

**GRUPO DE TRABAJO 14**  
**Incorporación de criterios de ahorro,**  
**eficiencia y energías renovables:**  
**El caso del sector residencial**

**Documento final**

**Coordinadoras:**

Gloria Gómez Muñoz. Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España  
Pilar Pereda Suquet. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid

**Relatores:**

Verónica Carramiñana Borque  
Javier García  
Juan Giaccardi  
Enrique Martínez Angulo  
Cristina Martínez Busto  
Isabel Martínez Esparza

Luis Miquel  
David Miquel Mena  
Miguel Ángel Muñecas  
Araceli Reymundo Izard  
Manuel de Zarobe

**Colaboradores técnicos:**

Óscar Adrián Dossío  
Alfredo Amores Gorospe  
Santiago Antolín García  
Teresa Arenillas Parra  
Francisco Arévalo  
Sara Ballester Gómez  
María del Mar Barbero Barrera  
Antonio Carretero  
Carlos Expósito Mora  
María Reyes Fernández Blanco  
Manuel Fonseca Blanco  
Justo García Navarro  
María Jesús Gavira Galocha  
Mercedes Gil del Pozo  
Luis Gordo  
Helena Granados Menéndez  
Carlos Hernández Pezzi  
Ana Iglesias González  
Ignacio Leyva Pozo  
Jaime López de Asiaín  
Antonio López Fernández

Teodorino López López  
Juan Luis Martín Cuesta  
Piedad Molina-Niñirola Moreno  
Alberto Monreal Aliaga  
Dolores Montes Royo  
Íñigo Palacio Prada  
Pablo Pérez Serrano  
Marta Rodríguez-Gironés Arbolí  
Emilia Román López  
Carlos Rouco Canzobre  
Francisco Rubio  
Leyre Salgado Almazán  
Alfonso Salmerón Muñoz  
Carlos Sanz Ceballos  
José Luis Tejera Oliver  
Bibiana Ulanosky  
Borja Valero Polo  
Antonio Vizcaino  
Fuensanta Vizuete Cano  
Guillermo Yañez Parareda

# INTRODUCCIÓN

En las anteriores ediciones del Congreso Nacional de Medio Ambiente han participado grupos de trabajo relacionados con la Arquitectura, el Urbanismo y la Sostenibilidad. En sus documentos de trabajo se recogen conclusiones muy valiosas que reflejan cómo ha ido evolucionando en los últimos tiempos la preocupación por la incorporación al sector de la construcción de una mayor conciencia ambiental.

A modo de resumen, algunas de las ideas más interesantes que aparecieron en el anterior CONAMA 2004 son las siguientes:

- La adecuación de las edificaciones a las condiciones naturales debe ser específica de cada lugar sobre el que se vaya a actuar y a la relación con la globalidad, así como a las distintas condiciones climáticas estacionales, teniendo en cuenta tanto las situaciones de frío como de calor.
- La adecuación debe darse en todas las escalas, desde la Ordenación del Territorio al Planeamiento Urbano, ya que las más amplias van condicionando las siguientes. Cada escala bien resuelta implica mejores posibilidades para las actuaciones en la escala siguiente.
- Adecuación de todo el proceso que atañe a la edificación, en minimización de impactos por utilización de materias primas, gastos energéticos y contaminación. Esta adecuación debe incluir desde la extracción de materiales hasta el reciclaje de los mismos, incluyendo los costes de reposición de los materiales extraídos.
- Es fundamental agotar todas las soluciones de adecuación climática pasivas, tanto para calentamiento como para refrigeración, antes de implantar sistemas activos. Lo más insostenible es instalar aquello que no es necesario.
- Tener en cuenta que en España, para el ahorro energético es tan importante la masa e inercia térmica en los edificios como el aislamiento, dadas las posibilidades de la arquitectura solar pasiva y que en gran parte del territorio existen problemas de sobrecalentamiento. Este sobrecalentamiento está disparando los consumos energéticos en refrigeración en muchas ciudades, por lo que se debe prestar especial cuidado a la adecuación en régimen de verano.
- La rehabilitación de las edificaciones existentes debe ser la prioridad absoluta a la hora de actuar sobre las ciudades. La recuperación de edificaciones obsoletas, la puesta en el mercado de las viviendas cerradas, son soluciones que pueden evitar el crecimiento sobre el territorio de nuestras ciudades.
- Se deben incluir los procesos de construcción en esta lógica de la sostenibilidad, mejorando la gestión de la obra, de los residuos de la construcción, de los sistemas constructivos,...
- Se deben primar los sistemas activos de instalaciones que consuman energías no contaminantes, como la solar, o derivadas de recursos renovables no contaminantes. En el caso de utilizar energías no renovables, minimizar el consumo y la contaminación, en función de criterios de eficiencia en el diseño de las instalaciones y la tipología arquitectónica.

- Utilizar materiales de bajo consumo energético en su producción, reciclables o que no generen residuos tóxicos, y que se produzcan en lugares próximos a la ubicación de la edificación, para minimizar los consumos debidos al transporte.
- Reutilizar tanto materiales de construcción como materiales aprovechables para la edificación y que provengan de elementos residuales de otros procesos industriales o de fabricación.
- La falta de conocimiento de nuevas tecnologías y materiales constructivos adecuados a este paradigma de la sostenibilidad supone frecuentemente la no obtención del preceptivo Seguro Decenal obligatorio por la Ley de Ordenación de la Edificación. Tales nuevos sistemas han de ser desechados para utilizar en cambio los convencionales, que han demostrado estar superados en cuanto derrochadores de recursos. Un diálogo fluido entre compañías y expertos representativos del Sector Asegurador con representantes del de la Construcción podría limar las desconfianzas no fundadas, y presentar importantes oportunidades para la construcción Sostenible y para la aseguradora más proactiva.
- Debe incorporarse la idea de un buen uso y mantenimiento de las edificaciones, ya que eso implica un ahorro energético si se gestionan adecuadamente las características y las instalaciones de cada edificación, y un aumento de la vida útil de las mismas con la consiguiente reducción del impacto ambiental a lo largo de su vida útil.
- Incrementar la información sobre estas posibilidades y extender su utilización entre los grupos sociales que participan en los procesos de construcción y los usuarios.

En esta ocasión el tema propuesto se centra en el sector residencial y la incorporación de criterios de ahorro, eficiencia y energías renovables. Esta elección no es casual, ya que en España la mayor parte de las edificaciones que se construye están destinadas al uso de vivienda.

Este grupo de trabajo, aunque se centra en el sector residencial, quiere manifestar la importancia del urbanismo y la ordenación del territorio a la hora de mejorar la sostenibilidad y de incorporar criterios de ahorro energético en la edificación, ya que una planificación urbana hecha con estos criterios, es fundamental para el correcto funcionamiento de las escalas sucesivas.

También es importante señalar que no se debe centrar la reflexión únicamente en la eficiencia energética, ya que hay otros recursos naturales (agua, suelo,...) y otros aspectos (residuos, ruido,...) que atañen al sector residencial y que deben ser tenidos en cuenta.

Por otro lado, la aprobación del Código Técnico de la Edificación en marzo de 2006 y la entrada en vigor del Documento Básico de Ahorro de Energía en septiembre abren un nuevo panorama normativo, que pretende mejorar la calidad y la sostenibilidad de las edificaciones. Es preciso hacer una reflexión sobre la aplicación de estos conceptos y que repercusiones tendrán en lo que se refiere al medio ambiente.

## ÁREAS PARA LA DISCUSIÓN

Entendiendo que el diseño arquitectónico debe ser el elemento transversal, se han establecido tres áreas de discusión para avanzar paralelamente en aspectos que afectan a las edificaciones.

- **Área nuevas tecnologías:** La idea es debatir sobre los nuevos avances de las tecnologías térmicas menos contaminantes y más eficientes se están aplicando, y los nuevos sistemas que se están desarrollando.
- **Área nuevas normativas:** La continua aparición de normativas estatales (Código Técnico de la Edificación). Autonómicas (Decretos bioclimáticos) y locales (Ordenanzas solares) referidas al ahorro de energía y la eficiencia hace necesario un debate para clarificar los objetivos que plantean cada una de ellas y las posibilidades y dificultades de su aplicación.
- **Área nuevos materiales:** Se trata de ampliar la mirada sobre la utilización de nuevos materiales y dar paso a las nuevas investigaciones que se están haciendo en el campo del reciclaje y reutilización de materiales para construcción.

## ÁREA NORMATIVAS

La aparición de normativas estatales (Código Técnico de la Edificación), autonómicas (Decretos bioclimáticos) y locales (ordenanzas solares) referidas al ahorro de energía y la eficiencia hace necesario un debate para clarificar los objetivos que plantean cada una de ellas y las posibilidades y dificultades de su aplicación.

Desde la normativa vigente se debe realizar un esfuerzo para llegar a planteamientos acordes con los objetivos de la sostenibilidad. El desconocimiento por parte de los técnicos, la premura de los políticos y la falta de coordinación de las corporaciones locales pueden conducir a una situación caótica y contradictoria, en la que cada vez se hace más complicado e inoperativo el proceso de planificación en cualquier escala al igual que el de edificación.

Es preciso realizar un seguimiento de las actuaciones, tanto a nivel normativo como constructivo, para detectar los posibles errores. Disponer de datos y cuantificaciones sobre la aplicación de las normativas puede ser una herramienta eficaz para determinar que acciones son las más eficaces en la consecución de los objetivos de la sostenibilidad.

La normativa sobre ahorro de energía debe contemplar la necesidad del estudio de las condiciones climáticas específicas de cada zona y fomentar el uso soluciones pasivas en las edificaciones.

Penalizar el consumo eléctrico en la época de verano debido al uso de aparatos de aire acondicionado puede ser una herramienta para potenciar el uso de medidas pasivas, el ahorro y la utilización de energías renovables.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA NORMATIVAS

### DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL

- Parece que por fin empiezan a tomarse medidas para fomentar el ahorro energético y lograr una adecuada eficiencia energética en los edificios de vivienda. (Criterios básicos mínimos de ahorro, eficiencia y energías renovables contenidos en el CTE y próxima entrada en vigor de la certificación energética, y exigencias superiores en algunas normativas locales)
- Las medidas aparecen tarde, después de un boom de la construcción tan desmedido que ha causado enormes impactos de difícil recuperación en nuestro territorio, especialmente en las zonas del litoral.
- Aunque existe normativa sobre ahorro energético, pero va a ser muy difícil comprobar que se aplique correctamente. Los trámites administrativos son lentos y complejos.
- También falta de criterios sobre medidas pasivas, otros recursos naturales y su impacto medioambiental.
- Ha desaparecido prácticamente el urbanismo con criterio "social" que debería estar convenientemente amparado por las administraciones locales para generar una ciudad que fomente la igualdad de oportunidades en el espacio público, que favorezca la eficiencia energética y la protección del medioambiente en los alrededores de las ciudades. Este urbanismo "social" ha sido sustituido por un urbanismo de "especulación" que ha provocado una pérdida de diversidad social en nuestras ciudades. Se generan ghettos de las clases menos favorecidas (en los suburbios del extrarradio de las ciudades) mientras que las de mayor renta se ubican en urbanizaciones a las afueras, en sitios privilegiados, lo que da un resultado de ciudad segregada formal y socialmente, menos eficiente desde el punto de vista energético, menos justa desde el social y con grandes impactos desde el punto de vista ambiental por las importantes infraestructuras que se necesitan para favorecer los desplazamientos. Esto hace más complicada la eficacia del transporte colectivo. El planeamiento municipal se sustituye por un "planeamiento de autor" que en la mayor parte de las ocasiones no tiene en cuenta la complejidad de la ciudad, profundizando únicamente en los aspectos de diseño formal y olvidando otros, mucho más determinantes para los diferentes ciudadanos que habitarán en ella.

### PROPUESTAS DE FUTURO

- Aumentar el equipo humano de las Administraciones, para que puedan velar correctamente por el cumplimiento de la legislación vigente.
- Facilitar los trámites administrativos al máximo, por ejemplo creando una memoria técnica modelo en la que se contemple todo lo que debe incluir un proyecto, programas informáticos de chequeo,...
- Estudios de niveles de incremento sobre estos criterios básicos mínimos, aplicados específicamente al sector residencial, bajo la óptica de la futura calificación energética.
- Homogeneización de los criterios municipales en base a estos estudios (sería deseable aunque tal vez sea imposible).
- Establecimiento de criterios sobre medidas pasivas, otros recursos naturales y su impacto medioambiental.
- Una mayor precisión a la hora de adaptar las normativas de eficiencia energética a los climas españoles, ya que provienen de climas más fríos y no tienen en cuenta que, en

España, en la mayor parte de los climas, no sólo hay que procurar no tener pérdidas durante los meses fríos sino también procurar no tener ganancias durante los meses más calurosos.

- Adoptar en las normativas locales y nacionales medidas contundentes y eficaces para el fomento de ciudades más compactas, complejas, diversas y la protección medioambiental del entorno de las mismas.
- No especialización drástica del territorio en zonas sólo residenciales, sólo turísticas, sólo servicios etc. para poder recuperar la armonía del tránsito de lo urbano-rural-natural. Esta podría ser una fórmula más adecuada tanto para la composición del paisaje como para conseguir una distribución más homogénea de los diferentes estratos sociales dentro de la misma ciudad, favoreciendo la igualdad de oportunidades y evitando la progresiva desertización del medio rural.
- Redacción de las normativas locales con la necesaria participación ciudadana y recupere su criterio social, con voluntad de “crear” ciudad, recuperando la “amabilidad” de un espacio público que fomente el encuentro y la inserción social de los diferentes colectivos.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA NORMATIVAS

Luis Miquel  
David Miquel Mena  
Isabel Martínez Esparza  
Arquitectos. MQL arquitectura vivienda y medio ambiente

Estas notas proceden del análisis y seguimiento de la calidad medioambiental de más de 2.000 viviendas que estamos realizando desde hace un par de años para un promotor privado. Este seguimiento forma parte de un programa de mejora de la calidad medioambiental de las promociones de vivienda que parte de la definición de un estándar mínimo que consideramos sencillo de cumplir, con una repercusión económica viable y con resultados medioambientales aceptables. Contrariamente a lo que debería suceder, las cuestiones que menos se están cumpliendo son las más importantes pero a la vez las más básicas, económicas y sencillas, y que tienen que ver con la concepción del proyecto: orientación adecuada, ventilación cruzada, distribución de los espacios en función de la orientación, etc. Los obstáculos principales que a nuestro modo de ver dificultan el poder alcanzar este mínimo de calidad medioambiental en la fase de proyecto son:

1. la incompatibilidad con el urbanismo
2. la rutina del promotor
3. la rutina del arquitecto

**1 Cuestiones que tienen que ver con el urbanismo:** aunque este tema es objeto de otro foro, hay que insistir en el urbanismo como la clave para poder desarrollar un proyecto "bioclimático" ya que repercute en el diseño de parcelas pudiendo crear condiciones desfavorables para plantear este tipo de proyectos: mala orientación, imposibilidad de ventilación cruzada, altas obstrucciones,...

**Propuesta:** Urbanismo sostenible

**2 Cuestiones que tienen que ver con la rutina de los promotores:** a continuación se relacionan algunas de las cuestiones que forman parte de la rutina y la inercia del programa del promotor y que limitan el planteamiento medioambiental de los proyectos.

- Optimización de los núcleos de comunicación con módulos de tres viviendas mínimo por escalera: resultado: viviendas con ventilación a una sola fachada.

**Propuesta:** Plantear la ventilación cruzada como una cuestión a exigir en cualquier proyecto de viviendas

- Alta ocupación de las plantas bajo rasante que imposibilita plantear urbanizaciones blandas fomentando microclimas adecuados y que, además, impermeabilizan el suelo en algunos casos hasta el 100% de la parcela.

**Propuesta:** Limitar un máximo de ocupación bajo y sobre rasante y exigir un mínimo de superficie natural sin pavimentar.

- Optimización de la relación superficie útil-construida de forma que resulta inviable plantear cerramientos verticales exteriores e interiores con mayor espesor del habitual para mejorar la inercia térmica.

**Propuesta:** Fomentar ordenanzas que adopten medidas para motivar al promotor a mejorar la calidad constructiva de los cerramientos con el objeto de incrementar la inercia térmica. Ej.: revisión de los cálculos de superficies,...

- Departamento comercial versus espacios tampón: los espacios tampón y sistemas pasivos de captación solar que consumen superficie como los cortavientos, galerías, invernaderos, etc. no consiguen entrar a formar parte de las estrategias comerciales de los promotores, son espacios residuales que no entienden pero que sobre todo tienen una superficie útil muy golosa para incorporar a espacios que "venden": estares, dormitorios, etc.

**Propuesta:** Fomentar ordenanzas que adopten medidas para motivar al promotor a incorporar a su oferta doméstica espacios no convencionales siempre que estén justificados bioclimáticamente. Ej.: revisión de los cálculos de superficies,...

### 3 Cuestiones que tienen que ver con la rutina de los arquitectos: a continuación se relacionan algunas de las cuestiones detectadas que forman parte de la rutina, los hábitos y la inercia del trabajo del arquitecto y que pueden limitar el resultado medioambiental de los proyectos:

- Priorización de la idea estética de las fachadas frente a la adecuación del diseño de cada fachada en función de la orientación.

**Propuesta:** Exigir con carácter normativo una justificación del diseño de las fachadas desde el punto de vista bioclimático.

- Empleo de la simetría como opción para resolver la distribución de los espacios de la vivienda sin tener en cuenta la orientación. Ej.: manzanas cerradas.

**Propuesta:** Exigir con carácter normativo una justificación de la distribución de los espacios desde el punto de vista bioclimático.

- Diseño sistemático de la urbanización de la promoción como una parte secundaria del proyecto sin que se planteen cuestiones de tipo medioambiental. Ej. césped + máxima pavimentación + piscina privada.

**Propuesta:** Exigir con carácter normativo una justificación del diseño de la urbanización desde el punto de vista bioclimático.

- Obviar el entorno: proyectar sin tener en cuenta los valores que puede tener la propia parcela arbolado, aves, agua,..., la situación de los espacios y edificios vecinos a la hora de perturbar sus condiciones de soleamiento y ventilación, etc.

