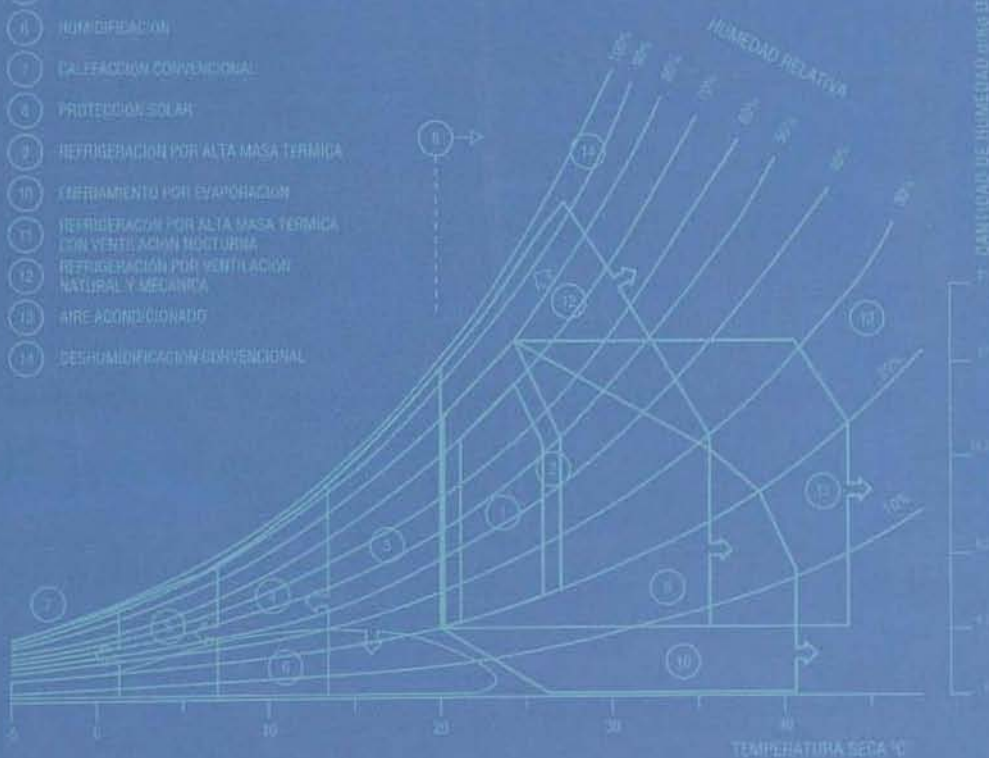


# Arquitectura y Clima

- 1 ZONA DE CONFORT
- 2 ZONA DE CONFORT PERMISIBLE
- 3 CALEFACCION POR GANANCIAS INTERNAS
- 4 CALEFACCION SOLAR PASIVA
- 5 CALEFACCION SOLAR ACTIVA
- 6 HUMIDIFICACION
- 7 CALEFACCION CONVENCIONAL
- 8 PROTECCION SOLAR
- 9 REFRIGERACION POR ALTA MASA TERMICA
- 10 ENFRIAMIENTO POR EVAPORACION
- 11 REFRIGERACION POR ALTA MASA TERMICA CON VENTILACION NOCTURNA
- 12 REFRIGERACION POR VENTILACION NATURAL Y MECANICA
- 13 AIRE ACONDICIONADO
- 14 DESHUMIDIFICACION CONVENCIONAL



en **Andalucía**  
**Manual de diseño**



ISBN: 84-8095-095-1



9 788480 950954



**JUNTA DE ANDALUCIA**  
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

# Arquitectura y Clima en Andalucía

## Manual de Diseño

ARQUITECTURA y clima en Andalucía: manual de diseño/Dirección General de Arquitectura y Vivienda; - Sevilla : Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1997.

232 p.: il. col.; 23 x 29

ISBN 84-8095-095-1

1. Arquitectura - Andalucía 2. Clima - Andalucía I. Andalucía Dirección General de Arquitectura y Vivienda III. Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes, ed.

