

## Arquitectura bioclimática: una opción abierta y positiva

Margarita de LUXAN GARCIA DE DIEGO

**RESUMEN:** El artículo propone una visión sobre las posibilidades de desarrollo de la Arquitectura Bioclimática y Energéticamente Consciente, primero en un contexto general, y luego referido específicamente a las condiciones climáticas españolas, ilustrándola con imágenes y ejemplos, así como con conclusiones derivadas de diversos estudios realizados por el Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente de la ETSAM.

Isaac Asimov, en su libro "El Universo", interpreta la evolución de la Astronomía a partir de las distintas posiciones desde las cuales el hombre, como observador, se ha sentido situado ante la realidad de este universo: al principio, un sentido egocéntrico le lleva a explicarse la esfera celestial como algo centrado en el mundo que él habita. En esa esfera, el "Camino de Santiago" marca una dirección a seguir sobre la Tierra; más tarde se plantea un sistema en el que el Sol ocupa un lugar central y la Tierra es uno más de los varios cuerpos del conjunto. Su posición respecto a la totalidad varía; las posibilidades de mejorar la observación, van haciendo

cambiar la concepción global. En la actualidad, se intenta definir un conjunto complejo, en expansión, en el que se encuentran múltiples sistemas y en un área de uno de esos sistemas, y pudiendo observar, desde un extremo, la galaxia espiral en la que vive, que vista de canto es el mismo "Camino de Santiago" que antes veía, el hombre se replantea nuevos conocimientos desde nuevas posiciones de observación.

En la Arquitectura se vive un camino semejante: al principio era una arquitectura de simple cobijo, cerrada en torno al habitante; más tarde se pasa a una concepción renacentista del edificio como

representación del hombre; luego a una expresión del proceso constructivo y sus materiales, y ahora, podemos plantearnos la obra arquitectónica como algo que suma todas sus posibilidades anteriores a la de adecuarse y responder a un reconocimiento del medio en el que, lo desee o no, se encuentra inmersa, un universo dinámico, de ciclos cerrados a la materia y abiertos a la energía.

Es por esto que iniciamos una etapa de replanteamientos teóricos desde nuevos puntos de vista; de rediseño de elementos con la aceptación de nuevas prioridades medioambientales; de aparición de nuevos materiales, nuevas soluciones con distintos modos de producción y nuevas solicitaciones sociales.

Es inviable, ya que nos encontramos en la iniciación de un proceso crítico y creativo, el tener una visión global de lo que a partir de esta nueva postura puede llegar a cristalizarse, pero continuamente, cada vez con más frecuencia, surgen, en todas las escalas, desde la planificación del territorio al diseño de elementos constructivos, soluciones que nos avisan de que aparece una ordenación distinta en la jerarquía de valores de génesis de la Arquitectura.

Aunque, en muchas ocasiones, la Arquitectura se haya desarrollado sin tener como uno de sus conceptos radicales su integración medioambiental, las condiciones del medio natural le influyen básicamente, y radica en la voluntad de la sociedad que debe habitarla y de los profesionales que la crean, la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso, o destruir, las capacidades que este medio proporciona.

Los edificios bioclimáticos o energéticamente conscientes, no son tanto el resultado de una aplicación de técnicas especiales, como del sostenimiento de una lógica, dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra; sin perder, en absoluto, ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc. presentes en la reconocida como buena arquitectura.

## I. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.

Esta eco-lógica arquitectónica, debe extenderse a todo el desarrollo de propuesta y construcción de los edificios: ubicación, forma general, aprovechamiento de características climáticas estacionales, estudio de condiciones derivadas del entorno construido, elección de materiales según las necesidades de adaptación por zonas y orientaciones, diseño de elementos constructivos y costo energético de la fabricación de los materiales y sistemas técnicos y su transporte, entre otros.

