibida en el invierno y en los equinoccios y nada en el verano.



B) Las técnicas de amortiguación térmica y desfase son muy convenientes, debido a que siempre existen grandes diferencias de temperaturas entre los períodos de día/noche o invierno/verano. Se trata de aprovechar la inercia de los materiales para tener una temperatura interior cercana al confort, y que no oscile con la variación de la temperatura exterior, gracias a este desfase.

C) Las protecciones solares son necesarias en aquellas situaciones de alta radiación solar y con temperaturas altas. La protección se limita al período estival pero es necesaria en casi toda España, por lo que se tendrá en cuenta la utilización de elementos móviles de protección solar, o alero, calculados de forma que dejen paso al sol invernal y sombreen el hueco en el periodo estival. Existe una gran posibilidad de proteger las ventanas, se destacan las más aconsejables :

- . *Protección de los huecos exterior fija*. Son elementos de la fachada que protegen el hueco durante todo el año. Recomendable en orientación oeste, y al sur si están calculados de forma que dejen pasar el sol invernal.
- . *Protección de los huecos con umbráculos exteriores*. Espacios anexos a la edificación formados por estructuras ligeras, pérgolas, celosías, etc a las que se les puede combinar la presencia de vegetación. Muy recomendable en fachada oeste y sur.
- . *Protección de los huecos interior fijo*. Con elementos de persianas fijos que proporcionan sombra durante todo el año. Necesarios para el control del usuario, según su uso, recomendables en todas las fachadas
- . *Protección de huecos parasoles horizontales exteriores*. Importantes para el control del sol de verano y dejan pasar el sol del invierno, calculando su voladizo. Recomendables en fachada sur, sur-este.
- . *Protección de huecos parasoles verticales exteriores*. Importantes para las protecciones al amanecer y atardecer. Es conveniente que sean móviles para poder seguir la trayectoria solar, muy oportunos en fachada oeste, ya que el parasol vertical es el único capaz de cerrar el hueco con un sol rasante (hasta que anochece)
- *Protección de fachada con aleros*. Protección de la parte superior de los huecos de fachada con la presencia de aleros amplios. Impiden los sobrecalentamientos de las plantas altas, por lo que son muy aconsejables en fachada sur, y arco solar 1.
- . *Protección móvil exterior huecos (toldos)*. Beneficioso por las condiciones extremas del invierno y del verano, permite adoptar las medidas en las épocas necesarias exclusivamente. La disminución de temperatura de la superficie exterior tiene gran influencia en la distribución interior de la temperatura. Este efecto de disminución de temperatura puede conseguirse aumentando las cualidades de reflexión del paramento por medio de colores claros o reflectantes, y además es el usuario el que lo coloca según sus necesidades internas.
- . *Protección móvil interior huecos (persiana)*. De múltiples materiales y eficaz, más si se despegas de la fachada para que se pueda renovar el aire próximo a la misma. Necesaria por la utilidad, térmica, visual y acústica del entorno en todas las orientaciones.
- . *Protección vegetación hoja caduca*. Recurso muy ventajoso por las aportaciones de humedad, protección contra el viento, contra la radiación solar y la polución además con alto valor estético. Siempre se elegirán especies vegetales autóctonas, para garantizar su correcto crecimiento de acuerdo con las condiciones climáticas locales. Obligatorias en fachadas oeste y muy

recomendables en sur, sur-este y sur-oeste. Las plantas pueden formar parte de la fachada con muros vegetales o formar parte de las zonas inmediatamente próximas con ella.

D) La necesidad de ventilación natural está indicada para aquellas situaciones de altas temperaturas y humedad ambiental. Las medidas más eficaces son las siguientes :

. *Disposición de huecos enfrentados.* Para aquellos períodos en los que se alcanzan altas temperaturas, y donde el efecto de la ventilación natural hace disminuir la temperatura efectiva sobre sus ocupantes. Es importante esta ventilación para aprovecharse de los efectos beneficiosos nocturnos del enfriamiento de la atmósfera. La disposición diagonal de puertas y ventanas ayuda al efecto. Las carpinterías con montantes que puedan permanecer abiertos son muy aconsejables. Petos y barandillas que dejen paso al viento. Importante considerar el régimen general y estacional de los vientos de la localidad .