Dirección y coordinación técnica  
por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda  
Juan Vázquez Gutiérrez (Servicio de Vivienda)

Coordinación de la edición  
por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda  
Luis González Tamarit  
Magdalena Torres Hidalgo  
Nicolás Ramírez Moreno

Fotografía  
Atín Aya, María M. de la Cruz, Espiral

Tratamiento de gráficos, diseño y maquetación  
Iris Gráfico Servicio Editorial S.L.

Fotomecánica  
Pentadós

Impresión  
Escandón

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Obras Públicas y Transportes

Coordina la edición: Secretaría General de Planificación, Departamento de Publicaciones

ISBN: 84-8095-095-1

Nº de Registro: JAOP/AV-005-97

Depósito Legal: SE-828/97

# Índice

<b>Introducción</b>	11
<b>Reflexiones sobre arquitectura y clima</b>	
<i>Jaime López de Asiain, Rafael González Sandino, José María Cabeza Lainez</i>	
Arquitectura, energía y medioambiente	15
Metodología del análisis bioclimático	21
El sol, en la arquitectura y el espacio urbano	25
La radiación solar como fuente de enfriamiento pasivo.	
Nuevas tendencias en la simulación arquitectónica	29
Diseño de arquitectura bioclimática: el nuevo método de simulación ambiental	33
Lucernarios en viviendas unifamiliares	39
<b>Criterios y datos básicos para el diseño de arquitectura bioclimática en Andalucía</b>	
<i>Margarita de Luxán García de Diego, Flavio Celis D'Amico, Fernando da Casa Martín, Ernesto Echeverría Valiente, Isidro de Villota Rocha</i>	
Consideraciones preliminares	45
El análisis bioclimático	
El clima	49
El hombre. Diagramas bioclimáticos	65
Parámetros bioclimáticos	71
Cartas bioclimáticas de 16 áreas de Andalucía	89
Estrategias de diseño y recomendaciones	
Carta bioclimática de Givoni	123
Aislamiento	159
Transmisión de calor en muros y forjados	163
Epílogo sobre los criterios adoptados	167
Datos y mapas climáticos de Andalucía	169
<b>Actuaciones de arquitectura bioclimática en Andalucía</b>	
20 viviendas en Arboleas. Almería	193
124 viviendas en Osuna. Sevilla	197
22 viviendas en Pozoblanco. Córdoba	201
16 viviendas en Sanlúcar de Barrameda. Cádiz	209
49 viviendas en San Pedro de Alcántara. Málaga	213
25 viviendas en Cúllar. Granada	221
Un edificio abierto: El Palenque, espacio multifuncional. Sevilla	225
<b>Bibliografía</b>	231

# Actuaciones de arquitectura bioclimática en Andalucía

20 viviendas en Arboleas. Almería

124 viviendas en Osuna. Sevilla

22 viviendas en Pozoblanco. Córdoba

16 viviendas en Sanlúcar de Barrameda. Cádiz

49 viviendas en San Pedro de Alcántara. Málaga

25 viviendas en Cúllar. Granada

Un edificio abierto: El Palenque, espacio multifuncional. Sevilla

## 49 viviendas en San Pedro de Alcántara. Málaga

*Promotor:* Consejería de Obras Públicas y Transportes.  
Dirección General de Arquitectura y Vivienda

*Equipo técnico*  
*Arquitectos:* Margarita de Luxán G. de Diego  
Flavio de Celis D'Amico

*Arq. técnicos:* Ernesto Echevarría Valiente  
Ricardo Tendero Caballero  
Rafael Gallardo Núñez

*Fecha del proyecto:* 1991

*Fecha de ejecución:* 1991-93



La realización de este edificio surge a partir de un Convenio entre la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía y la Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.

El propósito de la Consejería, dentro de la política general de la promoción pública de viviendas, es el de fomentar estudios y proyectos dirigidos a evaluar y promocionar técnicas y diseños acordes con los climas andaluces; en esta idea de identificar edificación y clima, se ha realizado la actuación denominada "Viviendas en Clima Mediterráneo en Andalucía", consistente en el estudio medioambiental de una parcela situada en el litoral mediterráneo, y el posterior proyecto y construcción de un edificio en el que se aprovecharan las especiales condiciones de estas situaciones.

