

Rehabilitación del pabellón Plaza de América de la exposición universal de 1992

JOSE MARÍA CABEZA LAÍNEZ

DR. ARQUITECTO

JAIME LÓPEZ DE ASIAIN Y MARTÍN

DR. ARQUITECTO

VICTOR L. MORENO JIMENEZ

DR. ARQUITECTO

Establecemos aquí una serie de consideraciones teóricas que sitúan nuestra obra en su adecuado contexto de universalidad y diferencia con el pensamiento de presente.

Hacia una sociedad postrágica I

El famoso diseñador de interiores Cornelius Gurlitt, abre su capítulo sobre las ventanas, en 1888, con unas notas apresuradas acerca de los más recientes desarrollos de las mismas, es decir, el incremento gradual del tamaño de las aberturas así como el de los propios paneles de vidrio: *“las últimas palabras de Johann Wolfgang Goethe antes de morir luz, más luz, han penetrado en nuestras moradas”*, aseguraba; poco tiempo después, esta afirmación venía a inspirar los avances de la arquitectura moderna del siglo veinte (figura 1).

Hoy en día somos conscientes de que el exceso de acristalamiento no comporta ninguna ventaja térmica o lumínica y sí considerables perjuicios que darán lugar a una notable necesidad de acondicionamiento (termo-iluminación, acústica). Este acondicionamiento, por su carácter artificial y mecánico, exige uniformidad para lograr un funcionamiento y unas condiciones adecuadas; luego, el resultado es la total homogeneidad de los espacios.

Paralelamente, se van a desarrollar sistemas de acondicionamiento de bajo coste (especialmente de iluminación artificial), con lo que se refuerza el primer objetivo de deslumbrar la oscuridad gótico-romántica y, a la vez, se consigue que la negación del medio y, paradójicamente, la dependencia del mismo sea ya casi total.

Como después señaló Luis Barragán, la mayor parte de las activida-

des modernas se realizan con excesiva iluminación (figura 2).

En el culmen de este proceso, no es extraño que Jean Paul Sartre, en una de sus piezas teatrales más importantes, **A puerta cerrada** (Huis Clos) nos presente el infierno como un lugar artificial, sin ventanas, provisto de luz eléctrica donde no hay regulación ni variación posible. Si en el principio fue la oscuridad en las estancias de los humanos, los humanos hicieron la luz, y siendo como dioses, ¡pensaron que duraría para siempre!

Ahora comprobamos con desazón la futilidad de tales sistemas débiles frente al tiempo y subsidiarios de vanas energías. Tal vez no exista mayor tragedia que la de esos glass-boxes remotamente pilotados por un exhausto acondicionador de clima interno y abandonados a su suerte en un lugar próximo al Ecuador o al Polo, como satélites de un planeta extinto desde el que nunca más partirán nuevos refuerzos. Eso mismo sucede en Chandigarh, la ciudad de los automóviles, en un país donde muchos no tienen ni siquiera una bicicleta.

Sobre este tema incide Tanizaki en su contemporánea pero, hasta hace poco, desconocida obra, **Admiración por la oscuridad** (figura 3). En ella nos recuerda cómo:

“...nuestra propia imaginación se mueve entre tinieblas negras como la laca, mientras que los occidentales atribuyen incluso a sus espectros la limpidez del cristal...” *“A nosotros nos gusta esa claridad tenue, hecha de luz exterior y de apariencia incierta, atrapada en la superficie de las paredes de color crepuscular y que conserva apenas un último resto de vida. Para nosotros, esa claridad sobre una pared, o más bien esa penumbra, vale por todos los adornos del mundo y su visión no nos cansa jamás ...”*



Figura 1

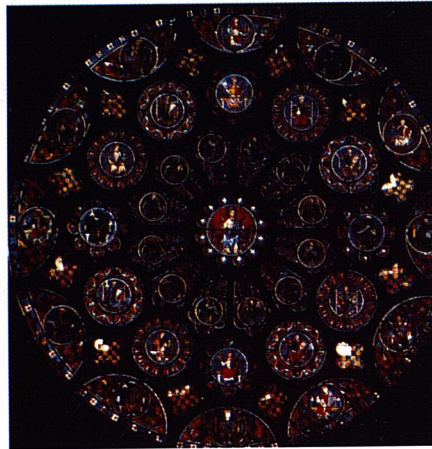


Figura 2



Figura 3

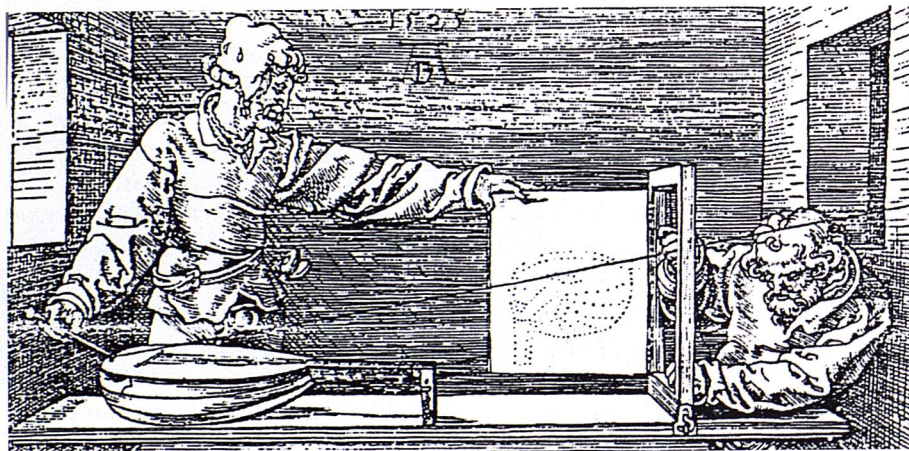


Figura 4



Figura 5

¿Qué se estaría postulando? Que el proceso de iluminación y en cierta medida lo ambiental no tienen sentido en sí mismos hasta que no interaccionan con las superficies de la arquitectura; modulando, rebotando y volviendo a ganar esa proximidad que Martin Heidegger había echado en falta. Es la propia forma arquitectónica la que determina la medida de los intercambios.