. *Huecos de fachada con diferentes condiciones.* Provocan la ventilación forzada las diferencias de presión de las fachadas expuestas y protegidas. En este sentido es interesante que las edificaciones tengan doble fachada, una hacia la calle principal y otra hacia el patio de parcela o patio de manzana. Los patios de manzana son muy beneficiosos para garantizar fachadas con diferentes condiciones. Por lo tanto las ocupaciones de parcela deben ser en torno al 40%, con una máximo del 60%

. *Por inducción vertical, torre de viento.* Se consigue la ventilación forzada si hay vientos frecuentes e intensos. Se recogen a través de la torre del viento y se introducen en las edificaciones.

. *Aspiración estática (efecto Venturi).* Con fuertes vientos y orientación adecuada la ventilación forzada se produce por el efecto Venturi. También es importante que el tejido urbano tenga baja altura, para que no frene las corrientes de viento general.

E) Respecto a la alta carga térmica interior de los inmuebles, se hace preciso establecer técnicas para la disipación del calor acumulado, entre las que destaco:

. *Disipación del calor por los muros por convección.* Para enfriar con alta masa térmica. Efectuada por la noche se produce un enfriamiento del muro por convección con la masa de aire que rodea al edificio.

. *Disipación calor por la cubierta.* Además de la convección se produce una irradiación de energía hacia la bóveda celeste. Se mejora la disipación con aislamientos móviles de protección contra el calor diurno. Se puede combinar con las técnicas de captación solar por la cubierta, con los adecuados mecanismos de control. (apertura y cierre)

. *Disipación por transmisión por el suelo.* Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno siendo eficaz y barata

F) Con alta temperatura es preciso el enfriamiento de las edificaciones, aprovechando la noche o las técnicas evaporativas.

. *Enfriamiento nocturno por alta inercia térmica.* Aprovechamiento de los sistemas de acumulación y desfase temporal, para beneficiarse de las bajas temperaturas nocturnas y procurar su estabilidad a lo largo del día. Aconsejable

para las altas temperaturas que se producen en verano, muy lejos de la zona de confort. Sus mecanismos de ejecución son:

- . Aislamiento exterior de los cerramientos. Gran beneficio al colocar el aislamiento en la cara exterior de las fachadas.
- . Particiones internas pesadas. Se aprovecha la inercia de los tabiques de separación, calentados por radiación directa
- . Muros enterrados o semienterrados. Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno siempre a menor temperatura.
- . *Enfriamiento por evaporación*. Se aprovecha el consumo de energía necesario para el cambio de estado del agua, de líquido a gaseoso. Esta técnica es muy utilizada desde las culturas árabes. Se consigue mediante los siguientes dispositivos:
  - . Presencia de vegetación frondosa. El agua vinculada a los árboles enfría el ambiente circundante. Los de hoja caduca no perjudican los valores del invierno.
  - . Presencia de surtidores o láminas de agua. Cercanos a los huecos o en el interior de las edificaciones.
  - . Patios con estanques o fuentes. Son focos de humedad y frescor para los recintos.
  - . *Conducciones enterradas*. Enfriamiento ambiental al hacer pasar el aire por canalizaciones enterradas que puede ser distribuida interiormente desde los sótanos al resto de las plantas de la edificación.