De las investigaciones en marcha y de las observaciones sobre las soluciones que van apareciendo, surgen recomendaciones generales, pero si hay algo claro en el campo de las respuestas medioambientales para la arquitectura, es su especificidad para cada caso, para cada lugar y para cada ambiente.

Las capacidades del medio natural y antrópico, las condiciones climáticas y las distintas posibilidades de aprovechamiento de las mismas, marcan soluciones particulares que habrá que estudiar y desarrollar en cada opción concreta.

Es por esto que no puede tenderse a la búsqueda de una estandarización de modelos, es decir, no es recomendable la búsqueda de prototipos que sean aplicables en cualquier localización.

La Arquitectura Bioclimática, por lo antes dicho, y en contra de algunos prejuicios existentes, no obliga en absoluto a adoptar unas soluciones de diseño predeterminadas, ofreciendo nuevas vías abiertas y sugerentes a la imaginación e investigación formal. La lista de arquitectos que hacen intervenir parámetros medioambientales y de adecuación energética en sus procesos de creación arquitectónica crece continuamente, y va quedando explícita en la publicación de sus proyectos y obras, aunque haya partido cada uno de muy distintas tendencias formales: Norman Foster, O.M. Ungers, Peter Cook, Emilio Ambasz, Nicholas Grimshaw, Charles Moore, Ove Arup, Yasumitsu Matsunaga, Franco Purini, Thomas Herzog, Vitorio Gregotti, Renzo Piano, etc. (Ver figura nº 1)

