

MÁSTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO
REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE
“ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA”

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Sonia Salazar Mañas

Curso 2010-2011

Director/es:

Antonio Jesús Álvarez Martínez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANTECEDENTES	7
2.1. Principales metodologías de diseño bioclimático	9
2.1.1. Metodología de los hermanos Olgyay	9
2.1.2. Metodología de Baruch Givoni	10
2.1.3. Metodología de Szokolay	11
2.1.4. Metodología de Kean Yeang	11
2.1.5. Metodología de Morillón	12
2.2. Conceptos de Desarrollo y Construcción sostenible	13
2.3. Arquitectura Bioclimática	14
2.3.1. Objetivos	15
2.3.2. Tipos de edificaciones bioclimáticas	15
2.3.3. Sistemas de control climático	16
2.3.3.1. Sistemas pasivos	16
2.3.3.2. Sistemas activos	17
2.3.4. Criterios para el diseño bioclimático	17
3. NORMATIVA REGULADORA EN ESPAÑA	19
3.1. Código Técnico de la Edificación	19
3.2. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios	19
3.3. Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5. RESULTADOS	23
6. DISCUSIÓN	27
7. CONCLUSIONES	28
AGRADECIMIENTOS	29
REFERENCIAS	30

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Plan de Energías Renovables 2005-2010	23
Tabla 2. Emisiones de CO2 evitadas frente a CC a GN en el año 2010.....	23
Tabla 3. Estructura de Energía Primaria por Fuentes Energéticas. (Marzo 2010 - Febrero 2011).....	24
Tabla 4. Emisiones CO2 evitadas. (Marzo 2010 - Febrero 2011).....	26
Figura 1. Ejemplo de Construcciones Bioclimáticas.....	7
Figura 2. Alhambra de Granada.	7
Figura 3. Campos interrelacionados del equilibrio climático. (Víctor Olgyay, 1963)	9
Figura 4. Climograma de B. Givoni aplicado a los climas húmedos de la Argentina....	10
Figura 5. Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible.	13
Figura 6. Esquema de condiciones ambientales y materiales para la construcción de una vivienda bioclimática.....	14
Figura 7. Ejemplo de viviendas bioclimáticas que emplean sistemas pasivos de control climático	16
Figura 8. Ejemplo de integración de energías renovables en la edificación.....	17
Figura 9. Estructura de la Energía Primaria por Fuentes Energéticas. (Marzo 2010 – Febrero 2011)	25
Figura 10. Evolución de la Intensidad de Energía Primaria. (Marzo 2010 – Febrero 2011).....	25
Figura 11. Participación de energías renovables en el mix energético en los países de la UE-27	26

RESUMEN

En este trabajo se expone un resumen de los conceptos de Construcción y Desarrollo Sostenible y Arquitectura bioclimática. Se hace un extenso repaso de los antecedentes y orígenes de este tipo de arquitectura y de las principales metodologías existentes, centrándonos en especial en el concepto de arquitectura bioclimática, y más aún, en la nueva corriente que estamos experimentando hacia una arquitectura eficiente energéticamente con la incorporación de sistemas renovables. Para ello, se describen los diferentes tipos de edificaciones y los sistemas de control climático, además de los criterios de diseño para su correcta ejecución, dando mayor importancia a la incorporación de energías renovables. Se expone la normativa aplicable en la actualidad. Así como un estudio sobre la participación de energías renovables en España y la cantidad de toneladas de CO₂ evitadas. Concluyendo que a pesar de no cumplir las expectativas del plan analizado, y ser el quinto país de Europa en incorporación de energías renovables, ha disminuido considerablemente las emisiones de CO₂.

Palabras clave: Construcción sostenible, desarrollo sostenible, arquitectura bioclimática, energías renovables.

ABSTRACT

This paper presents a summary of the concepts of Sustainable Development and Construction and Bioclimatic Architecture. It is an extensive review of the history and origins of this type of architecture, and major methodologies. Focusing particularly on the concept of bioclimatic architecture, and even more in the new trend we are experiencing to a power-efficient architecture with the incorporation of renewable systems. This describes the different types of buildings and climate control systems, as well as the design criterias for correct implementation, giving more importance to the incorporation of renewable energy. It describes the currently applicable regulations. As a study on the share of renewable energies in Spain and the number of tons of CO₂ avoided. Concluding that despite not meeting the expectations of the plan review, and become the fifth country in Europe to incorporate renewables has declined significantly emissions of CO₂.

Keywords: Sustainable construction, sustainable development, bioclimatic architecture, renewable energy.

1. INTRODUCCIÓN

El modelo de crecimiento que ha sufrido España en los últimos años, junto con la especulación inmobiliaria oportunista, ha dado lugar a que nuestro país sea el más insostenible de la Unión Europea. Como prueba tenemos la dependencia energética, que se ha ido incrementando en la última década sin bajar nunca de un porcentaje del 80%. (Ruiz-Larrea y col., 2008).

El uso actual e incontrolado de los recursos naturales y del medio ambiente supone una disminución de la utilización en próximas generaciones. Además de dar lugar a fenómenos como, el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono, la aparición de lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad. (Alavedra y col., 1997).

Uno de los principales orígenes de la contaminación es el entorno construido. Pues dentro de las actividades industriales, la actividad constructora es la mayor consumidora, empleando entre el 20 y el 50% de los recursos físicos. (La Roche, 2010). Además, hay que tener en cuenta, que la contaminación no sólo se produce en el proceso constructivo, sino que durante su vida útil los edificios siguen contaminando por las emisiones que se producen en ellos o el impacto sobre el territorio, y las producidas por su derribo, debido a la gran cantidad de residuos que generan.

Por esto mismo se hace necesario incorporar unos criterios de sostenibilidad y de utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción. Nuestro objetivo es conseguir edificios que cumplan con los requisitos de funcionalidad y confort de los usuarios, a la vez que muestren una calidad estética y de diseño urbanístico de cierto nivel, y contribuyan a reducir el uso de recursos y los efectos adversos en el medio ambiente local y mundial. (Ruiz-Larrea y col., 2008).

Para ello, nos vamos a centrar en una construcción y desarrollo más sostenible, concretamente en la Arquitectura Bioclimática, incorporando sus estrategias pasivas y las nuevas técnicas activas orientadas al ahorro, la eficiencia energética, el bienestar y confort de los usuarios y la integración armónica al medio ambiente. En realidad, supone una adaptación y puesta al día, trascendente de conceptos que han informado la arquitectura vernácula, arquitectura sin arquitectos, desde tiempos inmemoriales. Pues en ésta, ya se empleaban estrategias de radiación, ventilación o humectación que contribuían a recuperar la sensación de bienestar, lo que hoy conocemos como empleo de estrategias pasivas en la arquitectura bioclimática.

Pero como no es posible seguir diseñando con criterios de hace años, puesto que las necesidades y estilos de vida han variado enormemente, en este nuevo contexto, será sin duda, la eficiencia energética (estrategia activa), con la incorporación de sistemas renovables, el concepto clave que abrirá de nuevo las puertas a una renovada industrialización: ahorro y eficiencia en origen por el control del diseño y la fabricación; eficiencia en la puesta en obra y ahorro por la rapidez derivada de ella; ahorro y eficiencia en la vida útil del edificio por la técnica incorporada e, incluso, ahorro y eficiencia en la propia muerte del edificio, preparándolo a su particular “buen morir”: el reciclaje.

Se trata, sin duda, de parámetros de gran importancia para la construcción del nuevo paradigma de la sostenibilidad.

Con todo lo descrito anteriormente, y tras analizar varias estadísticas diferentes sobre la implantación de las energías renovables en España, los objetivos específicos de este Trabajo Fin de Máster son los siguientes:

1. Comprobar si el Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 cumple sus expectativas.
2. Analizar la producción en términos de energía primaria y las emisiones de CO₂ evitadas frente a otros gases para el 2010.
3. Analizar las tendencias futuras en la implantación de energías renovables.
4. Analizar la posición de España en incorporación de energías renovables a nivel europeo.