#### **4.2.- Algunas otras medidas concretas para una Ordenanza Ambiental**

Se deben estudiar las siguientes recomendaciones generales adaptándolas a cada caso en concreto:

- o . Relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles para lograr que haya sol en las fachadas en el solsticio de invierno
- o . Controlar la radiación solar directa máxima que se produce en las cubiertas ventilando siempre y sin aprovechamiento para usos vivideros. La cubierta es el elemento que más radiación recibe a lo largo del año y en verano
- o . Trama urbana con huecos intersticiales. Ocupación de las manzanas media-media baja, para que existan siempre patios de manzana y en la medida de lo posible complementarlos con patios de parcela. Se favorece la disposición enfrentada de los huecos y se facilitan los fenómenos de ventilación enumerados anteriormente
- o . Creación y localización de las zonas verdes para mejorar el microclima local, más humedad, sombra, menos temperatura y menos contaminación.
- o . Diferenciar entre zonas verdes y espacios libres de invierno y de verano, ya que su localización y configuración es distinta. En verano, lugares elevados abiertos a los vientos dominantes o brisas. Combinación de vegetación caduca y perenne y aumentar la presencia de agua. En invierno, espacios abiertos al sur (con sol y con vientos en calma) y con árboles de hoja caduca.
- o . Densidad edificatoria media, entorno a 60 viviendas por hectárea
- o . Control de las sombras arrojadas por la edificación sobre los espacios libres, para matizar su uso y la posibilidad de plantar vegetación.
- o . Todas las parcelas contarán con patio de parcela interior (o un patio que estructure la edificación), estableciendo unos ejes interiores favorables a la

ventilación en las épocas estivales (siempre con ventanas en paredes enfrentadas)

- . Altura de edificación según el ancho de calle y orientación de cada fachada
- . Recomendables los soportales orientados al sur, o sureste o suroeste, que no computen edificabilidad. Estos espacios pueden tener buenos usos para actividades al aire libre
- . Empleo de sistemas para el acondicionamiento pasivo de los patios. Sombreamientos móviles, ventilaciones naturales o forzadas, etc
- Todos los huecos de las fachadas, excepto los del norte, llevarán elementos para la protección solar, fijos o móviles según los casos y las orientaciones. Aconsejables las contraventanas móviles, que se recogen sobre el dintel de la ventana ya que así protegen el hueco del frío en el invierno y sombrean en verano.
- . Muros de cerramiento exteriores tras ventilados.
- . Cubiertas siempre aisladas, y con bajo cubierta no vividero. Aconsejables las cubiertas verdes o aljibe
- . Aprovechamiento del control regulador del terreno. Se favorecerá la creación de sótanos o semisótanos eximiéndoles del computo de la edificabilidad
- . Empleo de aleros para sombrear las fachadas, sur, este y oeste
- . Oportunidad de localizar en las viviendas de estancias de invierno y estancias de verano de acuerdo con las necesidades de cada época.
- . Apertura de huecos mayores en la fachada sur (galerías, invernaderos, protegidos en verano o móviles)

## Metodología paso a paso para la redacción de una Ordenanza Bioclimática

### 1º. Selección de una zona homogénea urbana, por características morfológicas.

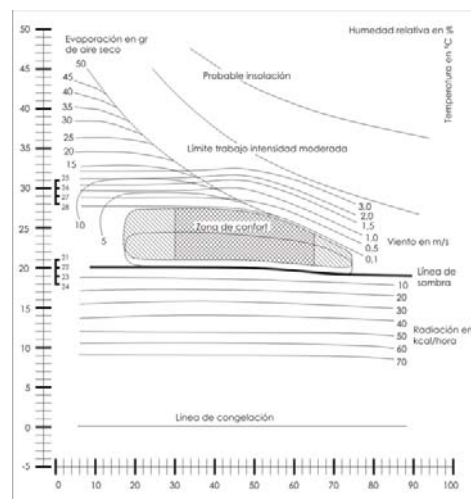
### 2º Cuantificación de las necesidades locales,

. Realización del climograma local.

#### CLIMOGRAMA DE VICTOR OLGYAY (1963)

Sombreada la zona de confort. Eje de abcisas humedad relativa en %. Eje de ordenadas temperatura seca en °C.