Para lograr esto, hemos producido herramientas de simulación, hemos continuado la línea de investigación abandonada por H. H. Higbie -quien tal vez no fue capaz de reconocer el potencial de su método- para definir un **nuevo método de factores de configuración** que se ba-

sa en el principio de reciprocidad de Helmholtz y posterior corolario de Lambert. Es, no obstante, emotivo deducir de la lectura de los escritos originales de Higbie, cuán cerca se hallaba de encontrar una solución y sin embargo cuán lejos de las aspiraciones arquitectónicas.

De ahora en adelante, entenderemos la arquitectura como un sistema de filtrado -en analogía acústica- que, respetando las componentes armónicas de un medio, neutralice los elementos disonantes hasta que estos vengan a reforzar la situación primaria.

¿Cuál es entonces el papel de ese filtrado? Su papel está en generar transformaciones que relacionan el campo ambiental exterior con el inte-

rior de escala humana. Mientras el campo exterior se considera infinitamente variable, el campo interior es relativamente constante porque sólo se admite el rango de variación definido por la psicofísica, y la función que hace pasar de uno a otro viene dada por la forma, por la propia Arquitectura.

El principio de invariancia consiste en que existirán múltiples arquitecturas ambientales, tantas como funciones de transformación respondan a los distintos tipos de condiciones ambientales exteriores, pero el campo interior, desde el punto de vista ambiental tenderá a ser unívoco.

Cuando interrogamos al futuro mediante la predicción y la simulación -última especie de inteligibilidad

humana-, buscamos tender un puente entre arquitectura y realidad virtual; reconocer cada uno de los puntos del espacio; recuperar la **proximidad** perdida oponiendo lo táctil a lo escenográfico, contrarrestando la tendencia a interpretar el medio ambiente exclusivamente en forma de perspectiva.

Como en el antiguo grabado de Durero estamos unidos por una polea con la realidad, ¿hacia dónde tiende el hilo de la polea? ¿Hacia el observador o hacia el objeto? Es indiferente (figura 4).

Se trata de abolir el lazo metafísico que Occidente no puede impedir establecer entre el alma y el cuerpo, la causa y el efecto, el agente y el actor, el Destino y el hombre. Dios y la criatura; si la manipulación no se esconde, ¿por qué, cómo se quiere hacer de ella algo divino? La marioneta no se sostiene por hilo alguno. Nada de hilo; por tanto, nada de metáfora, nada de Destino. Como la marioneta no imita ya a la criatura, el hombre tampoco es ya una marioneta entre las manos de la divinidad; el dentro no domina ya el fuera, al contrario, por primera vez en la Arquitectura, es el fuera quien rige sobre el dentro. La nueva cifra del alfabeto es **Daleth**: la puerta de lo cósmico, en busca de una arquitectura compasiva.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Al estudiar detenidamente el pliego de condiciones técnicas propuesto, especialmente en lo que se refiere al programa de necesidades y organización del edificio, se comprende de inmediato la clara definición y consecuente separación de actividades en esta Escuela de ingenieros, donde diversas especialidades y campos de la ingeniería han de desarrollarse y cuyo futuro no es difícil imaginar como el de un gran politécnico de la ingeniería (figura 5).

En consecuencia, se han agrupado, de un lado, las actividades de in-

vestigación y teórico-docentes y, de otro, la experimentación y la docencia práctica. Se entiende, además, que dicha separación no es ajena a la existencia de un edificio, Plaza de América, cuya capacidad y estructura organizativa no pueden incluir la totalidad del programa ni es adecuado para la implantación del conjunto de laboratorios y talleres necesarios.

Por todo ello, se considera conveniente y acertada dicha separación de actividades y estudiaremos ambas y sus edificios correspondientes independientemente aunque sin olvidar que deben constituir una unidad y que la proximidad y la fluidez de comunicación entre ambos es de la mayor importancia. De este tema concreto nos ocuparemos más adelante.

Edificio Principal

Concepto global organizativo

Para la organización de este edificio se han tenido en cuenta las más recientes experiencias docentes universitarias en las que los Departamentos han pasado a ocupar un papel relevante.

En consecuencia se proponen los siguientes puntos de partida:

1. Se establece una zonificación general que distinga con claridad el área de Departamentos, el área de Aulas y el área general de Servicios comunes y varios.

2. De acuerdo con los niveles de uso, cantidad de usuarios y frecuencias, se sitúan las Aulas Magnas, el acceso al Salón de Actos, el Salón de Grados y área I+D, la Cafetería, la Secretaria general y las Actividades de los Alumnos en planta baja, utilizando el gran vestíbulo de entrada principal como distribuidor general del edificio.

3. La Biblioteca y sala de estudio, que dada su creciente utilización por el alumnado se han convertido en el corazón de la Escuela se sitúan también en el centro del edificio pero en

FICHA TÉCNICA

En Noviembre de 1994 se convoca un concurso europeo abierto de proyecto y construcción de un conjunto de edificios para albergar las ingenierías que actualmente se desarrollan en la Universidad de Sevilla y algunas especialidades más que pudieran crearse en un futuro inmediato.

En realidad, al organizarse por el sistema departamental y prever la dotación de un amplio espacio para talleres y laboratorios, se trataba de lo que se entiende por un Politécnico, y se constituía en el primer conjunto universitario del futuro campus en la Cartuja de Sevilla.

Un punto clave de la propuesta consistía en la adaptación y aprovechamiento del edificio Plaza de América, construido para albergar durante la Exposición Universal de Sevilla de 1992 a los países latinoamericanos que no tuvieron pabellón propio, el cual podía ofrecer un máximo de 45.000 metros cuadrados.

El resto, unos 20.000 metros cuadrados, debería ser construido de nueva planta en una parcela contigua reservada para usos universitarios.

En Marzo de 1995 el concurso fue adjudicado al proyecto presentado por el Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente, en colaboración con las empresas Ferrovial y Abengoa, por un importe global de 3.811.000.000 ptas.