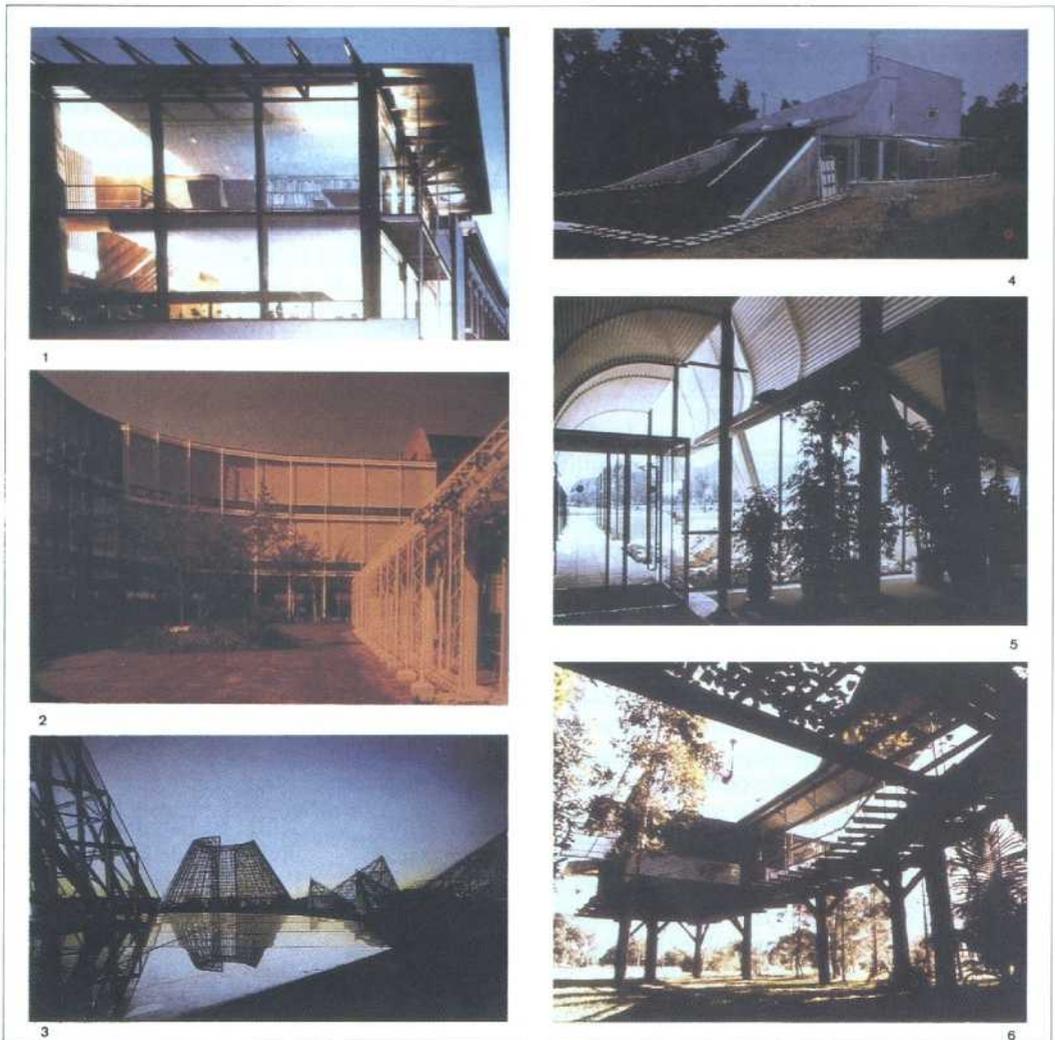


Figura 1

1. MECANOO, Casa y Estudio en Rotterdam, Holanda. 2. OVE ARUP, Oficinas en Farnborough, Inglaterra. 3. EMILIO AAMBASZ, Invernaderos en S. Antonio, Estados Unidos, América. 4. YAMITSU MATSUNAGA, Inscription House, Tsukuba, Japón. 5. RENZO PIANO, Oficinas, Vercelli, Italia. 6. RICHARD LEPRASTRIER, Casa y Estudio en Bellingen, Australia.

Uno de los problemas que pueden presentarse con la difusión y transformación en "moda" de los diseños de edificios eco-lógicos, es que se importen indiscriminadamente soluciones y tecnologías proyectadas para otros entornos naturales, de climas con regímenes de temperaturas, vientos, humedad y soleamiento diferentes, copiándolas porque hayan logrado una imagen atractiva, sin interpretarlas ni traducirlas a distintas condiciones. En este sentido es urgente avanzar en la investigación de materiales, técnicas y

sistemas acordes con nuestras necesidades y capacidades medioambientales específicas, si no queremos caer en distorsiones y contrasentidos absurdos.

## II. POSIBILIDADES DE ADECUACION EN EL CASO ESPAÑOL.

Las posibilidades de desarrollar en España arquitectura bioclimática o energéticamente consciente, son evidentes, ya que disfrutamos de unos climas relativamente

|  | Incremento de la resistencia térmica | Utilizando acristalamientos aislantes | Reducción de la superficie acristalada | Mejorando la orientación del edificio | Mejorando el coeficiente de forma del edificio |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Incrementando al doble la resistencia de cerramientos  | 21,5%                                |                                       |  |                                       |  |
| Incrementando al triple la resistencia de cerramientos | 28,0%                                |                                       |  |                                       |  |
| Utilizando acristalamiento doble                       |                                      | 15,0%                                 |  |                                       |  |
| Utilizando acristalamiento triple                      |                                      | 21,0%                                 |  |                                       |  |
| Reduciendo de un 50% de superficie a un 30%            |                                      |                                       | 8,0%                                   |                                       |  |
| Reduciendo de un 50% de superficie a un 10%            |                                      |                                       | 16,0%                                  |                                       |  |
| —  |                                      |                                       |  | 9,5%                                  |  |
| —  |                                      |                                       |  |                                       | 5,0%   |

Figura 2  
POSIBILIDAD DE CONTRIBUCIÓN ENERGÉTICA POR GANANCIAS SOLARES PARA CALEFACCIÓN EN LA VIVIENDA.  
Datos de la Comisión de la Comunidad Europea.

cercanos a los reconocidos científicamente como confortables, benignos en comparación con otras latitudes, y contamos con la opción de captar y manejar valores de radiación solar apreciables durante todas las estaciones anuales.