Se colocan los puntos de temperatura y humedad correspondiente a cada mes, y de esta forma se precisa, si está en confort, si está infacalentado, si tiene necesidad de viento o de humedad relativa, como estrategias generales para alcanzar en bienestar higrotérmico.



Fuente: La ciudad y el medio natural, J. Fariña 1998, Ed Akal

Cuadros de necesidades por meses y priorización cuantitativa de las principales estrategias. Se establece la posición de cada mes dentro del climograma y se resumen sus principales estrategias para alcanzar el confort.

Necesidad termica	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
De radiacion solar												
De inercia en muros												
Bienestar termico												
Ventilacion mediodia												
Ventilacion nocturna												
Sombreamiento huecos												

Necesidad bioclimatica	Cuantificacion N°meses/12	Estrategia general
De soleamiento: mediante radiacion directa por acumulacion		
De evaporacion		
De viento		
De sombreadamiento		

### 3º El Viento local y el microclima

Realizar un estudio de los condicionantes del viento sobre la ciudad (completando la siguiente tabla), determinando las zonas expuestas y las zonas protegidas en invierno y verano, así como la influencia de los principales accidentes topográficos o las turbulencias provocadas por la edificación en altura.

Viento local	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Direccion del viento dominante												
Velocidad de mayor frecuencia												
Velocidad máxima												
Direccion de la velocidad máxim												
Zona de calmas												
RESULTANTE												

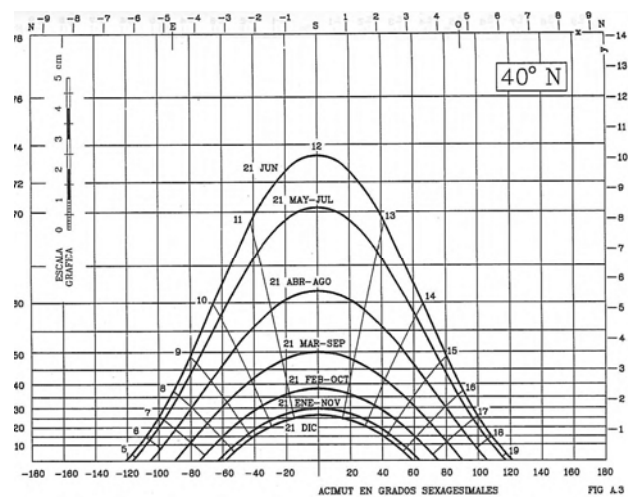
Factores modificadores del viento local		Consideraciones de proyecto, primeras propuestas
Suelo llano o en pendiente		
Existencia de vegetación		
Existencia de turbulencias en plantas bajas		
Acabados superficiales		
Calmas y presencia de contaminantes		
Factor combinado viento+agua		
Zonas expuestas al viento frío		
Zonas expuestas en verano		

**4º El sol y el tejido urbano. Evaluación de las posibilidades reales de aprovechamiento del sol**

Estudio del soleamiento de las fachadas. Dibujar sobre el plano parcelario, las fachadas que están bien orientadas, y que además tienen un buen ángulo de obstrucción solar, siguiendo estas recomendaciones:

- En el Invierno: Se considera favorable un ángulo  $H_0 > 24^\circ$  que permite el soleamiento de fachadas en arco solar sur, sur-este, durante al menos cuatro horas y desfavorable  $H_0 < 24^\circ$
- En el Verano: Se consideró favorable un ángulo  $H_0 < 73^\circ$  que permite que la fachada esté en sombra en arco solar sur, y desfavorable  $H_0 > 73^\circ$  que produce el soleamiento de la fachada durante las horas más calurosas del día.