2. ANTECEDENTES

Desde tiempos inmemoriales siempre ha existido la arquitectura vernácula, una arquitectura sin arquitectos, que se adaptaba al clima, la zona, y que aprovechaba las estrategias de radiación, ventilación y humectación entre otras. (Fuentes, 2002). Sí recordamos algunas de estas construcciones, tenemos por ejemplo:



Figura 1. Ejemplo de Construcciones Bioclimáticas. Cuevas de Baza y Guadix (Granada) (arriba, izquierda); Casas semienterradas (Silos en Villacañas, Toledo) (arriba, derecha); Barraca Valenciana (abajo, izquierda); Palafitos (Venezuela) (abajo, centro); Arquitectura negra (Guadalajara) (abajo, derecha).

Pero estas estrategias no son primitivas de la arquitectura vernácula, ya que un estudio realizado por Margarita de Luxán de la arquitectura monumental y palaciega, demuestra que la Alhambra de Granada tiene muchas semejanzas. De hecho, la disposición de los patios no es algo casual, sino que coinciden con la dirección de los vientos dominantes en verano. De esta forma, el aire recorrería el patio, se enfriaría con el agua de los estanques, se adentraría en las amplias estancias y se escaparía por las aberturas superiores de estas estancias, cuyos muros están realizados en tapia calicastrada (con una altísima masa térmica). (Baño, 2004).



Figura 2. Alhambra de Granada.

Es por tanto, la adaptación y puesta al día de la arquitectura vernácula, la que ha dado lugar a lo que hoy conocemos como Arquitectura Bioclimática. Pero realmente comenzamos a conocerla con este nombre, cuando a mediados de la década de los setenta del siglo XX la crisis del petróleo causaba estragos en el mundo desarrollado, y arquitectos, ingenieros y físicos sumaron esfuerzos para dar una propuesta diferente al modo de diseñar y construir en arquitectura. Surgiendo así el término Arquitectura Bioclimática como respuesta. En la búsqueda de antecedentes el pionero fue Víctor Olgyay, profesor de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Princeton hasta 1970 y precursor de la investigación de la relación entre arquitectura y energía. Su libro "*Arquitectura y Clima*" formó a la mayoría de los arquitectos bioclimáticos.

Ya en los años cincuenta, los hermanos Olgyay (Víctor y Aladar) planteaban una arquitectura completamente diferente y sus artículos y libros alcanzaron su síntesis en 1962.

El primer artículo fue "*The temperate house*" (1951), seguido de otros trabajos sobre "*Bioclimatic Approach to Architecture*" y "*Solar control and orientation to meet bioclimatical requirements*" (1954), una edición más completa trataba sobre "*Application of climate data house design*" (1954). Más adelante surgen "*Sol-Air orientation*", "*Environment and building shape*" (1954) y finalmente "*Solar control and shading device*" (1957).

En 1963 proponen un término "Diseño Bioclimático" tratando de enfatizar los vínculos y múltiples interrelaciones entre la vida y el clima (factores naturales) en relación con el diseño, también exponen un método a través del cual el diseño arquitectónico se desarrolla respondiendo a los requerimientos climáticos específicos. Un método similar es propuesto poco después por el arquitecto israelí Baruch Givoni (1969), basado en la carta Psicrométrica. Más adelante surgieron otras definiciones como diseño ambiental, eco-diseño, diseño natural, bio-diseño, etc. en realidad todos tratan de establecer la importancia del diseño basado en la relación Hombre-Naturaleza. (Fuentes, 2002).

Para lograr esta arquitectura es necesario un cambio conceptual de esta relación ya que bajo esta nueva perspectiva el diseño contemplará, de manera natural, todos los factores que interactúan integralmente.

La arquitectura bioclimática contribuye de manera significativa al bienestar, eficiencia, salud, economía y ecología. (Fuentes, 2002). Para solucionar los problemas de inadaptación de los espacios al medio ambiente natural, se debe hacer desde sus orígenes, partiendo de los objetivos fundamentales de la arquitectura:

1. Crear espacios habitables que cumplan con una finalidad funcional y expresiva, que sean física y psicológicamente saludables y confortables para propiciar el óptimo desarrollo del hombre y de sus actividades.
2. Uso eficiente de la energía y los recursos, tendiendo hacia la autosuficiencia de las edificaciones.
3. Preservar y mejorar el medio ambiente, integrando al hombre a un ecosistema equilibrado a través de los espacios.

Es decir, diseñar espacios arquitectónicos que se hayan construido sosteniblemente. Así, ellos responderán de forma integral y armónica a la acción de los factores ambientales naturales del lugar.

La envolvente del edificio debe ser diseñada como un agente dinámico que interactúe favorablemente entre el exterior e interior y viceversa, es decir, que actúe como un filtro selectivo biotérmico, lumínico y acústico, capaz de modificar favorablemente la acción de los elementos naturales, admitiéndolos, rechazándolos y/o transformándolos cuando así se requiera. (Fuentes, 2002).

2.1. Principales metodologías de diseño bioclimático

2.1.1. Metodología de los hermanos Olgyay

“El procedimiento deseable será trabajar con y no contra las fuerzas naturales y hacer uso de sus potencialidades para crear mejores condiciones de vida...El procedimiento para construir una casa climáticamente balanceada se divide en cuatro pasos, de los cuales el último es la expresión arquitectónica. La expresión debe estar precedida por el estudio de las variables climáticas, biológicas y tecnológicas...” (Olgyay, 1963).

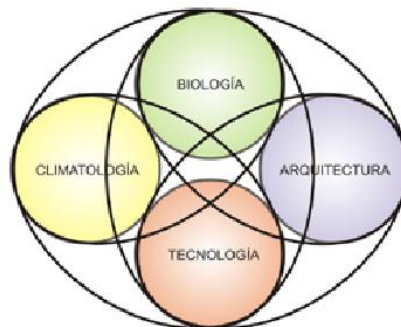


Figura 3. Campos interrelacionados del equilibrio climático. (Víctor Olgyay, 1963)

Víctor Olgyay define su equilibrio de diseño climático mediante el siguiente método de análisis y diseño:

1. Análisis climático:

El primer paso hacia el ajuste ambiental es el análisis de los elementos climáticos de una localidad dada. Deben analizarse datos anuales de temperatura, humedad, radiación y efectos del viento; si fuera necesario, los datos deberán ser adaptados al nivel habitable, y deben considerarse los efectos de las condiciones microclimáticas.

2. Evaluación Biológica:

La evaluación biológica debe basarse en las sensaciones humanas. La graficación de los datos climáticos en la carta bioclimática e intervalos regulares mostrará un diagnóstico de la región, y se determinarán tablas de datos horarios.

3. Soluciones tecnológicas:

Después de determinar los requerimientos, se deben buscar soluciones tecnológicas. Para ello deberán realizarse los siguientes cálculos:

- Selección del sitio
- Orientación
- Determinación de sombras
- Forma de la casa
- Movimientos de aire
- Balance de temperatura interior

4. Expresión arquitectónica

A través de los resultados obtenidos en los tres pasos anteriores, se deberá desarrollar los conceptos arquitectónicos y equilibrados de acuerdo a la importancia de los diferentes elementos.

2.1.2. Metodología de Baruch Givoni

En la actualidad uno de los especialistas en Arquitectura bioclimática más reconocidos del mundo. Principalmente a partir de la publicación en 1969 del libro "*Man, Climate and Architecture*" (Hombre, clima y arquitectura). En el que plantea la relación entre el confort humano, el clima y la arquitectura. Entendiendo arquitectura como el edificio que contiene y protege al hombre y sus actividades. Para esto su trabajo llega a la síntesis en un climograma realizado sobre un Diagrama psicrométrico donde traza una zona de confort higrotérmico para invierno y verano. Luego propone otras zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y/o aplicación de Estrategias de diseño pasivo. Avanza en los trabajos realizados por Olgyay.

