

SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN EN CANARIAS

MANUAL DE DISEÑO

Edita:

Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

Departamento de Energías Renovables – Departamento de Servicios Institucionales en Industria y Energía

División de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Enero de 2011 (1^{era} edición)

Edición cofinanciada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

© Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

El copyright y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad del Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni la transmisión en alguna forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de reproducción, sin la autorización por escrito del titular del Copyright, salvo cuando se realice con fines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a los autores, el título de la obra y su carácter de libro divulgativo y gratuito.

ISBN: **978-84-693-9611-7**

Depósito Legal: **G.C. 64-2011**

Realización y diseño:

Daute Diseño, S.L.

Impreso en España. Papel ecológico



María del Mar Julios Reyes
Consejera de Empleo, Industria y Comercio
Presidenta del Instituto Tecnológico de Canarias

La mayoría de nuestras actividades cotidianas las realizamos en edificios, ya sea en nuestras viviendas o lugares de trabajo o en edificios de uso cultural, sanitario, etc. En cada uno de ellos debemos consumir energía para atender nuestras necesidades de iluminación, refrigeración, climatización, calefacción, etc.

Un edificio, independientemente de su tipología, supone la penúltima fase de una serie de actuaciones que van desde su concepción hasta su uso, quedando solamente la demolición y la recuperación del terreno o la construcción de un nuevo edificio como último escalón en su ciclo de vida. Durante este ciclo, la fase de utilización es la de mayor importancia debido a su duración, al consumo energético producido y a las emisiones de gases asociadas a este consumo. Este consumo energético variará dependiendo de las características constructivas del edificio, como la orientación, envolvente, aislamientos, etc.

De manera general, el número de nuevas edificaciones continúa aumentando, si bien recientes ajustes económicos globales han propiciado una disminución de esta tendencia. A pesar de que en los últimos años la normativa edificatoria nacional exige un mayor control de la demanda de energía en los edificios de nueva construcción, la mayoría de los edificios construidos en Canarias son anteriores a la entrada en vigor de esta normativa, con lo que los resultados, en forma de disminución de necesidades energéticas, se verán en unos años.

La optimización del consumo de energía de un edificio ha de basarse en unas determinadas premisas: su diseño debe permitir utilizar la menor cantidad de material constructivo y ha de seguir criterios bioclimáticos para aprovechar al máximo las condiciones climáticas de su ubicación, demandando menos energía de las instalaciones de agua caliente, climatización, iluminación, etc. Aún así, y dado que habrá que emplearlas, se hace necesario la incorporación de energías renovables que aprovechen las condiciones de sol y viento locales. Además, será ideal elegir el equipamiento más eficiente energéticamente y llevar a cabo medidas de ahorro en el manejo y uso de las mismas, con el objetivo de no malgastar energía alguna. Estas ideas responden al criterio básico de la sostenibilidad aplicada a la edificación.

Las primeras iniciativas sostenibles surgieron con la primera crisis del petróleo de los 70, pero a raíz del establecimiento del Protocolo de Kyoto en 1997, los objetivos medioambientales relacionados con la reducción de gases de efecto invernadero propiciaron la toma de decisiones en el campo de la reducción de la demanda de energía en la edificación. Con esta base, la Unión Europea elaboró una directiva (2002/91/CE) que certifica energéticamente los edificios y que se transpuso a cada uno de los estados miembros. En España, esta transposición ha dado lugar a la siguiente normativa aplicable a la edificación: el Código Técnico de la Edificación (CTE), la actualización del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y la Certificación Energética de Edificios (CEE).

Por otro lado, y según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC sobre el Cambio Climático (*Cambio Climático 2007: Las bases científicas y físicas*), publicado en febrero del mismo año, la causa principal del calentamiento del sistema climático son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico, asociados en su mayoría a la quema de combustibles de origen fósil.

Un nivel más ambicioso lo representa el documento **7224/1/07 Dos veces 20 para el 2020. El cambio climático, una oportunidad para Europa**, con el que la UE quiere reducir al menos en un 20% las emisiones de gases con efecto invernadero hasta 2020 en comparación con los niveles de 1990 y un 30% tomando el nivel actual para el mismo periodo; además, se plantea el objetivo obligatorio de llegar al 20% de energía renovable en 2020.