**Propuesta:** Exigir con carácter normativo una justificación de reducción del impacto en el entorno inmediato.

## MIRADA SOBRE EL PANORAMA ACTUAL

Juan Giaccardi.  
Arquitecto

El panorama normativo español y en relación al sector de la construcción ha manifestado inmensos adelantos en los últimos años. La puesta en marcha del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) supone una modernización sin precedentes en los estándares constructivos al amparo de la promulgada Ley de Ordenación de la Edificación, un hecho que ha clarificado las reglas de juego de los agentes implicados en el proceso constructivo de edificios y lo que es más importante refuerza la idea de protección al consumidor final desde la óptica coercitiva del Estado, rol fundamental en las sociedades modernas.

La dimensión de la impronta del consumo y su crecimiento en nuestra sociedad no ha logrado ser vencida por la conciencia que de sus impactos produce. El todo terreno de la devastación tácita del consumo individual avanza con una inercia imparable, asumiéndose como una cuestión de esferas políticas y en realidad es un problema de inmensa moralidad, de nueva moralidad mundial: El entorno.

Los instrumentos a disposición vinculados al poder de la técnica no están pudiendo atajar el síndrome del calentamiento atmosférico y del cambio climático. La inexistencia “del otro” en la visión individualista de la actual sociedad digital nos confronta a una necesaria reflexión, profunda y vital, relacionada con los aspectos negativos de la economía. Si todo es Economía, como sostiene la actual corriente de pensamiento, entonces no todo es precio.

Los aportes de la reglamentación en el área de la edificación se consolidan, en la actual coyuntura, por medio de instrumentos medievales de compartimentación de los poderes que reglamentan, en una era de pensamiento digital, es decir, sin la existencia “del otro”, es decir inconexamente, es decir desarticuladamente.

Al revisar las reglamentaciones en vigor y los planes, vinculados ambos a las energías renovables, se pueden apreciar tres elementos en común:

1. Son promulgadas de manera aislada
2. Responden a visiones sectoriales
3. Carecen de vinculaciones coherentes entre si

Cabe destacar, además, la inexistencia de conceptos en los textos que relacionen al diseño arquitectónico con el desarrollo técnico, económico y administrativo de las instalaciones, desmembrando al fenómeno de edificar como si fuera la suma de partes y no un todo, vulnerando los principios de la misma LOE en sus definiciones de edificio.

En consecuencia podemos afirmar la carencia de coordinación en la promulgación de reglamentos dado que cada uno emana de ministerios diferentes, de presupuestos diferentes y de miradas personales y/o colectivas diferentes.

Esta realidad, no ajena al ejercicio profesional y a la del consumidor final, pone de manifiesto la necesidad de abordar de inmediato un sistema de coordinación técnico normativo que haga coherente a todo el cuerpo normativo surgente de los órganos competentes de cada ministerio y cuyo peso propio sea vinculante y responda a una política concreta, planificada a largo plazo, guste o no a políticas electoralistas. Ganaríamos todos.

Es imposible tener una sociedad organizada con un medio reglamentario de cierta esquizofrenia patológica. El resultado es un cuerpo legal con inmensas lagunas jurídico técnicas que abren el juego a cualquier tipo de interpretación o restricciones aberrantes que contradicen al propio espíritu de la propia Ley de Ordenación de la Edificación.

“.....”  
**EXPOSICIÓN DE MOTIVOS<sup>1</sup>**

*El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos con evidentes repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico y, sin embargo, carece de una regulación acorde con esta importancia.*

*Así, la tradicional regulación del suelo contrasta con la falta de una configuración legal de la construcción de los edificios, básicamente establecida a través del Código Civil y de una variedad de normas cuyo conjunto adolece de serias lagunas en la ordenación del complejo proceso de la edificación, tanto respecto a la identificación, obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el mismo, como en lo que se refiere a las garantías para proteger al usuario.*

*Por otra parte, la sociedad demanda cada vez más la calidad de los edificios y ello incide tanto en la **seguridad estructural** y la protección contra incendios como en otros aspectos vinculados **al bienestar** de las personas, como la protección contra el ruido, el aislamiento térmico o la accesibilidad para personas con movilidad reducida. En todo caso, el proceso de la edificación, por su directa incidencia en la configuración de los espacios, implica siempre un compromiso de funcionalidad, economía, armonía y equilibrio medioambiental de evidente relevancia desde el punto de vista del interés general; así se contempla en la **Directiva 85/384/CEE** de la Unión Europea, cuando declara que “la creación arquitectónica, la calidad de las construcciones, **su inserción armoniosa** en el entorno, el respeto de los paisajes naturales y urbanos, así como del patrimonio colectivo y privado, revisten un interés público”.*

*Respondiendo a este orden de principios, la necesidad, por una parte, de dar continuidad a la Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones, ordenando la construcción de los edificios, y de superar, por otra, **la discrepancia existente entre la legislación vigente y la realidad por la insuficiente regulación actual del proceso de la edificación**, así como de establecer el marco general en el que pueda fomentarse la calidad de los edificios y, por último, el compromiso de fijar las garantías suficientes a los usuarios frente a los posibles daños, como una aportación más a la Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, son los motivos que justifican sobradamente esta Ley de Ordenación de la Edificación, cuyo contenido primordial es el siguiente:*

*1. El objetivo prioritario es regular el proceso de la edificación actualizando y completando la configuración legal de los agentes que intervienen en el mismo, fijando sus obligaciones para así establecer las responsabilidades y cubrir las garantías a los usuarios, en base a una definición de los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios.*

*.....”*

---

<sup>1</sup> LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación  
Publicado en el BOE núm. 266, de 6 de noviembre de 1999

Y si el cuerpo y la mente están integrados en un todo e interactúan, asimismo debe funcionar el cuerpo de la ley con su espíritu. Con el actual panorama de emisión de reglamentos, no se puede saber ni qué consecuencias se pueden tener con su aplicación y tampoco verificar hacia donde se quiere ir.

Co-ayudan: la aplicación de planes de energías renovables de dudosa verificación de su efectividad; ejemplos del código técnico que orientan hacia sistemas constructivos tradicionales cuando es su misión ampliar las posibilidades a nuevas tecnologías y sistemas constructivos las que no están debidamente contempladas; cuando no se verifican las subvenciones para el estímulo del desarrollo de las instalaciones de energía renovables porque no hay urbanismo que las asimile integralmente, entre otros. Es entonces cuando hay que poner el acento crítico y pensar hacia donde se quiere ir, con qué estrategia y qué resultados globales se quieren obtener.

Es verdad que los acontecimientos avanzan a velocidades inasimilables y nos esforzamos en una vida donde se producen piezas de un rompecabezas sin sentido aparente o explícito.

En el fondo de toda esta cuestión, a parte de las interpretaciones de carácter personal que se puedan verter, subyace la falta de comunicación, formación y condicionamiento del consumidor final. Un fenómeno de dimensiones socioculturales, estudiado, que nadie quiere reconocer y si lo hacen no trasciende en medidas efectivas universales que pongan cada rol en su sitio y diferencie precio de valor, para interactuar en el cumplimiento de los intereses generales hacia una sociedad más equitativa y comprometida con su problema de subsistencia.

Abunda, la necesidad de proyectar a la sociedad en general hacia una visión ambiental común a todos y cada uno de sus componentes. Este rol debiera ser asumido por el Estado, las administraciones regionales y locales para lo que se requiere una modernización integral de los contenidos no solo reglamentarios sino también de capacitación de los niveles estratégicos y funcionales de la pirámide de decisiones, es decir, de los niveles de desarrollo del pensamiento en sectores de poder, de forma integral, articulada e informada.

En consecuencia, no es válido actuar solo sobre la técnica y su proyección económica o por medio de ordenes de estímulo. Las primeras porque no son el todo y las segundas porque si bien, tienen un gran mérito por su fin ejemplarizante, carecen de inmediato de una real posibilidad de inercia si por alguna razón se retiraran. Volvemos entonces a verificar la importancia en la preparación sociocultural del entorno de inserción de la medida y la visión real de este sobre la dimensión de su problema ambiental.

España es un país condicionado cada vez más a la productividad, eficiencia y calidad de sus servicios. Es imposible lograr un mínimo nivel de compromiso sin un postulado de valores de contundente trascendencia detrás del cual se establezcan consensuadas estrategias y fines que permitan a la sociedad servirse de la red y no solo ser puntos de esta. No existe técnica ni reglamentación alguna que pueda ser la herramienta para el logro de compromisos (véase Protocolo de Kyoto) si no se tiene en cuenta al factor humano y de manera muy particular atendiendo la capacidad de error que del mismo se deriva, lo que puede, y más todavía en la sociedad digital, conducir a irreductibles situaciones de fracaso donde pierde toda la sociedad en su conjunto que incluye a su entorno.

Las energías renovables y la vivienda necesitan de un urbanismo coherente que articule por medio de sus herramientas las condiciones necesarias y suficientes para la implementación de una normativa asertiva dinamizadora e integral que sea amable en el pensamiento y posterior desarrollo del diseño de los edificios, facilitadora de las buenas prácticas constructivas armonizadas con los principios del libre mercado y la libre competencia y la flexibilización necesaria para una integración homogénea de sistemas de distribución energética. Sin estas condiciones se está deformando al mercado, encareciendo los productos y bajando los niveles de calidad tanto de diseño como constructivos y de producción.

Asimismo es pertinente señalar que el actual modelo de vivienda que viene desarrollándose por superposición de medidas sobre una base de un modelo inicial obsoleto de finales de la guerra debe ser puesto en crisis y modificado de inmediato en las ciudades, cambiando por medio de los Planes Generales el actual perfil urbano de urbanizaciones idénticas y monótonas por otro perfil adecuado a las nuevas necesidades de ocupación urbana del suelo, aporte arquitectónico, identidad edilicia, diversidad formal, innovación espacial a las nuevas formas del vivir, condicionantes del entorno y eficiencia energética. No hay edificio eficiente sin una ciudad eficiente.

Huelga apuntar la laxitud en el ajuste de los modelos urbanísticos vigentes que desde hace más de quince años se vienen denunciando y que a la luz de los acontecimientos de inadecuadas gestiones urbanísticas informadas por los medios en nuestros días, no hacen más que verificar la necesidad de un inmediato cambio jurídico que proteja al interés general frente a las situaciones de enriquecimiento personal por un lado y al descontrol del crecimiento y ocupación del suelo también de manera no planificada y de presuntas intenciones especuladoras.

Para finalizar, no es posible atacar hoy en día un problema puntual sin percibir el contexto de inserción del mismo, aunque parece improbable, también, poder actuar sobre todo el contexto debido a una cuestión de recursos a disposición. Pero si no negamos que esta interacción existe, entonces debemos emplear ideas para poder ir modelando el problema puntual y el contexto de manera simultánea para la obtención de reales y verdaderos resultados, más adecuados a lo que estamos pensando. Evitaremos, en gran medida, sentirnos culpables por no haber hecho lo colectivamente oportuno y lo individualmente posible para su logro.

## SOBRE EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Pilar Pereda Suquet.  
Arquitecta

El Código Técnico de la Edificación (CTE), es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE).

Era necesario, en este momento en el que la normativa europea se ha desarrollado, y se sigue desarrollando, mediante Directivas de aplicación para todos los países de la Unión Europea y mediante normas armonizadas para todos ellos, el desarrollo de una normativa de ámbito nacional que recopilase, actualizase y alinease con estas Directivas europeas la normativa aplicable a nuestros edificios y sus instalaciones, alguna de las existentes como la de las instalaciones de agua en los edificios databa de 1976, o la de condiciones térmicas en los edificios que también databa de 1979.

El CTE en su capítulo 3 cita que las exigencias básicas se consideran prestaciones de carácter cualitativo que los edificios deben cumplir para alcanzar la calidad que la sociedad demanda.

El CTE supone en principio un incremento de la calidad, y el incremento de calidad en cualquier producto tiene como consecuencia un incremento general de precio aunque el análisis de coste a lo largo de la vida útil suponga un ahorro.

Por ejemplo, el mayor aislamiento térmico, la mejor calidad de los cerramientos, y la instalación de paneles solares tiene un coste adicional en el momento de su adquisición, mientras que el ahorro energético que ello puede generar se irá observando en la factura del combustible a lo largo de los años.

Con el CTE se incrementa mucho la obligación de controlar la calidad de los productos, que estos dispongan en general de marcado CE de acuerdo con las Directivas que les sean de aplicación en cada caso. Todo esto va a implicar un cambio en la forma de construir, quizá más bien sea un cambio en los hábitos, dejar de dar por supuesto determinados parámetros y verificarlos, como los certificados de los materiales, etc., empezar a archivar la documentación que se va generando en obra, para poder en cualquier caso tener una cierta trazabilidad, por ejemplo de las tuberías utilizadas, los cables, etc. Todos estos conceptos ya estaban contenidos en la LOE, aunque su desarrollo estaba pendiente de la adecuación normativa.

En el CTE aparecen dos aspectos novedosos desarrollados en sendos Documentos Básicos, que son el SU, Seguridad de Utilización, y el HE, Ahorro de Energía

El Documento Básico SU, Seguridad de Utilización, constituye una novedad en la normativa española de ámbito estatal, su objetivo consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Su contenido es muy heterogéneo, como se puede apreciar viendo las ocho exigencias básicas en las que se estructura:

- SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas
- SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
- SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
- SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
- SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
- SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
- SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
- SU 8: Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo

Algunas de las condiciones que aquí se recogen no existían y otras estaban reguladas parcialmente en normativas dispersas, ordenanzas municipales, reglamentos de comunidades autónomas, etc., sin haber tenido hasta ahora un carácter de obligatoriedad general. La más novedosa es la referente a la seguridad frente al riesgo de caídas que incorpora el concepto de resbaladicidad de los pavimentos, que obliga por una parte a realizar ensayos de los pavimentos y por otra a pensar en el grado de resbaladicidad del pavimento que se utiliza en cada zona en concreto, lo que va a generar un enorme trabajo para los abogados y una responsabilidad más para los arquitectos, esto no es aplicable para el interior de las viviendas.

En cuanto al riesgo causado por iluminación inadecuada, es un concepto derivado del uso del edificio que antes aparecía en parte reflejado en la normativa de incendios como iluminación de emergencia y en parte no existía. Esta exigencia requiere un grado mínimo de iluminación que parecía evidente que era necesario normalizar.

Las restantes exigencias corresponden a situaciones menos habituales que probablemente se han incluido en este documento porque eran necesaria su normalización.

El Documento Básico HE, Ahorro de Energía, se estructura en las cinco exigencias básicas siguientes:

- HE 1: Limitación de demanda energética
- 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

Esta es la parte del CTE que contiene mayores cambios y novedades respecto a la reglamentación general existente, intentando responder además a la demanda social en las cuestiones de ahorro y sostenibilidad en el sector energético.

La primera exigencia de limitación de la demanda energética, que es el primer pilar de otra directiva, la 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios, de la que ya habrá oído usted también hablar, se basa en la limitación que se realiza vía intervención en los parámetros que definen la envolvente térmica del edificio, limitando estrictamente las trasmisancias de los cerramientos, y supone unas condiciones mucho más estrictas que las de la NBE CTE 79 anterior. El desarrollo de esta exigencia presenta una cierta confusión por la dualidad existente en la forma de darle cumplimiento, por un lado un cuestionario incluido en el propio CTE y por otro un programa informático denominado LIDER de una cierta complejidad de uso.

La segunda exigencia se desarrolla a través de otro Reglamento, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE, actualmente en revisión. Su objetivo es que los edificios dispongan de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se combina con las condiciones de la exigencia anterior para conseguir un consumo mínimo de energía.

La calificación energética constituirá el elemento de comprobación en origen y a lo largo del tiempo de todas estas exigencias cuando se apruebe el Real Decreto de certificación energética de los edificios, antes mencionado.

La tercera exigencia, totalmente nueva, y con el mismo objetivo de ahorro energético, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de sistemas de control que permitan ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, y de sistemas de regulación que optimicen el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

En cuanto a la cuarta exigencia, es también nueva como legislación de ámbito nacional, aunque el concepto de contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, como todos conocemos desde hace algunos años se ha ido incorporando a nuestra arquitectura mediante ordenanzas municipales, de las que existen aproximadamente 85 repartidas por nuestra geografía, y que puesto que el CTE es un código de mínimos seguirán vigentes en muchos casos al contemplar valores de contribución solar más estrictos que éste.

Tampoco se contemplaba en la normativa anterior la última exigencia que establece que determinados edificios en los que se considera existe un alto consumo de energía eléctrica, deben incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red, la exigencia es muy reducida, refiriéndose a unos pocos usos muy concretos, hospitales, hipermercados, hoteles, administrativos y terciarios, en general con grandes superficies.

Como puede observarse se aprecia una voluntad de utilizar la energía solar combinada con el ahorro de energía aunque el éxito de estas políticas pasa siempre por la racionalidad de los usos empezando por el bien menos renovable que es nuestro propio suelo.

El impulso que supone la inclusión de la energía solar en el tema del agua caliente sanitaria (A.C.S.) y en la generación de electricidad es un paso importante, aunque falta la apuesta por considerar el aprovechamiento de la energía solar también para climatización, valorando la utilización de la energía residual solar térmica en verano para el aire acondicionado, desarrollando tecnologías apropiadas para ello.

También podría quizá haberse incrementado la exigencia de energía solar fotovoltaica que aparece como obligatoria sólo para unos pocos usos y en edificios con grandes superficies.

En cualquier caso no debemos olvidar que el ahorro energético es un problema de mentalidad, casi de educación, es algo que es necesario tener en cuenta desde la concepción del proyecto hasta la forma de utilización prevista y real del edificio, esto es, por muchos paneles solares que coloquemos y por mucho aislamiento térmico que metamos, mientras no entendamos que es mejor abrir la ventana en primavera y en muchas noches de verano que poner el aire acondicionado, que es mejor ponerse en casa un jersey antes de encender la calefacción en mayo, que no es necesario encender la luz si levantas las persianas, nunca ahorraremos nada.

Esta regulación va a generar una apuesta por desarrollar innovaciones en estos campos. Los sectores se mueven por exigencias del mercado, y este en algunas ocasiones, como en este caso, por exigencias de la reglamentación aplicable.