Según las declaraciones del jurado y el informe redactado por la Escuela Superior de Ingenieros, además de los valores arquitectónicos de la propuesta, uno de los factores principales de esta decisión consistió en el estudio bioclimático y energético que había generado el proyecto y que se presentaba muy detalladamente.

Igualmente, se consideraron de gran interés las técnicas constructivas y de acondicionamiento pasivo utilizadas.

Equipo de proyecto

Jaime López de Asiain y Martín

Manuel Laffarga Osteret

José María Cabeza Laínez

Pilar Alberich Sotomayor

Pablo Rico Pérez

Benito Sánchez-Montañés Macías

Javier López de Asiain y Martín



Figura 6.a



Figura 6.b



Figura 6.c

un segundo nivel, más discreto, para preservarlos de ruidos y de un tráfico intenso y ajeno, así como para facilitarles la mayor calidad de luz natural que, de este modo, recibe difundida de la bóveda cenital transformada en dos grandes conoides a la vez que, dada su transparencia, irradia esa luz al resto del espacio.

Hemos decidido situar junto a ella el Centro de Cálculo, que a nuestro entender reúne las mismas características que la biblioteca, de tal modo que ambos formen un conjunto clave para la actividad y carácter universitario de la Escuela.

4. La división natural entre docencia teórica y práctica, ya mencionada, y la necesidad de construir un edificio específico para laboratorios y talleres nos ha llevado a situar las aulas-laboratorio en dicho nuevo edificio, pues aunque podrían haber tenido cabida en el antiguo con un ajuste de dimensiones, hubieran constituido un obstáculo para la holgura necesaria de superficie de aulas teóricas y su posible crecimiento posterior.

5. El edificio Plaza de América posee una estructura de comunicaciones verticales y circulaciones horizontales muy operativa y flexible por lo que resulta adecuada para la organización de las actividades y zonificación correspondiente.

Por una parte, se reservan las cuatro escaleras y ascensores situados en las fachadas Norte y Sur para uso de los alumnos y público en general y las otras cuatro, situadas en las fachadas Este y Oeste, para el uso exclusivo de los departamentos. Por otra, la amplitud de los pasillos existentes que enlazan los núcleos de escaleras, garantizan las circulaciones horizontales en cada nivel, aunque en algunas zonas se hayan ocupado parcialmente para que no resulten excesivos.

6. La relación entre Departamentos y Aulas, es decir, entre profesores y alumnos, se establece en la horizontalidad de cada planta y es lo suficientemente flexible para que

cualquier organización docente pueda ajustar sus niveles de uso y las relaciones de profesores y cursos con las enseñanzas a impartir.

7. Como complemento de todo lo anterior se ha preferido organizar los Departamentos y las Aulas por bloques de conjuntos dentro del edificio de modo que no se produzcan intrusiones ni interferencias entre ambos, lo que ocurriría si la cubierta de un departamento fuera el suelo de un aula, así como de manera que algunos departamentos puedan ocupar más de una planta con comunicación inmediata.

Habitabilidad del Edificio

La lectura detenida de los requisitos operativos dados en el pliego de condiciones y las naturales consideraciones que la experiencia docente universitaria depara, han puesto de relieve la gran contradicción entre un edificio de carácter contenedor global como es el de Plaza de América, en el que todo el espacio interior se alimentaba y controlaba artificialmente, y las necesidades de luz natural, aire puro, vistas al exterior, soleamiento, etc., que el trabajo estable y la actividad prolongada de los profesores y alumnos exige, así como, en un segundo lugar pero no menos importante, los elevados costes de consumo y mantenimiento energético que dicha tipología edificatoria conlleva, lo que se comprobó y monitorizó durante su uso para la Exposición Universal del 92 y posteriormente antes de la rehabilitación.

Por ello, como premisa arquitectónica básica y condición previa para la adaptación del edificio hemos considerado necesario abrir espacios-patio (neopacios) en el mismo, tanto para los departamentos como para los bloques de aulas, de-construyendo para ello la estructura original. Complementariamente se modifican las fachadas, estableciendo una modulación de ventanas para el sistema de despachos y au-

las a implantar, con un porcentaje de apertura cercano al 90% para garantizar la relación con el espacio exterior, la luz, el soleamiento, la ventilación, etc. (figuras 6a, b y c).

De este modo el edificio se abre, se flexibiliza también en su contacto con el exterior y se normaliza en el intento de adaptación a las nuevas actividades y requerimientos. De todo este planteamiento se ha realizado un amplio estudio bioclimático que presentamos mas adelante.

Edificio de laboratorios y talleres

Como se indicaba al comienzo, la realidad impuesta por la existencia de un edificio previo y por la clara división de actividades propuesta en el pliego de condiciones exige la construcción de un edificio de nueva planta destinado al trabajo y a la docencia experimental

El carácter modular previsto y su configuración general parecen adecuados para esta tipología y no presenta dificultades de diseño. Sin embargo, conviene hacer aquí alguna consideración respecto a que, si bien los laboratorios y talleres pueden constituir un conjunto específico, no deben separarse física y topológicamente del resto de la Escuela pues la contigüidad y fluidez de comunicación entre todas las partes es fundamental para profesores y alumnos.

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

Conocida la situación constructiva y de exposición solar del edificio Plaza de América y con motivo de su adaptación para Escuela de Ingeniería, se pretendía conseguir en dicho edificio y en los laboratorios anexos de nueva planta una mejora de las condiciones ambientales mediante el diseño arquitectónico.

Ello redundaría necesariamente

Jaime Martínez Davison
Ana Gallego Benito
José Antonio López de Haro
Rafael Herrera Limones
Jaime Cabeza Laínez

Dirección de obra

Jaime López de Asiain y Martín
Manuel Laffarga Osteret
José María Cabeza Laínez
Javier López de Asiain y Martín
Jaime Martínez Davison
Gonzalo Cátedra

Ferrovial

Serafin Vazquez Maestre
José Vázquez Ruíz

Abengoa

Joaquín Sánchez Fernández

El edificio de Plaza de América ha sido terminado y entregado el 25 de Julio y el de laboratorios y talleres el 23 de Septiembre de 1997.

