PREFABRICACION Y ELEVACION DE PLACAS DE HORMIGON ARMADO EN GRANDES CHIMENEAS INDUSTRIALES

(PRECASTING AND LIFTING OF REINFORCED CONCRETE SLABS IN TALL INDUSTRIAL CHIMNEYS)

José del Solar Bermejo,
Ingeniero de Caminos

(507-2)

RESUMEN

Las chimeneas proyectadas y construidas en los últimos años en España, se consideran de acuerdo al modelo de chimeneas con una cámara ventilada y accesible entre el conducto cerámico y el fuste de hormigón.

El conducto se construye normalmente por tramos. Cada tramo apoya en placas de hormigón armado soportadas por ménsulas del fuste.

Tradicionalmente estas placas de hormigón han sido construidas in situ con auxilio de una plataforma auxiliar suspendida de la coronación de la chimenea.

En el método desarrollado por Karman y Agromán, las placas son prefabricadas, una sobre otra, en el suelo de la chimenea y después son elevadas hasta su nivel definitivo apoyándolas en las ménsulas del fuste.

En este artículo se trata de describir nuestras experiencias en este campo, así como los resultados obtenidos con este método de construcción.

SUMMARY

The chimneys designed and constructed during the last years, in Spain, must be considered according to the model of chimneys with a ventilated and accessible air space between the brick lining and the concrete shaft.

The lining is independent of the shaft and normally is built in sections. Each brick lining section rest on reinforced concrete slabs supported by the shaft corbels.

Traditionally these concrete slabs have been concreted in situ and carried out by an auxiliary work platform suspended on the top of the chimney.

In the system developed by Karman and Agroman, the concrete slabs are prefabricated, one upon the other, on the floor of the chimney and afterwards lifted to the required level and placed on the shaft corbels.

In this article, we try to describe our experiences in this field, as well as the results of such chimneys construction by this system.

0. INTRODUCCION

En los últimos años las chimeneas diseñadas y construidas por nosotros en España responden al concepto de «chimeneas con cámara visitable ventilada». El conducto de gases se dispone en tramos apoyados en placas de hormigón armado, que transmiten las cargas al fuste mediante unas ménsulas hormigonadas en el mismo.

Tradicionalmente estas placas las hemos construido «in situ», mediante el empleo de una estructura metálica, soporte del encofrado, que en el caso de grandes chimeneas o chimeneas multitubulares, suele ser una estructura compleja y pesada. La elevación, disposición y manejo de esta cimbra a alturas elevadas es una labor lenta y difícil, que requiere una cuidadosa atención a las medidas de seguridad a adoptar.

Las placas hormigonadas «in situ» precisan un tiempo de espera para su desencofrado que, dependiendo de la rela-

ción de su peso propio a carga total a soportar, de las condiciones ambientales, y de la calidad del hormigón, podemos estimar en un valor medio de cinco días. Esto nos obliga, para no mantener parada la obra al no disponer de actividades paralelas, a tener al menos otro juego de cimbra con el consiguiente encarecimiento de la obra.

La construcción de estas placas «in situ» supone por término medio un 20 % del plazo de realización de la chimenea. La influencia de la mano de obra tiene una considerable importancia. Podemos estimar por término medio, contrastado en nuestras realizaciones, que suponiendo un valor 100 para la productividad de la mano de obra en la realización del fuste, este valor, para el caso de las placas, sólo alcanza entre un 50 y un 60 %.

Los factores anteriormente descritos, nos motivaron a buscar nuevas soluciones para la construcción de las placas que, sin variación en su función de soportar el refrac-

tario y transmitir su peso al fuste, nos permitiera reducir sensiblemente plazos de ejecución y costos.

1. SISTEMAS ANALIZADOS

En el análisis de los diversos métodos de construcción, no tradicionales para las placas, hemos evaluado tres sistemas:

- 1.1. Placas mixtas de acero y hormigón, formadas por un anillo de hormigón, apoyado en escuadras metálicas aligeradas.
- 1.2. Placas prefabricadas de hormigón armado a base de secciones moduladas que, situadas provisionalmente en su cota final, se ensamblan mediante hormigonado «in situ» de sus uniones.
- 1.3. Placas totalmente prefabricadas de hormigón armado, que posteriormente se elevan hasta su apoyo definitivo.