Además la producción masiva hace que se abaraten mucho los productos industriales, como fue el caso de las lámparas de bajo consumo, que aparecieron como respuesta a una necesidad de la sociedad y que se han ido extendiendo y perfeccionando en los últimos años, siendo hoy en día utilizadas bastante habitualmente y encontrándose disponibles en cualquier comercio.

Los arquitectos tenemos un reto, la integración de todas estas innovaciones en el proyecto de una forma armoniosa, que es en realidad lo que ha hecho la arquitectura a lo largo de la historia con las nuevas tecnologías que han ido surgiendo.

Existe un aspecto relevante del CTE que es el Documento Básico HS, sobre Salubridad, que se ocupa, entre otras cosas, de los problemas medioambientales ocasionados por el reciclado de los residuos y basuras, estableciendo como los edificios deberán disponer de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida y facilitando la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

## **EXPERIENCIA PRÁCTICA DEL MUNICIPIO DE L'HOSPITALET DE LLOBREGAT TRAS 3,5 AÑOS DE APLICACIÓN DE SU ORDENANZA SOLAR**

Manuel de Zarobe.  
Ayuntamiento de l'Hospitalet de Llobregat

### **1 Datos generales de l'Hospitalet de Llobregat**

- Municipio situado en el Área Metropolitana de Barcelona.
- 261.310 habitantes (año 2006).
- Superficie: 12,56 km<sup>2</sup>.

### **2 Actuaciones previas a la aprobación de la Ordenanza Solar**

- Decisión política previa de estudiar la iniciativa (año 2.000)
- Búsqueda de información y experiencias similares.
- Colocación de instalaciones solares térmicas en edificios e instalaciones municipales, como experiencia municipal previa.
- Propuesta de inicio del proceso y creación de una Comisión municipal técnica para elaborar la ordenanza (Medio Ambiente, Disciplina Urbanística, Licencias de Obras, Proyectos y Obras, Actividades Regladas, Asesoría Jurídica) (Julio de 2002).
- Consenso sobre el texto de la ordenanza y aprobación inicial en el Pleno Municipal del 20 de Diciembre de 2002.
- Ninguna alegación durante el proceso de información pública.
- Entrada en vigor de la Ordenanza Solar (7 de Abril de 2003).

### **3 Características específicas de la Ordenanza Solar de l'Hospitalet**

- La Ordenanza se aplica a los usos de vivienda, residencial, sanitario, deportivo, comercial y cualquier otro que comporte la existencia de comedores, cocinas o lavanderías colectivas.
- Se aplica para nuevas construcciones o edificaciones, o bien, rehabilitaciones, reformas integrales o cambio de uso de la totalidad del edificio o de construcciones existentes, tanto si son de titularidad pública como privada.
- Consumo energético mínimo de 35 kWh/día para calentar agua a partir del cual se aplica la ordenanza. Para las viviendas, equivale a 25 personas con una dotación de A.C.S. de 35 litros por persona y día a 45 °C o, lo que es lo mismo, a 875 l/día de A.C.S. a 45 °C.
- Fracción solar mínima del 60%.
- En la industria, se aplica sólo para el A.C.S., es decir, no al agua de proceso y con el mismo consumo energético mínimo de 35 kWh/día.
- También se aplica a las piscinas cubiertas climatizadas de más de 100 m<sup>3</sup> con la misma fracción solar del 60%. El calentamiento de piscinas al aire libre sólo se podrá efectuar mediante energía solar, es decir, fracción solar del 100%.
- Para los locales de actividad desconocida en proyecto (por ejemplo, en los bajos de los edificios) se aplica el criterio de que 1 m<sup>2</sup> de superficie equivale a 0,07 kWh/día (por ejemplo un local de 100 m<sup>2</sup> implica 7 kWh/día y 172 litros de A.C.S., lo que se añade a la parte correspondiente a las viviendas para el cálculo de la instalación solar térmica del edificio). Si en la solicitud de licencia de obras no aparecen los cálculos solares correspondientes al local, se sobreentiende que se renuncia a instalar una actividad consumidora de agua.

#### 4 Procedimiento práctico de concesión de licencias de obra y de ocupación

- El Departamento de Licencias de Obras entrega un “Anejo solar” al promotor que, una vez relleno, se envía al Área de Medio Ambiente. También se puede presentar directamente un Proyecto básico solar, firmado por técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente.
- Si el Informe de Medio Ambiente es desfavorable (se indican las causas), se reinicia el proceso.
- Si el Informe de Medio Ambiente es favorable, se concede la Licencia de obras.
- Para la concesión de la Licencia de Ocupación por parte del Departamento de Licencias de Obras es necesario el Informe favorable al Proyecto básico solar (firmado y visado) por parte del Área de Medio Ambiente.
- Los captadores solares deberán estar homologados y el certificado de homologación se debe incluir en el Proyecto básico solar.
- La empresa instaladora deberá estar registrada.
- Es necesario un contrato de mantenimiento a cargo de una empresa registrada.
- La concesión de la Licencia de ocupación está ligada a una visita de inspección por parte de los técnicos del Departamento de Licencias de Obras donde, entre otras cosas, se comprueba que la instalación solar se adecua al Proyecto básico solar.

#### 5 Estado actual de la Ordenanza Solar de l’Hospitalet tras 3,5 años de aplicación

▪ Edificios estudiados:	223
▪ Edificios exentos (poco consumo, sombras, etc.):	97
▪ Viviendas estudiadas:	3.000
▪ Habitantes implicados:	10.627
▪ Consumo total de A.C.S.:	136.543 m <sup>3</sup> /año
▪ Demanda energética para A.C.S.:	5.169 MWh/año
▪ Producción solar:	3.216 MWh/año
▪ Superficie útil de captación solar:	4.077 m <sup>2</sup>
▪ Fracción solar global:	62,2 %
▪ Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas:	70.754 kg/año

#### 6 Consejos prácticos previos a la entrada en vigor de la Ordenanza Solar

- Conseguir una muy buena coordinación entre los departamentos municipales implicados.
- Realizar cursos de formación para técnicos municipales.
- Informar e implicar a la ciudadanía.
- Crear subvenciones para ciudadanos que decidan poner instalaciones solares sin estar obligados por la Ordenanza (fundamentalmente, edificios construidos antes de la entrada en vigor de la Ordenanza Solar).
- Recordar que el ayuntamiento no puede convertirse en una consultoría para promotores, constructores o técnicos externos.
- Crear una buena base de datos de consulta rápida, con todos los datos de interés relacionados con la Ordenanza Solar.

## 7 Reflexiones sobre la aplicación de la Ordenanza Solar

- Determinados técnicos (promotoras, constructoras, estudios de arquitectura, etc.) saben poco de energía solar. Esto implica que algunos proyectos solares sean francamente malos.
- Determinados técnicos especialistas subcontratados (ingenierías, autónomos) reciben presiones para abaratar la instalación solar (o incluso intentar librarse de colocarla).
- Se recomienda revisar muy bien los proyectos recibidos, en especial cuando se presenten alegaciones de exención (ojo con las sombras).
- Dotarse de un programa informático adecuado (F-Chart, T-Sol, etc.) para comprobar los cálculos solares de los proyectos recibidos.
- En la visita de inspección previa al otorgamiento de la Licencia de Ocupación, comprobar como mínimo el circuito primario solar (incluso que la marca, el modelo y el número de captadores coincida con el proyecto presentado).

## 8 Reflexiones de futuro

La mayor parte de las antiguas ordenanzas solares deberán modificarse a raíz de la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación, en especial por la aplicación de la exigencia básica energética HE 4 "Contribución solar mínima de A.C.S."

En el Ayuntamiento de l'Hospitalet de Llobregat nos encontramos en pleno proceso de adaptación de nuestra Ordenanza Solar y dicho proceso finalizará a principios del año 2007, cuando la nueva ordenanza sea aprobada en el Pleno Municipal. Aparte de la adaptación al nuevo CTE, se modificará la ordenanza también en función de la experiencia práctica adquirida tras 3,5 años de aplicación de la antigua Ordenanza.

Las principales diferencias entre las antiguas ordenanzas solares catalanas y lo recogido en el nuevo CTE son las siguientes:

- En el nuevo CTE, la fracción solar se calcula según 5 zonas climáticas y 11 tramos de consumo (del 35% al 70%). En l'Hospitalet, la fracción solar es siempre del 60%. En la futura Ordenanza se será, como mínimo, igual de exigente que el nuevo CTE. Recordemos que los ayuntamientos pueden elaborar ordenanzas solares con criterios más estrictos que los recogidos en el nuevo CTE.
- En el nuevo CTE se penaliza la utilización del efecto Joule para calentar agua (resistencias eléctricas). Este aspecto se considera muy positivo y se incluirá de la forma más estricta posible en la futura ordenanza.
- En el nuevo CTE la temperatura de referencia del A.C.S. es 60 °C, frente a los 45 °C de las antiguas ordenanzas.
- Diferentes dotaciones de A.C.S. (por ejemplo en el nuevo CTE, 22 litros/persona y día a 60 °C, frente a los 35 litros a 45 °C de las antiguas ordenanzas).
- El nuevo CTE aporta mejoras muy importantes en las exigencias de mantenimiento de la instalación solar. Consideramos que este es un aspecto clave.

## ÁREA TECNOLOGÍAS

La investigación y la innovación son fundamentales para avanzar hacia mejores soluciones técnicas, así como la recuperación de sistemas tradicionales de acondicionamiento, sobre todo los de carácter pasivo.

En ese sentido, se manifiesta la importancia de encontrar la manera de que se puedan utilizar en la construcción nuevas técnicas y materiales, estableciendo las condiciones específicas para que puedan ser aceptados por los organismos de control de calidad.

Parece razonable no dar ningún sistema de instalaciones por óptimo, ya que dependerá de las condiciones de cada edificio (tamaño, nº de viviendas, destino, periodo de uso, etc.) Como se indicaba en el documento de conclusiones del Grupo de Trabajo sobre Sostenibilidad del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, realizado en 2005:

*"En consecuencia deben desarrollarse y aplicarse sistemas de aclimatación natural pasiva y activa adaptadas a cada situación como medio fundamental para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Deben ampararse en normativa y facilitarse herramientas de cálculo para la consideración de la ganancia solar pasiva, la inercia térmica y los balances de ventilación natural."*

Es fundamental conseguir la homologación de los instaladores de los sistemas de acondicionamiento interiores, para no caer en situaciones como es la instalación de paneles solares que nunca entrarán en funcionamiento por problemas técnicos. Para esto, la capacitación técnica de todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción es fundamental.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA TECNOLÓGICAS

### DIAGNÓSTICO SOBRE LAS SITUACIÓN ACTUAL

- Necesidad de acreditación y formación especializada de los técnicos en los sistemas energéticos novedosos.
- Poca información sobre soluciones técnicas aplicables.
- Falta de evaluación energética de la variedad de sistemas constructivos y técnicas actualmente aplicadas en el sector residencial.

### PROPUESTAS DE FUTURO

- Crear un carnet profesional de técnicos instaladores de sistemas energéticos, para acreditar a los profesionales y evitar el intrusismo.
- Crear un catálogo sobre soluciones técnicas prácticas, que faciliten el trabajo de los proyectistas y el cumplimiento de la legislación vigente. Estudios generales de evaluación energética de estos sistemas constructivos y técnicas de acondicionamiento.
- Estudios locales de evaluación energética para recuperación o actualización de sistemas tradicionales pasivos y activos de acondicionamiento

## NUEVAS TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA LA EDIFICACION

Miguel Ángel Muñecas Vidal.  
Científico-Investigador Senior. Centro de Tecnología RepsolYPF

### 1 INTRODUCCIÓN

La climatización consiste en adecuar un entorno específico a unas determinadas condiciones determinadas de confort o bienestar, especialmente la temperatura y la humedad. Una instalación de climatización ha de proporcionar refrigeración en verano y calefacción en invierno y, además, de manera eficiente.

Tradicionalmente, en la edificación, se vienen empleando las calderas a gas en combinación con radiadores para proporcionar calefacción, si bien la utilización del gas para proporcionar también la refrigeración en verano ha sido mínima. Por otra parte, la obligatoriedad que establece el nuevo Código Técnico de la Edificación de utilizar energías renovables en la edificación, tales como la Solar-térmica, introduce la necesidad de adaptar la instalación clásica a gas en función de los nuevos requisitos.

De forma novedosa, están emergiendo en el mercado, las tecnologías que permiten la reducción de frío mediante aparatos a gas, como alternativa a los equipos de compresión eléctrica: son las máquinas de absorción y los motores a gas, que consiguen valores altos de COP, que pueden permitir ahorros adicionales de CO<sub>2</sub> en comparación con sus homólogos eléctricos, además de contribuir a minimizar las puntas de consumo eléctrico y apoyar al objetivo europeo de diversificación de las fuentes energéticas.

Es importante resaltar también que la tecnología de la refrigeración con gas puede cubrir un amplísimo espectro de potencias y usuarios, desde equipos de apenas 5 kW de muy reciente introducción en el mercado, hasta instalaciones de 20 ó 30 MW, pasando por una gama intermedia entre los 15 y los 500 kW que es donde los fabricantes tienen más desarrollados, probados y comercializados sus productos, siendo una tecnología que se presta muy bien a su introducción en sistemas de calefacción/refrigeración de distrito.

### 2 LA TECNOLOGÍA DE CALDERAS DE CONDENSACIÓN

La caldera tradicional de gas no aprovecha todo el potencial energético del gas. Es conocido que las calderas de condensación (obligatorias por eficiencia ya en muchos países de Europa) permiten aprovechar el calor de condensación del vapor de agua contenido en los humos procedentes de la combustión y aumentar el rendimiento energético. Para ello (Figura 1), en comparación con una caldera tradicional, la tecnología de condensación modifica el diseño del quemador que, en lugar de tener rampas de quemadores, incorpora un quemador más eficiente basado en una llama radiante, que se encuentra rodeado de un intercambiador de calor de altas prestaciones para producir la condensación del vapor de agua. El condensado se recoge hacia un depósito y es evacuado al exterior (necesidad de drenaje).

El rendimiento de una caldera de condensación puede llegar hasta el 110% sobre el poder calorífico inferior (PCI) del gas, dependiendo del combustible utilizado y de los hábitos de utilización.

En cuanto al combustible, la capacidad de recuperar calor es directamente proporcional al contenido de vapor de agua de los humos, y este depende de su relación C/H. El gas y el GLP tienen mucha mayor relación C/H el gasóleo, por lo que una caldera de condensación de gasóleo alcanza difícilmente rendimientos del 102-103%. Por otra parte, la utilización de gasóleos de calefacción, cuyo contenido en azufre es alto frente al gas o el GLP, que están exentos, incrementa notablemente el riesgo de corrosión interna, implicando mayores costes constructivos y medioambientales (Tabla 2) en el caso de los gasóleos.

En cuanto a la utilización, para que se produzca condensación y, por tanto, se amorticen los mayores costos de la inversión, la caldera debe trabajar a la menor carga térmica posible (30% del máximo) y a la menor temperatura posible (45-35 °C). Esta utilización eficiente no es compatible con la instalación "clásica" de radiadores en la vivienda, que tradicionalmente se dimensionan para temperaturas de caldera de impulsión a 80° y retorno a 60°. En su lugar, es necesario utilizar o bien sistemas de suelo radiante, o bien, radiadores de baja temperatura (60/40 ó 50/30), lo que implica modificar la tendencia actual a disminuir la superficie ocupada por los radiadores, basada en muchos casos en simples motivos estéticos.

### 3 LA INTEGRACIÓN CON ENERGÍA SOLAR

El Código Técnico ha promovido fuertemente la utilización de la energía solar en la edificación para la producción de A.C.S. No obstante, la energía solar no es capaz, por sí sola, de suministrar el 100% de las necesidades energéticas de A.C.S. de la vivienda, por multitud de razones bien conocidas (radiación verano/invierno, noches, lluvia, etc.)

En este sentido, el Gas/GLP es la energía de apoyo medioambientalmente más respetuosa, por eficiencia y por minimización de emisiones contaminantes (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, etc.) como se muestra en la Tabla 1.

Sin embargo, para la integración adecuada del gas con la energía solar, por confort y por eficiencia, se deben exigir a los equipos productores de agua caliente las siguientes prestaciones:

- Suministro del 100% de la demanda de energía de A.C.S. para aquellos periodos en los que el aporte solar sea mínimo.
- Priorización del aprovechamiento de la energía solar-térmica disponible.
- Utilización eficiente del gas, regulando su aporte en función de la temperatura del agua precalentada.
- Mantenimiento del mismo nivel de confort (regulación precisa de la temperatura de salida del agua) que si no hubiera aporte de agua precalentada.

En instalaciones centralizadas, en las que la producción de A.C.S. requiere disponer de un depósito de acumulación calefactado aproximadamente a 60 °C por una caldera convencional, la introducción de energía solar es muy simple y no es necesario modificar nada en la instalación. Únicamente, la misma caldera entrará en funcionamiento un menor número de horas.

Cuando el apoyo es individual, y especialmente para apoyo a conjuntos termosifón, es necesario hacer algunos ajustes en la instalación, para evitar que al usuario le pueda llegar agua muy caliente a más de 70 °C, con el riesgo de quemaduras. Para ello, es muy conveniente instalar un mezclador con agua fría de red, de modo que al equipo a gas le llegue el agua a la temperatura de 60 °C.

Existen 3 tipos de aparatos que permiten realizar el apoyo a gas de manera eficiente:

- Calderas
- Calentadores
- Termos a gas.

La conexión del equipo a gas a la energía solar debe ser la adecuada. En determinados lugares, es frecuente hacer un "by-pass" del aparato de apoyo en función de que el agua llegue fría o caliente. Esta práctica tiene el inconveniente de que no se puede utilizar el agua a temperaturas inferiores a los 40 °C (salvo para la bañera), por lo que no se recomienda. En su lugar, el tipo de conexión recomendado para estos equipos es lo que se denomina conexión en línea (Figura 2), que es la que permite aprovechar toda el agua disponible y para la que están preparados cualquiera de los equipos anteriores.