Desde los años 70, vienen estudiándose las posibilidades de ahorro energético por aprovechamiento de energías solares y adecuaciones lógicas en el uso de formas y materiales; a partir de algunos análisis sistemáticos de modelos de formas simplificadas, aparecían los siguientes criterios sencillos, correspondiendo con los ahorros previstos. (Ver figura nº 2)

En total, con medidas de fácil aplicación, se pueden conseguir ahorros del 50% al 70%. Estas previsiones coinciden con los resultados de las mediciones efectuadas sobre promociones de Vivienda Social con mejoras bioclimáticas que se han monitorizado en España.

Según datos aportados por el entonces Ministerio de Obras Públicas y Transportes, en los 10 años comprendidos entre 1982 y

1991, en España se han acabado 2.289.811 viviendas, de las que 162.719 son de Promoción Pública. Entre estas últimas, por encargo de distintas Entidades Oficiales y Comunidades Autónomas, se han construido alrededor de 500 viviendas con carácter experimental con aprovechamientos solares pasivos y activos; es decir tan sólo un 0,003%. Puede admitirse este número tan bajo ante la falta de datos anteriores contrastados sobre sus costes y eficacia, pero lo cierto es que tras estos últimos años, las viviendas han sido habitadas y probadas, y varias de ellas monitorizadas a través del proyecto Monitor de la Comunidad Europea, por el Instituto de Energías Renovables, y los resultados son convincentes: ahorros energéticos del 42% al 87% sobre el consumo de las viviendas convencionales, con unos costes de construcción que solo oscilan del -5% al 8% (estos últimos de las zonas más frías, en las que ha habido que aplicar sistemas de aprovechamiento solar activos además de los básicos pasivos) por encima de los de las viviendas normadas como Viviendas de Promoción Pública.

Estos resultados de ahorro energético en el consumo del edificio, coinciden también con las previsiones de los estudios de la C.E.E. para nuestras latitudes, reflejadas en los cuadros siguientes. (Ver figura nº 3)

Las anteriores previsiones se están superando ampliamente en la actualidad, ya que se están obteniendo ganancias solares, en las viviendas construidas en España con estas premisas, de hasta el 67% en viviendas aisladas, y del 75% en las edificadas en bloque.

Con otras condiciones económicas, sin las limitaciones que aquí supone la vivienda social, en Stuttgart (Alemania), ya se han acabado una serie de viviendas experimentales con ganancia solar de un 100%.

Los porcentajes del 60% al 75% se mantienen en nuestra península en otros tipos de edificios: escuelas, hospitales, oficinas, polideportivos, etc., también monitorizados.

En un estudio realizado por el Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente, de la Escuela de Arquitectura de Madrid, becado por el M.O.P.T., sobre: "aplicación de soluciones y recomendaciones de adecuación bioclimática para el diseño de viviendas de promoción oficial", se han avanzado las posibilidades que esta arquitectura tiene en España, en cuanto a conseguir condiciones de confort en los edificios.

Para tener una visión de conjunto del territorio, hemos trabajado con los datos climáticos de todas las capitales de provincia; sabemos que hay puntos de alta montaña o áreas de depresión en zonas cálidas, en que las condiciones son más extremas, pero las diferencias son relativamente pequeñas comparadas con las existentes dentro del total.

En este estudio, a fin de encontrar y valorar las condiciones de confort y los elementos de corrección que pueden aplicarse, hemos manejado las teorías y cartas bioclimáticas de Olgyay y Givoni, introduciendo, como queda antes dicho, los datos climáticos de las capitales de provincia y sacando conclusiones en tres momentos significativos del año: en el mes más frío, en un mes medio del invierno, y en el mes más cálido del año; y en cada uno de estos meses,

teniendo en cuenta las temperaturas medias de las mínimas, medias y medias de las máximas.