2. VENTAJAS E INCONVENIENTES

De los tres sistemas, el de placas prefabricadas presenta, en nuestra opinión, las mejores ventajas:

- Eliminación total de las cimbras al ser hormigonadas unas encima de otras con encofrados tradicionales.
- Supresión de tiempos muertos en desencofrados.
- Una vez elevadas y colocadas sobre sus apoyos, no es necesaria ninguna actuación posterior sobre las mismas.
- Rapidez de ejecución, con la posibilidad de elevar grupos de placas, incluso la totalidad de ellas, en una sola operación.

Frente a dichas ventajas tiene como inconvenientes:

- Prefabricación obligada en el interior de la chimenea. Esto supone que su ejecución necesariamente debe hacerse después del deslizamiento y desmontaje del encofrado deslizante.
- Para el izado de estas placas, debido a la importancia del peso de las mismas, es necesario la utilización de importantes medios de elevación.

3. PROBLEMAS DE CALCULO

Las placas prefabricadas requieren un diseño estructural más afinado que el de las placas «in situ». Esto, lógicamente, nos lleva a unas cuantías mayores de armadura. Las placas constituidas por elementos prefabricados, requieren dispositivos de estabilidad, frente al giro, alrededor del eje vertical de la chimenea que, en el caso de las

placas totalmente prefabricadas, no son necesarios debido a su propia rigidez.

El otro problema básico de cálculo que se plantea en estas placas, es el derivado de la reducción del número de apoyos en el fuste. Normalmente esto supone aumentar la sollicitación local sobre el fuste. Hemos solucionado este problema aumentando la distancia entre ejes de ménsulas y la anchura de las mismas, consiguiendo que la sollicitación sobre cada ménsula quede repartida en una mayor sección de fuste. La armadura de estas ménsulas es algo mayor que la de las tradicionales, requiriéndose igualmente unos refuerzos superiores en el fuste tanto en armaduras verticales como horizontales.

A modo de ejemplo diremos que en dos chimeneas similares, realizada una de ellas con placas totalmente prefabricadas y la otra con placas «in situ», las magnitudes comparativas son:

	Placas prefabricadas	Placas «in situ»
Altura chimenea (m).....	200	230
N.º de placas.....	8	9
Peso medio por placa (KN).....	270	700
Cuantía media por placa (KN/m³)...	2.100	1.200
N.º medio de ménsulas por placa...	6	20
Carga media sobre ménsula (KN)...	165	95
Carga máx. sobre ménsula (KN)...	260	122
Ancho de ménsulas (cm).....	100	50

4. PLACAS TOTALMENTE PREFABRICADAS

De los tres sistemas mencionados anteriormente, hemos estudiado en profundidad y aplicado posteriormente el tercero de ellos.

4.1. Cálculo y dimensionado

Nuestro primer objetivo ha sido lograr el diseño más ligero de las placas, encaminado al dimensionamiento óptimo de los medios de elevación.

Tomando como modelo el desarrollado para chimeneas de un solo conducto de evacuación de humos, el esquema estructural elegido ha sido el de una viga anular de pequeña anchura, que permita el correcto apoyo de la pared del revestimiento interno. De este anillo salen unos nervios que, en número variable, refieren las cargas a las correspondientes ménsulas en el fuste. Este esquema estructural, debido a la excentricidad del apoyo, origina

unos momentos de torsión importantes, tanto mayores cuanto más grande es el diámetro interno del fuste en relación al diámetro del conducto.

La sección del anillo se dimensiona de forma que no se superen los valores admisibles para la tensión tangencial del hormigón, que en la norma española EH 82 se define mediante la expresión:

$$V_d + K \frac{T_d}{b} \leq 6 F_{cv} \cdot b \cdot d$$

Donde:

V_d = cortante mayorado

T_d = momento torsor mayorado

K = coeficiente función de la relación altura/anchura de la sección

F_{cv} = resistencia virtual del hormigón a esfuerzo cortante

b = anchura de la sección

d = canto útil de la sección

Hemos logrado aligeramientos del orden del 40 % del peso de una placa tradicional, si bien los refuerzos de armaduras necesarios son mayores en las placas prefabricadas, del orden del 175 %. Como término medio, he-

mos conseguido disminuir en un 60 % el volumen de hormigón y en un 33 % la cantidad de acero.

4.2. Construcción y elevación

Dadas las características de este tipo de placas, su construcción ha de realizarse en el suelo, en el interior de la chimenea, y una encima de otra, pudiendo alcanzar el conjunto alturas importantes, en función del número de placas y su espesor.