Las calderas y calentadores actuales permiten la:

- Producción instantánea de agua según necesidades del usuario.
- Ahorro energético al evitar pérdidas de calor por almacenamiento y, en vivienda colectiva, de distribución de agua caliente en el anillo.
- Disponibilidad 24 horas al día.
- Evitan tiempos de espera entre usos.
- Garantizan la estabilidad en la temperatura de suministro.
- Total confort, tanto en equipos instantáneos como con microacumulación o acumulación (depósitos del orden de 40-50 litros).
- Reducen emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el caso de los termos a gas, su utilización tradicional son las instalaciones en los que tiende a haber una utilización simultánea por parte de muchos usuarios (típicamente gimnasios, colegios, vestuarios, etc.), aunque tampoco cabe excluir su utilización en viviendas unifamiliares como complemento de un equipo termosifón o de circulación forzada. Típicamente, frente a los termos eléctricos, presentan las siguientes ventajas:

- Su tiempo de calentamiento es muy corto, máximo de 30 minutos en sistemas con 50-75 litros.
- Utilizados con energía solar, este tiempo se reduce aún más.
- Proporcionan agua caliente desde el primer momento.
- El gas es medioambientalmente más respetuoso que la producción eléctrica por efecto Joule.

Actualmente, en el mercado, existe una amplísima gama de fabricantes, modelos, prestaciones y precios para cualquiera de estos equipos a gas.

Por otra parte, cuando se trata de viviendas colectivas, hay que hacer indicar que no sólo es posible al instalador o al promotor de la vivienda limitarse a las instalaciones mixtas solar-gas con producción centralizada de agua caliente. Existe también la opción de la instalación individual, que aporta evidentes ventajas, tales como:

- No requiere ingeniería especializada. Muy apta para conjuntos residenciales en vertical de aproximadamente hasta las 50 viviendas.
- No requiere instalar cuarto de calderas ni necesidad de mantenimiento periódico.
- No hay merma de rendimiento al tener anuladas las pérdidas de calor en acumulación y minimizadas en el anillo de distribución.
- Se evitan los problemas de lectura y facturación de agua caliente a nivel de la comunidad de propietarios. El gasto de agua y gas es equitativo e individual.
- En general, alto nivel de confort para el usuario.

Los esquemas posibles de utilización para apoyo individual en vivienda colectiva son muchos y requieren un estudio detallado en cada caso particular. No obstante, los dos más comunes serían para:

- Acumulación centralizada y apoyo mediante intercambiador a la entrada de la vivienda.
- Acumulación descentralizada, con distribución en anillo mediante bomba de potencia variable, con un sistema de control en vivienda para evitar transferencias de energía indeseadas entre el anillo y el acumulador.

Los esquemas de principio se muestran, respectivamente, en las Figuras 3 y 4. Las exigencias de utilización son diferentes en cada caso. En el caso de acumulación central, hay unos requisitos de espacio y peso que soporta la cubierta, aunque en la vivienda estos requisitos son mínimos, con lo cual se puede utilizar incluso en apartamentos de dimensiones reducidas. En el segundo caso, de acumulación descentralizada, las necesidades de espacio a nivel comunitario son mínimas, a cambio de necesitar mucho espacio en la propia vivienda.

Finalmente, en lo que se refiere a lo que sería la calefacción solar, es decir, que la energía solar contribuya en un porcentaje elevado no sólo al A.C.S., sino también a la calefacción, cabe decir que, en efecto, en el estado actual de la técnica es posible, pero que hay que contar con una serie de limitaciones, que pueden repercutir muy negativamente en la vida de la instalación.

Las razones son las siguientes:

1. La demanda de energía para calefacción es muy superior a la demanda de A.C.S. Además, la calefacción se concentra en los 4-5 meses del invierno, mientras que la demanda anual de A.C.S. es aproximadamente constante todo el año.
2. Los paneles solares producen muy poca energía en invierno.
3. En consecuencia, hay que sobredimensionar el número de paneles solares para aportar energía en invierno, que después sobre en verano.

4. Hay 3 formas básicas de disipar exceso de energía de paneles en verano:
  - a) Tapar (no siempre los paneles están accesibles, solución muy poco elegante)
  - b) Vaciar (y perder muchos litros de anticongelante, cuyo coste y mantenimiento asociado es alto)
  - c) Disipar mediante aerotermos (gasto en electricidad o, directamente tirar agua, lo cual es un lujo en zonas secas, tales como toda la zona mediterránea). Podría drenarse el excedente a piscina, pero en cantidades limitadas.
5. Cualquier exceso de calor o posibilidad de estancamiento en paneles (incluso sólo pensando en A.C.S.) puede producir serios daños al colector, que se traducen indefectiblemente en reducción de vida útil, degradación del recubrimiento selectivo, etc. En instalaciones de calefacción solar, estos riesgos se multiplican exponencialmente dado el gran sobredimensionado existente.
6. En la práctica, la única alternativa sensata desde el punto de vista de la eficiencia es la combinación del exceso de energía solar con equipos de absorción accionados térmicamente y con apoyo puntual mediante caldera de gas, para aprovechar la ventaja que supone la coincidencia de producción térmica (paneles) con demanda energética (carga de refrigeración), como se muestra en la Figura 5.

Finalmente, señalar que por todos estos problemas, las instalaciones de calefacción solar se han limitado básicamente a la instalación individual. En sistemas colectivos, los volúmenes de acumulación necesarios para garantizar la vida útil de la instalación pueden resultar prohibitivos, por lo que los ejemplos de este tipo de utilización colectiva son escasos.

En cualquier caso, para calefacción solar en vivienda individual, los fabricantes disponen de todos los elementos y kits de conexión, siendo recomendada la utilización de suelo radiante con caldera de condensación a gas o GLP, que es la que va a ofrecer las mejores ventajas medioambientales y de rendimiento.

#### 4 LA TECNOLOGÍA DE ABSORCIÓN

Se trata de una tecnología que tiene una larga historia. De hecho los primeros equipos de frío hacia 1920–1930 estaban basados en la tecnología de absorción con  $\text{NH}_3$  y gas.

No obstante, es actualmente cuando estos equipos han alcanzado una madurez tecnológica suficiente para competir en el mercado de la climatización en vivienda individual, colectiva y, en general, el sector terciario.

Estos equipos funcionan de forma análoga a un equipo eléctrico tradicional, salvo que en lugar de compresor eléctrico, se utiliza una compresión térmica, mediante el calor generado con una llama a gas. La distribución del frío o calor se realiza mediante un circuito clásico de fan-coil del tipo aire-agua (7 °C-14 °C), en este caso, idéntico al de los equipos eléctricos.

La tecnología de absorción, por tanto, requiere una fuente de calor, para producir frío. En absorción no se utilizan HFC (lo que en sí, es una ventaja medioambiental clara), sino conjuntos refrigerante/absorbentes, dando origen a dos familias de productos con diferentes posibilidades y prestaciones.

1. agua/bromuro de litio
2. amoníaco/agua.

En la Figura 6 se presentan dos ejemplos de equipos comerciales en su gama “doméstica”, aptos para utilización desde viviendas unifamiliares de 150-200 m<sup>2</sup> hasta todo tipo de aplicaciones en pequeño terciario.

Los equipos de agua/BrLi, consiguen mayores rendimientos, con COP entre 1.0 y 1.3, pero requieren disponer de torre de refrigeración (que en los modelos pequeños viene ya incorporada en el equipo), y presentan las siguientes características generales:

- Mínima potencia eléctrica y mínimo consumo eléctrico (5% de su potencia nominal) para su accionamiento.
- Facilidad de uso y mínima necesidad de mantenimiento.
- Respeto al medio ambiente, (sobre todo, clientes institucionales o centros públicos).
- Bajo nivel de ruido.
- Operación fiable y garantizada 15 – 20 años.
- Confort en frío equivalente a cualquier equipo eléctrico.
- Confort en calefacción comparable a caldera (óptimo con suelo radiante), sin ciclos de desescarchado e incluso a temperaturas exteriores cercanas a 0 °C.
- Ecológico, al no utilizar ningún tipo de refrigerante halogenado.

Los equipos de NH<sub>3</sub> tienen un menor rendimiento, alrededor de COP = 0,7, si bien lo compensan en base a que van refrigerados por aire, y que, según modelos, pueden funcionar hasta muy bajas temperaturas (hasta -12 °C, frente a los 6 °C de los equipos de BrLi) o como bomba de calor a gas, de modo que el rendimiento en modo calor puede llegar hasta el 150% sobre PCI, muy superior al de una caldera de condensación. Asimismo, estos equipos pueden funcionar como bomba de calor con temperaturas exteriores de hasta -10 °C (si bien con menor rendimiento), en condiciones en las que una bomba de calor eléctrica ya no podría funcionar.

Finalmente, la tecnología de absorción puede clasificarse, a su vez, atendiendo a la forma en la que se introduce la energía térmica al ciclo termodinámico, que puede ser:

- Equipos de llama directa, que incorporan un quemador a gas/GLP, que es el convencionalmente utilizado.
- Equipos de agua caliente, que utilizan agua entre 70 y 90 °C, y cuya aplicación más destacada son las instalaciones de refrigeración solar, es decir, la producción de frío mediante gas y energía solar “frío solar”, que puede ser el futuro en el sector terciario y de la edificación.
- Equipos de vapor, obtenido éste a partir de una caldera de recuperación de vapor o como energía residual de una cogeneración previa, especialmente adecuados en todo tipo de procesos industriales, incluso hasta potencias muy elevadas (1-2 MW).

## 5 LA TECNOLOGÍA DE COMPRESIÓN A GAS

Es una tecnología de muy reciente introducción en Europa, aunque cuenta con dilatada experiencia en Japón, donde se concentran los principales fabricantes de motores del mundo: Honda, Toyota, Mitsubishi, etc.

La tecnología de compresión GHP (Gas-Heat-Pump) se basa en la utilización de un motor de combustión interna que consume gas o GLP para accionar un ciclo de compresión clásico, basado en la expansión/compresión directa de un refrigerante convencional (R-22, R407c, R410a, NH3), permitiendo la modulación de la potencia frigorífica en función de las revoluciones del motor, en un rango de potencias típico entre 17 y 60 kW frigoríficos. Están diseñados para trabajar con volumen de refrigerante variable (VRV) en configuración multi-split de expansión directa, en lugar de producir agua fría o caliente como otras máquinas de climatización a gas basadas en absorción.

La tecnología de compresión es la que presenta las mejores eficiencias, tanto en refrigeración (COP = 1,2) como en calefacción (COP = 1,5 – 2,0), lo que permite no sólo conseguir grandes ahorros de energía primaria, sino que además evita la necesidad de torre de refrigeración evaporativa (refrigeración por aire), a la vez que se trata de equipos modulares, pudiendo acoplarse varios equipos en serie hasta cubrir la potencia demandada. Además, estos equipos son silenciosos, midiéndose niveles de ruido muy inferiores a las de sus homólogos eléctricos y con un mantenimiento muy reducido.

Estos equipos pueden utilizarse en todo tipo de aplicaciones donde se busque minimizar el coste de climatización y en los que haya demanda tanto de calefacción como de refrigeración (urbanizaciones, sector terciario, etc.). Gracias al sistema de VRV se prestan muy bien para aplicaciones donde haya muchos locales que se deseen climatizar de forma centralizada, por ejemplo, hoteles u oficinas. Además, por similitud técnica con los equipos eléctricos, es el tipo de máquina de climatización a gas que más fácilmente podría reemplazarlos. En la Figura 7 se presentan dos equipos comerciales basados en esta tecnología.

## 6 CONCLUSIONES

Existen numerosas aplicaciones para la climatización a gas (calefacción y refrigeración) en la edificación, en los sectores doméstico, terciario e industrial.

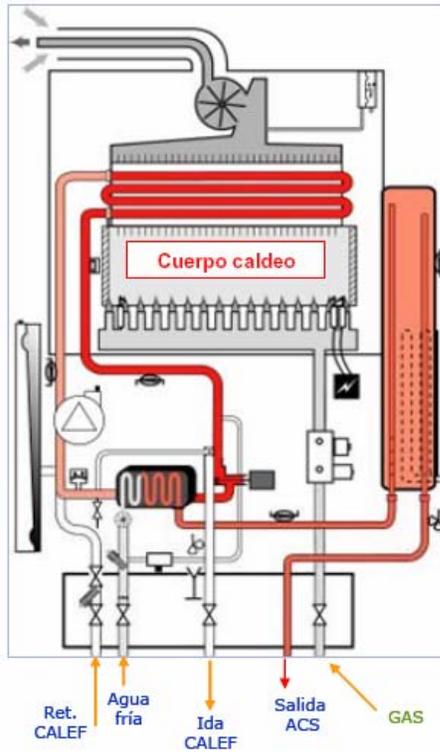
Las tecnologías eficientes ya existen en el mercado, si bien su principal barrera para su introducción es el precio, tanto para calderas de condensación, como máquinas de absorción como motores a gas.

La combinación de energía solar y gas es, evidentemente, muy respetuosa para el medioambiente, especialmente comparada con el apoyo eléctrico o a gasóleo, si bien el dimensionado de los captadores debe ser el adecuado al consumo y la instalación debe ser correctamente construida y operada, para evitar su deterioro en muy pocos años.

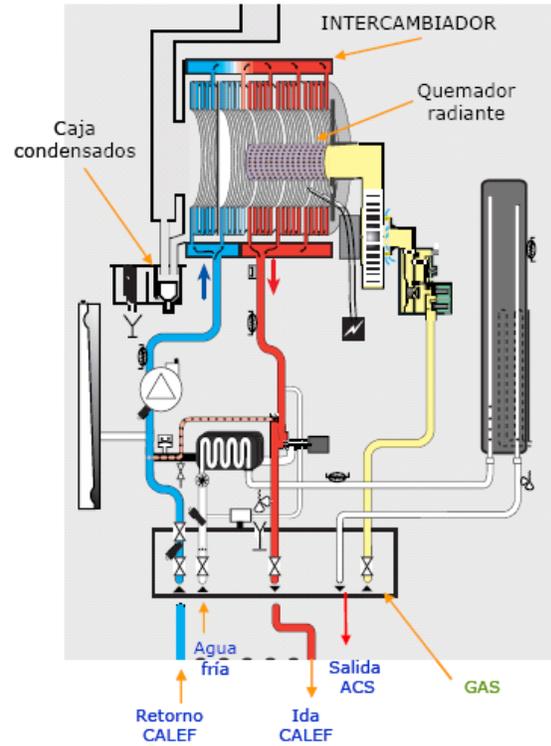
Las máquinas de absorción y motores son tecnologías muy nuevas en España, pero proporcionan un confort muy elevado, tanto en frío como en calor, y pueden permitir ahorros de CO<sub>2</sub> considerables.

**Figura 1. Caldera tradicional (estanca) y caldera de condensación**

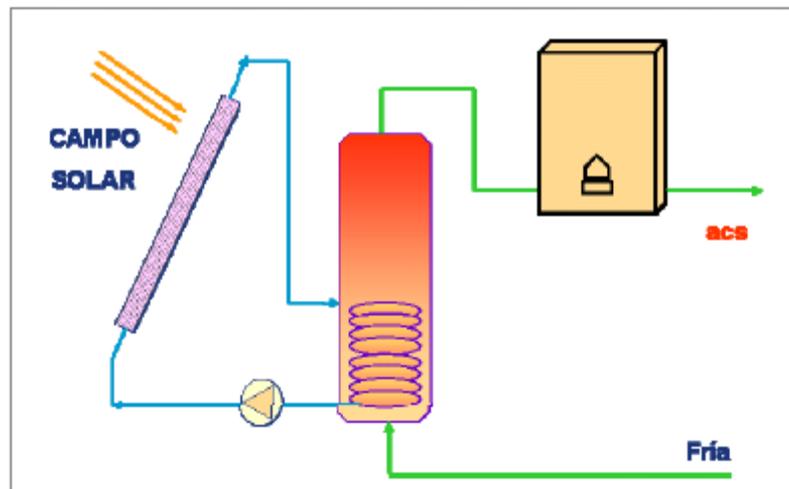
a) Estanca



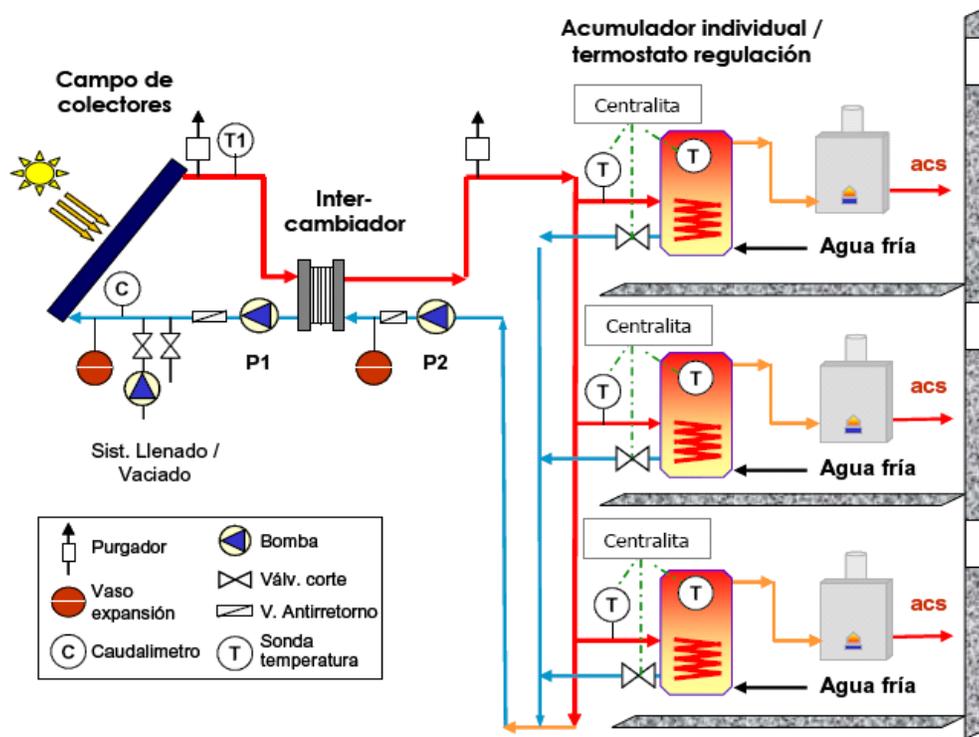
b) Condensación



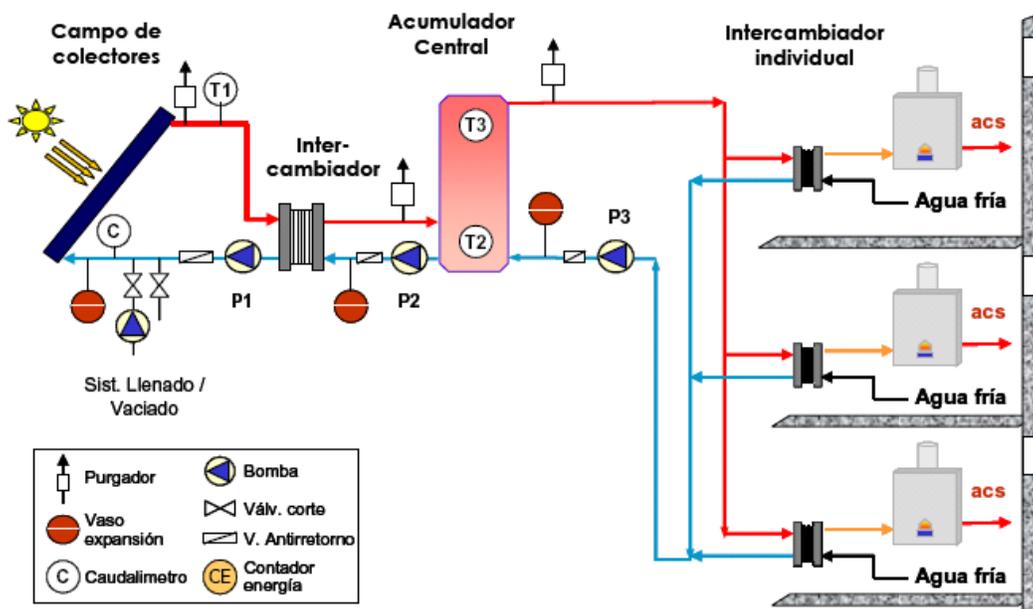
**Figura 2. Conexión en línea del equipo a gas**