\* El mes más frío del año, que en toda España es Enero, nos permite observar las posibilidades en las condiciones de invierno más duras:

En los momentos más fríos del año, las noches de Enero, con sistemas solares activos y pasivos, podrían calefactarse los edificios en el 58% de las capitales españolas; en el 42% restante, en esos momentos, necesitarían sistemas de calefacción convencional.

En las horas del día en las que se dan las temperaturas medias, solo en Teruel sería imposible calefactar los edificios si no es con calefacción convencional; en el 49% de las poblaciones estudiadas, los edificios se podrían calentar hasta el confort con medios pasivos y activos solares, en el 50% bastaría con energía solar pasiva, y en Canarias durante todo el día con aprovechar las ganancias internas se podría estar confortablemente.

En las horas más cálidas del día, en el 14% de las capitales podría calefactarse con calefacción solar activa y pasiva, en el 58% podría resolverse con calor solar pasivo, y en el 28% restante solo necesitarían las ganancias internas para entrar dentro de la zona de confort.

\* Meses medios de invierno, Noviembre o Marzo, escogiendo en cada lugar (en cada capital) los datos del mes que entre estos dos fuera más desfavorable; esto nos permite ver las posibilidades en meses que ya no son extremadamente fríos, pero en los cuales en la mayor parte del tiempo aún hay condiciones de disconfort por frío:

En las horas nocturnas de temperaturas mínimas, solo en Teruel se necesitaría calefacción convencional. En el 49% de las capitales podría resolverse con calefacción solar activa y pasiva, y en el resto de la península con solar pasiva. Canarias no necesita más que aprovechar las ganancias internas para entrar en confort.

En las horas en las que se producen las temperaturas medias del día, sólo en el 7,5 de las capitales se necesitaría calefacción solar activa y pasiva, en el 79% podría resolverse con calefacción solar pasiva