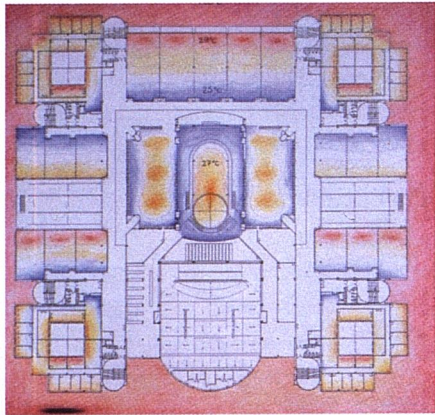


Figura 7

en un menor consumo energético anual (que ha pasado de 3 millones de frigorías/hora a 1,6 millones) y, por tanto, en disminución de un importante gasto fijo acumulado (reducciones en torno a 15 millones de ptas. anuales en consumo) a los que hay que sumar las reducciones en los cánones por potencia contratada. Pero, además, sería beneficioso para el confort de los usuarios y supondría una indudable ventaja en cuanto a las condiciones de trabajo.

Por otra parte, este tipo de actuaciones de carácter arquitectónico vienen a aportar soluciones desde el punto de vista edificatorio a los cada vez más acuciantes problemas medioambientales por lo que, mediante esta operación, lejos de introducir complicaciones en el proyecto, estamos garantizando sus claves de futuro y su validez frente al examen de las nuevas generaciones.

Para conseguir estos objetivos, hemos elaborado una selección de estrategias que a continuación desarrollamos.

Sistemas edificatorios

Iluminación natural

El problema dominante en el clima que nos ocupa es el exceso de calor que se produce en las edificaciones convencionales en el período com-

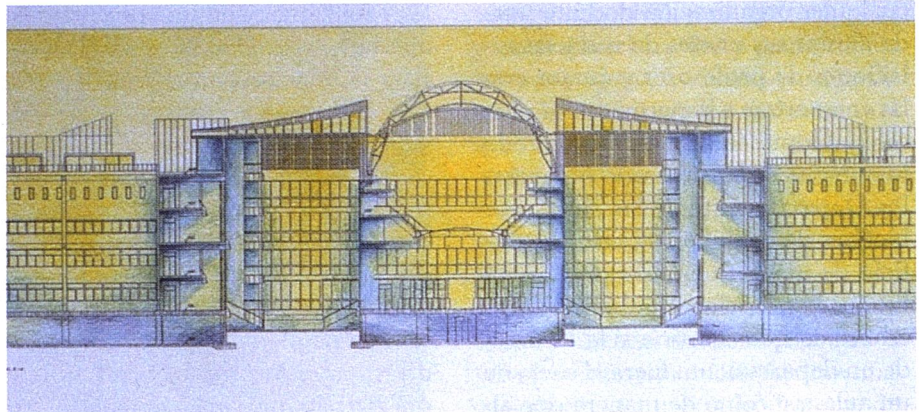


Figura 8

prendido entre Mayo y Septiembre con temperaturas superiores a los 40° C (frecuencia estadística mayor de 3) en gran parte de las zonas (figura 7).

Sin embargo, en los meses que van de Noviembre a Febrero aunque estadísticamente no se alcancen temperaturas inferiores a 0° C será preciso algún tipo de calentamiento para mantener las condiciones de confort idóneas a las que posteriormente nos referiremos. Experimentos realizados por SAMA demuestran que se puede conseguir este calentamiento en su mayoría por medios completamente naturales, que en lo sucesivo llamaremos Sistemas Pasivos.

Refiriéndonos ya al problema de partida, encontramos que, si bien teóricamente es posible eliminar toda entrada de calor en el edificio mediante cerramientos y cubiertas adecuados, en la práctica esto no sucede puesto que debemos contar con un cierto nivel de iluminación para realizar las actividades pertinentes; suponiendo entonces que el calor generado por los ocupantes y la maquinaria es bajo, nuestro principal objetivo está en alcanzar unos sistemas de iluminación óptimos que permitan la realización de tareas con un mínimo ingreso de energía calorífica en las edificaciones.

La fuente que presenta una mejor relación luz/calor (hasta 160 lm/watt) es con diferencia la luz natural y espe-

cialmente la iluminación debida al sol. Pensemos que la lámpara de descarga de vapor de mercurio más evolucionada, con un mal rendimiento de color, sólo alcanza los 80 lm/watt. Es por esto que debemos conseguir que la iluminación de los recintos que nos ocupan sea primordialmente de tipo solar y a la vez obtendremos considerables ventajas psicológicas y ecológicas (figura 8).

No obstante, este tipo de iluminación presenta dos inconvenientes a la hora de ser empleado, su direccionalidad y su altísima intensidad. Para evitarlos es necesario recurrir al diseño de sistemas de difusión; estos sistemas, aunque no deben eliminar totalmente las características antes apuntadas sí pueden reutilizarlas en nuestro beneficio (i.e. que sea posible apreciar la variedad de posiciones e intensidades del sol consiguiendo a la vez un ambiente luminoso suficientemente equilibrado y regular). La estrategia general será presentar geometrías en las que junto a las componentes más directas aparezcan otras de carácter reflejado, que puedan compensarse mutuamente (figura 9).

En el caso concreto del edificio que nos ocupa, si se mantuvieran las fachadas sin difusores actuales (especialmente la Sur y la Oeste), en invierno, aunque a un metro de la ventana la iluminación natural fuese aceptable (700 luxes), a cuatro me-

tros de la misma sería baja (120 luxes) y a partir de seis metros sería claramente insuficiente (60 luxes); teniendo en cuenta las grandes dimensiones de las salas que estamos tratando, los valores anteriores revelan que sólo un 10% del espacio considerado tendría alguna garantía de ser iluminado de forma natural, pero además este 10% no sería totalmente utilizable por concentrarse junto a los acristalamientos con los inevitables problemas térmicos y de distribución que ello implica.