**Figura 3. Instalación mixta solar-gas para vivienda colectiva con acumulación descentralizada y apoyo individual**

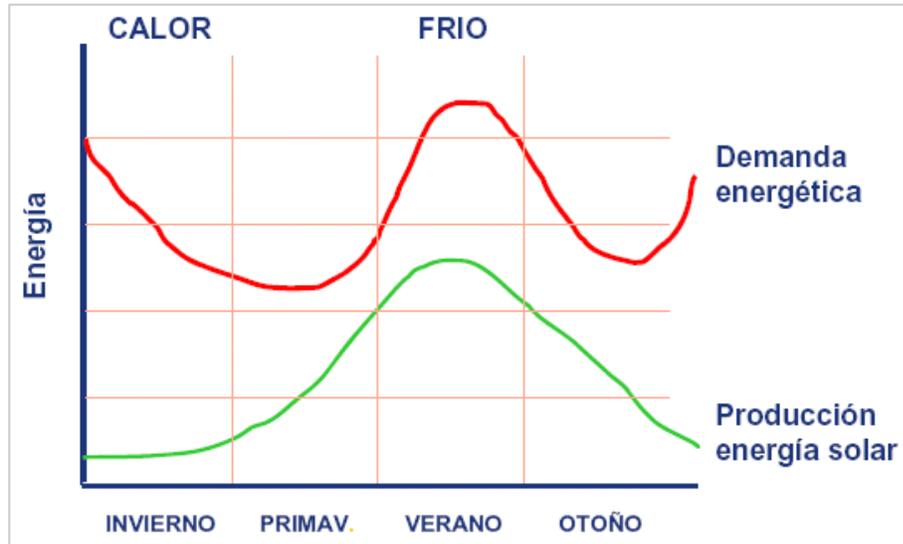


**Figura 4. Instalación mixta solar-gas para vivienda colectiva con acumulación central, anillo de intercambio y apoyo individual**





**Figura 5. Demanda energética en una vivienda y producción de calor en un sistema de colectores solares**

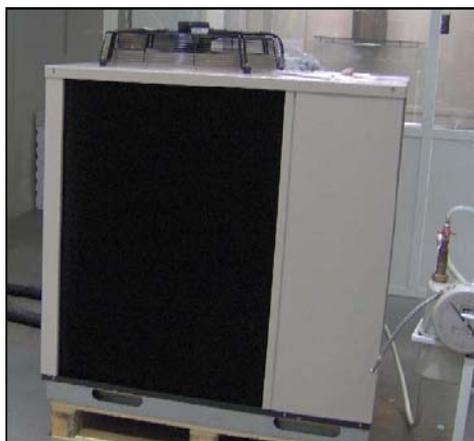


**Figura 6. Equipos comerciales de Absorción a gas**

a) Equipo BROAD (16 – 115 kW)  
(BrLi/agua, torre incorporada)



b) Equipo Robar (módulos 16 kW)  
NH3/agua, sin torre, hasta -12 °C



**Figura 7. Equipos comerciales basados en motor a gas**

a) Motor SANYO (17-50 kW)



b) Motor AISIN-TOYOTA (15-50 kW)



**Tabla 1. Comparativa de emisiones de diferentes combustibles**

Energía	Tecnología	$\eta$ aparato, %	Factores de emisión (g/kWh útil final) desde el recurso en origen hasta su uso final					
			CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Volátiles	CO	Partículas
Carbón	Caldera	75	496	6,54	0,83	0,37	0,53	0,98
Gasóleo	Caldera estándar	92	345	0,87	0,46	0,57	0,14	0,04
	Caldera condensación	102	307	0,77	0,41	0,51	0,12	0,03
Electricidad	Resistencia (Efecto Joule)	99,5 (*)	462	5,88	2,00	0,07	0,11	0,22
Gas Natural	Caldera estándar	92	252	0,01	0,32	0,05	0,05	0,01
	Caldera condensación	108	227	0,01	0,28	0,04	0,05	0,01
	Calentador	86	263	0,01	0,33	0,05	0,05	0,01
GLP	Caldera estándar	92	291	0,02	0,27	0,05	0,05	0,01
	Caldera condensación	107	259	0,02	0,24	0,04	0,05	0,01
	Calentador	86	304	0,02	0,28	0,05	0,05	0,01

(\*) Factor de conversión electricidad/gas = 1/3

## ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS SOCIALES

Julio Díaz Díaz.  
Asesor Técnico EMVS

Desde hace aproximadamente cuatro años y tras varias experiencias realizadas con éxito, la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS), decide incorporar de manera definitiva a sus edificios de viviendas, sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria de "Alta Eficiencia Energética".

Estas instalaciones de alta eficiencia, en conjunto con las energías renovables instaladas y el especial cuidado prestado a los aspectos bioclimáticos de la construcción (ventilación, orientación, aislamiento, puentes térmicos, soleamiento, sombras en cubierta, etc.), están permitiendo conseguir una disminución considerable del consumo de energía, y por consiguiente una disminución sustancial de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (principal responsable del efecto invernadero).

### Ventilación cruzada en viviendas pasantes.

Chimeneas de ventilación natural individuales agrupadas en los núcleos de comunicación, para refrescamiento nocturno de la masa térmica del edificio.

Chimeneas solares en fachada para enfriamiento gratuito de las viviendas en verano.

### Objetivos marcados por la EMVS

- Contribución al desarrollo sostenible en la edificación de viviendas, optimizando el consumo de los recursos energéticos cada vez más escasos, potenciando el uso de energías renovables.
- Disminución de forma significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, provocadas por las instalaciones de calefacción, climatización y A.C.S., sin disminuir el confort en las viviendas.
- Las promociones de viviendas de la EMVS, obtendrán la más alta calificación energética superando las exigencias del reciente Código Técnico de la Edificación.

### PLIEGO DE CONDICIONES EMVS

Para lograr estos objetivos y consolidar el proceso de sostenibilidad en la edificación, la EMVS ha elaborado un Pliego de Condiciones Técnicas, que junto con los esquemas hidráulicos y los montajes recomendados sirven para sistematizar la ejecución de lo que ahora llamamos:

*Instalaciones de calefacción y A.C.S. de alta eficiencia energética con energía solar térmica, de producción centralizada y consumo individualizado, para edificios de más de 25 viviendas.*

De esta manera arquitectos, ingenieros, empresas constructoras, instaladores, gestores energéticos etc., conocen con exactitud y desde la fase de proyecto el sistema definido.

Este pliego de condiciones técnicas para instalaciones de calefacción y A.C.S. que ahora es de obligado cumplimiento en todas las promociones de más de 25 viviendas que la EMVS realiza, entre otros, define los siguientes conceptos fundamentales:

- El criterio de diseño
- El rendimiento estacional anual mínimo del sistema (Rea)
- La tecnología a utilizar
- Las energías renovables exigidas
- Los ahorros de energía a conseguir
- La reducción de emisiones contaminantes
- La gestión de la energía

### El criterio de diseño

El sistema esta concebido como calefacción y A.C.S. de consumo individual con producción centralizada, trabajando con varias temperaturas sin usar mezclas dentro de la central de producción térmica.

### El rendimiento estacional anual mínimo del sistema (Rea)

135% sobre P.C.I. (poder calorífico inferior del gas natural)

El rendimiento estacional anual del conjunto, es la relación existente, en el transcurso de un año de funcionamiento, entre la energía térmica útil enviada al edificio y la energía primaria consumida.

$$\text{Rea} = \text{E. útil} / \text{E. primaria}$$

### La tecnología a utilizar

- En combustión:  
Condensación y baja temperatura, los quemadores de las calderas modulan con mínimo del 25% y ésta modulación se realiza mediante señales externas de telegestión.
- En regulación:  
Automática, mediante centralita electrónica programable y telegestionada, dotada de tarjeta de comunicaciones y módem, *controlada tanto por el gestor energético como por la EMVS.*
- En medición y control de central térmica:  
Contadores de energía para calefacción, A.C.S. y Energía Solar térmica en sala de calderas.
- En medición y control de viviendas:  
Para calefacción, válvulas motorizadas de dos vías y contadores de energía en cada vivienda, enclavados con el termostato de ambiente instalado en el salón de las viviendas.  
Para A.C.S., contadores volumétricos en cada vivienda.

- En bombas aceleradoras:  
Gemelas en los circuitos susceptibles de provocar paradas del sistema en caso de avería, con velocidad variable en el circuito de calefacción y en los circuitos de recirculación de calderas.
- En radiadores:  
Estos se dimensionan con un diferencial de temperatura máximo de 40 °C entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente de la habitación, (ida a radiadores 68 °C, retorno a caldera 56 °C; con temperatura exterior de cálculo de -3,7 °C y temperatura interior de diseño de 22 °C).
- En aislamiento:  
Se incrementa en 10 mm. lo prescrito en el reglamento vigente, así mismo se aíslan todas las válvulas, cuerpos de bomba, bridas, contadores de energía y cualquier otro elemento hidráulico de la instalación. Su acabado es de chapa de aluminio de 0,6 mm. de espesor.

### Las energías renovables exigidas

- En A.C.S.:  
Solar térmica para cubrir al menos el 75% de la producción de A.C.S., incluso con precalentamiento de llenado de agua fría
- En calefacción:  
Apoyo a este servicio con energía solar, incluso por la noche cuando no hay sol a partir de la energía excedente del A.C.S.
- En electrodomésticos:  
Energía solar térmica para calentamiento del agua de uso de lavadoras y lavavajillas convencionales, (no bitérmicos).
- En seguridad:  
Existe un elemento disipador de calor en el circuito de energía solar, para impedir que la temperatura del mismo supere los 110 °C  
Válvulas mezcladoras a la salida del A.C.S. para evitar sobrecalentamientos del agua de consumo.

### Los ahorros de energía a conseguir

Los rendimientos estacionales anuales (Rea), que se están consiguiendo actualmente con este sistema, medidos en contadores de energía instalados, son de entorno al 140%, por lo que los ahorros comparados con las instalaciones que hasta ahora se venían construyendo con calderas individuales sin energía solar son del 73%, o del 54% si los comparamos con instalaciones realizadas con calderas individuales y energía solar.

### La reducción de emisiones contaminantes

Se están consiguiendo unas reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de entorno, al 73% o al 54%, dependiendo de con que tipo de instalación se compare, ya

que esta reducción de emisiones es directamente proporcional al ahorro de energía conseguido y a la tecnología de combustión utilizada.

### **Extrapolación a 10.000 viviendas durante 10 años**

Comparando el sistema utilizado por la EMVS con instalaciones de calderas murales con apoyo de energía solar térmica, y dado que una vivienda media consume entorno a 4 KWh de energía térmica en invierno, con el ahorro conseguido podríamos abastecer casi 48.000 viviendas durante todo un invierno

### **La gestión de la energía**

Una vez terminadas las instalaciones de la promoción de viviendas, el Gestor Energético asume la responsabilidad del mantenimiento y la explotación de la instalación, 24 horas al día los 365 días del año, asumiendo a su cargo:

- El combustible necesario para el suministro de calefacción y A.C.S. a todas las viviendas, incluso altas y fianzas con las compañías distribuidoras.
- El agua fría necesaria para el consumo de A.C.S., así como del agua necesaria para el llenado de circuitos y anticongelante para el circuito solar.
- La telegestión, asumiendo a su cargo los costes telefónicos de dicho servicio.
- Las lecturas y la facturación, que realizará el gestor energético mensualmente a cada usuario de la promoción de viviendas de manera individualizada en función de su consumo.
- La garantía, por la cual el gestor energético reparará o sustituirá a su cargo todos los elementos y equipos averiados u obsoletos de la instalación común (calderas, quemadores, acumuladores, bombas, paneles solares, tuberías, etc.) durante el periodo de vigencia del contrato suscrito.

Además de las ventajas descritas en cuanto a ahorros de energía y reducción de emisiones se refiere, el sistema utilizado por la EMVS tiene otras cualidades a tener en cuenta:

#### **Ventajas que incrementan la seguridad**

- No existe gas ni combustiones en el interior de las viviendas.
- Se eliminan los problemas de tiro de las chimeneas de las calderas individuales.
- No hay que realizar las inspecciones cuatrienales de las instalaciones receptoras individuales de gas, ya que estas no existen.

#### **Ventajas que aumentan el confort**

- Cada usuario elige a su voluntad el horario, la temporada y la temperatura de su calefacción.
- Se eliminan las infiltraciones de aire en cocinas procedentes de las rejillas de ventilación.
- La Temperatura y el caudal del agua caliente sanitaria se mantienen estables, ya que ésta no varía cuando se abren otros grifos.

- La fiabilidad del servicio es mayor, al contar con sistemas dobles y con un servicio permanente de mantenimiento telegestionado.

#### **Ventajas que mejoran la economía**

- Cada Usuario sólo paga por lo que gasta.
- La energía consumida es más barata, porque la tarifa de gas para grandes consumos (3.4) es más reducida que la tarifa de gas para consumos individuales (3.2).
- Se reducen los costes del mantenimiento.
- No hay que sustituir la caldera individual cuando envejezca.
- Se eliminan los cuartos de contadores de gas.

#### **Ventajas que favorecen la estética y la funcionalidad**

- Al eliminar las calderas individuales se ganan espacios disponibles en cocinas y tendederos.

Actualmente, seguimos innovando en aras de conseguir la máxima eficiencia energética. Algunos de los proyectos que actualmente están en marcha, cuentan con soluciones tan novedosas como las basadas en calefacción urbana (District-Heating), cogeneración en viviendas con pilas de combustible (Hidrógeno procedente de biogás), y soluciones con aporte gratuito de energías alternativas como la geotérmica o la biomasa, entre otras.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA TECNOLOGÍAS

Luis Miquel  
David Miquel Mena  
Isabel Martínez Esparza  
Arquitectos. MQL arquitectura vivienda y medio ambiente

Algunas notas y cuestiones relacionadas con las técnicas y la bioclimática:

- 1 Insistir en que además de un beneficio medioambiental se trata de una cuestión de calidad de las viviendas.
- 2 Acabar de una vez con la idea de que sólo se trata de buena arquitectura. Es falso, muchos buenos arquitectos no lo contemplan como una práctica habitual de su trabajo y sólo lo aplican cuando se trata de proyectos que van a llevar el sello bio ¿cuestión de ética profesional?
- 3 Promover campañas de concienciación a gran escala (como hizo IDAE en la TV) para priorizar el ahorro frente a la avalancha de tecnologías de alta eficiencia energética.
- 4 Promover campañas de información y sensibilización destinada a los usuarios para conocer lo que significa la bioclimática, implicaciones, beneficios, costes, etc.: que el usuario lo vea como una parte integral de su casa y no como un añadido, que pregunte por las cualidades "bio" cada vez que quiera adquirir una vivienda, que se convierta en un estándar de calidad, que no se quede sólo en una cuestión de certificación energética.
- 5 Falta de unidad, a la hora de emprender acciones conjuntas, en el sector de la arquitectura bioclimática que permita ejercer una presión a las administraciones públicas, responsables de educación, promotores, público en general, etc. para implantar arquitectura bioclimática como único modelo viable en términos de sostenibilidad medioambiental. Esto si ocurre con otros sectores como los relacionados con la eficiencia en las instalaciones y las energías renovables que tienen detrás a una industria organizada capaz de impulsar estos modelos.

**Propuesta:** Crear un organismo formado por todos los agentes involucrados capaz darle un impulso la arquitectura bioclimática.

- 6 Falta de acuerdo, debido a la escasez de datos consensuados y contrastados, en la eficiencia e idoneidad medioambiental de algunos sistemas:  
Ej: centralización frente a individualización en sistemas de producción de A.C.S. y calefacción: desde la central de barrio a la caldera individual pasando por la centralización por edificio.  
Ej: biomasa como combustible versus compostaje.

**Propuesta:** Crear o centrar en un organismo especializado que mida y analice los resultados de los distintos sistemas y que sirva de apoyo a los agentes involucrados

- 7 Pérdida de la calidad medioambiental de los proyectos a lo largo de las distintas fases de desarrollo y especialmente en fase de obra.  
Ej: muros de acumulación en invernaderos pintados de blanco por cuestiones "estéticas"

**Propuesta:** Insistir (y formar) a promotores y técnicos sobre la necesidad de mantener activo un continuo seguimiento y revisión de la calidad medioambiental a lo largo de todas las fases de proyecto y obra, especialmente en las cuestiones bioclimáticas que requieren una atención especial en cada fase para alcanzar una correcta ejecución de los sistemas y medidas proyectados.