La elevación de las placas se realiza mediante un conjunto de gatos hidráulicos de gran capacidad de carga, que trepan por hileras de barras roscadas de acero de alto límite elástico. Los gatos hidráulicos van montados sobre marcos metálicos especialmente diseñados.

El izado en sí es rápido y fácil, alcanzándose unas velocidades medias de 5 m/h.

La operación que lleva más tiempo es la del desmontaje y montaje de los equipos de izado. Esto hace que, si una elevación hasta la cota + 100 de una placa dura 2,5 días, el desmontaje y el montaje del equipo de izado en el siguiente grupo de placas o placa aislada tiene una duración de tres días. Esto nos ha llevado a desarrollar últimamente el izado de grupos de placas en una sola operación.

Las ménsulas pueden realizarse antes o después de la operación de izado. En el caso de ménsulas realizadas posteriormente, debe preverse un hormigón de muy alta resistencia inicial, que permita el apoyo de las placas en un plazo máximo de 24 ó 48 horas. En este caso existe una complicación adicional, al tener que realizarse la construcción de las ménsulas debajo de la placa suspendida. En el caso de ménsulas construidas previamente el principal problema que debe resolverse es el giro de la placa suspendida, hasta la coincidencia de los nervios con sus apoyos y descenso sobre los mismos. Este problema ha sido analizado y resuelto de varias formas en las diversas chimeneas en las que hemos elevado placas.

En primer lugar, desarrollamos los cálculos necesarios para comprobar los estados tensionales de las barras y verificar que el coeficiente de seguridad sobre el límite elástico alcanza valores satisfactorios. En este cálculo, los momentos debidos al peso propio de las barras cuando se deforman por efecto del giro, no se han considerado ya que producen unas tensiones adicionales que, en el peor de los casos, no superan los 4 N/mm².

5. OBTENCION DE LOS ESFUERZOS MAXIMOS EN LAS BARRAS DE IZADO

El cálculo se ha realizado en elasticidad no lineal, despreciando las deformaciones debidas a esfuerzo cortante.

Datos de partida:

d = Desplazamiento medido en arco de circunferencia, entre los extremos de la barra (mm).

D = Diámetro de la barra (mm).

A = Área de la barra (mm²).

N = Carga de la barra (N).

f_y = 880 N/mm².

L = Longitud barra (mm).

I = Momento de inercia de la barra (mm⁴).

E = 210.000 N/mm².

f = Tensión normal en la barra (N/mm²).

$$f = \frac{N}{A} + \frac{\bar{R} \cdot d}{I} \cdot \frac{D}{2}$$

Aplicamos las relaciones que figuran en las págs. 634 y 642 del libro «Cálculo Matricial de Estructuras» del Prof. Dr. Ing. José M.^a Sáez-Benito:

$$\bar{R} = s(1 + t) \frac{EI}{L^2}$$

Donde:

$$s = \frac{(1 - 2 \gamma \text{ch} 2\gamma) \gamma}{\text{th} \gamma - \gamma}, \quad t = \frac{2\gamma - \text{sh} 2\gamma}{\text{sh} 2\gamma - 2 \gamma \text{ch} 2\gamma},$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{NL^2}{4EI}}$$

Para valores de $\gamma \geq 20$, como es la mayoría de los casos prácticos,

$$s = \frac{\gamma(2\gamma - 1)}{\gamma - 1}, \quad 1 + t = \frac{2\gamma}{2\gamma - 1} \text{ y por tanto}$$

$$f = \frac{N}{A} + \frac{ED}{L^2} \cdot \frac{\gamma^2}{\gamma - 1} d$$

6. CASO REAL. CHIMENEA DE 200 m EN ASTURIAS

Datos de las barras:

$$D = 32 \text{ mm} \quad A = 804,2 \text{ mm}^2 \quad I = 51.470 \text{ mm}^4$$

a) Placa superior:

$$N = 40.000 \text{ N}, L = 22.000 \text{ mm}, d = 970 \text{ mm}$$

$$f = 49,7 + 0,308 \quad d = 348 \text{ N/mm}^2$$

b) Placa inferior:

$$N = 230.000 \text{ N}, L = 180.000 \text{ mm}, d = 540 \text{ mm}$$

$$f = 286 + 0,086 \quad d = 332 \text{ N/mm}^2$$

El mínimo coeficiente de seguridad frente al límite elástico durante el izado de las placas fue de 2,43 que correspondió al momento de girar las placas 2.^a y 3.^a suspendidas conjuntamente.