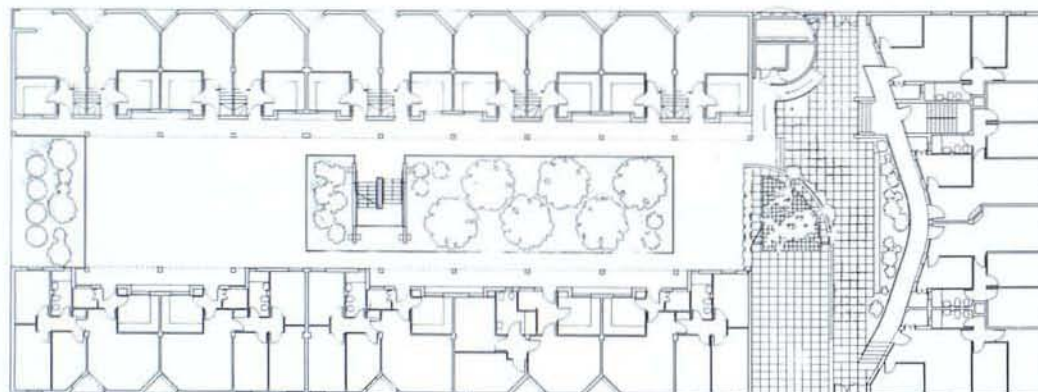
Este propósito se ha plasmado en la realización del proyecto y obra de 49 viviendas experimentales con la tipología de bloque en San Pedro de Alcántara, Málaga.

El trabajo ha sido realizado por el Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente (SAIMA) de la Escuela de Arquitectura de Madrid, en un equipo pluridisciplinar en el que

han participado arquitectos, profesionales en física, botánica y geología, y estudiantes de los cursos finales de Arquitectura.

La premisa para realizar este proyecto ha sido la consideración de que los edificios bioclimáticos o energéticamente conscientes, no son tanto el resultado de una aplicación de técnicas específicas, como del sostenimiento a una lógica, dirigida hacia la adecuación y utilización de las condiciones medioambientales, mantenida durante el proceso de planeamiento y diseño de la forma arquitectónica; sin perder para nada el resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc. presentes en la reconocida como buena arquitectura, incluyendo los aspectos económicos, siendo el presupuesto con el que se ha contado para su construcción el mismo que el del resto de las viviendas de Promoción Pública dentro de la Comunidad de Andalucía.

En este contexto, y aparte de tener que cumplir la normativa vigente sobre densidad y altura de la edificación, las viviendas experimentales de San Pedro de Alcántara están diseñadas tratando de sacar el mejor provecho de las capacidades del medio en los aspectos de: captación solar, refrigeración natural, variaciones estacionales, así como la especificidad en la elección de





los materiales y detalles constructivos, y en la creación y tratamiento vegetal de los espacios de uso al aire libre.