En verano, de no existir control solar, los valores aumentarían pero lo harían de forma desproporcionada, porque a un metro podríamos tener valores superiores a los 5.000 luxes y a seis metros de 500 luxes, lo que tampoco es una situación de confort pues se provocarían calentamientos y deslumbramientos por contraste que darían lugar o, a reajuste estacional de la distribución o, más probablemente, a suspensión de la fuente y cambio por una artificial con lo que no existe ahorro energético. En la zona norte en cambio se mantendrían los bajos valores de invierno que ya hemos visto que son insuficientes.

Mediante la introducción del control solar en forma de lamas o grandes parasoles reflectantes, disminuimos la intensidad en las zonas próximas a la ventana y la aumentamos por reflexión cenital en las zonas posteriores, y al mismo tiempo se está evitando el deslumbramiento y el sobrecalentamiento. Según nuestros cálculos, con los sistemas empleados, un 80% de los espacios tendría garantizada la iluminación natural satisfactoria, lo que supone un importante ahorro en refrigeración, calefacción y alumbrado artificial.

En las aulas, como puede observarse en gráficos adjuntos obtenidos por ordenador mediante el sistema de transferencia de flujos definido como nuevo método de factores de configuración, la iluminación natural

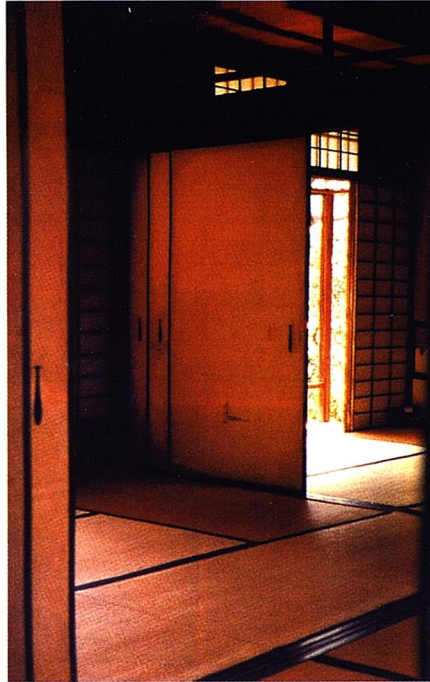


Figura 9

varía gradualmente desde los 1800 a los 800 luxes a lo largo de distancias de hasta veinte metros, lo cual supone una iluminación casi constante impensable con sistemas convencionales, cuya profundidad efectiva máxima es de 5 metros.

La carga de refrigeración subsiguiente debida al intercambio radiante es tan baja como 10 W/m^2 , es decir que la reducción de carga es del 85% (figuras 10, 11 y 12).

Otros sistemas que SAMA ha empleado con éxito para mejorar la iluminación natural son los monitores orientados al Sur (cuya tipología puede recordar a los dientes de sierra con la diferencia de que éstos se encontraban erróneamente orientados al Norte, (ver S.G. Ramaswamy). Para utilizarlos debe disponerse, lógicamente de la cubierta del edificio, pero si se quiere prolongar su efecto en otras plantas inferiores, han de conectarse con patios ventilados dando así lugar a lo que se ha llamado **atrio mediterráneo**, que con dimensiones adecuadas se convierte en un verdadero espacio lúdico interior.

ORFEOS Y PLÉYADES. LA BIBLIOTECA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A manera de epílogo abierto, establecemos aquí alguna de las intenciones de diseño de este espacio.

La reducción de la luz

Varias metáforas subyacen en nuestro concepto de diseño, van desde el sentido literal hasta el oculto o durmiente. En primer lugar está el sistema constructivo adoptado para los monitores conoidales. Se trata de un sistema de tubos de acero que, debido a esta particular geometría, parecen abrirse en la parte de la abertura donde se encuentra una cantidad más significativa de luz, mientras que, en la parte posterior del claristorio, con menos radiación disponible, el espacio entre los tubos disminuye como para expresar el modo en que una estructura vegetal o una flor se cierra bajo la penumbra. La analogía es que con este diseño se intenta una reducción de la luz excesiva, de forma que se trata de una reacción ante el abuso de superficies acristaladas en la arquitectura moderna.

La pérdida del centro

Existen también asunciones relacionadas con la geometría de la cubierta. Estas suposiciones aparecen cuando tratamos de comparar las bóvedas proyectadas con las cúpulas tradicionales de bibliotecas históricas como la de Labrouste en París o en general las cúpulas de los edificios de la antigüedad. En los edificios del pasado, la bóveda se disponía de modo centrado para simbolizar el dominio de los humanos sobre el centro o, en otras palabras, una concepción antropocéntrica del espacio. En las afirmaciones de Sigfried Giedion esto representaría la segunda categoría de la concepción espacial, el edificio se vuelca sobre su espacio interior evitando el contacto con el impredecible e incontrolado medio ambiente.

Por el contrario y, a pesar de que aún se reconoce una concepción central en la palillería de los arcos preexistentes, en los tímpanos de la antigua bóveda de cañón, esa concepción ya no aparece en el diseño de los monitores conoidales.