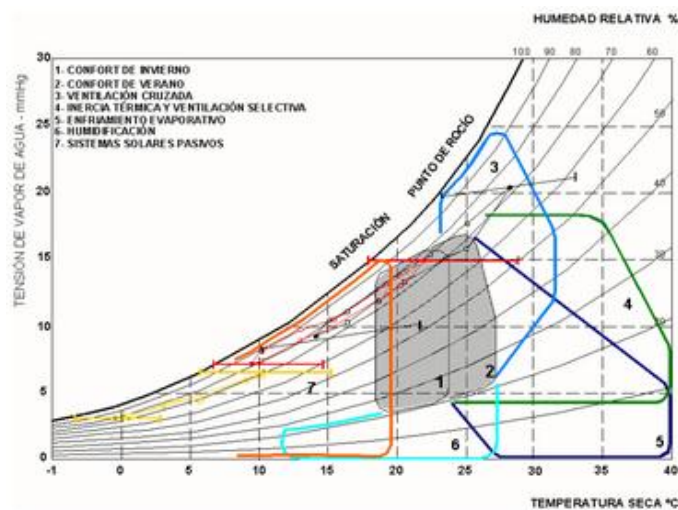


Figura 4. Climograma de B. Givoni aplicado a los climas húmedos de la Argentina.

Su modelo permite, mediante la inserción en el climograma de valores de temperatura y humedad medios mensuales, trazar las características bioclimáticas de un sitio. Pero más importante es, que de su interpretación, sugiere estrategias de diseño para resolver un proyecto de edificación a fin de mantenerlo en confort sin uso de energía adicional a la del sol, el viento, las temperaturas día - noche y la humedad ambiente. (Givoni, 1969).

2.1.3. Metodología de Szokolay

Su propuesta se define en cuatro etapas (Szokolay, 1984):

Tiene como objetivos la recopilación concisa, identificación de restricciones, estudio de condiciones climatológicas y la definición de los esquemas especiales. Así como la definición de una propuesta energética.

1. Anteproyecto:

Tiene por objetivo la generación de ideas, y la formulación y prueba de hipótesis de diseño. Como producto se deberá contar con una propuesta de diseño.

2. Proyecto:

En esta etapa se detallan las decisiones de diseño, teniendo conciencia de las consecuencias energéticas de cada decisión. Se deben elaborar planos, detalles y especificaciones.

3. Evaluación Final:

Se deberán hacer análisis térmicos, de ventilación, lumínicos y estimación del uso de la energía para todos los propósitos, todo ello a través de distintas herramientas. Esta etapa debe concluir con una propuesta espacial y energética definitiva.

2.1.4. Metodología de Kean Yeang

Kean Yeang (1999), es uno de los mejores exponentes de la nueva tendencia de la arquitectura ambiental. La preocupación que generan los grandes problemas globales y regionales, ha originado que un gran número de arquitectos y diseñadores se replanteen la forma de diseñar y construir. Esta nueva forma de entender a la arquitectura con relación a la naturaleza ha generado también una nueva forma de abordar los problemas de diseño, surgiendo una nueva metodología de tipo ambientalista. Su propuesta empieza definiendo los vínculos entre el medio edificado y su medio ambiente exterior, como una parte fundamental del proceso de diseño. Las interrelaciones pueden ser clasificadas en cuatro grupos generales:

1. Las interdependencias externas del sistema proyectado (sus relaciones externas o ambientales).
2. Las interdependencias internas del sistema proyectado (sus relaciones internas).
3. Los trasvases de energía y materia del exterior al interior del medio edificado (sus recursos, inputs).
4. Los trasvases de energía y materia del interior al exterior del medio edificado (sus productos, outputs).

Considera al flujo de energía y materia en el medio edificado como un modelo de uso en el contexto de la vida útil del edificio. El modelo de uso comprende las siguientes fases: Producción, Construcción, Funcionamiento y Recuperación. El arquitecto convencional, se preocupa generalmente sólo por la etapa de construcción y casi nunca por la etapa de funcionamiento (operación y mantenimiento), como se puede apreciar, Yeang incorpora una etapa previa de producción y una final de recuperación, considerando al edificio dentro de un ecosistema muy amplio.

Los esquemas que plantea quedan definidos en tres aspectos:

1. Recursos (inputs) totales en el ciclo de vida de un sistema edificado.
2. Productos (outputs) totales en el ciclo de vida de un sistema edificado.
3. Impactos durante el ciclo de vida de un sistema proyectado.

Finaliza estableciendo criterios para la evaluación del sistema proyectado. Esta nueva visión holista de la arquitectura está cobrando mucha fuerza en nuestros días por lo que se espera que esta metodología tendrá un gran impulso en los próximos años.

2.1.5. Metodología de Morillón

Morillón (2000), propone que para que un edificio sea sostenible, debe ser bioclimático, hacer un uso eficiente de la energía, utilizar las energías alternativas y lograr la autosuficiencia.

Las etapas básicas del proceso de diseño son:

1. Recopilación y procesamiento de la información.
2. Diagnóstico.
3. Definición de estrategias de climatización.
4. Recomendaciones del Diseño.
5. Anteproyecto.
6. Evaluación térmica.
7. Toma de decisiones.
8. Proyecto definitivo.

2.2. Conceptos de Desarrollo y Construcción sostenible

Para llevar a cabo la primera toma de contacto con la arquitectura bioclimática, vamos a explicar dos conceptos que están muy relacionados con el trabajo, y en los que se basa este tipo de arquitectura.

El término **desarrollo sostenible** (DS) nacional adopta como uno de sus puntos de referencia la definición planteada por el informe de la Comisión Brundtland. En él se define el DS "como el proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas" (Naciones Unidas, 1987). En esta perspectiva, el desarrollo económico y el uso racional de los recursos naturales (es decir, la dimensión medioambiental) están inexorablemente vinculados.

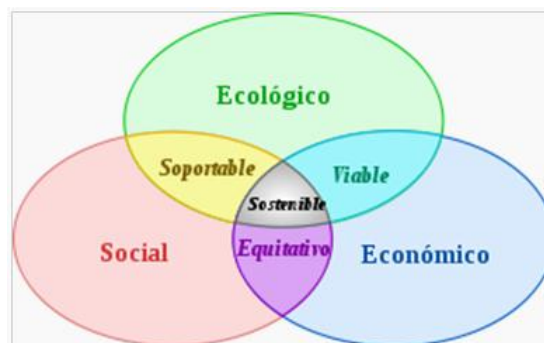


Figura 5. Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible. Fuente. www.wikipedia.org.

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económica y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas. (De Los Mozos, 2009). Pero además, para avanzar hacia éste, también es necesario tener en cuenta una serie de principios básicos, y crear unas condiciones tanto desde el punto de vista preventivo como correctivo (Lamela, 2005):

A. Integridad ecológica

- Proteger y restaurar la integridad de los sistemas ecológicos de la Tierra.
- Evitar los daños medioambientales.
- Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que protejan la recuperación de la Tierra, sin que deterioren los derechos humanos y el bienestar comunitario.
- Impulsar y gestionar la sostenibilidad ecológica, procurando la cooperación internacional científica y técnica.

B. Medidas de intervención

- Potenciar el uso de alternativas energéticas renovables y no contaminantes.
- Obtener el máximo aprovechamiento de las energías activas y pasivas.