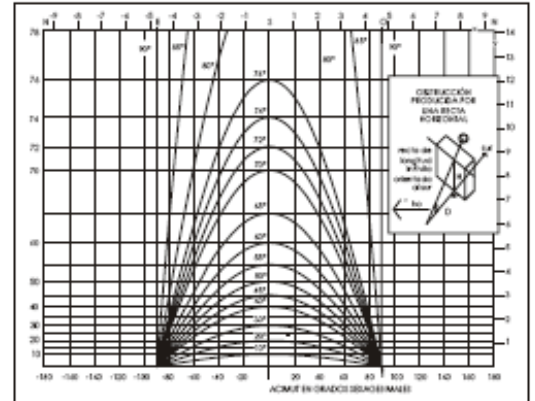
Estudio de soleamiento	Consideraciones de proyecto
Suelo llano o en pendiente	
% fachadas bien orientadas	
Angulos de obstrucción solar	
Sombras arrojadas sobre espacio público	
% fachadas mal orientadas	



Fuente: La ciudad y el medio natural, J. Fariña 1998, Ed Akal

ester.higuera@upm.es

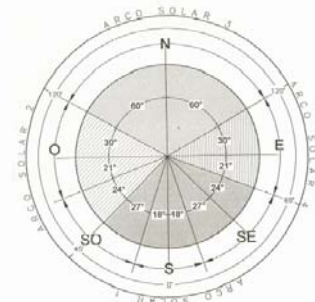
Albedo y reflexion		
Posibilidades de captación en cubiertas		
Zonas exteriores soleadas en invierno		
Zonas exteriores sombreadas en verano		



Fuente: La ciudad y el medio natural, J. Fariña 1998, Ed Akal

**Ejecución de la ROSA DE ACIMUTES**  
 Según las necesidades locales

Acimut solar en invierno	Acimut solar en verano	Altura solar en invierno	Altura solar en verano	Acimut equinocios



Rosa propuesta y justificación de los Arcos solares.

Fuente: E.Higuera 2009. Rosa Acimutes para Madrid

**5º La humedad y el microclima local**

Según los requerimientos de la carta bioclimática y el análisis del proyecto, evaluar:

Estudio de humedad local	Consideraciones de proyecto	
M2 zona verde por habitante		
Forma de las zonas verdes: lineales, superficiales		
Localización de las zonas verdes, central periférica residual		
Especies existentes, perennes, caducas, ornamentales, productivas, otras		
Accesibilidad de la población a zonas verdes		
Albedo y reflexión de los pavimentos		
Permeabilidad de suelo		

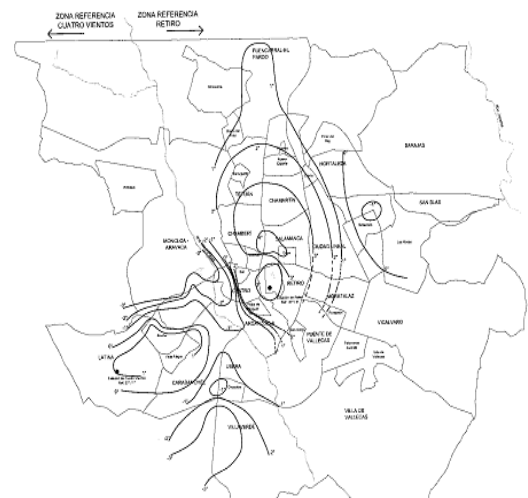
Vegetación en fachadas		
Vegetación en cubiertas		
Existencia de fuentes, estanques, cauces,		
Agua en cubiertas		

## 6º Diagnósis final del tejido.

### 6. 1. Posición del tejido con respecto a la isla térmica urbana

**ISLA TERMICA DE MADRID**

En invierno y en verano, aparece un gradiente de mayor temperatura en el centro que en la periferia. Menor humedad ambiental y un régimen local de vientos diferenciado por la turbulencia provocada por las edificaciones