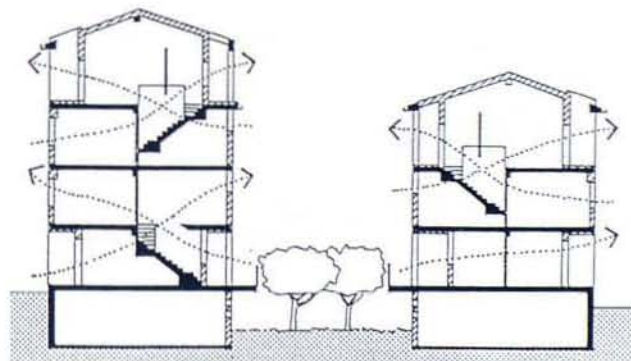
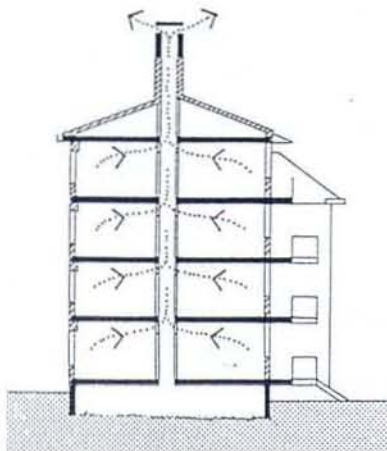
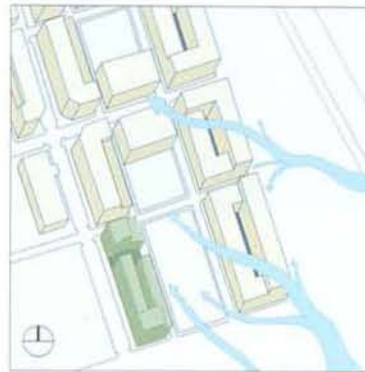
Los estudios climáticos indicaban la necesidad de distintos aprovechamientos estacionales, y fundamentalmente de refrigeración en verano. La volumetría general del conjunto se ha diseñado, por tanto, para aprovechar el régimen estacional de vientos y brisas. Los dominantes en la zona son los siguientes:

- Terral: proviene del N.O., del interior, de carácter seco y racheado, se alterna con el levante en régimen de brisas y vientos.
- Poniente: proviene del Atlántico, de carácter húmedo y templado.
- Levante: proviene de S.E.; de carácter húmedo y fresco se alterna con el terral en régimen de brisas dominando en las horas diurnas.
- Sur del Estrecho: proviene de Tarifa, produce temporales.

En la parcela, las sierras que cubren el frente norte obstruyen el paso del terral, elevándolo e impidiendo que el régimen de vientos y brisas resulte tan claro, y existen edificaciones que cortan el poniente, así pues, los vientos que actúan sobre la edificación son el sur en verano y el levante durante todo el año. Es la acción de este último viento, dominante en verano, la que se ha buscado para la refrigeración, adecuando la volumetría de la edificación para su aprovechamiento.

Todas las viviendas se desarrollan como mínimo con dos orientaciones opuestas en las fachadas, facilitando las ventilaciones cruzadas por diferencia de temperatura entre ellas. En las viviendas tipo duplex se incrementa el efecto con la ventilación que se establece entre los dos niveles.

El edificio se trata con soluciones de arquitectura solar pasiva, con captación directa a través de ventanas captoras. Ha





sido proyectado creando diversas condiciones, que permiten distintas propuestas de adecuación solar pasiva y afectan a varios tipos de vivienda en cada bloque: viviendas de dos dormitorios en una sola planta en el bloque norte, viviendas de tres dormitorios en dúplex en los bloques este y oeste, con porches y con galerías emparradas, que están en torno a un patio en el que se encuentran espacios abiertos comunicados, soleados y sombreados con varios tipos de tratamiento vegetal.

Efectuada una simulación del comportamiento energético (usando el programa computerizado S3-PAS) se puede anticipar que, en julio, cuando las condiciones de calor son más críticas, las viviendas captan un 58% menos de radiación solar que las equivalentes convencionales; esta mejora se consigue con materiales comunes y fundamentalmente por el tratamiento de la forma de la envolvente de la edificación.

El problema del máximo aprovechamiento de la superficie edificable, que dificulta usar muros de cerramiento gruesos de elevada inercia térmica, ha llevado a estudiar los suelos como elementos captadores acumuladores.

En orden a conseguir una mejor inercia térmica, han sido considerados 14 tipos distintos de composición de forjados, estudiando su comportamiento térmico, el factor económico (coste por m<sup>2</sup>), y el estructural-económico (evaluación de cargas sobre estructura portante y cimentación).

Se ha establecido una distinción entre elementos aislantes y elementos acumuladores del calor, situando los primeros en la piel del edificio: fachadas y cubiertas, y los segundos en el interior: forjados y pavimentos, escaleras interiores de hormigón y paredes de división entre viviendas.