- Reciclaje de los residuos, así como el aprovechamiento energético de los restos con presencia biológica.
- Propulsar que el Urbanismo y la Arquitectura cumplan su condición de encontrar respuestas bioclimáticas y de bajo consumo energético.
- Utilizar unas directrices territoriales sobre las medidas más eficaces que se pueden adoptar a escala mundial y en la selección de unos indicadores que sirvan para crear Planes de Ordenamiento Territorial.

Según Kibert (1994), define la “**Construcción Sostenible**” como el desarrollo de la Construcción tradicional, pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Ello implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los perjuicios y proporcionando un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno. (Alavedra y col., 1997).

2.3. Arquitectura Bioclimática

La arquitectura bioclimática es una arquitectura saludable, adecuada al entorno y al clima.

- **Bio:** significa respeto por la vida, hacia las personas que habitan en su interior (protege su salud) y hacia el medio ambiente (no contaminante).
- **Climática:** se adapta a las condiciones ambientales de cada lugar, respeta los recursos naturales y se aprovecha de ellos.

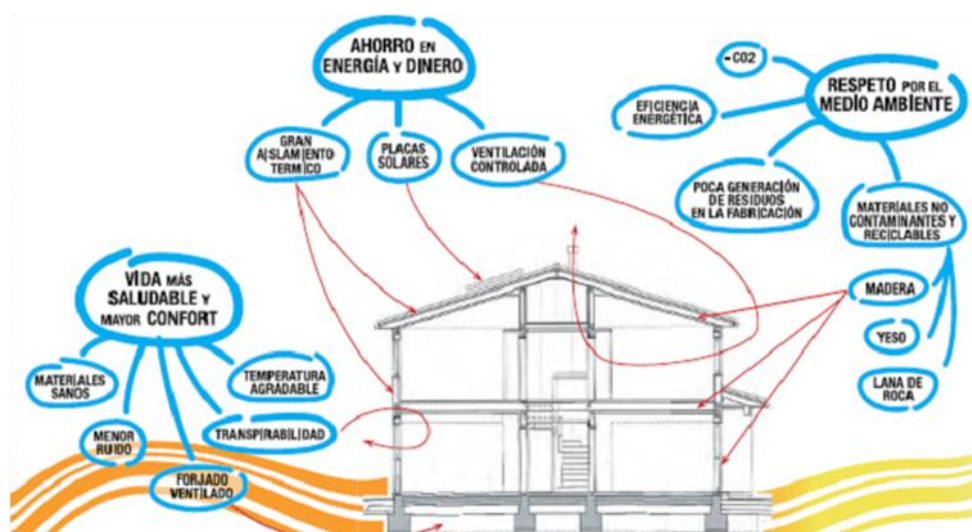


Figura 6. Esquema de condiciones ambientales y materiales para la construcción de una vivienda bioclimática.

Entendida en términos conceptuales, se basa en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenidas durante el proceso del proyecto y ejecución de la obra. Parte del estudio de las condiciones climáticas y ambientales, y de la adecuación del diseño arquitectónico para protegerse y/o utilizar los distintos procesos naturales. (Celis, 2000).

2.3.1. *Objetivos*

Por todo lo explicado con anterioridad, la arquitectura bioclimática fija ocho objetivos para la consecución de las premisas que marca, basados en los siguientes conceptos (De Los Mozos, 2009):

- Menor demanda energética del edificio.
- Maximizar ganancias de calor y reducir pérdidas de energía del edificio en invierno.
- Minimizar ganancias de calor y maximizar pérdidas de energía del edificio en verano.
- Lograr la calidad del ambiente interior, es decir, unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire.
- Contribuir a economizar en el consumo de combustibles, (entre un 50-70% de reducción sobre el consumo normal).
- Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera (entre un 50-70%).
- Disminuir el gasto de agua e iluminación (entre un 30%-20% respectivamente).

2.3.2. *Tipos de edificaciones bioclimáticas*

Dependiendo del balance energético global que haya entre la arquitectura y el ambiente, podemos distinguir diferentes tipos de edificaciones bioclimáticas:

- **Edificios que sólo se preocupan de conseguir una alta eficiencia energética una vez construidos.** Se trataría de adecuar al máximo, desde el diseño del edificio y desde su resolución técnica y constructiva, el balance energético del mismo, valorando las ganancias y pérdidas a las necesidades del confort climático, pero obviando toda otra serie de relaciones más complejas que se pueden establecer entre ambiente y arquitectura. (Celis, 2000).
- **Edificios donde el balance energético global incluiría todo el proceso constructivo,** desde la extracción de los materiales, su elaboración industrial, puesta en obra, uso, reciclaje y destrucción. En este caso, el balance energético global y su equivalencia en contaminación ambiental llevaría a un análisis pormenorizado de los materiales de construcción, y por tanto, a la utilización de aquellos menos costosos en términos energéticos (o en su equivalente, en

contaminación ambiental), y al rechazo, o a la mejora del sistema productivo, de aquellos otros con costes elevados, capaces de anular las posibles ganancias energéticas obtenidas durante el tiempo de usufructo del edificio. Según este principio, se primarían más aquellas técnicas capaces de introducir en la construcción, materiales procedentes del reciclaje y, a su vez, se fomentarían aquellos otros materiales que, en su proceso de mantenimiento o sustitución, puedan ser introducidos, a su vez, en un nuevo ciclo. (Celis, 2000).

- **Edificaciones que no sólo se preocupan de mantener buenos balances energéticos, sino también en adecuarse al medio en un sentido más extenso.** Desde aquellas que se introducen en el paisaje, limitando el impacto visual de las construcciones, hasta aquellas otras que se preocupan por el mantenimiento de otros recursos naturales limitados, como la inclusión o el mantenimiento de la vegetación y el ahorro de agua. Sistemas complementarios que, utilizados en beneficio de la edificación, son perfectamente compatibles e incluso coadyuvantes en el ahorro energético del edificio y en la obtención de las condiciones de confort deseadas. (Celis, 2000).

Tras una introducción general de los objetivos que persigue la arquitectura bioclimática, así como de los diferentes tipos de edificaciones sostenibles, quedaría comentar una distinción entre los sistemas de control climático aplicados en las arquitecturas y los criterios empleados en la concepción del diseño de una vivienda.

2.3.3. *Sistemas de control climático*

2.3.3.1. *Sistemas pasivos*

Se fundamentan en el control de las variables climáticas en el interior de los edificios mediante el uso racional de las formas y de los materiales utilizados en arquitectura, incidiendo fundamentalmente en la radiación solar, facilitando o limitando su incidencia y utilizando los aislamientos y la inercia térmica de los materiales como sistemas de control y amortiguamiento térmico. La elección de los vidrios y del material de construcción de los forjados, cerramientos, tabiquería y estructuras se supedita a la obtención de los resultados prefijados. (Celis, 2000).



Figura 7. Ejemplo de viviendas bioclimáticas que emplean sistemas pasivos de control climático.

2.3.3.2. Sistemas activos

Aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables, como la solar, la energía eólica o la biomasa. En este sentido habría que hacer una primera distinción entre aquellas técnicas probadas y cuantitativamente rentables en todas condiciones, como es la energía solar para ACS (*agua caliente sanitaria*), o la energía eólica, de aquellas otras cuya aplicación es más discutible en términos de rentabilidad, como la fotovoltaica. También entrarían en este apartado todos aquellos sistemas de ahorro energético de equipos tradicionales, como los que suponen las centrales de cogeneración (en las que se obtienen simultáneamente energía eléctrica y térmica útil) y todos aquellos otros sistemas de control ambiental que necesitan un gasto inicial de energía para su correcto funcionamiento: sistemas móviles de parasoles, domótica, sistemas variables de iluminación, etc... (Celis, 2000).