Fuente: E.Higuera Buenas Practicas para Madrid. Ed Ayuntamiento Madrid

### 6.2 Verificación de los siguientes condicionantes

#### 1.La red viaria del tejido.

- La *orientación* de la estructura urbana principal:
- La adaptación o no de las calles a la *topografía*, considerando calles con pendiente < 5%, calles hasta 10%; o calles > al 10%, con problemas de accesibilidad para los peatones.
- Las *condiciones geométricas* de las calles, relacionando el ancho de las calles y plazas con la altura de la edificación (determinando el ángulo de obstrucción solar,  $H_0$ )
  1. En el Invierno: Se consideró favorable un ángulo  $H_0 > 24^\circ$  que permite el soleamiento de fachadas en arco solar sur, sur-este, durante al menos cuatro horas y desfavorable  $H_0 < 24^\circ$
  2. En el Verano: Se consideró favorable un ángulo  $H_0 < 73^\circ$  que permite que la fachada esté en sombra en arco solar sur, y desfavorable  $H_0 > 73^\circ$  que produce el soleamiento de la fachada durante las horas más calurosas del día.

#### 2. La red de espacios libres y zonas verdes existentes.

- Descripción y evaluación de las zonas verdes existentes en el tejido, atendiendo a consideraciones como : la *forma* y *dimensión* de los espacios libres y zonas verdes (cuadrados, rectangulares, etc.); la situación abrigada o expuesta de los vientos dominantes en invierno o en verano, etc.



- Definición de las *especies vegetales* existentes, diferenciando entre plantas perennes o caducas, y la existencia de plantas ornamentales: olorosas, decorativas, etc.
3. La red de equipamientos.
- Evaluación de la calidad de los equipamientos y la *diversidad* para formar una ciudad con múltiples opciones para sus habitantes.
  - La *accesibilidad* peatonal o mediante transporte público a los equipamientos más sobresalientes de cada zona.
  - Relación de los equipamientos con las zonas verdes y espacios libres.
4. Las manzanas.
- Descripción de las *condiciones geométricas* de las manzanas (tamaño, forma); la existencia de patios de manzana que favorecen el soleamiento y la iluminación en determinadas orientaciones (considerando que la orientación sur, sur-este o sur-oeste en las fachadas es la mas favorable).
  - *Densidad edificatoria* del área, tomando como referencia adecuada entre 50-60 viv/Ha como una densidad equilibrada entre eficiencia energética de redes y servicios y diversidad urbana.
5. Las parcelas.
- Las *condiciones geométricas* de la parcela: superficies de parcela (grandes, medianas, pequeñas, con el patrón de referencia de la manzana de 100 x 100); detectar la presencia de parcelas góticas (alargada, con poco frente y largo fondo); u otras formas relevantes dentro del tejido analizado.
  - La *ocupación* de las parcelas. Considerando una alta ocupación con pocos patios aquellas > 75% y con peores condiciones de ventilación e iluminación, frente a baja ocupación.
  - La existencia de *patios* de parcela : pequeños, mancomunados, grandes, etc
  - La *edificabilidad* máxima de las parcelas: considerando alta edificabilidad aquella > 1,75 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> que conlleva a la congestión urbana; y por el contrario, una baja edificabilidad < 0,30 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> que implica una excesiva dispersión y poca eficacia de redes, infraestructuras y servicios.
6. La edificación.
- Las *condiciones formales* de los edificios existentes considerando la estética urbana; sus características constructivas; los tipos de cubiertas; de cerramientos exteriores; etc.
  - Las características de los *huecos*: su forma, su tamaño y la orientación de los mismos. Existencia de miradores y terrazas en fachada y su orientación, de cornisas sobre los huecos o de coronación y de elementos de sombreado exterior de los huecos.