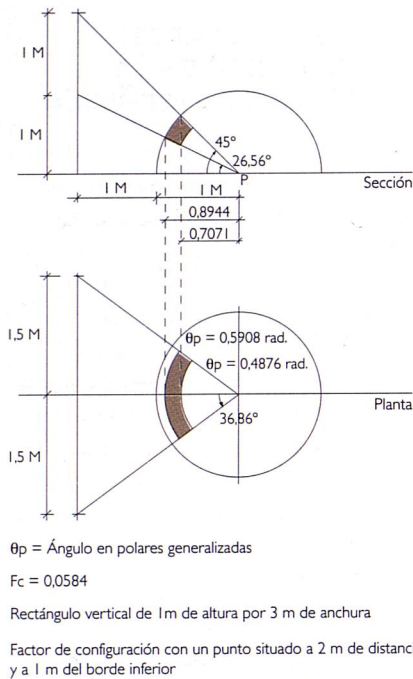


Figura 10

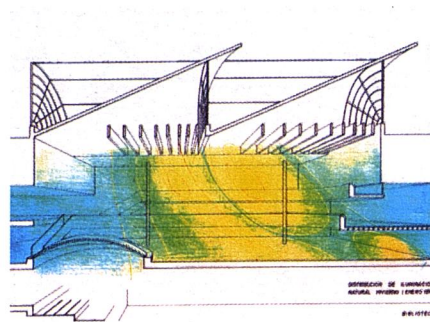


Figura 11

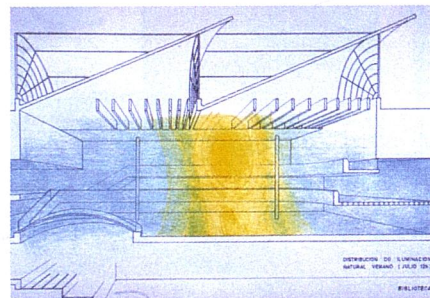


Figura 12

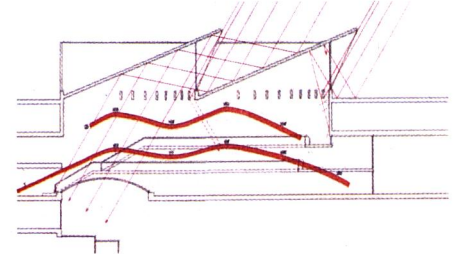


Figura 13
 Biblioteca
 Ganancias directas. Julio 12:00 h
 Iluminación natural en lux

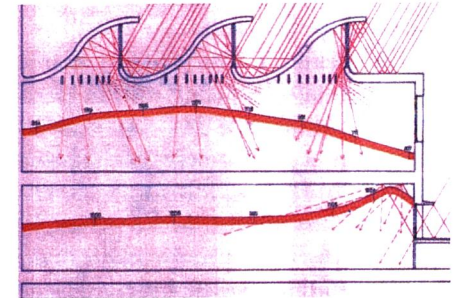


Figura 14
 Aulas sector este/oeste
 Ganancias directas. Julio 12:00 h
 Iluminación natural en lux

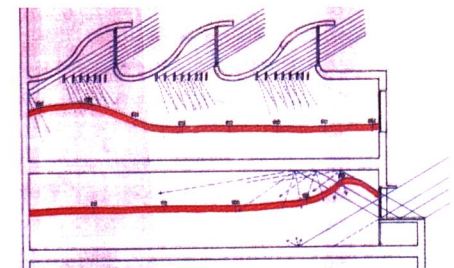
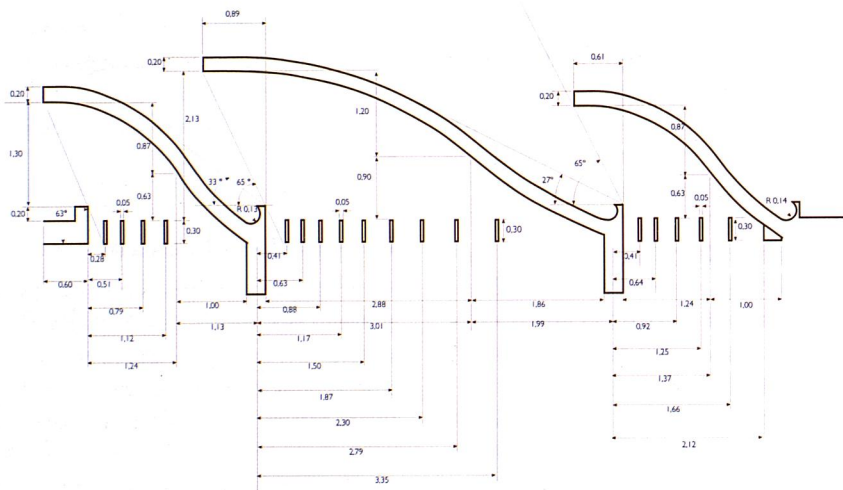


Figura 15
 Aulas sector este/oeste
 Ganancias directas Enero 12:00 h
 Iluminación natural en lux



Basándose en esta idea se ha reconvertido el espacio central del antiguo edificio, ahora destinado a biblioteca, transformando la gran bóveda acristalada e inespecífica (recibe calentamiento de todas partes aunque éste no sea necesario) en dos monitores al Sur que por disposición geométrica han de adoptar forma conoide; a su vez estos monitores están provistos de grandes lamas difusoras para homogeneizar la distribución sin perder la eficacia luminosa

ni la grata variedad y dinamismo de la luz solar.

Observando los resultados gráficos de la simulación de iluminación natural, podemos destacar por ejemplo que, en Julio, cuando con el nuevo sistema se alcanzan valores en torno a los 700 luxes y por lo tanto cargas cercanas a los 6 W/m², con la anterior bóveda los valores estarían por encima de los 20.000 luxes, lo cual es inaceptable desde el punto de vista del confort visual, pero además

provocaría una carga térmica equivalente de una 160 W/m², es decir un aumento del 2.600% en carga y un aumento previsible del gasto anual sólo en este concepto de 1.200.000 ptas (figura 13, 14 Y 15).

Por el contrario, en Enero, la iluminación del sistema antiguo y su calentamiento, son inferiores (1200 luxes) a los conseguidos con el nuevo sistema (hasta 3.000 lx) en los días soleados (65% de los días de Enero).