Se han diseñado elementos específicos, nuevos, para este proyecto, como son unas chimeneas solares de refrigeración, que aspiran el aire caliente acumulado en la zona alta de las habitaciones y que se autorregulan estáticamente por su forma y orientación, para una acción de aspiración en los meses de mayor calor.

También se ha diseñado y fabricado un bloque aislante conjunto para dintel de la ventana y capitalizado de la persiana que abarata y simplifica la ejecución de estos elementos y elimina el cargadero sobre el hueco, minimizando los problemas de puentes térmicos entre ellos.

En el trabajo es interesante la metodología seguida, recogida en un amplio "anexo bioclimático", adjunto al Proyecto, que abarca desde el estudio de la situación medioambiental global y la justificación completa de la forma del conjunto edificado, hasta la elección pormenorizada y razonada de los materiales y el diseño específico de este campo de los elementos constructivos.

La investigación se ha dirigido de modo que pudiera realizarse con medios sumamente económicos y sencillos, para que las soluciones que aporta puedan incorporarse en las promociones de viviendas de promoción pública sin mayores costos que los habituales.

A continuación, y sobre unas secciones transversales esquemáticas, se comentan una serie de soluciones que están resueltas desde una óptica medioambiental, numeradas en orden a su situación en el plano, no a su importancia dentro del diseño:

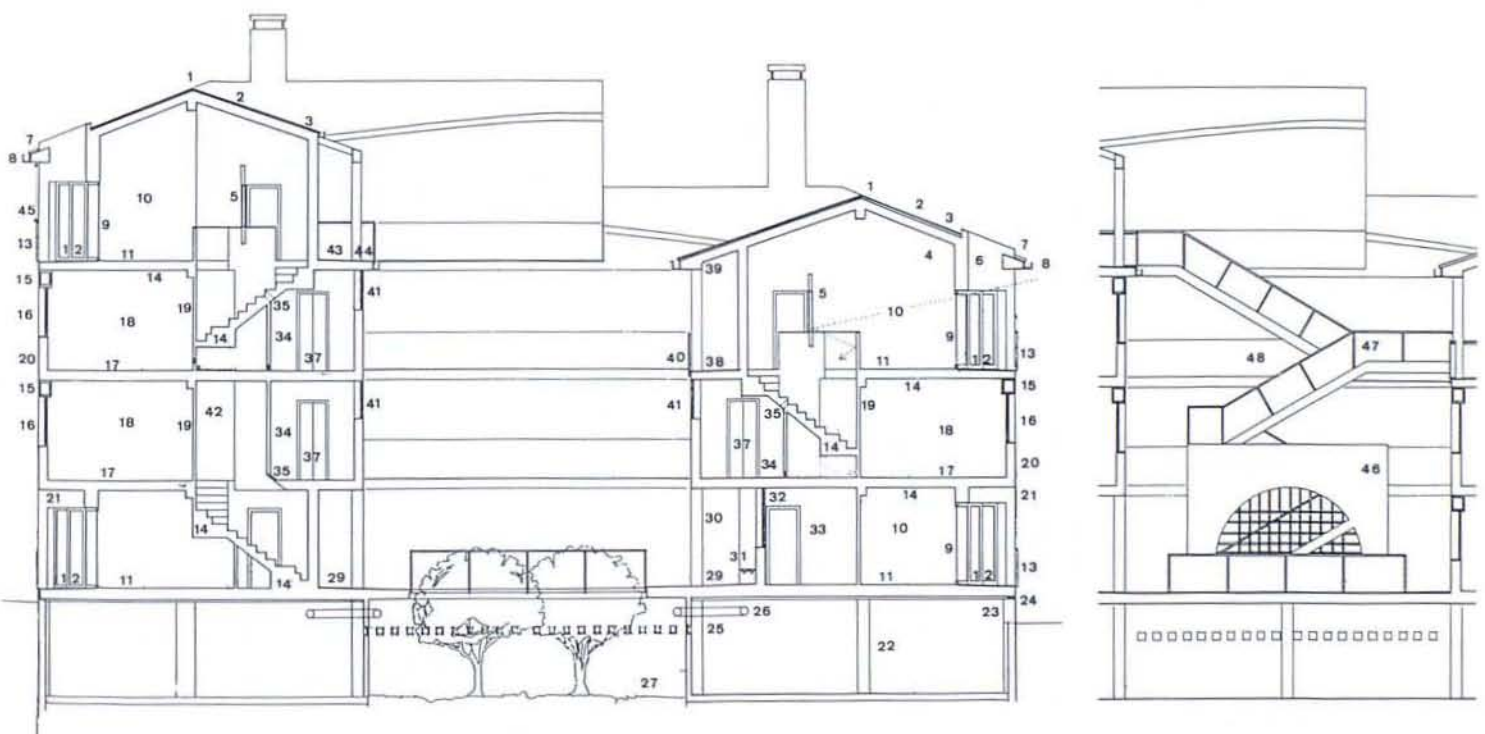
- 1 Dirección del solape de las tejas de cumbre en el sentido del viento dominante.
- 2 Elección de cubierta de teja de tipo mixta romana de hormigón, de piezas grandes y pesadas para evitar su movimiento con vientos fuertes. Las tejas son de tono claro, ya que en invierno el sol es rasante sobre los planos de cubierta y no llega a calentarlos, y en verano, con soleamiento vertical absorben menos calor, mitigando el recalentamiento de la cubierta; cabría irse a un tono casi blanco, para aumentar la reflexión, pero en este caso el hecho de que algunas viviendas tengan vistas sobre las cubiertas de otras, ha llevado a escoger un tono que evite el deslumbramiento en las viviendas altas, esto unido a la textura porosa del material matiza la reflexión de la luz.