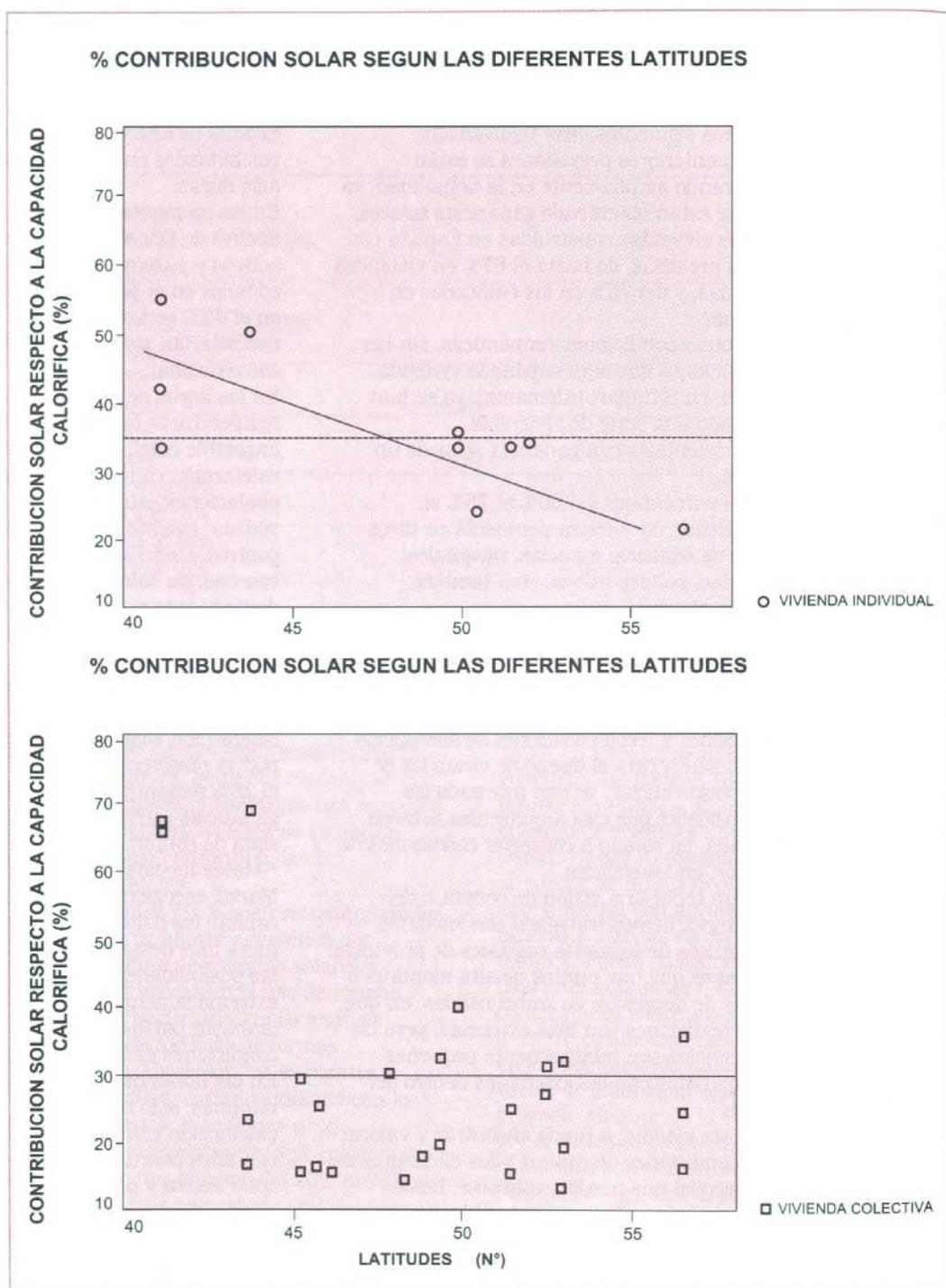
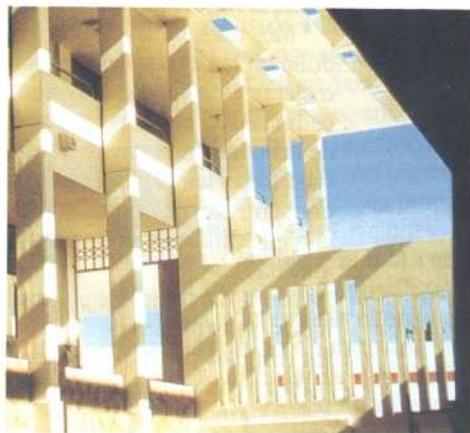


Figura 3. POSIBILIDAD DE CONTRIBUCIÓN ENERGÉTICA POR GANANCIAS SOLARES PARA CALEFACCIÓN EN LA VIVIENDA. Datos de la Comisión de la Comunidad Europea.



1



3



2



4



5



6

Figura 4.

1. FRANCESC SOTOMAYOR, Polideportivo en Esterri D'Aneu, Lérida. 2. JOSÉ I GALÁN, Hospital en Viella, Lérida.  
 3. JAIME LÓPEZ DE ASIAÍN, Edificio Escolar, Almería. 4. FRANCESC RIUS, Viviendas adosadas, La Salut, Barcelona.  
 5, 6. SEMINARIO DE ARQUITECTURA INTEGRADA EN SU MEDIO AMBIENTE, Viviendas de Promoción Pública en S. Pedro de Alcántara, Málaga.

exclusivamente, y para el 13,5% bastaría con las ganancias internas.

En las horas del mediodía, en el 34% de las ciudades estudiadas podría calefactarse solo con energía solar pasiva, en el 66% restante bastaría con no perder las ganancias internas.