Figura 8. Ejemplo de integración de energías renovables en la edificación. (25 Viviendas bioclimáticas, Tenerife)

2.3.4. Criterios para el diseño bioclimático

El factor en el que se basa la arquitectura bioclimática utiliza como elemento de control térmico el propio diseño arquitectónico, que a su vez está basado en los siguientes aspectos. (De Los Mozos, 2009):

- **Búsqueda de la mejor ubicación y correcta orientación solar.** Como toda buena Arquitectura, un edificio debe responder a las condiciones climáticas locales donde se encuentra ubicado. Se deben estudiar y considerar los datos climáticos del lugar, latitud, temperaturas, humedad relativa y hay que realizar un estudio de soleamiento para establecer la orientación del edificio. En algunos casos resultará más importante fomentar la captación solar y en otros protegerse de ella.
- **Forma.** La forma de la casa influye sobre: la superficie de contacto entre la vivienda y el exterior (que a su vez influye en las pérdidas o ganancias caloríficas), y sobre la resistencia frente al viento.
- **Calidad del ambiente exterior.** El principal objetivo es optimizar la iluminación y ventilación natural del edificio para reducir los aportes mecánicos. También se debe tener un control de la temperatura, la humedad relativa y la

velocidad del aire en el interior del edificio para garantizar el bienestar de los usuarios.

- **Cerramientos.** Al hablar de los cerramientos incluimos las fachadas y la cubierta, con sus características térmicas. En el diseño de los mismos debemos controlar la iluminación y ventilación espontánea y la protección o captación solar. Indudablemente, el aislamiento térmico del edificio es el principal factor en el control energético.
- **Envolvente Térmica.** Será continua, estará exenta de puentes térmicos y limitará adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire, exposición a la radiación solar y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor (CTE DB-HE, 2006).
- **Recursos materiales.** Los materiales empleados deberán ser: saludables para nosotros y nuestro entorno, e higroscópicos, que permitan el intercambio de humedad entre la vivienda y la atmósfera.
- **Integración de energías renovables.** Mediante la integración de fuentes de energía renovable, es posible reducir gran parte del consumo utilizado en la climatización. Además, aportan a la construcción una parte de la demanda energética que necesita, de una manera limpia y responsable. Las fuentes más empleadas son la energía solar térmica y la fotovoltaica.

3. NORMATIVA REGULADORA EN ESPAÑA

En los últimos años se está produciendo en España un importante cambio en la normativa relacionada con la eficiencia energética en la edificación. En la actualidad el marco normativo nacional dentro de este ámbito descansa sobre tres pilares básicos: Código Técnico de la Edificación (2006), Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE, 2007) y Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción (2007).

3.1. Código Técnico de la Edificación

Es el nuevo marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, establecidos a su vez en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE, 1999). Para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico, el CTE (2006) adopta el enfoque internacional más moderno en materia de normativa de edificación: los códigos basados en prestaciones u objetivos.

Por Real Decreto 315/2006, de 17 de marzo, se crea también el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación. De este Consejo depende la Comisión del Código Técnico de la Edificación para todo lo relacionado con la asistencia y asesoramiento para su aplicación, desarrollo y actualización.

El Código Técnico contiene un Documento Básico de Ahorro de Energía donde se establecen las exigencias básicas en eficiencia energética y energías renovables que deben cumplir los nuevos edificios y los que se reformen o rehabiliten. En su redacción y coordinación ha colaborado el IDAE asesorando al Ministerio de Vivienda.

Este Documento Básico consta de las siguientes secciones:

- HE.1: Limitación de demanda energética (calefacción y refrigeración).
- HE.2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE.3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- HE.4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- HE.5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

3.2. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios

El CTE-DB-HE 2, aprobado mediante el Real Decreto 1027/2007 que deroga el anterior Real Decreto 1571/1998, es el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE, 2007). Este reglamento regula las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios, como las inspecciones de calderas y equipos de aire acondicionado.

3.3. Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción

Establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. Este procedimiento será desarrollado por el órgano competente en esta materia de la Comunidad Autónoma correspondiente, encargado también del registro de las certificaciones en su ámbito territorial, el control externo y la inspección. (Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción, 2007).

En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Actualmente disponemos también de dos estrategias desarrolladas en los últimos años:

1. Plan de Acción 2008 – 2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España E4.

Aprobado en 2003, definió los potenciales de ahorro y las medidas a llevar a cabo con objeto de mejorar la intensidad energética de la economía española, promoviendo la convergencia hacia los compromisos internacionales en materia de medioambiente. (Aranda y col., 2007).

2. Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020.

Aprobado en Julio de 2007, recoge las actuaciones necesarias para que España cumpla con el Protocolo de Kyoto, limitando el crecimiento de las emisiones de GEI entre 2008-2012 al 37% sobre las del año base 1990, compromiso recogido también en el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2008-2012.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la evolución que está experimentando la arquitectura bioclimática hacia una arquitectura eficiente energéticamente, incorporando para ello sistemas renovables en la edificación, tenemos que adaptarnos a ella, y utilizar estas soluciones que nos permitirán obtener los mejores resultados junto con la arquitectura tradicional. Por eso, nos parece interesante comprobar si realmente nos aprovechamos de las energías renovables en España, a la vez que veremos el nivel de implantación que éstas tienen, en porcentaje, en el conjunto de la energía primaria consumida.

Empezaremos realizando un análisis de los datos referentes al Plan de Energías Renovables en España 2005-2010, para comprobar si sus previsiones se cumplen. Los objetivos que se pretenden conseguir en este plan son los siguientes:

- Una contribución de las fuentes renovables del 12,1% del consumo de energía primaria en el año 2010.
- Una producción eléctrica del 30,3% del consumo bruto de electricidad.
- Un consumo de biocarburantes del 5,83% sobre el consumo de gasolina y gasóleo previsto para el transporte en ese mismo año.
- Una contribución de 20.155 MW en la energía eólica, con una producción estimada de 45.511 GWh.
- Se elevan también de forma importante los objetivos de biocarburantes, desde 0,5 a 2,2 millones de tep en 2010.
- Energía solar fotovoltaica sitúa su objetivo en 400 MW instalados.
- Energía solar termoeléctrica, eleva su objetivo a 500 MW y biogás.
- La biomasa para generación de electricidad sitúa su objetivo de crecimiento en 1.695 MW.
- La biomasa para uso térmico sitúa su objetivo en un incremento de 583 ktep.

Para este estudio, en primer lugar manejaremos las estadísticas correspondientes al Resumen del PER para el Consejo de Ministros publicado en agosto del 2005. Los datos toman como año base o de referencia el 2004, y fueron obtenidos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). En él se muestra la producción en términos de energía primaria y las emisiones de CO₂ evitadas frente a otros gases.

Puesto que este análisis se llevó a cabo, área por área, de las posibilidades de desarrollo a lo largo del periodo de ejecución del Plan, se establecieron tres escenarios posibles de evolución tecnológica en cada área renovable, caracterizados como se resume a continuación:

- **Escenario actual:** Asume las pautas de crecimiento en cada una de las áreas renovables que se vienen registrando desde la aprobación del Plan de Fomento. En conjunto, resulta totalmente insuficiente para alcanzar los mencionados compromisos.

- **Escenario Probable:** Considera la evolución más probable de las energías renovables durante los próximos años, de acuerdo con las condiciones de desarrollo actuales y las posibilidades de crecimiento adicional en cada área, con vistas a alcanzar los compromisos adquiridos. Requiere la adopción de medidas específicas para superar las barreras actualmente existentes y supone un importante incremento de la contribución global de las renovables respecto al escenario anterior.
- **Escenario Optimista:** Considera unos umbrales de crecimiento muy altos, dentro de lo potencialmente alcanzable, para cada una de las áreas renovables hasta el año 2010. Supone la adopción de medidas inmediatas para alcanzar esas altas tasas de incremento y, en conjunto, representa una contribución global aún mayor que la del escenario anterior.