c) Placas 2.^a y 3.^a:

$$N = 240.000 \text{ N}, L = 158.000 \text{ mm}, d = 630 \text{ mm}$$

$$f = 298 + 0,100 \quad d = 361 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Coeficiente de seguridad} = \frac{880}{361} = 2,43$$

7. OBRAS REALIZADAS

7.1. Chimenea de Cristalería Española (Asturias, 1980)

Altura $H = 91 \text{ m}$ Un conducto $\varnothing = 3 \text{ m}$

El número de placas es de 5, todas ellas iguales entre sí. La tipología de la placa responde al esquema de anillo de 25 cm de anchura y 50 cm de canto con 12 nervios de 50×50 . El número de ménsulas de apoyo es de 12 por cada placa de 40 cm de anchura. El peso de cada placa es de 78 KN. La carga máxima que se transmite a cada ménsula es de 47,5 KN.

La elevación se realizó con el auxilio de un cabrestante P-80, de una carga máxima de 20 KN. Para poder elevar la placa se introdujeron 5 reenvíos que daban al cabrestante un poder de elevación de hasta 100 KN. Cada placa se suspendió, para el izado, de un tetraedro especial metálico, con seis puntos de cuelgue y una vez superado el nivel de apoyo definitivo se giraba un ángulo de 18° en el plano horizontal y se nivelaba sobre las ménsulas con auxilio de tornillos de nivelación.

La elevación se realizó placa a placa.

7.2. Chimenea Explosivos Río Tinto (Huelva, 1981-82)

Altura $H = 140 \text{ m}$ Un conducto $\varnothing = 3,5 \text{ m}$

El diámetro interior es variable. A la altura de 36 m es de 7,88 m y a los 114 de 5,50 m. El número de placas es de 4, todas diferentes. Son de forma anular, con tres parejas de nervios que apoyan sobre seis ménsulas en cada nivel. Las ménsulas son de 90 cm de anchura. La anchura de los anillos es de 50 cm en las dos placas superiores y de 65 cm en las dos inferiores. El canto es de 50 cm en las dos superiores y de 60 y 85 cm en las inferiores. El peso de las placas oscila de 90,8 KN, la menos pesada, a

299,5 KN, la más pesada. La carga máxima que se transmite a las ménsulas es de 296,7 KN.

La elevación se hizo mediante tres gatos hidráulicos de 678 KN de capacidad de elevación por gato. Estos gatos trepaban sobre hileras de barras roscadas de $\varnothing = 20$ mm de alto límite elástico, unidas con manguitos especiales y contratueras de seguridad. Los gatos se montaron en unos marcos de izado, anclados en las placas. Las barras estaban suspendidas de unas vigas metálicas apoyadas y aseguradas en la coronación de la chimenea. Una vez superado el nivel de apoyo de la placa, se giraba 35/50° en el plano horizontal.

La elevación se realizó placa a placa.

7.3. Chimenea Unelco, Jinamar, en las Palmas de Gran Canaria (1982)

Altura $H = 165$ m 3 conductos $\varnothing = 2,60$ m

El diámetro interior es variable, con un valor de 9,054 m en la cota +32,80 m y de 8,30 m en la cota +148,80 m. El número de placas es de seis, cuatro de ellas iguales y las otras dos algo mayores. La forma de la placa es triangular, con los vértices truncados circularmente. En el centro de las placas se practicó un agujero circular de 1 m de diámetro y simétricamente llevaban tres aberturas de 2,8 m de diámetro, para paso de los conductos de evacuación de humos.

Cada placa se apoya en el fuste sobre tres conjuntos de dos ménsulas cada uno. En total son seis ménsulas de 100 cm de anchura. El canto de las placas es de 50 cm en las cuatro superiores y de 60 y 90 cm, respectivamente, las dos inferiores. El peso de las placas es de 306 KN la menos pesada y de 466 KN la más pesada. La máxima carga transmitida a las ménsulas es de 330 KN.

La elevación se hizo mediante tres gatos hidráulicos de 678 KN de capacidad de elevación por gato. Estos gatos trepaban sobre hileras de barras roscadas de $\varnothing$ 20 mm, de alto límite elástico.

SECCION TRANSVERSAL DE LA PLACA

CHIMENEA PARA CRISTALERIA ESPAÑOLA. (ASTURIAS) 1980

H = 91 m.