De toda esta energía renovable producida, parte se destinará directamente al consumo en los edificios. Así, en el sector edificatorio y anticipándose al objetivo del 2020, la UE tiene como meta para el 1 de enero de 2019 la construcción de edificios de energía cero, edificios que produzcan tanta energía como la que consuman. Esta energía provendrá directamente del aprovechamiento de las energías renovables del entorno (solar, eólica, geotérmica, etc.). Para los edificios existentes se prevé que se vayan alcanzando progresivamente incrementos en los porcentajes de producción renovable en 2015 y 2020.

Si analizamos nuestra situación energética, prácticamente toda la energía que consumimos en Canarias es de origen fósil y, al carecer de estos recursos, hemos de importar materias primas como el petróleo para satisfacer nuestras necesidades energéticas, lo que nos hace dependientes del exterior y vulnerables en caso de crisis. Pero las Islas Canarias disponen de otro tipo de recursos propios como el sol y el viento, que se pueden aprovechar con fines energéticos.

El sol y el viento son fuentes de energías renovables, no contaminan ni se agotan. Estas energías renovables, particularmente la solar y la eólica, han experimentado un interesante desarrollo tecnológico en el último cuarto de siglo y para muchos usos su viabilidad técnica y económica es ya incuestionable. Sin duda, el sector edificatorio presenta importantes mayores beneficios potenciales en cuanto a captación local y utilización masiva de estos recursos para distintos usos.

No se debe obviar tampoco la relación directa que existe en el Archipiélago canario entre territorio y medio ambiente: Canarias cuenta con unas características singulares, tanto morfológicas como naturales, que han supuesto que más de un 40% de superficie esté protegida. Un modelo de desarrollo más sostenible y duradero para las Islas debe fundamentarse en la defensa de estos conceptos.

El clima templado predominante en Canarias, con la presencia casi continua de los vientos alisios y a diferencia de otras zonas climáticas más extremas, propicia unas temperaturas medias confortables en las zonas de mayor concentración edificatoria y una excelente oportunidad para beneficiarnos doblemente de nuestro clima con unas edificaciones diseñadas bajo criterios sostenibles. Este concepto no es novedoso para nosotros: la arquitectura tradicional canaria es una muestra palpable de la adaptación de la edificación al clima.

La utilización de recursos para adaptarse al microclima local existente en su ubicación es patente: las estancias principales se orientan al abrigo de los vientos dominantes, los tejados permiten la evacuación rápida del agua de lluvia, se habilitan patios interiores para el refresco de la vivienda, ... sin duda, el conocimiento acumulado permitió la adecuación de las construcciones al entorno. Esta racionalización de la arquitectura se recupera en más proyectos, pero el aprovechamiento límite de las parcelas en zonas urbanas ha alejado el concepto de la sostenibilidad en la construcción más de lo que sería deseable.

Asimismo, el avance en el conocimiento exhaustivo del clima y la aplicación de técnicas constructivas y conceptos arquitectónicos, han hecho de la arquitectura sostenible un campo en el que la meteorología, la ingeniería y la arquitectura se unifican, dando paso a

la incursión de la I+D+i en el diseño y la construcción de edificios. Por otro lado, y a medio plazo, la implantación de lo que ahora denominamos nuevos conceptos energéticos como las pequeñas redes energéticas locales o la generación distribuida, tendrán presencia por defecto en las configuraciones de las próximas urbanizaciones energéticamente eficientes.

No debemos olvidarnos de la elevada presencia de la edificación especializada en el sector turístico, en el que el consumo de recursos energéticos redundará en la mejora de nuestro producto interior bruto, pero con una balanza que se desequilibra hacia un excesivo consumo de energía aún, con lo que el turismo es un sector fundamental en cualquier estrategia encaminada a maximizar el aprovechamiento de fuentes energéticas renovables y limpias en Canarias. En los establecimientos hoteleros, piezas clave de la industria turística, se debe centrar los esfuerzos dirigidos a optimizar la utilización de los recursos energéticos, rehabilitando la planta alojativa obsoleta y dotándolos de instalaciones de calidad y eficientes desde el punto de vista energético.