También se definieron otros dos escenarios referentes a la evolución energética general:

- **Escenario Tendencial:** Recoge las tendencias económicas y energéticas actuales, presentando lo que se considera la perspectiva futura más probable sin nuevas actuaciones de política energética. Se corresponde con el escenario tendencial elaborado por la Subdirección General de Planificación Energética para el periodo 2003-2012. En él, se mantiene un ligero crecimiento de la intensidad energética primaria durante los primeros años y se reduce en los siguientes, para acabar la década con niveles similares a los de 2004.
- **Escenario de Eficiencia:** Con respecto al escenario anterior, considera las mejoras de eficiencia en los sectores de consumo final que contempla la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4).

Una vez descritos todos los escenarios que aparecen en las estadísticas, destacar que para el análisis que llevaremos a cabo, emplearemos los datos correspondientes al escenario probable, por considerar que éstos son los más cercanos a la realidad.

Después serán comparados con las estadísticas del Informe elaborado por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) publicado en mayo de 2011. Cuyos datos comprenden el periodo marzo 2010 – febrero 2011, y que fueron obtenidos de: CORES, ENAGAS, REE, CNE, MITYC e IDAE. Que nos muestra la estructura de energía primaria por fuentes energéticas.

También en esta misma estadística, tenemos una gráfica de evolución de la intensidad de energía primaria para el periodo marzo 2010 – febrero 2011, que nos permite analizar las tendencias futuras de las energías renovables.

Seguidamente, analizaremos la participación de las energías renovables en el mix energético en los países de la UE-27, gracias a los datos elaborados por el Observatorio de Energías Renovables y publicados en 2008. Que tomó como fuentes: Eurostat. (Sostenibilidad en España, 2010).

Y por último lugar, compararemos los resultados emisiones de CO₂ evitadas en el PER, con las últimas estadísticas de las que disponemos, correspondientes al Observatorio de Energías Renovables y publicados en julio de 2010, que toma como años base el periodo 2008-2009. Las fuentes fueron: elaboración propia basada en tecnologías de sustitución.

5. RESULTADOS

La estadística relativa al Plan de Energías Renovables del periodo 2005-2010, nos muestra la siguiente tabla que recoge las síntesis de los escenarios energéticos y de energías renovables que se proveen para este periodo.

	Producción en términos de Energía Primaria			
	2004 (1)	2010		
		Escenarios de Energías Renovables		
		Actual	Probable	Optimista
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	5.973	7.846	13.574	17.816
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS	3.538	3.676	4.445	5.502
TOTAL BIOCARBURANTES	228	528	2.200	2.528
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	9.739	12.050	20.220	25.846
<i>Escenario Energético: Tendencial</i>				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	166.900	167.100	167.350
Energías Renovables/ Energía Primaria (%)	6,9%	7,2%	12,1%	15,4%
<i>Escenario Energético: Eficiencia</i>				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	159.807	160.007	167.350
Energías Renovables/ Energía Primaria (%)	6,9%	7,5%	12,6%	16,1%

Tabla 1. Plan de Energías Renovables 2005-2010. Fuentes: Elaboración PER a partir de MITYC, IDAE (a marzo-2005).

De acuerdo con estos resultados, para el escenario energético inicialmente seleccionado (Tendencial), el desarrollo de las energías renovables correspondiente al Escenario Probable alcanza el 12,1% de cobertura. El impacto correspondiente al caso de menor desarrollo tecnológico (el llamado Escenario Actual) queda muy por debajo del compromiso (7,2%), y el asociado al llamado Escenario Optimista lo supera (15,4%).

También se hace una previsión sobre las emisiones de CO₂ que se pueden evitar en el 2010, de cada uno de los tres escenarios de energías renovables, así como la estimación de su valoración económica.

	Escenarios de Energías Renovables (t CO₂/año)		
	Actual	Probable	Optimista
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	5.392.257	18.650.981	26.889.788
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS	413.132	2.785.036	6.018.515
TOTAL BIOCARBURANTES	891.368	5.905.270	6.883.212
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	6.696.756	27.341.287	39.791.515
Valoración económica del CO₂ evitado (millones de euros/año) (1)	1334	547	796

Tabla 2. Emisiones de CO₂ evitadas frente a CC a GN en el año 2010 por el incremento de fuentes renovables entre 2005 y 2010 (t CO₂/año). Fuentes: Elaboración PER a partir de MITYC, IDAE (a marzo-2005).

Como puede observarse, el volumen de emisiones evitadas en 2010 derivado del Plan en el Escenario Probable alcanza los 27,3 millones de toneladas de CO₂, frente a menos de 7 millones en el llamado Escenario Actual de renovables y a casi 40 en el Optimista.

Con respecto a las estadísticas correspondientes al Informe elaborado por el IDAE, sobre la participación de las energías renovables en el consumo de energía primaria para el periodo marzo 2010 – febrero 2011, se obtuvieron los siguientes resultados:

La participación de las energías renovables en el consumo de energía primaria alcanzó 14.788 ktep, lo que supuso un aumento de su participación respecto al año anterior del 15,3% y una representación en el consumo total de la energía primaria del 11,3%.

	MENSUAL		ACUMULADO ANUAL			ULTIMOS DOCE MESES		
	feb-11	$\Delta^{(1)}$ (%)	Hasta feb-11	$\Delta^{(1)}$ (%)	Estructura (%)	mar-10/ feb-11	$\Delta^{(2)}$ (%)	Estructura (%)
Carbón	838	36,2	1.562	17,0	7,1	8.499	-10,3	6,5
Prod. Petrolíferos	4.602	-6,8	9.218	-8,1	42,0	61.546	-2,2	47,0
Gas Natural	2.748	-3,3	5.843	-1,8	26,6	30.895	-1,7	23,6
Nuclear	1.165	-7,6	2.452	-1,3	11,2	16.071	18,3	12,3
Energías Renovables	1.363	-0,8	2.941	2,7	13,4	14.788	15,3	11,3
Hidráulica	277	-28,7	750	-15,5	3,4	3.295	24,4	2,5
Otras Renovables	1.086	10,2	2.191	10,8	10,0	11.493	13,0	8,8
Eólica	342	-12,3	684	-9,4	3,1	3.688	7,0	2,8
Biomasa	493	15,8	1.026	15,0	4,7	4.795	8,8	3,7
Biogás	19	12,7	40	16,5	0,2	226	18,7	0,2
RSU	20	38,5	42	37,9	0,2	194	-19,2	0,1
Biocarburantes	128	34,9	256	41,3	1,2	1.517	32,9	1,2
Geotérmica	2	22,0	5	22,0	0,02	22	14,6	0,02
Solar	82	98,3	137	73,3	0,6	1.051	47,6	0,8
Fotovoltaica	42	60,8	72	48,1	0,3	563	11,7	0,4
Termoeléctrica	27	497,8	40	315,0	0,2	302	511,2	0,2
Térmica	13	18,1	25	18,8	0,1	186	17,5	0,1
Saldo eléctrico	-31	-29,1	-83	19,6	-0,4	-731	12,6	-0,6
CONSUMO TOTAL	10.685	-2,8	21.932	-2,9		131.067	1,2	

Tabla 3. Estructura de Energía Primaria por Fuentes Energéticas. (Marzo 2010 - Febrero 2011). Fuentes: Elaboración IDAE a partir de CORES, ENAGAS, REE, CNE, MITYC.

La contribución por fuentes energéticas renovables en el consumo energético se distribuyó en: biomasa y residuos (4,0%), eólica (2,8%), hidráulica (2,5%), biocarburantes (1,2%), solar (0,8%), y geotermia (0,02%).