- 3 El forjado de cubierta se resuelve con vigueta autoportante de hormigón y bovedilla de poliestireno expandido con aleta que recubre el ala inferior de las viguetas, evitando los puentes térmicos entre la estructura y los espacios interiores.
- 4 La ubicación de los cuartos de estar de los duplex en la planta superior, permite el aprovechamiento de la forma de la cubierta para tener mayor altura y volumen de aire del habitual, lo que mejora el confort en zonas cálidas; la intercomunicación de espacios amplía la posibilidad de creación de corrientes de ventilación y la sensación de amplitud en viviendas de superficie reducida.
- 5 El tabique colgado sobre la escalera impide la visión directa de la estancia desde el vestíbulo y la embocadura de la escalera, y permite el efecto de chimenea para ventilar la planta de dormitorios. Actúa además de difusor de la luz natural sobre el hueco de la escalera.
- 6 El muro de fachada se quiebra formando pequeñas terrazas descubiertas triangulares, buscando una mejor orientación hacia el sur para colocar la ventana captora en cada estancia, que además emboca mejor el aprovechamiento de las brisas del mar.
- 7 La cornisa, que es viga estructural plana, protege del soleamiento más vertical del estío, y da marcada continuidad a la imagen formal de conjunto de los bloques.
- 8 El canalón de chapa es grande, de sección horizontal; unido a la cornisa estructural es recto, sin quiebros en toda



su longitud, y aumenta el efecto de sombreado en verano sobre los huecos captadores y las fachadas.

- 9 Las ventanas más grandes, en las estancias, actúan como captoras; están acristaladas con Cimalit 4.6.4, que tiene una ganancia solar del 76%. Se ha realizado un estudio sobre la incidencia del soleamiento en cada uno de los tipos de hueco del conjunto.
- 10 El soleamiento directo que atraviesa la ventana captora en invierno, incide en la pared de división entre viviendas (que por cumplimiento de la normativa de aislamiento acústico debe tener una masa considerable) siendo esta pared, de 1/2 pie de ladrillo macizo, la de mayor inercia térmica y capacidad de acumulación dentro de la tabiquería interior del edificio.
- 11 El pavimento de las estancias, de terrazo oscuro, ayuda en la captación de energía solar en la zona de estancias en