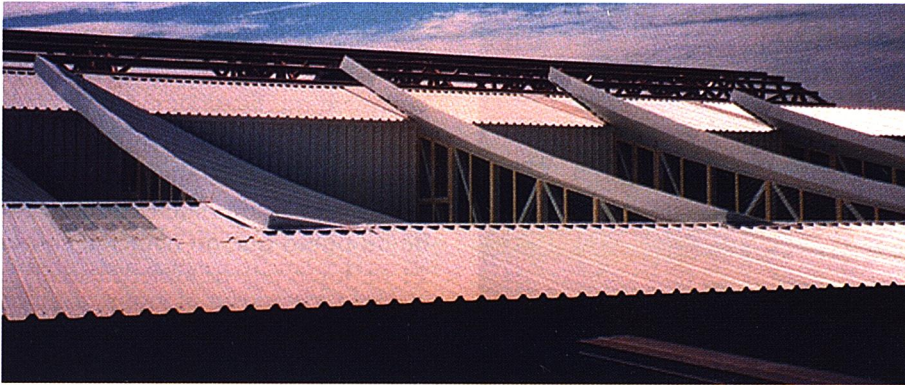


Figura 16

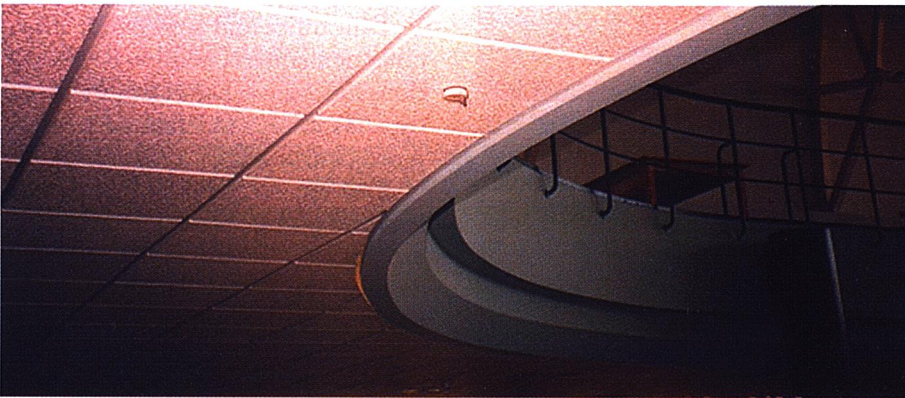


Figura 17

Pero además, es preciso constatar que la vibración estética y la percepción de estos espacios se ha visto substancialmente mejorada con la introducción de nuevos ritmos lumínicos, ritmos que han sido elaborados por los arquitectos de la misma manera en que los músicos componen una frase o escala de su partitura, controlando el tono y duración de las sensaciones e informándonos de la fruición del mundo exterior, sus cadencias, sus ciclos y estaciones en eterna sucesión.

El mismo concepto se ha seguido para la rehabilitación de las cubiertas parabólicas de patios laterales, con la salvedad de que las condiciones geométricas antes apuntadas dan lugar, en este caso, a formas de conoide parabólico, también enormemente sugestivas y de gran resistencia estructural (figura 16).

El complemento de la iluminación natural con la artificial para si-

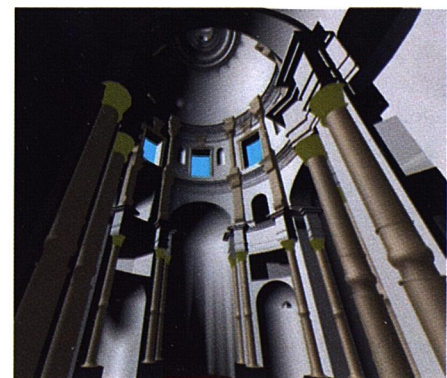
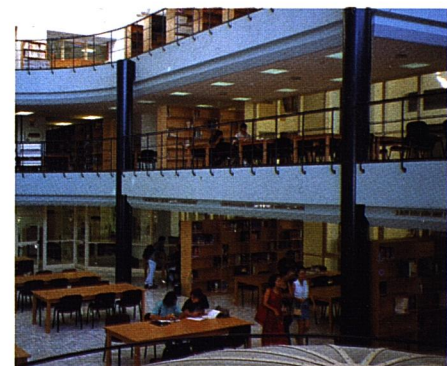
tuaciones especiales o de uso nocturno es extraordinariamente importante. En primer lugar se ha procurado que esta fuente de iluminación se asemejara lo más posible a la natural mediante luminarias adecuadamente colocadas y distribuidas y de alta temperatura de color (más de 5.000 K). En segundo lugar se han colocado sistemas de regulación (dimmers y luminancímetros) en función de la disponibilidad de luz natural encontrando de este modo el balance más adecuado posible en cada situación (figura 17).

Otro capítulo que se ha tratado ha sido el de las reflexiones interiores, dado que estas presentan importantes efectos físicos y psicológicos en el resultado final. Se han cuidado las tonalidades y coeficientes de reflexión de las superficies interiores. Se han evitado también las carpinterías muy oscuras. Junto con estas especifi-

De hecho, sabemos que la forma conoide se desarrolla desde una base circunferencia hasta un vértice lineal, cuyo centro se encuentra en el infinito².

Las anteriores afirmaciones intentan subrayar que no puede detectarse un centro geométrico en esta arquitectura, y lo consideramos natural puesto que el centro de percepciones producido a cada instante por la luz, la temperatura o el sonido ha ocupado el lugar de un eje morfológico que ya no era fiable. Al espacio descriptivo o más bien al vacío cósmico hemos superpuesto un espacio medioambiental. De ahora en adelante, el hombre no es el único centro de la arquitectura y, en su lugar, el espacio que rodea al hombre es el nuevo eje, pero este eje se encuentra en perpetua transformación.