Canarias está dando grandes pasos en el desarrollo de estas ideas. Una experiencia reciente la supone la urbanización de 365 viviendas sostenibles del Plan Parcial Ciudad del Campo (Las Palmas de Gran Canaria), en la que se utilizaron soluciones sostenibles basadas en diseño bioclimático y uso de energías renovables. El estudio previo de las condiciones climatológicas de la zona ha permitido conseguir viviendas de alto grado de sostenibilidad mediante sistemas pasivos tanto en invierno como en verano. El proyecto fue abordado por VISO-CAN, S.A. (Viviendas Sociales e Infraestructuras de Canarias), con el asesoramiento del Instituto Tecnológico de Canarias, empresas públicas pertenecientes al Gobierno de Canarias, lo que consolida la apuesta autonómica por este concepto edificatorio.

A esta línea ascendente contribuirá este Manual de Diseño sobre la Sostenibilidad Energética en la Edificación, con aplicación directa en Canarias. Esta publicación ha supuesto un esfuerzo importante por parte del equipo redactor para crear un documento que sirva de referencia a los arquitectos, aparejadores e ingenieros en el objetivo de diseñar edificios energéticamente sostenibles: el diseño de los próximos proyectos edificatorios de nuestras Islas según sus contenidos contribuirá a la autosuficiencia energética del Archipiélago, una tarea apasionante y al mismo tiempo necesaria. Puesto que este objetivo es prioritario en una región como la nuestra, debemos expresar nuestro agradecimiento por la inestimable contribución del Instituto Tecnológico de Canarias, impulsor del proyecto, y de los arquitectos y profesionales colaboradores.

La consecución de los fines sostenibles se ha de abordar desde dos realidades con un elevado potencial en nuestro Archipiélago: las condiciones naturales nos proporcionan un excelente campo para lograr el máximo aprovechamiento de las energías renovables disponibles (sol y viento) y, por otro lado, una población consciente de la fragilidad de los recursos, con una experiencia ancestral en el uso y el ahorro del agua, lo que supone un bagaje previo que afronte el ahorro en el consumo de energía. Sin duda, Canarias es una zona privilegiada para edificar de manera que en lugar de utilizar energía para mejorar nuestro confort, utilicemos el clima para mejorar nuestro consumo de energía.

INTRODUCCIÓN

En un contexto energético en el que cualquier medida que suponga una optimización del consumo de energía tiene una elevada repercusión, una publicación sobre sostenibilidad energética es siempre una contribución que se hace al sistema global, lo que la convierte en una forma efectiva de luchar contra el cambio climático y el deterioro medioambiental.

Hace diez años confluyeron en una sola iniciativa las inquietudes del Instituto Tecnológico de Canarias, como entidad soporte de la I+D+i de Canarias en materia de energía, y las de arquitectos implicados y con años de experiencia en el diseño de edificios energéticamente sostenibles. De esa afinidad surgió la idea de avanzar en la adaptación de los contenidos bioclimáticos a la edificación en el Archipiélago canario, basándose sobre todo en el estudio pormenorizado del clima local como eje fundamental de este desarrollo. Ahora, varios años más tarde, con una sociedad cada vez más concienciada en el uso óptimo de la energía y con una normativa exigente sobre el consumo de energía en la edificación, se publica este Manual de Diseño sobre Sostenibilidad Energética en la Edificación.

El objetivo de este manual es comprometer a ingenieros, arquitectos, constructores, propietarios, etc. en el diseño y construcción de edificaciones energéticamente sostenibles, pero también posibilitar la rehabilitación de la edificación existente con los criterios mostrados. Esta información no sólo ha de manejarse por parte de los agentes implicados en esta fase, sino que debe hacerse extensiva entre los usuarios para que se exija, en sentido inverso, un cambio de actitud en las prácticas constructivas hacia la sostenibilidad energética. Esta arquitectura, que está lejos de pensarse como anecdótica y escasamente practicada, representa una oportunidad actual de diseñar para el futuro.

La arquitectura bioclimática se sostiene sobre unos principios definidos y demostrados de diseño, pero la base fundamental la ofrece la información climática del emplazamiento del edificio. Ante la inexistencia de metodologías de caracterización del clima en Canarias, se han formulado diferentes aproximaciones sobre la estructura del mismo, asumiendo generalizaciones y trazos gruesos (vertientes norte y sur, islas de mayor y menor relieve, etc.). Debido a esta escasa profundidad proporcionada por los datos meteorológicos primarios, la cartografía climática y las cartas bioclimáticas de Olgyay y Givoni presentadas en este Manual son de un gran valor, puesto que supone el grado más preciso de caracterización climática realizado hasta la fecha para el Archipiélago.