- invierno, cuando recibe el soleamiento, y atenúa el exceso de luz por radiación difusa en verano.
- 12 El mismo terrazo oscuro en el exterior, en la terraza, evita el deslumbramiento cuando el sol es más vertical en verano y no atraviesa la ventana captora. La continuidad del pavimento con la de la estancia las suma visualmente.
  - 13 El antepecho de terraza, de chapa perforada, permite el paso de la brisa y la circulación del aire; por su inclinación diagonal respecto a la dirección del viento y su perforación, 50%, actúa como filtro para parte de la arena que a veces trae en suspensión el viento componente sur.
  - 14 La posibilidad de manejar elementos de marcada inercia térmica en el interior de la vivienda, específicamente en los forjados, se ha desarrollado como estudio comparativo; en este caso se ha escogido un forjado de canto elevado con bovedilla de hormigón y semivigueta con capa de compresión de hormigón.
  - 15 El problema de infiltraciones de aire y puentes térmicos en los capialzados, se ha salvado con el diseño especial de un "bloque aislante conjunto para capialzado y caja de persiana", que elimina el cargadero de fábrica.
  - 16 La normativa señala el uso de persianas en los dormitorios, se han escogido enrollables exteriores para evitar en verano el efecto invernadero en los huecos no captadores. La superficie es la mínima permitida, ya que la radiación difusa exterior da una iluminación suficiente durante todo el año.
  - 17 Los pavimentos en locales con ventanas no necesariamente captoras y menos soleadas, son de colores claros, para ayudar a la penetración de la luz natural hacia el fondo de las habitaciones.
  - 18 Las paredes, también claras, ayudan a la iluminación y sensación de espacio mayor en los dormitorios de dimensiones reducidas.
  - 19 En los dormitorios, la posición en paredes opuestas de ventana y puerta, permite la ventilación cruzada en las habitaciones, ayudada por el efecto de tiro de la escalera con las puertas abiertas si fuera necesario.
  - 20 El muro de cerramiento, para no consumir edificabilidad, es estrecho con enfoscado sobre 1/2 pie de ladrillo macizo, pero suficientemente aislado con poliestireno expandido y tabique de ladrillo hueco con yeso al interior. En este tipo de clima, la solución de cámara de aire vacía en el interior del muro produce condensaciones en algunos momentos del año; para poder evitarlas, las cámaras deberían de tener ventilaciones tan fuertes que llegarían a producir corrientes en su interior, lo que las minimizaría como aislantes térmicos.
  - 21 Las estancias en planta baja se abren a terrazas cubiertas con condiciones similares de orientación a las de la planta alta.
  - 22 El garaje se construye por exigencias normativas y actúa como cámara ventilada.
  - 23 El garaje tiene ventilación directa al exterior por la calle este, la de mejor orientación para ser barrida por las brisas diarias. Los huecos, sin carpintería, están protegidos con el mismo material de los antepechos de terraza.
  - 24 La posición de los huecos de las ventanas de las estancias de planta baja, retrasados respecto a los del garaje, las protege de la salida directa de los humos.
  - 25 Para minimizar el gasto energético en iluminación, el garaje tiene en el muro piezas de pavés fijas que permiten una iluminación natural uniformemente repartida desde los patios ajardinados.
  - 26 Por la adecuación al tipo de terreno, con problemas para una cimentación económica, todas las instalaciones posibles: saneamiento, redes eléctricas, iluminación de los espacios abiertos, agua, riego, etc., van colgados de la edificación.
  - 27 El movimiento de tierras es mínimo; se aprovechan los niveles naturales del terreno y el tipo de suelo en la capacidad de sus distintas capas.
  - 28 La vegetación, su posición, su porte, tipo de hoja, comportamiento estacional, color, olor, etc., se han estudiado con detalle para cada área del patio, según sus condiciones de soleamiento y distintas necesidades zonales.
  - 29 El acceso a las viviendas en planta baja se realiza por porches abiertos protegidos del sol en verano.
  - 30 El que todos los accesos y escaleras sean abiertos minimiza el gasto en iluminación aprovechando la luz diurna.
  - 31 En los porches y corredores de acceso a las viviendas hay bancos realizados con piezas autoportantes de soporte de cubiertas, de hormigón prefabricado, para aprovechar las buenas condiciones exteriores que se crean en el patio ajardinado en buena parte del año.
  - 32 Las ventanas de las cocinas están estudiadas para evacuar el aire caliente de la parte alta sin crear necesariamente corrientes a nivel del plano de trabajo ni en los fuegos de cocina.
  - 33 En las cocinas, puerta y ventana no están en paredes opuestas, sino contiguas, para eliminar corrientes.
  - 34 Se ha replanteado el modo de uso y las condiciones de los tendederos para el clima mediterráneo marítimo, en el que el grado de humedad puede ser notable. Transportar sin ascensor la ropa a azoteas tampoco parece cómodo. Se ha concluido situar el tendedero en cada vivienda, cerca del baño, considerando dos situaciones de los tendederos: en sombra o soleados.