- 8 Pérdida de la eficiencia de algunos sistemas por un uso inadecuado, incluso en promociones que contaban con manual de uso.

**Propuesta:** Incluir en el manual de uso y mantenimiento del edificio un anexo específico, sencillo, claro y breve, del funcionamiento y manejo de la vivienda para fomentar la reducción del impacto medioambiental de su uso.

## ÁREA MATERIALES

Se trata de ampliar la mirada sobre la utilización de nuevos materiales y dar paso a las nuevas investigaciones que se están haciendo en el campo del reciclaje y reutilización de materiales para utilizar en la construcción.

Como premisa inicial hay que conseguir que la construcción aplique de la filosofía de las 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Conocer nuevos procesos constructivos más respetuosos con el medio ambiente y saber cómo se están aplicando,

Crear una industria potente para el reciclaje y establecer sistemas transversales de reciclaje de residuos de todas las industrias puede servir para reducir el impacto de la construcción en el territorio.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA MATERIALES

### DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL

- Desconocimiento generalizado de las características energéticas y medioambientales de los materiales a emplear por parte de los técnicos y los usuarios, para poder elegir realizando una comparativa.
- Falta de legislación que obligue a los fabricantes a dar a conocer esta información a los usuarios y dar el apoyo legal para fomentar e incentivar el uso de materiales sostenibles, respetuosos con el medio ambiente y de bajo consumo energético.
- Falta de información respecto al análisis del ciclo de vida de cada material (LCA).
- Falta de información respecto a la capacidad de reciclaje y/o reutilización de los RCD´s

### PROPUESTAS DE FUTURO

- Desarrollo de legislación sobre la materia (información sobre los materiales a los usuarios), la obligatoriedad es la manera más eficaz de que se atienda esta demanda de información.
- Creación un fondo documental accesible a todos, con la información disponible hasta el momento, sobre materiales, energía y comportamiento medioambiental.
- Establecimiento unos parámetros mínimos en materia energética y medioambiental (emisiones, consumos, etc.) que deban cumplir todos los materiales que se empleen.
- Normativa respecto al LCA que implique a los fabricantes y suministradores.
- Normativa para el aprovechamiento integral de los RCD´s.

## **INCORPORACIÓN DE CRITERIOS DE AHORRO, EFICIENCIA Y ENERGÍAS RENOVABLES. NOTA BÁSICA SOBRE MATERIALES**

Enrique José Martínez Ángulo.  
Arquitecto

### **PREÁMBULO**

El diseño, las prestaciones y, en suma, la eficiencia de los edificios, está íntimamente implicada con los materiales y sistemas constructivos seleccionados para su construcción.

La condición bioclimática de los sistemas y materiales ha sido una constante permanente en el planteamiento correcto de la edificación. El acelerado desarrollo tecnológico e industrial durante todo el siglo pasado y hasta nuestros días, con el crecimiento demográfico, la intensiva explotación de recursos naturales, el consumo exponencial de energía, la profusión de materiales y sistemas constructivos procedentes de cualquier lugar y clima, con un uso globalizado, sumado a los intereses de mercado, han desvirtuado en gran medida este concepto esencial bioclimático, propio de cada entorno y lugar, dando origen a una negativa homogeneidad de esta internacionalización, que lógicamente han desembocado en la "insostenibilidad" de la que no ha escapado la edificación y en la que desgraciadamente se encuentra inmersa.

Lo anterior es igualmente aplicable al desarrollo de las tecnologías de instalaciones y en especial del acondicionamiento, que aplicadas bajo el ingenuo prisma de unos recursos y una energía convencional inagotables, ha seducido despreciando y anulando los tradicionales sistemas pasivos que optimizaban el comportamiento energético de los edificios, desconsiderando a la par los sistemas activos de energías renovables autóctonas y minusvalorando el impacto ambiental resultante.

Hay ciertos criterios objetivos e invariables del urbanismo y la edificación intemporal a remarcar antes de entrar a considerar básicamente los materiales:

- La ordenación del territorio está directamente condicionada por su geografía en sentido general y específicamente por los recursos naturales disponibles. En el urbanismo no vale todo.
- La orientación será la adecuada para cada climatología, soleamiento, régimen de vientos, salubridad y vistas requeridas en cada lugar.
- Los sistemas constructivos proporcionarán seguridad y durabilidad, pero paralelamente deben considerar criterios energéticos y medioambientales.
- La envolvente opaca, fachadas y cubiertas, se dotará del aislamiento térmico y acústico, inercia térmica, impermeabilidad y transpiración adecuadas a cada entorno climático, aplicando los sistemas pasivos idóneos en cada caso.
- Los acristalamientos, huecos y ventanas, se trazarán en cada orientación, dimensionarán y dotarán de sistemas de protección en función de las necesidades de iluminación, soleamiento, ventilación, aislamiento termo-acústico y vistas.

- Las instalaciones proporcionarán el confort y la funcionalidad exigibles en cada entorno climático, con el mínimo gasto energético y el mínimo impacto medioambiental, mediante el acoplamiento de sistemas pasivos y activos de energías renovables.
- Los materiales aplicados deben ser preferentemente los autóctonos o propios de lugar, adecuados a la climatología, minimizando los gastos energéticos de extracción, manufactura, transporte y manipulación.

## 1 ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LOS MATERIALES

Desde el punto de vista de la sostenibilidad para la elección del material adecuado hay que considerar los resultados del análisis de su ciclo de vida (*LCA-Life Cycle análisis*) particular, que pueden extractarse en la siguiente secuencia de datos:

- Coste energético en kwh/kg o emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en kg/kg y residuos tóxicos generados en su proceso de extracción y fabricación.
- Coste energético de su transporte y manipulación en obra.
- Volumen de restos y residuos durante la construcción.
- Durabilidad, entendiendo esta como vida útil conservando sus propiedades esenciales. Como factor de medida están sus gastos de conservación y coste energético de mantenimiento.
- Capacidad de reutilización, coste energético de su reciclaje o en otro caso implicaciones medioambientales de biodegradación al término de su vida útil.

Evidentemente los fabricantes de materiales deben optimizar energéticamente sus procesos de fabricación, por primitiva y simple motivación económica, pero también deben reducir las emisiones y residuos por imperativo de interés general medioambiental, exigible mediante una normativa rigurosa. Proporcionando datos de consumo energético e impacto durante el proceso de fabricación y explicando su plan de eliminación o reutilización de los residuos de la producción.

El transporte de los materiales tiene una incidencia considerable en las emisiones de gases, partículas y energía consumida por T, volumen y km.

La durabilidad es un aspecto básico de la sostenibilidad. El fabricante debería proporcionar datos del proceso natural de degradación de cada material y las emanaciones que pudiera generar durante su vida útil, así como su impacto en la salud de los usuarios. Paralelamente están los costes de las labores de conservación y mantenimiento necesarias para alcanzar la durabilidad prevista.

Lo ideal es que el material de construcción pudiera ser totalmente reutilizable o al menos debería poder ser reciclable. Su posibilidad de reutilización o de reciclado es igualmente otro aspecto básico en la sostenibilidad. En otro caso habría que conocer el grado o tiempo de biodegradación del producto y el impacto de sus restos.

La repercusión medioambiental de los materiales depende de su cantidad o volumen porcentual de uso en la construcción, por tanto serán más importantes los proyectados en las estructuras, cerramientos y compartimentaciones interiores, aunque hay que resaltar que algunos materiales presentes en pequeñas cantidades pueden tener efectos nocivos desproporcionados en el medio ambiente, como ciertas pinturas, barnices, adhesivos, metales o productos químicos poco ecológicos.

### **Materiales reutilizables**

Normalmente se refiere a materiales de origen natural con un alto grado de durabilidad en condiciones climáticas favorables.

- Pétreos. Sillerías, mamposterías, pavimentos de piedra y toda clase de elementos procedentes de las rocas son totalmente reutilizables.
- Maderas. Estructuras, vigerías, pies derechos, correas, tableros y elementos secundarios como pavimentos, revestimientos, etc., son materiales reutilizables, lógicamente si se encuentran en buenas condiciones de conservación, no atacados por la humedad (pudriciones) o los xilófagos.

### **Materiales reciclables**

Los residuos generados durante la construcción y la demolición (RCD´s) deben ser clasificados y tratados independientemente del resto de residuos para su reciclaje o reutilización en nuevas construcciones o en la obra civil. Los distintos tipos de residuos deben seleccionarse lo más cerca del lugar donde se producen, a ser posible en la misma obra. Los tradicionales vertederos de RCD´s van siendo sustituidos progresivamente por plantas de reciclaje con clasificación, tratamiento y aprovechamiento integral de los residuos, por motivaciones medioambientales, que van convergiendo con las económicas, tendencia provocada por la imparable reducción y agotamiento de las materias primas no renovables cuya extracción cada vez conlleva mayores costes.

El 95% en peso de los RCD´s proviene de grandes cantidades de materiales inertes como el ladrillo, hormigón y piedra.

- Hormigones. El proceso de reciclaje mediante triturado permite la obtención de áridos reutilizables para otros elementos prefabricados, bases, sub-bases, pavimentos de urbanización, nuevos hormigones, etc.
- Fábricas de ladrillo y cerámicas. Sus restos igualmente triturados permiten la posibilidad de fabricación de pastas, morteros, nuevos elementos de fábrica, etc.
- Metales. Acero, aluminio, cobre, aleaciones, etc., son en todo caso fácilmente reciclables, obteniéndose metales reciclados con menores costes energéticos.
- Plásticos. Son más difícilmente reciclables. Solamente en ciertos casos que la industria química debería ser capaz de extender al resto.

Hay otros residuos materiales procedentes de la industria que se aprovechan mediante reciclado para la construcción. Cenizas volantes, humo de sílice, microsílíce, nanosílíce, empleados como aditivos, fabricación de hormigones de alta resistencia, etc.

### **Materiales ecológicos o sostenibles**

Se refiere a materiales procedentes de recursos naturales renovables y por tanto inagotables con procesos de explotación medioambiental racionales.

También podemos referirnos con este término a materiales no contaminantes y que no generan residuos tóxicos durante su proceso de fabricación, montaje y utilización.

### **Conceptos básicos medioambientales de los materiales**

De todo lo expuesto en este punto hay dos conceptos básicos de los materiales que inciden esencialmente en los edificios desde la óptica medioambiental:

- La mayor durabilidad de un material implica un menor impacto medioambiental a lo largo de su vida útil. Unido a sus menores costes de conservación.
- Los materiales que generan productos tóxicos no biodegradables, mayores emisiones de CO<sub>2</sub> en su proceso de fabricación y/o gran repercusión del transporte al proceder de zonas lejanas y ajenas al entorno de la edificación, implican un considerable impacto medioambiental.

Bajo una perspectiva paralela, hay que tener en cuenta que el mayor impacto medioambiental de los edificios, tasado en emisiones de CO<sub>2</sub>, se produce durante su fase operativa de ocupación y uso, por lo que la prioridad en la fase de diseño y proyecto debería ser reducir al mínimo el consumo energético previsible durante su vida útil, mediante la implementación de sistemas pasivos y activos adecuados a cada zona climática.

## **2 MATERIALES**

El arquitecto debería disponer de los datos objetivos de los resultados del LCA de cada material, proporcionado por el fabricante, tales que le permitan elegir los más adecuados en cada caso para mejorar el impacto de la edificación sobre el medioambiente.

Las guías de materiales reutilizables, reciclables, derivados de restos de proceso industrial, ecológicos o sostenibles deberían ser de uso habitual en cada zona o región, pero lamentablemente en general brillan por su ausencia.

Hay numerosas publicaciones extranjeras a este respecto que tratan los materiales básicos más ampliamente utilizados o relativas a aspectos parciales locales, pero la lista de los aplicables a la denominada edificación sostenible depende en cada caso de los recursos naturales de cada ubicación geográfica. (*Handbook of Sustainable Building: An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment. James & James (Science Publishers) Ltd., 1996.*)

Como criterio deben utilizarse materiales locales autóctonos procedentes de los recursos naturales propios del entorno, con bajos costes energéticos de fabricación y minimizando la fuerte repercusión energética que ocasiona su transporte.

A continuación se realizan comentarios de ciertos materiales. El alcance de estas notas solo pretende unos breves apuntes básicos desde la óptica de la sostenibilidad, relativos a los principales materiales que normalmente e irremediamente utilizamos en la edificación residencial, con el fin de adquirir una simple reseña sobre su impacto medioambiental.

### Hormigón

Es el principal representante de la construcción de las estructuras en la arquitectura actual. Se trata de un conglomerado a base de recursos naturales no renovables pero muy abundantes.

Es totalmente reciclable y al igual que los materiales pétreos podría y debería aprovecharse en un 100% cuando proceda de residuos o demoliciones. La mitad de los RCD´s corresponden al hormigón. Mediante técnicas de selección y triturado se fabrica material granular para bases y sub-bases de nuevos pavimentos. También se aplica como áridos reciclados sustituyendo a los naturales para fabricar elementos de hormigón y nuevos hormigones.

Uno de sus componentes básicos, el cemento, requiere una fuerte cantidad de energía en su proceso, generando 1,1 kg de CO<sub>2</sub> por cada kg producido, así como otros residuos alcalinos tóxicos. El 85% de las emisiones de CO<sub>2</sub> necesarias para la fabricación del hormigón provienen de la fabricación del cemento. La utilización de cenizas volantes es una alternativa para minimizar el gasto de cemento en el hormigón, del 15% al 35%, con un menor coste medioambiental.

Para los áridos, grava y arena, puede indicarse lo mismo que para los materiales pétreos, su significativo impacto destructivo en el proceso de extracción, el consumo de energía necesario para su machaqueo, la necesidad de minimizar su recorrido y transporte hasta la planta de fabricación. El empleo de áridos rodados naturales supone, además de la eliminación de un recurso no renovable, un deterioro del paisaje del que se sustraen.

### Cerámica y ladrillo

Son materiales de amplio y constante uso en la edificación a lo largo de los tiempos debido a su versátil formato. Además, su principal componente, la arcilla, es un recurso natural muy abundante aunque no renovable.

Sus restos pueden ser reutilizables o reciclables mediante técnicas de triturado.

Su principal impacto en el medio ambiente se produce durante el proceso de fabricación que consume gran cantidad de energía. Concretamente del orden de 0,25 kg de CO<sub>2</sub> por cada kg de ladrillo, la cuarta parte que el cemento, pero considerando que el cemento es

un componente del hormigón en un 12 al 14%, el resultado es que el ladrillo genera por cada kg el doble de emisiones de CO<sub>2</sub> que el hormigón.

Su extracción también puede contribuir y causar impacto en el medioambiente y el paisaje natural si no se adoptan los controles y medidas para paliar sus efectos.

Sin embargo la durabilidad y su prácticamente nulo mantenimiento lo hace ventajoso considerando la totalidad de su vida útil, siempre y cuando se trate de un material local con bajo gasto en transporte.

## Piedra

Es el principal representante de los recursos naturales no renovables pero abundantes. Es el material básico de la arquitectura tradicional e incluso actual, con una relevante ventaja desde el punto de vista de su gran durabilidad en su entorno natural.

Es un material inerte reutilizable y también reciclable que puede y debe aprovecharse en un 100% cuando proceda de RCD's.

Su proceso de extracción en canteras es totalmente destructivo, aunque tampoco es despreciable energéticamente su corte y manipulación, pero el mayor gasto energético es el debido a su transporte pesado que ocasiona el mayor impacto en el medio ambiente (0,2 kg de CO<sub>2</sub> por T y km en carretera).

La procedencia de canteras locales, con una explotación regulada, con medidas de adecuación natural del entorno y con mínimo desplazamiento del material hasta su lugar de aplicación debe presidir su responsable selección.

## Metales

Sus múltiples propiedades los convierten en materiales con variadas y muy extendidas aplicaciones en la edificación. Estructuras en general, recubrimiento de cubiertas, carpinterías, elementos de cerrajería, instalaciones, etc.

Proceden de la transformación de recursos naturales, minerales diversos, no renovables, más o menos abundantes, pero que generalmente son reciclables.

Las explotaciones mineras causan un fuerte impacto físico, son altamente destructivas y generan diversas emisiones tóxicas locales al medio ambiente. El proceso de extracción del mineral requiere una gran cantidad de energía. El proceso de fabricación del metal requiere nuevamente otra gran cantidad de energía. Igualmente pasa con el transporte de este material, sobre todo del acero por su gran densidad y volumen de uso. Es difícil de evaluar cuantitativamente el sumatorio de repercusiones en emisiones de CO<sub>2</sub> ya que está dentro de rangos muy destacables pero también muy variables.

ACERO. Es el metal más utilizado en construcción, es reciclable, pero no es resistente a la corrosión por lo que necesita de protección mediante pinturas o procesos que lo doten de durabilidad.

ALUMINIO. Es muy duradero, resistente a la corrosión mediante anodinado o lacado y altamente reciclable. Es un recurso natural abundante.

**COBRE.** Es duradero, resistente a la corrosión y reciclable. En algunas de sus aplicaciones puede generar tóxicos.

**ZINC.** Es duradero, resistente a la corrosión y reciclable. Es menos generador de tóxicos que el cobre. Permite dotar de durabilidad ante la corrosión del acero mediante el proceso de galvanización que también genera tóxicos.

**PLOMO.** Se desaconseja su uso en la edificación por su carácter altamente tóxico. Es un recurso natural escaso.

## Madera

Es el principal representante de los recursos naturales renovables aplicado a la construcción. Es un material de primer orden y con un amplio rango de aplicaciones en la arquitectura bioclimática por sus propiedades mecánicas, aislantes y estéticas, desde elementos estructurales y cerramientos hasta revestimientos de acabado.

Es un material reutilizable, de bajo coste energético en su manufactura, pero que presenta sin embargo una desventaja respecto a su durabilidad, implicando gastos energéticos complementarios en su tratamiento de protección, conservación y mantenimiento a lo largo de su vida útil, sobre todo cuando es sometido a humedad variable o se aplica a la intemperie en climas de fuerte contraste térmico.

Su incorrecta explotación no está exenta de los grandes peligros que acechan y contribuyen al cambio climático, con la rápida e irracional deforestación de grandes masas vitales, afectando al patrimonio natural, vida salvaje y clima, sin respetar la integridad del entorno y su ciclo biológico. El control, garantía y aseguramiento de la procedencia de la madera de explotaciones forestales sostenibles debe ser una de las mayores prioridades en su selección.