En este Manual no se ha perdido de vista el referente de la publicación **Arquitectura y Clima en Andalucía: Manual de Diseño**, editada en 1997 por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, y que supone el primer documento a nivel nacional que optimiza el vínculo entre la arquitectura y el medio natural a través del clima. El modelo expuesto es pionero en nuestro país, abordando con rigurosidad las condiciones climáticas en ciudades andaluzas. Estos planteamientos han permitido realizar este Manual, adaptado a las condiciones específicas de Canarias, con lo que desde estas líneas se quiere expresar especial gratitud hacia sus autores.

El Manual se ha estructurado en tres partes principales que, aunque se presentan de manera independiente, existe un sutil hilo conductor que las engarza: la búsqueda del confort térmico interior y de la habitabilidad a través de un consumo nulo, o en su defecto, eficiente de energía.

En la primera parte se trata la relación entre las condiciones climáticas, el tamaño de la población y las adaptaciones biológicas al medio a través de la adaptación cultural lograda de manera evolutiva. Así, y a medida que se solucionan determinados riesgos como especie (supervivencia), se establecen nexos entre la disponibilidad de recursos naturales (agricultura, caza, etc.) con las condiciones climáti-

cas. Estas últimas han supuesto en la actualidad, y tras la adaptación de la arquitectura al medio nuevamente, un control más riguroso de los recursos consumidos.

Esta primera parte también aborda las peculiaridades del clima en general y, en particular, del clima en Canarias. Tras situar las visiones convencionales sobre el clima (naturalista, analítica y ambientalista), se ofrecen las características generales y básicas del clima a diferentes escalas (macro, meso y micro). En esta parte también se establecen los condicionantes del confort térmico en el ser humano, necesarios para entenderlo como objetivo de la arquitectura bioclimática. Finalmente se muestran las condiciones climáticas de las Islas: se relacionan las características climáticas de cada isla, atribuibles a las particularidades de su perfil altitudinal y de la morfología de su planta y se proporcionan los valores de temperatura, humedades máximas y mínimas, de dirección y velocidad del viento y de radiación empleados para elaborar los climodiagramas de Olgay y de Givoni en estaciones representativas de cada una de las islas, que serán utilizados en el siguiente bloque.

La arquitectura bioclimática supone el eje de la segunda parte, en la que la relación entre arquitectura y clima da paso a las cartas bioclimáticas (Olgay y Givoni) de las zonas elegidas como representativas de las zonas climáticas de Canarias para realizar, como punto final, un análisis exhaustivo de las distintas estrategias que pueden ser utilizadas en Canarias, dependiendo de las características necesarias de la construcción que indica Givoni. Además, se aporta información sobre las singularidades del aislamiento térmico en su aplicación a las edificaciones locales y sobre la transmisión del calor en muros, forjados y huecos.

La tercera y última parte, muestra los sistemas activos de control climático. Las posibilidades que ofrecen estos sistemas se basan en la aplicación directa de las tecnologías existentes de aprovechamiento de las energías renovables, y en el ahorro y la eficiencia energética. Para el primer caso se aborda la utilización de la energía solar como productora de agua caliente sanitaria, calefacción o electricidad (fotovoltaica) y su integración en la edificación. En cuanto al ahorro y la eficiencia energética, se muestran las instalaciones y los sistemas en los que tiene cabida la eficiencia energética, mediante la sustitución de equipos con elevados consumos de energía por otros que realicen el mismo trabajo pero que utilicen mucha menos energía, o la enumeración de prácticas de ahorro de energía.

Como se ha indicado anteriormente, para que una edificación responda a parámetros sostenibles energéticamente se debe disponer de unos datos climatológicos lo más completos y exactos posibles. A la existencia de datos de estaciones meteorológicas estándar se han unido los datos del Mapa Solar y del Mapa del Recurso Eólico de Canarias, ambos publicados, y que constituyen un banco de datos de indudable valor que el Instituto Tecnológico de Canarias ha proporcionado y que pretende ampliar con nuevas estaciones, algo que redundará en datos fiables y excelentes resultados en su aplicación.