- 35 En los dúplex los tendederos aprovechan el hueco bajo/sobre la escalera.
- 36 En los cuerpos A y B, los tendederos están la mayor parte del año en sombra; en estas ocasiones pueden tomar aire seco del interior de la vivienda.
- 37 Aprovechan la dotación de agua y saneamiento de los baños contiguos.
- 38 El acceso por el corredor de planta 2ª del bloque B está cubierto, de modo que el sol penetra hasta la fachada en invierno calentando ésta y el suelo del corredor, y no penetra en verano.
- 39 El vuelo de la cornisa al patio se comporta igual que la del exterior, y complementa la función expresada anteriormente.
- 40 El antepecho de chapa perforada en el mismo plano de la fachada, homogeneiza la radiación difusa en el patio, sin cortar la circulación del aire a través de ella, y unifica la composición del patio, protegiendo de vistas la parte baja del corredor.
- 41 En los locales húmedos: baños y tendederos, donde puede darse mayor problema de conservación de las carpinterías, se coloca carpintería de hormigón; como no son lugares de estancia continuada, y además no tienen problemas de recalentamiento por su situación, para conseguir mejor uso se colocan a haces exteriores del muro.
- 42 En la vivienda dúplex se pueden establecer corrientes de aire verticales forzadas por diferencia de presión y entre fachadas opuestas en sol y en sombra.
- 43 El corredor de acceso a planta 3ª del bloque A está descubierto, pero emparrado, el emparrado está compuesto por



las mismas viguetas del forjado de cubierta, eliminando las bovedillas y dejando solo las viguetas autoportantes hasta la viga de borde.

- 44 Para ampliar la superficie de estancia al aire libre se aprovecha el vuelo de la cornisa de 2ª planta, que marca la sección el patio, perceptivamente de proporciones cuadradas desde la planta de acceso.
- 45 Las ventanas captoras y terrazas en planta alta y orientación oeste, están protegidas por una celosía cuyas posiciones y particiones están especialmente diseñadas para adecuarse a las distintas condiciones climáticas a lo largo del año, a fin de reflejar hacia el interior el soleamiento o matizarlo.
- 46 Escalera, diseñada de modo que no impida la circulación del aire a su través. No llega a tocar el resto de la construcción en las plantas con dormitorios.

- 47 La escalera se desarrolla abierta y con elementos de poca inercia térmica.
- 48 Divide lo menos posible las condiciones climáticas de las distintas zonas del patio, permitiendo una homogeneización de las temperaturas del mismo.

Esta obra ha sido presentada en la Tercera Conferencia Europea sobre Arquitectura "*Solar Energy in Architecture and Urban Planning*" y publicada por la Comisión de la Comunidad Europea.

En la actualidad, y ya en uso, está siendo monitorizada por el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, dentro de los programas de Evaluación de edificios: Monitorización y Análisis Energético, como parte de proyectos I+D.

También forma parte de las obras de arquitectura recogidas por el Programa PASCOOL de la Unión Europea, programa de I+D de técnicas pasivas para el acondicionamiento térmico de edificios en condiciones de verano.