El certificado internacional y sello de calidad FSC (*Forest Stewardship Council*) debería ser cada vez más extendido. En otro caso debe contrastarse su procedencia.

## Vidrio

Es un material de primer orden en la concepción de la arquitectura bioclimática. Procede de la transformación de diversos recursos naturales, no renovables, pero abundantes.

Su alta durabilidad y resistencia ante los agentes atmosféricos es una de sus grandes ventajas. Sus restos pueden y deben ser reciclables.

El proceso de fabricación requiere una gran cantidad de energía que genera emisiones del orden de 2 kg de CO<sub>2</sub> por cada kg de vidrio producido. Sin embargo la repercusión en peso sobre el total de un edificio es muy poco relevante respecto a otros materiales. Además su importante misión como elemento transparente a la luz natural, con el ahorro energético que facilita en la iluminación, minimiza o resta este valor de su impacto medioambiental.

Por otro lado, también permite según los tipos de vidrios y técnicas constructivas aporte de calor mediante medidas pasivas, efecto invernadero, muros Trombe, etc., o aislamiento con doble fachada activa, control solar, baja emisividad, etc.

Por último resaltar su eficacia como material aislante (fibra de vidrio, vidrio celular, etc.) que contribuye al ahorro energético.

### Plásticos y elementos sintéticos

Son materiales que nacen en el siglo pasado y que se han extendido rápidamente a todos los campos de la industria, incluida la construcción en la que tiene múltiples aplicaciones, principalmente en la estanqueidad, impermeabilización y aislamientos, pero también en carpinterías, cubiertas, elementos transparentes, elementos traslúcidos, revestimientos en general, instalaciones, etc.

Proceden generalmente de procesos químicos de productos derivados del petróleo y por tanto se trata de recursos no renovables. En muy menor medida pueden proceder de otros recursos naturales renovables conocidos como productos bioplásticos o biosintéticos.

Su durabilidad es variable, aunque se está avanzando mucho en mejorarla, son muy afectables por el fuego o las radiaciones solares UV. Por otro lado no son fácilmente biodegradables por lo que generan restos permanentes que impactan en el entorno natural. Solo son reciclables en ciertos casos.

Los diferentes procesos de fabricación mediante polimerización son sencillos y económicos, pero a la contra generan emisiones de diversos tóxicos en la atmósfera, en algunos casos CFC's y HCFC's. También requieren de una gran cantidad de energía en su manufactura, aunque su repercusión en peso sobre el total de la edificación es prácticamente mínima debido a su baja densidad en general. El caso del PVC plantea serias reservas ecológicas ya ampliamente difundidas.

A favor hay que destacar las cualidades aislantes de muchos materiales plásticos y sintéticos (poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, etc.) que contribuyen muy eficazmente a la reducción del gasto energético a lo largo la vida útil del edificio. Igualmente podemos citar los diversos tipos de tuberías que garantizan una buena calidad sanitaria del suministro de agua (polietileno de alta densidad, polietileno reticulado, polibutileno, polipropileno, etc.), o tal vez sus características como material impermeabilizante (betunes poliméricos, EPDM, etc.) que colocan a los plásticos y elementos sintéticos en una posición destacada como salvaguarda de la durabilidad de los edificios.

## REFLEXIONES SOBRE ÁREA MATERIALES

### DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL

- Desconocimiento generalizado de las características energéticas y medioambientales de los materiales a emplear por parte de los técnicos y los usuarios, para poder elegir realizando una comparativa.
- Falta de legislación que obligue a los fabricantes a dar a conocer esta información a los usuarios.
- Falta de apoyo legal para fomentar e incentivar el uso de materiales sostenibles, respetuosos con el medio ambiente y de bajo consumo energético.
- Falta de información respecto al análisis del ciclo de vida de cada material (LCA).
- Falta de información respecto a la capacidad de reciclaje y/o reutilización de los RCD´s

### PROPUESTAS DE FUTURO

- Desarrollar legislación sobre la materia (información sobre los materiales a los usuarios), la obligatoriedad es la manera más eficaz de que se atienda esta demanda de información.
- Crear un fondo documental accesible a todos, con la información disponible hasta el momento, sobre materiales, energía y comportamiento medioambiental.
- Establecer unos parámetros mínimos en materia energética y medioambiental (emisiones, consumos, etc.) que deban cumplir todos los materiales que se empleen.
- Normativa respecto al LCA que implique a los fabricantes y suministradores.
- Normativa para el aprovechamiento integral de los RCD´s.

## REFLEXIONES DE CONSUMIDORES Y USUARIOS

Javier Pablo García Fernández.  
Organización de Consumidores y Usuarios

El artículo 47 de la Constitución española reconoce el derecho a una “vivienda digna y adecuada” para todos los españoles. Como otros muchos conceptos, este ha evolucionado con el paso del tiempo, gracias entre otras cosas, a los avances técnicos de la construcción. Hoy en día, una vivienda digna y adecuada debe contemplar criterios como calidad, seguridad y respeto medioambiental, entre otros.

Los consumidores, en definitiva tienen derecho a disfrutar de bienes en condiciones de calidad suficiente, más si cabe en cuestión de vivienda, cuya adquisición supone un importante esfuerzo económico para la gran mayoría de las familias.

Trataremos de exponer el punto de vista de una Organización de Consumidores sobre los temas de ahorro, eficiencia y energías renovables en el sector residencial.

Hace pocos meses se dio definitivamente luz verde al CTE, desde la OCU se le dio la bienvenida, si bien queda todavía un largo camino por andar con la efectiva aplicación del mismo y también por la necesidad de la aparición de nuevos documentos que se deberían haber aprobado ya; como es el caso del documento básico sobre el Ruido.

Igualmente desde nuestra Organización se abogó en algunos aspectos, por exigencias mayores como las que finalmente fueron aprobadas como es el caso del aislamiento de las viviendas.

### SITUACIÓN ACTUAL

Claramente para analizar la situación que actualmente existe en el parque residencial, tenemos que echar la mirada hacia atrás, ya que todo el parque que en la actualidad se está construyendo, así como aquel que ya está en uso, se ha realizado con normativas anteriores a las del CTE, que en muchos casos resultaban totalmente obsoletas.

Dado el gran volumen de obra que ha existido en estos últimos años, se ha perdido una ocasión muy grande de haber aplicado criterios que ahora se recogen en la normativa a todos estos edificios, lo que podría haber supuesto un incremento importante en el uso de energías renovables y una reducción del consumo de energía durante la toda la vida de estas edificaciones.

Sería imposible poder abordar todos los aspectos que tocan a la edificación, por lo que nos centraremos en algunos que han sido tratados desde nuestra Organización y que tienen una gran influencia, tanto en el gasto del consumidor, como en el medio ambiente.

#### Aislamientos

La Reglamentación que se ha estado y de hecho se está aplicando a todos los edificios, es realmente obsoleta; los aislamientos exigidos en muchos casos no son muy exigentes, lo que se traduce en un aumento de las necesidades energéticas de los edificios.

El consumo de calefacción supone aproximadamente un 48% del consumo energético en los hogares; con lo que el disponer de mejores aislamientos puede suponer un ahorro muy importante, tanto a nivel individual, como colectivo.

De estas instalaciones aproximadamente un 32% utilizan gas, un 30% electricidad y un 13,5% Derivados del Petróleo.

Como vemos en la mayor parte de los casos proceden de energías fósiles (Una gran parte de la producción eléctrica depende de las energías fósiles), que no son renovables, y de las cuales tenemos una gran dependencia exterior.

Si a esto añadimos los consumos debidos a la climatización durante las épocas de calor, cada vez mayores; vemos que se está derrochando mucha energía, que es cara de producir y en la mayor parte de los casos con altas repercusiones sobre el medio ambiente.

### Agua Caliente Sanitaria

Dentro del gasto energético de los hogares, la producción de Agua Caliente Sanitaria supone aproximadamente un 20% del consumo total; y de acuerdo a los datos de una encuesta realizada por la OCU, la energía utilizada para el calentamiento de agua era Gas Natural 45,6%, GLP: 21,2%: Gasoil: 9,1% y Electricidad 17,5%.

Quiere decir que prácticamente el 80% de los hogares usa energías fósiles para la producción de A.C.S.

En la actualidad el uso de Energía Solar como complemento al sistema de producción de A.C.S. existente en los edificios es bastante bajo; si bien en los últimos años, sobre todo desde algunos Ayuntamientos se ha apostado por el uso de este tipo de energía, promulgando ordenanzas solares que han hecho que se haya avanzado algo en este campo; de una suma importancia; esto quedará complementado por las nuevas exigencias que aparecen en el nuevo CTE; lo cual supone un punto importante en el uso de energía renovables.

### Iluminación

La iluminación supone aproximadamente un 7% del consumo energético en los hogares.

Según alguna encuesta realizada por la OCU, el uso de bombillas de bajo consumo era muy bajo, menos de un 50% de la población reconocía tener alguna bombilla de bajo consumo en su domicilio.

Vemos pues que es un punto importante a mejorar para conseguir mayores ahorros en la vida útil de un edificio.

Si a eso sumamos los malos diseños en sistemas de alumbrado y la no utilización de sistemas de ahorro existentes, la situación se agrava aún más.

## SITUACIÓN FUTURO PRÓXIMO

A pesar de que tal como hemos mencionado con anterioridad la mayor parte de las viviendas en construcción, y muchas de las que se construirán en algunos años se van a seguir construyendo con la normas existentes antes del CTE, es de suponer que poco a poco se irán acometiendo obras de acuerdo al nuevo CTE, con lo que esto tendrá una incidencia entre otras cosas en los aspectos que hemos mencionado con anterioridad.

### Aislamientos

Se determinan nuevas exigencias de aislamiento, más severas que en la actualidad y más acordes con respecto a las condiciones exteriores existentes. Si bien desde nuestra organización y grupos de trabajo en los que participa se abogó por condiciones de aislamiento aún mayores que los aprobados; sobre todo en lo que se refería a la fachada y los huecos acristalados.

Se tienen en cuenta tanto las condiciones de invierno como la condiciones de verano; lo cual resulta muy importante dada la climatología de nuestro país, y la cada vez más frecuente presencia de climatización en todo tipo de edificios.

Todo esto se traduce en un ahorro energético, durante la utilización del edificio; se contribuye pues a no aumentar nuestra dependencia de fuentes de energía exteriores y lógicamente si conseguimos reducir la demanda, conseguiremos reducir las emisiones de gases procedentes de la producción eléctrica.

### Agua Caliente Sanitaria

Se introduce un aspecto fundamental que es la utilización de la Energía Solar para producción de A.C.S.

No nos debemos olvidar que vivimos en un país que disfruta de muchas horas de sol, y que dicha energía es gratuita; es una paradoja que países con muchas menos horas de sol que España, como puede ser el caso de Alemania, Austria, hagan un uso mayor de este tipo de energía.

Esto significará un ahorro importante de la energía utilizada para la producción de Agua Caliente Sanitaria.

La contribución mínima, dependiendo de las zonas climáticas y de los tipos de fuentes utilizadas para el calentamiento del agua, será del 30% en el caso general y del 50% en el caso de efecto Joule; llegando hasta un 70 %.

Suponiendo una contribución solar del 50%, dependiendo del tipo de sistema de producción de A.C.S., podemos hablar de ahorros de 100 a 200 Euros/año, para una vivienda de 4 personas.

Esto supondrá claramente una reducción de las Emisiones de efecto invernadero, por la reducción de utilización de otros tipos de energía.

Supondrá una menor dependencia energética del exterior; hemos visto como casi el 80% de los hogares hace uso de una energía fósil para el calentamiento del agua.

### Iluminación

De acuerdo a la nueva reglamentación, se trata de hacer un uso mucho mayor de la luz natural, lo que se traduce en disponer de una mejor iluminación y además poder reducir los consumos asociados a la iluminación.

Es de destacar entre otras medidas, la del uso de sistemas automáticos de detección de presencia, temporizadores, etc.

Vemos pues que puede ser un punto importante de partida, para tratar de reducir el consumo por iluminación; sería igualmente deseable la utilización de luminarias de bajo consumo; sobre todo en las zonas comunes que forman parte del diseño de los edificios; y lógicamente el concienciar a la gente de la utilización de este tipo de lámparas con un consumo menor y una vida útil mucho mayor.

### SITUACION DE FUTURO

El análisis de la situación de futuro, la deberíamos mirar en un principio con cierta esperanza, pero tratando no sólo de ir mejorando aquellos aspectos que se han demostrado útiles, si no en ir introduciendo nuevos métodos, normativas y sobre todo educando al consumidor de lo importante que son determinados comportamientos y actuaciones en nuestro entorno.

Se deberían ir aplicando en la construcción todas estas medidas que hemos mencionado, y que teóricamente nos van a proporcionar un mayor ahorro en el uso de los edificios, y una utilización mayor de fuentes de energía renovables en los mismos.

Habría que intentar potenciar otros aspectos que aún están en ciernes y que pueden resultar muy interesantes, tales como:

#### Mejora del Rendimiento de las instalaciones térmicas

Este punto se ha de desarrollar en la Revisión del RITE, que esperamos vea la luz de una forma rápida.

Es un aspecto muy importante el poder mejorar los rendimientos de este tipo de instalaciones; como hemos dicho la calefacción y ahora también la climatización suponen casi el 50% del gasto energético de los edificios.

Conseguir de esta forma unos menores consumos en la climatización de los edificios, es pues un objetivo primordial.

Quizás sería un ejemplo a seguir lo que se ha realizado con la mejora de eficiencia en los electrodomésticos durante los últimos años, gracias a los sistemas de etiquetado, que

han obligado a los fabricantes a producir aparatos mucho más eficientes y con menores consumos; Si bien es preciso aclarar que no es un sistema perfecto, ya que tiene aún bastantes puntos débiles, ha supuesto un avance importante en la reducción del consumo; como ejemplo más evidente se podría mencionar el caso de los electrodomésticos de frío, donde se ha conseguido una mejora muy grande de su eficiencia y por lo tanto un reducción del consumo eléctrico.

### Calificación Energética de los Edificios

Tal y como hemos mencionado en el punto anterior, el etiquetado energético de electrodomésticos ha demostrado ser un buen sistema para la mejora de la eficiencia de los mismos; no perfecto, pero sí un primer paso.

Es pues importante también la utilización del sistema de Certificación energética de los edificios; esto puede ser en un futuro un buen argumento de venta para los promotores; ya que se traduce en un ahorro para el consumidor; si se consigue que el hecho de una vivienda que tenga mejor eficiencia energética sea más apetecible que otra con menos eficiencia; estaremos obligando a que se construya de una manera más eficiente.

### Utilización de Materiales sostenibles

Es muy importante que se potencie el uso de materiales de construcción que cumplan una serie de requisitos:

- Que sean energéticamente eficientes a la hora de su producción.
- Que sean energéticamente eficientes durante toda su vida útil.
- Que sean fáciles de reciclar al final de su vida.

La dificultad es como poder potenciar estos aspectos:

Una de ellos puede ser la vía de la normativa, de tal forma que sea obligatoria la utilización de materiales que cumplan una serie de requisitos.

Sería importante también el tema de la educación del consumidor; ya que si el consumidor tiene un mayor conocimiento de determinados aspectos relacionados con los materiales que se usan en sus viviendas, puede ser quien a través de sus exigencias haga que el uso de determinadas formas de construcción o de materiales constructivos se incremente.

Pero lógicamente debe ser también exigible a lo largo de toda la cadena de construcción una mayor información; ya que si no existe dicha información en la cadena no es posible el promocionar el uso de dichos materiales.

- Información del fabricante hacia el arquitecto, promotor, constructor; del material que está fabricando; características, energía en su fabricación, facilidad para su reciclado al final de la vida.
- Información del promotor hacia el usuario; ya que en la actualidad dicha información es prácticamente inexistente; si el usuario recibe una buena información, se traducirá en un mejor conocimiento de los componentes de la

vivienda y la posibilidad de poder exigir o elegir aquellas construcciones que se adecuen más a sus exigencias.

## CONCLUSIONES GENERALES

Es importante recoger la experiencia ya existente de promotores públicos o privados que hayan realizado viviendas con criterios de sostenibilidad ya que pueden aportar sus conocimientos al resto de los agentes para aprender de las buenas prácticas y no cometer los mismos errores. En ese sentido, se considera fundamental crear catálogos de ejemplos replicables y de malas prácticas para cada una de las áreas propuestas.

Otro aspecto fundamental es poner en claro los temas económicos de costes y sobrecostes al incorporar criterios de eficiencia energética y sostenibilidad a la edificación, teniendo en cuenta la experiencia ya realizada. La rentabilidad económica es un aspecto fundamental para que se impliquen todos los agentes de la construcción.

Por otro lado, la información a los ciudadanos es primordial para que puedan demandar mejores viviendas, más eficientes y menos consumidoras.

Contar con la participación de todos los agentes implicados (promotores, constructores, legisladores, técnicos,...) es fundamental para conseguir los objetivos pretendidos y proponer soluciones adecuadas a la realidad.

La rehabilitación energética de la edificación existente es fundamental para reducir el consumo de energía y es preciso que todas las Administraciones se conciencien en este aspecto.

## OTRAS APORTACIONES

Verónica Carramiñana Borque.  
Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible ENDESA S.A.

El transporte y la industria son los sectores principales, responsables del Cambio Climático; pero para conseguir cumplir objetivos establecidos tras periodo Kyoto, no debemos de dejar de lado y obviar el sector residencial.

En las últimas décadas, el progreso económico y cambios en el clima, que ya nos están afectando (veranos muy calurosos e inviernos extremadamente fríos), han hecho que las viviendas se vayan adaptando para hacernos más soportable el día a día. Esto ha hecho que, cada vez más, las viviendas dispongan de aire acondicionado, que en las empresas o edificios públicos se disponga de climatización y que la calefacción adicionalmente se use en mayor medida. En la mayor parte de los casos, y exceptuando nuevas construcciones, estas adaptaciones se hacen en edificios que a priori no están acondicionados, teniendo por tanto elevadas pérdidas de frío o calor respectivamente, y por tanto una baja eficiencia; y en muchos casos sistemas de calefacción (calderas) que están obsoletas.