**RESUMEN DE CONDICIONANTES DEL MEDIO PARA LA REDACCIÓN DE UNA ORDENANZA BIOCLIMÁTICA.**

	Variables del medio natural					
Variables del medio urbano	Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología	Calidad del aire
Red viaria	Orientación y forma	Localización	Orientación y velocidad	Microclima externo	Cond. soporte, aptitudes suelo y adap. topografía	Diversidad de usos y transporte
Espacios libres	Orientación y forma	Especies, densidad y localización	Orientación y velocidad	Microclima externo	Condiciones del soporte y aptitudes del suelo	Ventilación
Condiciones de las manzanas	Orientación, geometría y densidad	--	Orientación, geometría y densidad	--	--	Ventilación
Condiciones de las parcelas	Geometría, alturas, ocupación y edificabilidad	--	Geometría, alturas y edificabilidad	--	--	Ventilación y renovación
Condiciones de la edificación	Control solar y acondicionamiento pasivo	--	Ventilación interna y disposición de huecos	Microclima interno	--	Ventilación y renovación

Fuente: Tesis doctoral Ester Higuera 1997-

**8º Propuesta de una Ordenanza Ambiental sobre el tejido, resolviendo las disfuncionalidades encontradas.**

- . condiciones de volumen y forma de la edificación (factor de forma, consideración de fachadas según orientación, tratamiento de los huecos según orientación y sombreado)
- . condiciones de aprovechamiento urbanístico (edificabilidad máxima y elementos exentos, altura máxima, áticos, terrazas, vuelos, tratamiento de azoteas, balcones, miradores, aleros, cornisas, soportales, etc)
- . condiciones de uso (usos característicos, autorizados, compatibles y prohibidos, en planta baja, planta primera, plantas de piso y azoteas o cubiertas. Situación del aparcamiento de vehículos y bicicletas)
- . tratamiento de las plantas bajas (usos asociados, materiales y acabados, nuevos elementos para mejorar el microclima)
- . otros elementos complementarios (energía solar térmica y fotovoltaica, compostaje de residuos vegetales, tratamiento de identidad del espacio urbano (portales, hitos, sendas, y nodos), acabados superficiales permeabilidad y reflexión, etc)

**ANEXO: RECOMENDACIONES PARA UNA ORDENANZA BIOCLIMATICA EN MADRID**

Extracto del Libro *Buenas Practicas bioclimáticas para la ciudad de Madrid*, Edita Ayuntamiento de Madrid

Como ejemplo final, se enuncian algunas de las recomendaciones generales para la Ordenanza Bioclimática de un tejido madrileño, sin diferenciación por tipología edificatoria.

Resumen de las condiciones bioclimáticas recomendadas para la edificación residencial en Madrid		
Invierno	Necesidad	Estrategia
	De radiación solar	Orientación de la fachada al sur
		Miradores acristalados al sur
	Equilibrio temperaturas día-noche	Aislamiento térmico en los cerramientos exteriores
Evitar fugas térmicas		Ventanas pequeñas al norte
		Cerramientos estancos
Verano	Necesidad	Estrategia
	Ventilación cruzada	Viviendas pasantes a dos fachadas, o en esquina
	Control radiación solar incidente en los huecos	Sombreamiento exterior de ventanas y terrazas, en orientación sur, sur-este y sur-oeste
		Pocas ventanas al oeste y siempre con protecciones exteriores que sombreen el hueco.
Mejora microclima exterior junto a las fachadas (sobre todo la oeste)		Presencia de arbolado caduco
		Presencia de láminas de agua

**Art. 6 Morfología urbana:**

6.1.- La orientación de las calles residenciales debe ser este-oeste, ya que garantiza una mayor presencia de fachadas sur, frente al resto en tipologías de alineación a vial (manzanas cerradas, semicerradas o abiertas).

6.2.- Se debe consideración el ángulo de obstrucción solar (relación entre distancia entre fachadas y altura de la edificación) de forma que sea superior a 24°, de esta forma se garantiza la entrada de sol en las plantas bajas en el invierno en fachadas orientadas al sur.

6.3.- Tratamiento diferenciado de fachadas según su orientación, en materiales, cantidad, forma y disposición de los huecos y sus elementos de protección o captación solar; así como la distribución interior de las viviendas, al objeto de tener en todas, los salones y estancias al sur, sur-este, las cocinas, baños y despensas al norte, y siempre protección extraordinaria de huecos en orientación oeste.