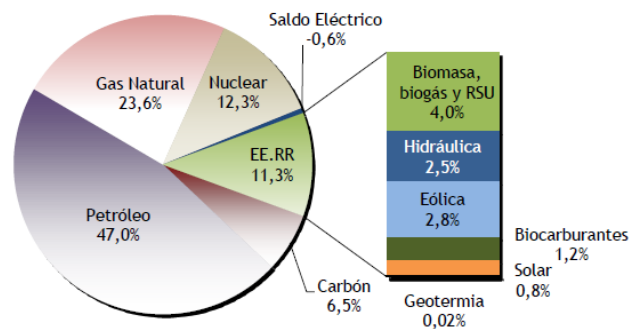


Figura 9. Estructura de la Energía Primaria por Fuentes Energéticas. (Marzo 2010 – Febrero 2011). Fuentes: Elaboración IDAE a partir de CORES, ENAGAS, REE, CNE, MITYC.

Según la misma estadística anterior, correspondiente al Informe elaborado por el IDAE del periodo marzo 2010 – febrero 2011, tenemos una gráfica que nos muestra la evolución de la intensidad de energía primaria. Si analizamos los datos de la tabla 3, vemos que el aumento de las energías renovables en el consumo primario estuvo caracterizado por los progresos realizados en la biomasa, con 4.795 ktep y las energías eólica con 3.688 ktep, e hidráulica con 3.295 ktp. Sus crecimientos con respecto al año anterior se situaron en un 8,8% para la biomasa, un 7% para la eólica y un 24,4% para la hidráulica.

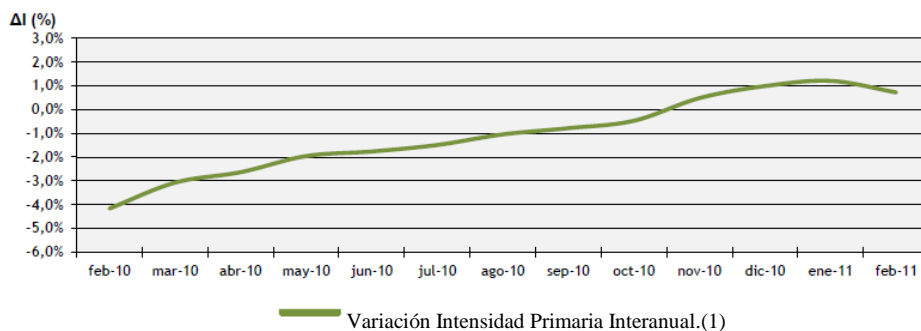


Figura 10. Evolución de la Intensidad de Energía Primaria. (Marzo 2010 – Febrero 2011). Fuentes: Elaboración IDAE a partir de CORES, ENAGAS, REE, CNE, MITYC.

(1) La evolución mensual representa en cada mes la variación de la intensidad en los últimos doce meses, respecto al período de los doce meses anteriores.

Como podemos ver en la gráfica, sin embargo, ese progreso en las energías renovables anteriormente descritas no ha surgido efecto para que a partir de mediados de enero de este mismo año se produzca un descenso en el consumo de energía primaria en España.

Por otra parte, analizando los resultados publicados por el Observatorio de Energías Renovables en 2010, tomando como fuente Eurostat. En el año 2008 España ocupó la quinta posición en la aportación de energías renovables al consumo de energía primaria con un total de 10.717 ktep. Alemania, Francia, Suecia e Italia ocuparon las primeras posiciones. Por fuentes energéticas la biomasa y residuos tuvieron el mayor porcentaje de participación. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y col., 2010).

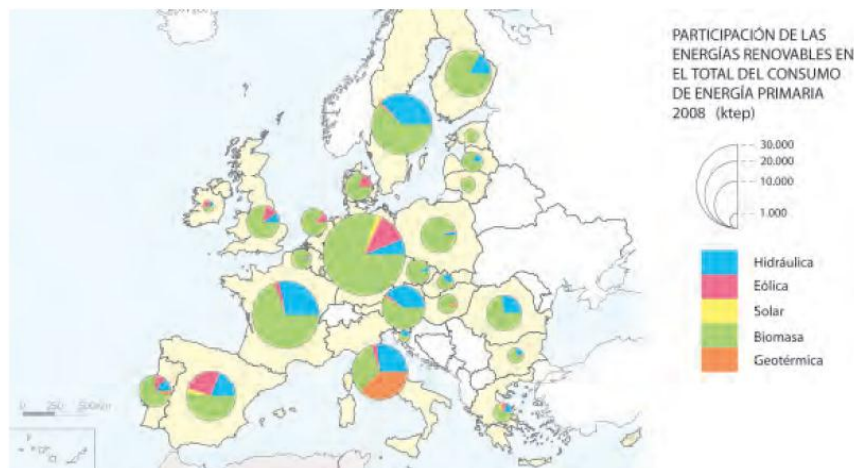


Figura 11. Participación de energías renovables en el mix energético en los países de la UE-27. Fuente: Elaboración OSE a partir de Eurostat, 2010.

Como podemos observar en la figura anterior, la mayor energía renovable de la que disponemos en España (según los últimos datos) es la biomasa, seguida de la eólica, hidráulica y en último lugar la energía solar. La mayoría de los países siguen este orden.

En cuanto a las emisiones de CO₂ evitadas, las últimas estadísticas de las que disponemos son las correspondientes al periodo 2008-2009, realizadas por el Observatorio de Energías Renovables y publicadas en julio de 2010.

Emisiones CO ₂ evitadas	2008	2009	Variación
	tCO ₂ evitadas/año	tCO ₂ evitadas/año	08/09 (%)
Energías Renovables GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	23.167.487	27.186.919	17,3
Hidroeléctrica	8.700.419	9.801.017	12,6
Eólica	12.134.024	13.672.061	12,7
Solar termoeléctrica	5.825	37.340	541,0
Solar fotovoltaica	948.811	2.255.713	137,7
Biomasa	795.717	851.353	7,0
Biogás	235.802	221.053	-6,3
RSU renovable	346.889	348.383	0,4
Energías Renovables CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN	11.762.543	11.384.595	-3,2
Biomasa	11.326.699	10.851.778	-4,2
Biogás	78.295	78.592	0,4
Geotérmica	27.913	30.956	10,9
Solar Térmica	329.636	423.269	28,4
Bomba de calor	0	0	-
Biocarburantes-TRANSPORTES	5.465.558	25.913.624	374,1
Biodiesel	4.978.817	23.551.914	373,0
Bioetanol	486.741	2.361.710	4,0
TOTAL t CO₂ evitadas/año	40.395.588	64.485.139	59,6

Tabla 4. Emisiones CO₂ evitadas. (Marzo 2010 - Febrero 2011). Fuentes: Elaboración IDAE basada en tecnologías de sustitución.

6. DISCUSIÓN

Sí comparamos los resultados obtenidos en el apartado anterior, correspondientes a las previsiones del Plan de Energías Renovables 2005-2010, y los que realmente se han obtenido para el año 2010, vemos que no se cumplen las expectativas, son más bajas de lo que se preveían. Así por ejemplo, la contribución de las fuentes de energía renovables sobre la energía primaria que se preveía era de un 12,1%, siendo realmente de un 11,3% en 2010, es decir, un 0,8% más bajo de lo estimado. También vemos que el consumo total de biocarburantes que se creía probable era de 2.200 ktep, cuando el real ha sido de 1.517 ktep, es decir, un 31,04% más bajo de lo estimado (683 ktep menos). Podemos señalar también que existe gran diferencia en la incorporación total de energías renovables un 26,86% menos de lo que el PER estimaba, se creía que iba a ser de 20.220 ktep cuando realmente ha sido 14.788 ktep (5.432 ktep menos).