Existen dos caminos para conseguir mejorar dicho problema:

1. Acondicionar los edificios existentes, mediante aislamientos oportunos, de tal manera que existan menos pérdidas y por lo tanto se consiga mayor eficiencia con el sistema de calor o frío usado, por lo que se requiera menor gasto energético (eléctrico o de combustible).
2. Hacer inversiones en nuevos sistemas de calefacción, usando calderas con mayor rendimiento y eficiencia y que impliquen una sustitución de combustible (de carbón o diésel, a gas natural) o instalar energías renovables para dicho efecto (paneles solares térmicos y/o celdas fotovoltaicas). Esto a su vez disminuirá el transporte de combustible (camiones que suministran el diésel a las distintas viviendas o el carbón) y, por lo tanto, disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por este transporte y disminución de contaminación ambiental y acústica.

Para conseguir avanzar en los dos caminos anteriores, es necesario que a nivel estatal se defina legalmente el modo de hacerlo, así como una serie de ayudas o subvenciones que permitan que progresivamente, nos vayamos adaptando a estos cambios. En esa línea existe alguna actuación como puede ser el reglamento de revisión y sustitución de calderas y los certificados de edificios y viviendas "verdes".

Adicionalmente, y con un enfoque independiente del anterior que está relacionado con la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, sería que se desarrollara la generación distribuida, es decir, generación eléctrica próxima a las zonas de consumo. Generalmente esta generación se realiza mediante energías renovables o sistemas de cogeneración y permite a su vez disminuir pérdidas debidas al transporte y distribución eléctrica, así como usar fuentes de energía limpia para el abastecimiento eléctrico de poblaciones.

Pero, debido al desarrollo actual y al crecimiento demográfico centralizado que ha experimentado España (ciudades super pobladas y núcleo rural cada vez más deshabitado), y a la no disponibilidad generalmente de los recursos renovables próximos

a estos núcleos de población; este desarrollo se hace complicado, y a día de hoy solamente práctico para núcleos de población pequeños.

## LA ARQUITECTURA Y LOS DEBATES DERIVADOS DE LA CRISIS GLOBAL

Luis Miquel.  
MQL arquitectura vivienda y medio ambiente

### CONCIENCIAS Y DIVERGENCIAS

A partir de Río/92 se ha producido un significativo avance en el convencimiento de que es necesario afrontar los gravísimos problemas que plantea el cambio climático. Aunque, bien mirado, el Protocolo de Kioto es una componenda política de escaso efecto real sobre los desastres que provoca en la biosfera la creciente emisión de gases invernadero, su entrada en vigor es un significativo paso adelante, sobre todo porque ha evidenciado la ignorancia, la estupidez, la irresponsabilidad y la maldad del Emperador. En otro orden de cosas la carestía del petróleo está contribuyendo a redondear la conciencia de los occidentales de que la toma de decisiones es muy urgente y de que va a afectar a nuestro modo de vida. Este estado de cosas está calando profundamente en nuestra sociedad y afecta ya, en mayor o menor grado, positiva o negativamente, a todos los agentes que operamos en el sector de la construcción, incluso a los arquitectos.

En este contexto global de evidencia del atolladero climático y energético en el que estamos sumidos, y de convencimiento de la urgente necesidad de tomar decisiones, aparecen posiciones científicas, técnicas, sociales, individuales y políticas, vinculadas, como es lógico, a intereses económicos encontrados, que están dando lugar a discusiones, polémicas y debates de todo tipo, en todos los campos del saber y de las actividades humanas. Entre los técnicos convencidos de que es ineluctable modificar la formulación de los objetivos y criterios de proyecto, los procedimientos de trabajo y los sistemas constructivos, nadie discute ya la necesidad de establecer nuevas metas y alterar las rutinas. Las discusiones aparecen a la hora de delinear las nuevas tácticas, los plazos y los términos concretos de los cambios, sobre su intensidad y su radicalidad. A la hora de la práctica (es decir, a la hora del proyecto), las divergencias teóricas sobre esos objetivos y criterios dan lugar a propuestas muy diferentes, incluso contradictorias. Parece que ha llegado la hora de exponer con claridad esas posiciones teóricas y someterlas a debate.

De las grandes controversias políticas, científicas y sociales que en la actualidad están en el candelero a nivel global, desarrollando aspectos parciales o complementarios, se derivará una serie de debates técnicos cuyos resultados, sin la menor duda, definirán muchas de las características de la arquitectura del futuro inmediato.

### 1 EL DEBATE SOBRE EL CHOQUE DE CIVILIZACIONES

En el debate sobre el verdadero **choque de civilizaciones** se enfrentarán los defensores a ultranza del derecho individual al derroche con los que anteponen el de la especie humana a la supervivencia. Todos los técnicos interesados en estas materias están de acuerdo en la necesidad de sustituir los combustibles fósiles por fuentes renovables. También existe acuerdo en que es muy urgente alcanzar ese objetivo. Sin embargo son patentes las divergencias en el "por qué", en el "cómo" y en el "cuándo" (plazos) llevar a cabo esa sustitución.

## El derecho individual al derroche

Las tendencias que podríamos llamar “desarrollistas”, dan por supuesto que lo que hay que resolver es la carestía de la fuente de energía única con la que contamos hoy día y que el exceso de emisión de gases de efecto invernadero puede atajarse sin grandes traumas socio-económicos. Se está terminando la era del petróleo, no conviene volver al carbón por su alta producción de bióxido de carbono, ni recurrir de nuevo a las nucleares (al menos mientras no se resuelvan las nefastas consecuencias que su explotación produce y no se avance en la vía de la fusión nuclear) y la solución más práctica y medioambientalmente sana es el recurso a las energías renovables mediante el desarrollo de tecnologías muy sofisticadas de gran envergadura. Los técnicos afectos a estas tendencias prescinden de cualquier consideración sobre la conveniencia de ahorrar energía, dan por supuesto que no debe frenarse el ritmo actual de crecimiento del consumo, desconocen el bioclimatismo y continúan creyendo, a pies juntillas, en los dogmas míticos del mecanicismo y en las bondades del desarrollo. Temen que lo que está en juego es la continuidad de nuestra forma de vida, de nuestra cultura de alto consumo energético. Piensan que si algo hay intocable en nuestra civilización es el derecho al consumo. Reducción, ahorro, moderación, medida, reutilización son términos que carecen de significado fuera del ámbito de las decisiones que afectan a cada individuo en particular, criterios que no son aplicables en el área de los intereses colectivos. La obligación de los poderes públicos es garantizar el derecho a la libertad individual de gastar energía, incluso de derrocharla.

## El derecho de la especie a la supervivencia

Las propuestas “sostenibles” consideran que el problema de fondo es que, si no se frena la escalada en la emisión de gases invernadero, está en juego la supervivencia de la especie humana y que precisamente lo que la pone en peligro no es tanto la “suciedad” o la “limpieza” de las fuentes de energía sino, sobre todo, el exceso de consumo.

## El trasfondo del debate

Es obvio que esta disparidad de fondo está presente en muchos otros aspectos políticos, sociales y económicos que hacen difícil un entendimiento entre dos mundos que cada vez divergen más y en más cosas. También lo es que la tendencia general de las costumbres de buena parte de los ciudadanos europeos y, sin duda, de los españoles es alinearse con las tesis yanquis y asumir de buen grado sus costumbres depilfarradoras. El debate general y el particular sobre estas cuestiones está teniendo lugar en cada capítulo de la política internacional y en los episodios de la vida cotidiana de cada quien. La información es escasa, la interesada desinformación poderosa y la necesidad grande.

## 2 EL DEBATE SOBRE LA PRIORIDAD: TECNOLOGÍA O BIOCLIMATISMO

En el debate sobre si debe otorgarse la **prioridad a la eficiencia o al ahorro energético** se discutirá sobre si las técnicas `activas` de protección del medio ambiente (tecnológicas) merecen mayor atención que las `pasivas` (bioclimáticas). Aunque existe el convencimiento general de que bioclimatismo y tecnología no son excluyentes sino complementarios, las dudas se presentan a la hora de priorizar una cosa sobre la otra.

Para los arquitectos recurrir a la tecnología es más fácil, prácticamente se reduce a un problema de cálculo y de integración de los mecanismos en la arquitectura, y tiene más prestigio social. El bioclimatismo es más complejo, exige conocimientos específicos, su integración en la arquitectura obliga a pensar a abandonar la rutina (análisis, detalles, ajuste de superficies,...). Para los promotores la tecnología vende más, sus costes son objetivos, no crea modelos que puedan desconcertar a una demanda con gustos estereotipados y se ajusta a su inercia de trabajo.

La administración pública está, de hecho, dando prioridad a la tecnología, como consecuencia de que es más fácil y cierto cuantificar los costes y rendimientos de los sistemas solares "activos" (paneles y mecanismos) que los de los "pasivos" (elementos de arquitectura bioclimática). Es lógico también que pese más la presión de los fabricantes de "nuevas tecnologías" que la del poco relevante, hasta la fecha, grupo de técnicos defensores del "bioclimatismo", a la hora de regular las ayudas económicas de fomento de la incorporación de unos u otros sistemas.

### **Tecnología y eficiencia energética**

A la tecnología compete, sobre todo, corregir las ineficiencias de los sistemas que utilizamos ahora, particularmente los de las infraestructuras e instalaciones: conseguir más (energía utilizable) con menos (energía de origen) y proponer nuevos sistemas. Asunto menos claro en el contexto actual de producción, mientras no se generalicen los criterios y los objetivos de una construcción decididamente medioambientalista, son la introducción de nuevos sistemas constructivos y la utilización de nuevos materiales.

(Ejemplo de ineficiencia actual: con las bombillas de incandescencia se pierde cerca del 95% de la energía que, en el proceso de transformación, distribución y uso, se degrada (entropía). A este derroche hay que añadir el hecho de que en la producción y transporte de la energía eléctrica se pierde el 66% de la energía contenida en la fuente. Habría que añadir la energía degradada en todo el proceso de producción y venta: trabajos de investigación, desarrollo, dirección, gestión, manipulación, burocracia, publicidad, etc. Al final del proceso resulta que para iluminarnos se aprovecha una ridícula parte de la energía (¿un 1%?), el resto se convierte en ruido, en sudor, broncas, malhumor, malas digestiones, calor inútil, desorden, mierda, es decir, en entropía. El futuro exige mucha mayor eficiencia: la técnica LED aplicada a las bombillas permitiría reducir las pérdidas al 10%).

La incorporación de nuevas técnicas que mejoren los rendimientos y los costes de nuestros edificios es ineluctable, pero concederle la prioridad en la solución de los problemas del medio ambiente puede dar lugar a que los partidarios a ultranza de la eficiencia y la tecnología acaben aceptando la instalación de una nueva generación de centrales nucleares bajo el argumento de que, de hecho, son muy eficientes y muy limpias.

### **Bioclimatismo y ahorro**

El bioclimatismo exige la participación del usuario o por lo menos su comprensión ante la presencia de sistemas y elementos constructivos y espaciales no habituales que pueden provocar su desconcierto, incluso su ira.

## Simbiosis

A la tecnología compete la mejora de la eficiencia, y al bioclimatismo la tarea de estimular, fomentar e incitar al ahorro.

### 3 EL DEBATE SOBRE LA RESPONSABILIDAD: USUARIOS O AUTOMATISMOS

El debate sobre la **responsabilidad en el control del uso de la energía** versará sobre si el protagonismo debe concederse al usuario o si se le debe suplantar por mecanismos automáticos.

#### Las dos actitudes extremas

La instalación de mecanismos automáticos en edificios de vivienda y de oficinas, para controlar el funcionamiento de las instalaciones de acondicionamiento del aire, impidiendo su manejo manual, implica una desconfianza radical en los ciudadanos y su subordinación a los dictados de los tecnócratas. El consumo se manifiesta con toda claridad como un apéndice de la producción.

("El Corte Inglés" ofrece sus servicios de decoración de la casa diciendo:

"USTED NO TIENE QUE HACER NADA: NOSOTROS LO HACEMOS TODO")

La instalación de mecanismos que exijan la participación directa de los usuarios, excluyendo los automatismos, implica el principio de autodeterminación responsable (Turner: "TODO EL PODER PARA EL USUARIO"), da prioridad al bioclimatismo sobre la tecnología y sitúa el máximo énfasis en la reducción del consumo de energía. El confort depende entonces de los vaivenes del microclima (sol y nubes, viento, etc.) y de la inteligencia en el manejo adecuado de los mecanismos. Es necesario molestarse un poco para no perjudicar al medio ambiente, la experiencia personal cambia con las estaciones y los días, y hace falta ponerse de acuerdo entre los miembros de la familia con los compañeros de trabajo o con los vecinos, y establecer reglas de convivencia. Mediante el manejo de los mecanismos, que debe responder a la percepción de las alteraciones naturales de la temperatura y la humedad en su propia piel, las personas pueden llegar a entender que, a pesar de todo lo que nuestra sociedad está haciendo para que vivamos artificialmente, la naturaleza y el tiempo existen.

#### ¿In medio stat virtus?

### 4 EL DEBATE SOBRE LA ACTITUD ÉTICA

La **actitud ética** centrará la discusión sobre la legitimidad moral de las arquitecturas monumentales y emblemáticas (públicas y privadas) que hoy día proliferan en todos los países del mundo. Se analizará críticamente su coste, su consumo energético, el origen de los materiales, las tecnologías y los sistemas constructivos utilizados, las características de la mano de obra directa o indirecta empleada, etc. y se valorarán sus consecuencias sociales, políticas y medioambientales.

### **Poder, arquitectura y esclavitud**

De los 6.500.000.000 de personas que habitamos en el planeta Tierra, un 15% vivimos mejor que nunca, al mismo tiempo que el 30% vive peor que nunca. Hay suficientes razones para pensar que los privilegiados lo somos a costa de la miseria de ese 30%. Por mucho que disimulemos son nuestros esclavos de hecho. Desde el paleolítico (con honrosas excepciones), en nuestra civilización, la opulencia de los menos se ha fundamentado en la penuria de los más y los poderosos se han pirriado por legar a la posteridad huellas imperecederas de su existencia. De las Pirámides de Egipto, el Coloso de Rodas, el Faro de Alejandría, la Gran Muralla China, etc., hemos pasado al Guggenheim de Bilbao, el Estadio Olímpico de Atenas, las derribadas Torres Gemelas de Manhattan y los últimos "rascacielos de firma" en Extremo Oriente. Los arquitectos al servicio del poder han cumplido siempre, con más o menos elegancia, con más o menos dignidad, y estilo, pero en todos los casos apaleando millones, su papel de mamporreros del egregio orgasmo que disfruta el magnate de turno cuando corta la cinta. Es interesante pensar que, en estas ostentaciones, el alarde técnico y estético fue mucho más significativo en el pasado que en la actualidad. El Poder era único y mágico, se mostraba con una arrogancia técnica formidable, sus exhibiciones adquirían una calidad divina, dejaban estupefacto al más pintado. Ahora hay un empacho de tecnología, nadie se queda con la boca abierta ante un coloso arquitectónico, que repiten formalismos y compiten en banalidades. Sus griteríos estructurales están al alcance de todos y envejecen pronto porque los recursos técnicos se desarrollan a toda velocidad. La grandeza es sólo una cuestión de precio. En busca de la excepcionalidad, los arquitectos "estrella" recurren al cacareo.

Antes y ahora, los sueños de inmortalidad de los príncipes se han construido sobre la esclavitud y con el capital que el sometimiento acumula. En el pasado los esclavos eran visibles y cotidianos, ahora están lejos y procuramos no relacionarlos con nuestra opulencia. Cuando se nos presentan masiva y catastróficamente, en emigraciones fraudulentas, sanguinarios actos de terror, hambrunas, epidemias, inundaciones y terremotos, disimulamos, negamos la evidencia para no sentirnos responsables. En cuanto al poder que paga, la situación es semejante sólo que ahora hay más faraones con nombre propio y algunos dioses que lo ocultan bajo siglas.

Juzgamos a los faraones y nos preguntamos si mereció la pena la muerte y el sufrimiento a cambio de los formidables símbolos del poder que son las pirámides (mi respuesta es que no). Las generaciones futuras nos juzgarán: ¿cuánto dolor cuesta extraer en la cantera de la India la piedra de la fachada del Baluarte y acarrearla? ¿qué lastres humanos arrastra el titanio del Guggenheim? ¿etc.?

La Grecia de Pericles fue, a mi juicio, una excepción a la regla de la vanidad y el derroche: todo en la Acrópolis tiene escala humana, incluso los dioses que se mantenían

a discreta distancia de los hombres porque, en un descuido, les podía ladrar un perro. Claro que precisamente fueron los griegos quienes inventaron la ética.

## **5 EL DEBATE SOBRE LA FORMA: LA EXPRESIÓN ARQUITECTÓNICA DE LOS DOS PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA**

La forma será también objeto de controversia. Se debatirá sobre las cualidades y categorías de una arquitectura estrictamente solar, basada en el Primer Principio de la Termodinámica y cuajada de eficientes tecnologías de captación energética versus una arquitectura neg-entrópica, de expresión bioclimática, que indague sobre el Segundo Principio e intente expresar la batalla diaria para hacer frente a las catástrofes que la entropía provoca. O quizás se discutan los resultados de una fecunda dialéctica entre ambas tendencias.

### **Apolo y Dionisio**

Una vez más se trata de escoger entre la luz de Apolo y las penumbras de Dionisio, entre evidencias y misterios, entre afirmaciones categóricas y dubitativos tanteos. O de exponer, discutir y establecer equivalencias, concordancias y sinergias, como se ha hecho, desde hace milenios, en la civilización mediterránea.

### **ANOTACIÓN FINAL: EL PODER VA GANANDO**

Para terminar añadiré que, en mi modesta opinión, el Poder nos manipula perversamente y fomenta la exigencia de altos niveles de confort con el fin de impulsar el consumo energético. Porque el Poder se alimenta de nuestro furor consumista. Ya nos ha inculcado en el alma la lógica de la imprescindibilidad del automóvil, ahora le toca el turno al aire acondicionado. En verano la exigencia "cultural" de frío artificial en nuestras viviendas y oficinas se alía con el calentamiento extra que conlleva el cambio climático y conduce inevitable, irremediable e irrenunciablemente a la instalación de aire acondicionado. La espiral de consumo se dispara.