\* Mes más cálido del verano, normalmente Julio en las zonas del interior y Agosto en las costeras y en las que tienen una gran influencia de humedad; nos deja observar las posibilidades de adecuación respecto a refrigeración: Casi todas las capitales españolas se encuentran en zona de confort o entran en ella en edificios con una masa térmica adecuada.

En las horas de temperaturas medias, en todas las capitales de España, excepto dos, los edificios podrían tener condiciones en su interior con un apropiado tratamiento del acristalamiento y su protección, y con una masa térmica relativa que permita mantener en la construcción las temperaturas nocturnas. En las dos capitales en las que las condiciones de calor se superan: Córdoba y Jaén, se podría entrar en confort en edificios de apreciable masa térmica o aprovechando sistemas de refrigeración por evaporación con riego, vegetación, etc.

A las horas de mediodía, de máximo calor, casi todas las capitales españolas están en condiciones de desconfort, pero en los edificios se puede entrar en zona de confort por medio de ventilación natural en las ciudades más húmedas, en el 26% de ellas. El 56% de las ciudades lo harían si los edificios tuvieran alta masa térmica. Sólo Ciudad Real, Sevilla, Jaén y Córdoba no podrían corregirse mas que con el uso de aire acondicionado en las horas más calientes del año.

En resumen, las posibilidades de conseguir condiciones de confort en España, por aprovechamiento de energía solar en los edificios con medios activos y pasivos y adecuaciones bioclimáticas son muy claras, extensibles tanto a condiciones de invierno como de verano.

### III. UN MODELO ECONÓMICO, APLICABLE.

Con sistemas solares activos podrían calefactarse durante todo el invierno las

edificaciones en el 50% de las capitales españolas; y en el 50% restante en los meses medios del invierno.

Con sistemas solares pasivos, se podría resolver la calefacción en los meses medios del invierno en el 50% de las ciudades analizadas; así mismo, bastaría con ganancias solares pasivas para calefactar, durante las horas del mediodía y las horas del día siguientes, en el 50% de las ciudades restantes en el mes más frío del invierno.

En verano, sin necesidad de gastos energéticos en refrigeración, si se cuenta con edificios con apreciable masa térmica y se crean condiciones de sombra y ventilación suficientes, se podrían conseguir condiciones de confort en el 92% de las capitales españolas.

Estas afirmaciones se pueden evaluar en su justa medida si se tiene en cuenta que en España, el consumo energético en la vivienda representa el 12,2% del total, cercano a un costo de un billón de pesetas anuales, y que en el consumo de cada casa se usa: el 29% para calefacción, el 28,5% para agua caliente (que también se podría resolver en buena parte con energía solar), 11% para cocinar, 10% para iluminación y el 21,5% para el resto de los electrodomésticos incluida la refrigeración.

Hay que tener en cuenta que en el costo de una vivienda media, la instalación de un sistema de calefacción convencional supone el 10% del precio total; si en una buena parte de España, las condiciones de confort pueden alcanzarse durante la mayor parte del invierno con aprovechamientos de energía solar pasiva, que no necesita ningún tipo de instalación, los contados días o momentos nocturnos de condiciones extremas podrían solucionarse con sistemas de apoyo mucho más económicos.

Además, no hay que perder de vista que, en una encuesta realizada en 1990, del Análisis de Remodelación de Barrios en Madrid, han aparecido datos sobre que el 48% de las familias que ocupan Viviendas de Protección Oficial, no usan las instalaciones de calefacción que se les entregan con la casa, porque no pueden pagar el combustible, usando en su lugar estufas de butano y eléctricas, con lo que queda inutilizada la inversión en aquella instalación.