Respecto a la participación de las energías renovables en el mix energético en los países de la UE-27, España debería situarse a la cabeza en implantación de energías por varios motivos: uno porque es la segunda en extensión territorial, con 583.254 km² (www.wikipedia.org), y segundo porque gracias a su posición latitudinal y por las características propias del terreno, está ubicada en un lugar destacado dentro de la circulación general atmosférica que no permanece estática, sino que existen diferentes movimientos de norte a sur, según la estación climática, lo que nos lleva a dos conclusiones: una que es el país de la Unión Europea que más horas de sol tiene al año, y dos, que cuenta con muchas zonas donde el aire sopla de manera constante durante todo el año. Concluyendo por tanto, que debería ser el primer país de la UE-27 en implantación de energías solar y eólica.

Por otra parte, no podemos hacer una comparación total de las emisiones de CO₂ que se preveían para el año 2010, ya que los últimos datos de los que disponemos son del periodo 2008-2009, pero podemos ver si las expectativas se aproximan a lo que el PER preveía.

Sólo con ver el total de toneladas de CO₂ evitadas al año, comprobamos que las previsiones que el PER había establecido se cumplirán con creces en el 2010. Pues en él, se estimaban evitar un total de 27.341.287 t CO₂/año (en el escenario probable) y 39.791.515 t CO₂/año (en el escenario optimista). Según los datos del 2009 se han evitado 64.485.139 t CO₂/año, lo que supone un 135,85% más de lo previsto en el escenario probable para el 2010, y un 62,06% más de lo previsto en el escenario optimista 2010.

Sin embargo, si analizamos los resultados anteriores de toneladas de emisiones de CO₂ evitadas, con los resultados de incorporación de energías renovables (de la estadística referente al PER 2005-2010), nos damos cuenta que son contradictorios, de hecho, ¿cómo puede ser posible que las toneladas de CO₂ evitadas al año superen con creces las expectativas del plan, si la implantación de energías renovables para este mismo no ha llegado a lo previsto?

La respuesta es sencilla, a pesar de que haya habido un descenso total considerable con respecto a la implantación de energías renovables que se preveían (26,86% menos), el consumo de biocarburantes ha disminuido un 31,04%, dando como resultado el aumento de toneladas de emisiones de CO₂ evitadas al año.

7. CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir que no es fácil cambiar el sistema de construcción adoptado durante años. Para poder llegar a construir de forma sostenible, es necesario que se rompa con la rutina y los malos hábitos adquiridos por décadas de derroche de los recursos naturales. Todos debemos de concienciarnos y mentalizarnos en adoptar una arquitectura bioclimática, respetable con el entorno, utilizando energías renovables y aplicando todos los criterios para que ésta sea más eficaz. Sólo así conseguiremos un mayor ahorro y eficiencia en el diseño y fabricación de los edificios, y, por supuesto, beneficios medioambientales, que afectan sobre todo a la disminución de emisiones contaminantes como es el CO₂.

De hecho, los índices de sobrecosto al aplicar lógicas de adecuación bioclimática a la construcción han implicado, en España, una media de un 15% más sobre el coste de construcción de una vivienda tradicional, compensados sobradamente con los ahorros energéticos obtenidos, del orden de un 70%, y que, en el cómputo global relacionado con la vida útil del edificio, supondría un ahorro neto total (costes de construcción más costes de mantenimiento) en torno al 20%. (Celis, 2000). Por lo que es rentable construir edificios bioclimáticos.

Como conclusiones diremos que gracias a la arquitectura bioclimática y al empleo de sistemas renovables, tendremos:

- Mayor confortabilidad en el ambiente interior.
- Menor demanda energética del edificio.
- Menor consumo de agua.
- Reducción de la emisión de CO₂ a la atmósfera.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dedicar unas palabras de agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido a que la realización de este trabajo fin de máster haya sido posible. Especialmente:

Al profesor Antonio Jesús Álvarez Martínez, como tutor del trabajo, por la atención y predisposición que ha demostrado en todo momento, así como por los numerosos y valiosos consejos y orientaciones recibidos, que han aportado un sello de seriedad y rigor a este trabajo.

A mis compañeros, por los momentos que hemos vivido día a día y que siempre permanecerán en mi recuerdo, en especial a Laura, María del Mar y Fernando.

Y por último, en el ámbito más personal, agradecer a mi familia, a mi mejor amiga María Isabel, y a todas aquellas personas, que aun no siendo nombradas, han contribuido a que este trabajo haya salido adelante.

REFERENCIAS

Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., Serra, J., 1997. La Construcción Sostenible. El Estado de la cuestión. Informes de la Construcción 49 (451), 41-47.

Aranda, A., Zabaldá, I., Llera, E., Lemass, O., 2007. Energy efficiency strategy for Spain: description of current framework and a complementary viewpoint. International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems. 20th International Conference. Padova (Italy), pp. 1595-1602.

Baño, A., 2004. La construcción sostenible: criterios para una actuación arquitectónica acorde con el medio ambiente. http://www.sostenibilidad.es.org/sites/default/files/_Recursos/Publicaciones/plat_urbana/antonio_bano_criterios_de_construccion_sostenible.pdf

BOE, 1999. Ley 38/99, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Boletín Oficial del Estado número 266, de 06/11/1999.

BOE, 2006. Real Decreto 314/06, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado número 74, de 28/03/2006.

BOE, 2006. Real Decreto 314/06, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación. Documento Básico: Ahorro de Energía. Boletín Oficial del Estado número 74, de 28/03/2006.

BOE, 2006. Real Decreto 315/06, de 17 de marzo, Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la edificación. Boletín Oficial del Estado número 74, de 28/03/2006.

BOE, 2007. Real Decreto 47/07, de 19 de enero, Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción. Boletín Oficial de Estado número 27, de 31/01/2007.

BOE, 2007. Real Decreto 1027/07, de 20 de julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Boletín Oficial del Estado número 207, de 29/08/2007.

Celis, F., 2000. Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>

De Los Mozos, P., 2009. Desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático. <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4aa7e1baae6c8.pdf>

Fuentes, A., 2002. Arquitectura Bioclimática.

La Roche, P., 2010. Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en edificios: análisis del funcionamiento de varias herramientas en diferentes climas. Informes de la Construcción 62 (517), 61-80.

Lamela, A., 2005. La Sostenibilidad, un reto global ineludible. Informes de la Construcción 57 (499-500), 55-65.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE, 2007. Plan de Acción 2008 – 2012.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE., 2005. Plan de Energías Renovables en España 2005-2010. Resumen del PER para El Consejo de Ministros.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE., 2010. Observatorio de Energías Renovables.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE., 2011. Evolución de los Consumos e Intensidades Energéticas 2011.

Ministerio de Medio Ambiente, 2007. Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020.

Naciones Unidas., 1987. Informe de la Comisión Bruntland.

Observatorio de Sostenibilidad en España, 2010. Informe sobre Sostenibilidad en España 2010.

Ruiz- Larrea, C., Prieto, E., Gómez, A., 2008. Arquitectura, Industria y Sostenibilidad. Informes de la Construcción 60 (512), 35-45.

Wikipedia, 2011. http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible. (Accesible 10-may-11).

**MASTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO
REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

RESUMEN

En este trabajo se expone un resumen de los conceptos de Construcción y Desarrollo Sostenible y Arquitectura bioclimática. Se hace un extenso repaso de los antecedentes y orígenes de este tipo de arquitectura y de las principales metodologías existentes, centrándonos en especial en el concepto de arquitectura bioclimática, y más aún, en la nueva corriente que estamos experimentando hacia una arquitectura eficiente energéticamente con la incorporación de sistemas renovables. Para ello, se describen los diferentes tipos de edificaciones y los sistemas de control climático, además de los criterios de diseño para su correcta ejecución, dando mayor importancia a la incorporación de energías renovables. Se expone la normativa aplicable en la actualidad. Así como un estudio sobre la participación de energías renovables en España y la cantidad de toneladas de CO₂ evitadas. Concluyendo que a pesar de no cumplir las expectativas del plan analizado, y ser el quinto país de Europa en incorporación de energías renovables, ha disminuido considerablemente las emisiones de CO₂.

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