Número de placas: 5

Peso por placa (KN): 78 cada una

Número de ménsulas : 12

Carga máxima sobre ménsula: 47,5 KN

Sistema de elevación

Mediante cabrestante
placa a placa

En este caso, las ménsulas de apoyo de las placas se hormigonaron inmediatamente después de la elevación de cada placa, con un hormigón especial de muy alta resistencia a las 24 horas, apoyando y nivelando la placa al cabo de dicho tiempo sobre sus ménsulas. No precisando el giro de las placas.

La elevación se realizó placa a placa.

7.4. Chimenea de Soto de Ribera (Asturias, 1983)

Altura H = 200 m 1 conducto $\varnothing$ = 5,18 m

Esta chimenea es de diámetro interior variable, a la cota +18 m el diámetro interior es de 12,72 m, y a la cota +175,5 m de 7,08 m. El número de placas es de ocho, tres de ellas iguales y las demás distintas, con notables diferencias. El tipo de placa es de anillo con tres pares de nervios. La anchura del anillo varía de 50 cm para las cinco superiores, y de 60 y 70 cm para las tres restantes. El canto del anillo es de 50 cm en las cuatro primeras y de 60, 70, 75 y 90 cm en las cuatro restantes. El número de ménsulas de apoyo es de 6 por cada nivel de una anchura de 100 cm. El peso de las placas varía de 117 KN la superior a 651 KN la inferior. La máxima carga que se transmite a las ménsulas es de 260,5 KN.

En este caso se subieron las placas por grupos, de acuerdo con la siguiente secuencia:

- 1.º Izado de las tres placas superiores (8.^a, 7.^a y 6.^a), con un peso total de 351 KN, hasta la cota +130,50 m.

A medida que subimos de nivel la sollicitación tensional sobre la barra, debido al giro, es mayor, pero la carga izada disminuye al ir situando placas en su

nivel. El punto crítico en esta operación es el giro de la 8.^a placa, con una tensión en la barra de 348 N/mm² y un coeficiente de seguridad de 2,53 al límite elástico.

- 2.º Izado de las placas 5.^a y 4.^a, con un peso total de 286 KN, hasta la cota +85,50 m.

Aquí el punto crítico fue en el giro de las placas 4.^a y 5.^a, con una tensión en la barra de 205 N/mm² y un coeficiente de seguridad al límite elástico de 4,30.

- 3.º Izado de las placas 3.^a y 2.^a, con un peso total de 684 KN, hasta la cota +40,50 m.

El punto crítico de esta operación y del conjunto de la operación de izado de todas las placas, corresponde al giro de las dos placas (3.^a y 2.^a), en que la tensión en las barras alcanza su máximo valor de 361

N/mm², con un coeficiente de seguridad a límite elástico de 2,43.

- 4.º Izado de la 1.^a placa, con un peso total de 651 KN.

En esta operación la máxima tensión sobre la barra es de 332 N/mm² y el coeficiente de seguridad a límite elástico es de 2,65.

La elevación se hizo mediante tres gatos hidráulicos de 678 KN de capacidad cada uno, que trepaban sobre hileras de barras roscadas de Ø 32 mm de alto límite elástico.

7.5. Chimenea Explosivos Río Tinto. F.C.C. (Huelva, 1983)

Altura H = 120 m 2 conductos Ø 1,40 y 0,83 m

El diámetro interior de la chimenea es variable, a la cota +24 m es de 6,45 m y a la cota +104 es de 5,05 m. El número de placas es de 6, dos de ellas iguales y las otras con pequeñas diferencias. El tipo de placa es rectangular, apoyada sobre 4 ménsulas de 90 cm de anchura. El canto de las placas es de 50 y 65 cm. El peso de las placas es de 109,2 KN la menos pesada y de 166,2 KN la más pesada. La máxima carga sobre las ménsulas es 175 KN.

El izado se realiza mediante tres gatos hidráulicos de 678 KN de capacidad de elevación. Estos gatos trepan sobre hileras de barras roscadas de Ø 32 mm, de alto límite elástico. Se realizó la elevación del conjunto de todas las placas.

Izado de las placas 6.ª, 5.ª, 4.ª, 3.ª, 2.ª y 1.ª, con un peso total de 750,2 KN hasta la cota +24 m.

El máximo giro fue de 21,5°. En el punto crítico, la máxima tensión sobre la barra fue de 348 N/mm², con un coeficiente de seguridad a límite elástico de 2,53.

8. CONCLUSIONES

Una vez analizadas las bases teóricas y las experiencias desarrolladas, es el momento de evaluar los resultados obtenidos.