6.4.- Propiciar la existencia de patios de parcela o manzana que garanticen la

ventilación cruzada y mejoren la iluminación natural. Utilizar los patios de manzana para crear microclimas interiores con vegetación y agua. Si tiene aparcamientos subterráneos, condicionar a la colocación de tierra vegetal para estos objetivos.

6.5.- Establecer una densidad neta de 75 viv/Ha. Garantiza los servicios urbanos, rentabiliza las infraestructuras y redes, potencia los intercambios personales, y optimiza las dotaciones y equipamientos.

6.6.- Oportunidad de diseño de azoteas o cubiertas ecológicas. Las viviendas con azoteas posibilitan la colocación de paneles solares, cubiertas verdes o cubiertas aljibe.

6.7.- Establecer fondos edificados variables según la orientación de las crujías, para intentar tener el máximo de viviendas en orientación sur. También proyectar alturas variables según la orientación, favoreciendo que haya mas viviendas en la orientación sur que en el resto.

6.8.- Evitar el acceso único a grandes manzanas, que dejan la calle sin paso peatonal, sin posibilidad de usos en planta baja, y aumenta la inseguridad en las mismas, y disminuye la posibilidad del comercio en las plantas bajas

#### **Art. 7. Microclima urbano**

7.1.- Presencia de zonas verdes caducas junto a las edificaciones ya que garantizan el soleamiento invernal y la sombra estival

7.2.- Presencia de vegetación en la ordenaciones residenciales ya que aumenta la humedad relativa, la fijación de contaminantes y la atenuación del ruido aéreo. Además se reducen los efectos negativos de la isla urbana de calor provocada por los contaminantes urbanos en zonas de alta densidad.

7.3.- Protección de los espacios exteriores residenciales de los vientos fríos , para favorecer el mejor uso de estos espacios urbanos

7.4.- Incentivar la presencia de agua superficial , ya que garantiza la evaporación y se mejorar el confort estival de los espacios exteriores.

7.5.- Buscar la topografía en ladera sur, ya que se aumenta la captación solar de las fachadas sur.

7.6.- Control de las especies vegetales, buscando diversidad, poco mantenimiento, adaptación al clima y reducido consumo hídrico.

7.7.- Proyectar acabados superficiales permeables, que garantizan la reserva de humedad en el suelo y el crecimiento de la vegetación

7.8.- Establecer acabados superficiales claros, que garantizan la reflexión de la radiación solar, con mejor iluminación de las plantas bajas y disminuye el recalentamiento de estas superficies.

**Bibliografía:** -----

- LE CORBUSIER  
1941 primera edición en francés  
1971 *Principios de Urbanismo, La carta de Atenas*, Espulgas. Ariel
- OLGYAY, V.  
1963 *Design with Climate*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.  
Reeditado en el año 1998 *Arquitectura y clima. Manual de diseño para arquitectos y urbanistas*. GG
- 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
- LUXÁN M y otros  
1997 Criterios y datos básicos para el diseño de arquitectura bioclimática en Andalucía, en VVAA. *Arquitectura y clima en Andalucía, manual de diseño*. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía.
- FARIÑA TOJO, J.  
1998. *La ciudad y el medio natural*. Akal. Madrid.
- HIGUERAS, E  
2006, *Urbanismo bioclimático*, GG Barcelona
- HIGUERAS, E.  
2009 *El reto de la ciudad habitable y sostenible*, Ed. DAPP, Navarra
- A.A.V.V.  
1999 *A Green Vitruvius. Principles and practice of sustainable architectural design*. James & James. London
- SALVADOR PALOMO, P  
2003 *La planificación verde en las ciudades*. Ed. Gustavo Gili
- La estrategia de Medio Ambiente Urbano (2006)  
El Libro verde de Medio Ambiente Urbano, tomo 1 (marzo 2007)  
El Decreto de Normas del Habitat gallego (2007)  
El Código técnico de la Edificación, la Ley del Suelo y las Políticas Tecnológicas como instrumentos hacia la ciudad sostenible (2006)