La exactitud alcanzada en la obtención de estos datos, no sólo permite que los proyectos logren una elevada adaptación a su entorno, sino que abre otra vía, la predicción energética, con la que se puede adaptar la producción eléctrica por parte del suministrador principal si a priori prevé el ascenso o descenso de la temperatura y la puesta en marcha de sistemas de aire acondicionado o calefacción en los edificios.

El Instituto Tecnológico de Canarias, por último, agradece a los técnicos responsables del proyecto su entrega y dedicación y a los arquitectos redactores de los contenidos su implicación en la creación de un Manual que se convertirá en referente para la edificación en Canarias durante la próxima década.

PRIMERA PARTE. CRISIS AMBIENTAL, CONFORT TÉRMICO Y DE LA EDIFICACIÓN EN CANARIAS

15

Autor: Juan Pedro de Nicolás Sevillano. *Doctor en Biología*

Colaboradores: Juan Julio Fernández Rodríguez. *Doctor Arquitecto*; Ana María Sánchez Quintana. *Doctora en Matemáticas*; Pedro Augusto Báez Díaz. *Técnico Superior Informática*; Argelio García Rodríguez. *Doctor en Biología*; Pedro Gilberto Cabrera Oliva. *Doctor en Biología*; Francisco Ferrer Ferrer. *Doctor en Biología*; Emilio Nieto Rocha. *Licenciado en Biología*; Antonio de los Santos Gómez. *Doctor en Biología*

BLOQUE I. CLIMA Y ARQUITECTURA

- | | |
|--|----|
| 1. Evolución cultural, desarrollo sostenible y ecoclimatología | 19 |
| 2. Clima y eficiencia energética de la edificación en Canarias | 33 |

BLOQUE II. INFORMACIÓN BIOCLIMÁTICA AMBIENTALISTA

- | | |
|--|-----|
| 3. Información climática ambientalista y confort térmico | 51 |
| 4. Islas occidentales | 77 |
| 5. Islas orientales | 111 |

BLOQUE III. INFORMACIÓN BIOCLIMÁTICA SISTÉMICA

- | | |
|---|-----|
| 6. Visión sistémica del clima y del confort térmico | 149 |
| 7. Características básicas del clima en Canarias | 165 |
| 8. Condiciones climáticas generales | 187 |
| 9. Condicionantes del confort térmico | 207 |

SEGUNDA PARTE. DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN CANARIAS

225

Autoras: Margarita de Luxán García de Diego, *Doctora Arquitecta*; Araceli Reymundo Izard, *Arquitecta*

Colaboradoras: María de la Cruz Bango Yanes, *Arquitecta Técnica*; Jackeline Hernández Tejera, *Arquitecta Técnica*; María Victoria Marzol, *Doctora en Geografía*

BLOQUE IV. CLIMA Y CONFORT TÉRMICO

10. Introducción	229
11. Consideraciones sobre el clima a tener en cuenta para los diseños urbano arquitectónico	233
12. El ser humano y el confort	249

BLOQUE V. CONFORT TÉRMICO Y DISEÑO

13. Cartas bioclimáticas de las zonas estudiadas	265
14. Estrategias de diseño	353

BLOQUE VI. REFLEXIONES SOBRE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS

15. El aislamiento térmico	397
16. Transmisión de calor en muros y forjados	401
17. Transmisión térmica en huecos	409

BLOQUE VII. CONCLUSIONES

18. Conclusiones	417
19. Bibliografía	419

Autores: Pilar Navarro Rivero, *Licenciada en Ciencias Físicas*; Ramón García Déniz, *Licenciado en Ciencias Físicas*

Colaboradores: Lidia Segura Acosta, *Ingeniera Industrial*; Águeda Santana Pérez, *Ingeniera Industrial*; Delia Cabrera Pérez, *Ingeniera Técnica Industrial*;

María Jesús Domínguez Hernández, *Ingeniera Técnica en Obras Públicas*; Salvador Suárez García, *Ingeniero Industrial*; Gonzalo Piernaveja Izquierdo, *Licenciado en Ciencias Físicas*.

BLOQUE VIII. SISTEMAS ACTIVOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

20. Introducción	427
21. Certificación energética de edificios	429
22. Energías renovables y arquitectura	433
23. Eficiencia energética en instalaciones consumidoras de energía	455