Está claro que, a la hora de establecer un modelo matemático teórico para el coste de las placas y ménsulas de una chimenea, nos vemos con grandes dificultades debido a la variada tipología de las chimeneas. Así son variables importantes: la altura de la chimenea, el diámetro exterior e interior del fuste, el número de conductos cerámicos, la distancia entre placas y el perfil de la chimenea, etc. Esta cantidad de variables hace difícil sistematizar un estudio de costes que sirva para todos y cada uno de los casos.

De cualquier forma, y de acuerdo con nuestra experiencia, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- En la valoración del coste de ménsulas y placas de una chimenea, el factor mano de obra se reduce notablemente en el caso de placas prefabricadas. Hemos conseguido una reducción total del coste de la mano de obra, entre el 24 % y el 62 %.
- Otro factor del coste que se reduce apreciablemente es el de los materiales, alcanzándose en estos casos de un 10 % a un 36 % de disminución sobre el coste del sistema tradicional.
- El factor que incide negativamente en el coste de las placas prefabricadas es el referente a la maquinaria y medios auxiliares para la elevación. La inversión requerida en estos equipos es importante.

- El coste final para las ménsulas y placas, por el sistema de prefabricación y elevación, ha supuesto una disminución sobre el tradicional entre el 10 % y el 40 %, lo cual demuestra la validez del sistema.

La solución de placas prefabricadas e izadas posteriormente, la hemos llevado a la práctica, hasta ahora, únicamente en chimeneas que no superan los 200 m de altura. Según se desprende de nuestros ajustes estadísticos sobre los datos reales no parece ser éste ningún límite teórico. Sin embargo, en la realidad, al aumentar considerablemente la altura de una chimenea, y por tanto las dimensiones y pesos de las placas, se precisan inversiones en equipos de izado de mucha más capacidad de carga que los utilizados hasta ahora. Esto no nos permite extrapolar, para mayores alturas, en las curvas de regresión utilizadas.

En las curvas de regresión puede observarse un caso que se desvía sensiblemente de la norma. Corresponde este

punto a una chimenea de tres conductos interiores y 166 m de altura, en la que los costes por el procedimiento tradicional son muy superiores al standard y que, gracias a la prefabricación, hemos conseguido ajustar en términos más correctos.

En definitiva, esta tecnología la estamos aplicando con buenos resultados, en chimeneas cuyas alturas oscilen entre los 90 y 200 m.

Referencias

SAEZ-BENITO, J. M.ª: «Cálculo matricial de estructuras». Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Madrid.

BURGOS y DEL SOLAR: «Chimneys with precast reinforced concrete slabs». 5.º Congreso Internacional de Chimeneas. Essen, 1984.

☆☆☆

publicación del I.E.T.C.C.

Equipo de Ahorro de Energía en el edificio

Dirección y coordinación:
Arturo García Arroyo

M.ª José Escorihuela
José Luis Esteban
José Miguel Frutos
Manuel Olaya
Bernardo Torroja

selectividad en la aplicación de los sistemas y procedimientos pasivos dando origen a un ecumenismo arquitectónico solar, al margen de las condiciones climáticas y funcionales específicas de cada caso y lugar.

En este libro, utilizando criterios y metodología pedagógicos, se dan los fundamentos e instrumentos teórico-prácticos necesarios para el planteamiento de todo proyecto arquitectónico solar pasivo, de acuerdo con los principios éticos y económicos de conservación y ahorro de energía. Es decir: respeto de los presupuestos bioclimáticos, búsqueda de la máxima captación y acumulación de la radiación solar, y esmero en el aislamiento térmico de los cerramientos.

Un volumen encuadernado en cartulina ibiza plastificada, a cinco colores, de 16 x 23 cm, compuesto de 216 páginas, 217 figuras, 87 gráficos, 19 tablas y 10 cuadros.

Madrid, 1983. Precios: España 2.100 ptas.; 30 \$ USA.

Las dificultades de suministro y el alto coste de los productos energéticos convencionales han despertado la atención de los usuarios, técnicos e industriales de la edificación hacia los procedimientos y sistemas en que se basa el aprovechamiento de otras fuentes alternativas de energía, principalmente la solar. Esto ha generado un rápido desarrollo industrial y comercial que, en opinión de los autores de este libro, arrastran los siguientes defectos: un mimético tecnologismo respecto de los sistemas convencionales que violenta las peculiaridades de la energía solar (baja densidad y variabilidad en el tiempo), y una escasa