Las normativas vigentes en España sobre condiciones térmicas en los edificios, se han propuesto fundamentalmente para evitar las pérdidas del calor interno producido con sistemas de calefacción convencionales, esto ha llevado a una mejora y aumento en los aislamientos; sin embargo, el uso de los materiales aislantes empleados, que son suficientes para evitar los problemas de pérdida de calor, pero que han rebajado en gran medida la masa térmica de los edificios en su conjunto, han agravado el problema de sobrecalentamiento de los edificios en verano, de modo que en algunas zonas, la venta de aparatos de aire acondicionado durante los últimos años, ha hecho que se desplacen al verano los momentos de mayor demanda de electricidad, que tradicionalmente se presentaba durante el invierno. Las ventas de los últimos años, indican que anualmente casi un 2% de viviendas españolas, están necesitando incorporar refrigeración.

El problema del gasto energético en refrigeración para resolver los problemas de sobrecalentamiento, puede llegar a ser tan importante como el de calefacción en nuestro clima, sin embargo, es fácil de resolver por medios pasivos con una adecuada elección de materiales en la construcción y a través del diseño de la forma.

Es evidente que la implantación de sistemas pasivos sin gastos de consumo, sería bien recibida por los futuros usuarios como mejora, aunque algunos días necesitaran energía suplementaria, que en todo caso sería mucha menos que la requerida en edificios sin adecuaciones bioclimáticas.

En el cómputo global del gasto energético en la edificación, es importante observar lo consumido en la fabricación y transportes de elementos y sistemas; por ello es recomendable la utilización de materiales de bajo costo energético, bajo costo de regeneración del medio del que se extraigan las materias primas y bajo costo de puesta en obra y traslado.

Si se compara la energía consumida en una vivienda y la que se invierte en la producción de los materiales con los que está construida, (tomando como ejemplo una Vivienda de Promoción Oficial, de unos 75 m<sup>2</sup>, realizada

con materiales habituales: cerramiento de ladrillo, estructura de hormigón, carpintería de aluminio, vidrio doble, conducciones de cobre, saneamiento de PVC, aislamientos normales, cubiertas de teja, etc., situada en Madrid) resulta que la energía necesaria para la fabricación, equivale a la que la vivienda gastaría en calefacción y agua caliente durante 70 años aproximadamente.

Este tipo de observaciones, sobre la globalidad del consumo en la edificación, orientan ahora la investigación también hacia la revisión de los procesos productivos, ya que empiezan a darse situaciones distorsionadas en cuanto a la fabricación de productos de alta tecnología que llegan a consumir en su proceso más energía que la que luego conseguirían ahorrar una vez integrados en la obra, con lo que son imposibles de amortizar en un cómputo global energético y económico.

El área de la industria ligada a la arquitectura, a sus materiales y sistemas, está evolucionando velozmente, afectada también por prioridades medioambientales, en las que los temas referidos a reciclaje cobran cada vez más importancia.

Como conclusión cabe afirmar que todo esto hace que trabajar en temas medioambientales hoy día, sea entrar en un campo técnico y creativo abierto, lleno de posibilidades; es un mundo de investigación que comenzó enfrentándose a temas negativos: gasto energético excesivo que produce efectos incontrolados, polución, vertidos, devastación del mundo natural, etc., pero que sin embargo, según se va desarrollando más, tiende a convertirse en generador de soluciones positivas, en origen de propuestas nuevas, llenas de imaginación y superadoras de las actuales.

Es con este ánimo, creativo y abierto, con el que hay que adentrarse en los temas de eco-arquitectura, sabiendo que hay que desprenderse de prejuicios, y mirar la realidad como un sistema complejo, lleno de interacciones pero también de capacidades aprovechables.

Es por tanto, un mundo arquitectónico en plena evolución, un mundo en el que no se pueden plantear opciones cerradas ni conclusas, ya que las aportaciones desde

todos los caminos del conocimiento son continuas y sucesivas; resulta así un campo de trabajo apasionante, en el que las aportaciones de cada profesional tienen una

componente de duda ante el riesgo de avanzar en algo distinto a lo ya experimentado, y otra de esperanza de conseguir modos mejores de habitar.