La posición de este eje metafórico se hace visible, no mediante la magia o la divinidad, sino por medio de exhaustivos procesos de simulación arquitectónica; por ello nos hemos referido frecuentemente a la abolición de la metafísica en algunos de nuestros conceptos de diseño, en la medida en que el objeto se entrelaza con el sujeto y, en lugar de la



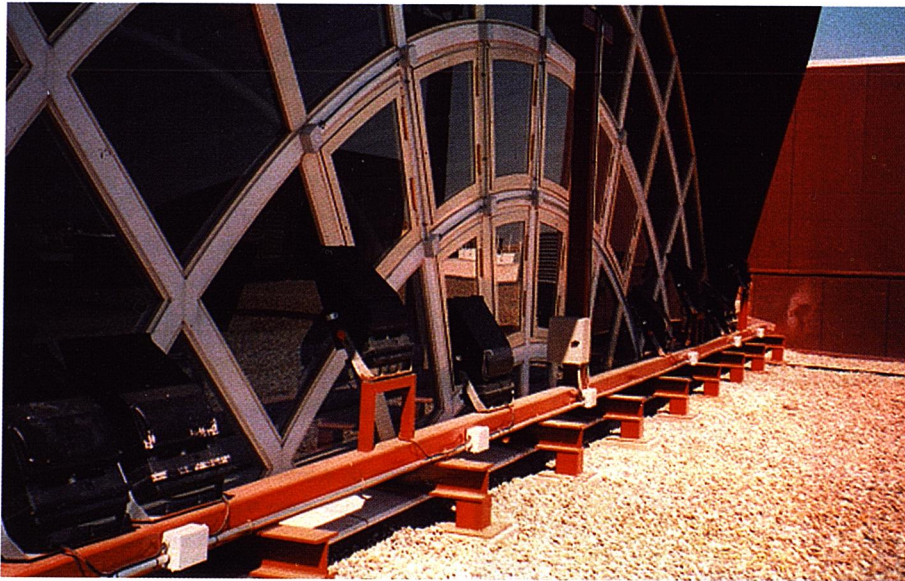


Figura 18



Figura 19

caciones se han propuesto políticas de mantenimiento y conservación que incluyen limpieza de luminarias, superficies acristaladas y superficies interiores, con frecuencia no inferior a dos meses.

Igualmente se ha buscado la integración con los sistemas de refrigeración y de ventilación, y con los sistemas de extinción y detección de incendios. Recordamos que el sistema de análisis de iluminación natural

utilizado en todo momento ha sido el de transferencia de flujos (figura 18).

Refrigeración pasiva

a. Protección solar

Una vez acotado el problema de la iluminación natural (punto imprescindible para una óptima refrigeración), podemos aplicar las estrategias que conducen a disminuir la temperatura de los espacios interiores y anexos al edificio proyectado.

En un primer nivel nos encontramos con la necesidad de proteger los espacios contra el excesivo soleamiento. Surge aquí un problema clásico, dado que los momentos de máxima temperatura ambiente en el clima de Sevilla son simétricos respecto de un punto que no coincide con el 21 de Junio (eje de simetría solar) y por lo tanto las protecciones geométricas fijas no son perfectas puesto que si protegen durante el período sobrecalentado también lo hacen en el final del invierno y principio de la primavera cuando no es deseable.

Esta dificultad sólo puede superarse mediante el empleo de protecciones móviles o cambiantes y de entre ellas la más efectiva suele ser la protección vegetal.

Cuando no es posible utilizar vegetación porque no se puede realizar un control y seguimiento adecuado de la misma, tendríamos que optar por una protección fija que, aunque no perfecta, es, sin duda, la más fiable. Para realizarla, es preciso conocer con exactitud en qué momentos del tiempo será verdaderamente necesaria.

El método empleado para determinarlo es el de las líneas de temperatura o isofletas, que consiste en integrar las temperaturas medias diarias mensuales en una matriz anual y establecer regiones en las que se da como media una cierta temperatura.

Conocidas estas regiones para el caso de Sevilla, será preciso determinar cuáles de entre las mismas son perjudiciales para el desarrollo de actividades humanas. Es evidente que a partir de los 30° C de temperatura seca debe existir protección solar, puesto que nuestras propias experiencias nos indican que cuando la temperatura a la sombra es de 30° C, la temperatura al sol puede superar abiertamente los 40° C siendo entonces las condiciones del ambiente intolerables.

b. Paso a coordenadas solares

Una vez decidido que se pretende

evitar el soleamiento directo a partir de los 30° C, es preciso representar la región dentro de la cual se alcanzan dichas temperaturas en un diagrama solar para estudiar la geometría de la protección. El recinto en coordenadas cartesianas pasa a deformarse en coordenadas curvilíneas, pero ahora puede analizarse con máscaras de sombra. Sobre la carta estereográfica se han realizado dos tentativas, hasta determinar la protección más adecuada en función del acimut y la altura solar.

Hemos encontrado que, en la fachada Sur, una protección de 60° es suficiente (a partir de 60° de altura no entraría el sol). Por el contrario la fachada Oeste es más desfavorable y hasta un ángulo de 30° deja parte de la mancha sin cubrir aunque es aceptable. En la fachada Norte no es necesaria protección.

c. Materiales de protección

La ejecución de la protección ha sido importante por dos razones: primero, porque térmicamente va a estar sometida a un fuerte soleamiento y por tanto a un gran calentamiento que si no es debidamente reirradiado puede redundar negativamente sobre el edificio (a estos efectos ha sido también de suma importancia permitir la máxima ventilación posible entre la protección y el cerramiento). En segundo lugar, con la presencia de las protecciones se reduce como ya hemos visto el campo de iluminación directa del edificio y, por ello, se ha procurado una correcta reflexión para mantener unas adecuadas condiciones de iluminación (figura 19).

d. Aislamiento térmico

La segunda fase de disminución de temperaturas es la disposición del adecuado aislamiento que, como es sabido, es de tipo reflexivo, resistivo y capacitivo.

El aislamiento reflexivo es aquel que funciona impidiendo la penetración de calor en los espacios por re-

flexión de la onda térmica tanto de onda corta como de onda larga; las superficies en que mejor se verifica este efecto son normalmente las de naturaleza vegetal o las de pinturas especiales con ciertos componentes.

Por ello este apartado tiene gran relación con las superficies exteriores de los materiales y de ahí la importancia de cuidar su diseño.

El aislamiento resistivo es el más comúnmente empleado y consiste simplemente en incrementar el parámetro de resistencia térmica de los cerramientos para lo cual se utilizan elementos que encierren gran cantidad de aire en su interior, en celdillas lo más estancas posible. La fibra de vidrio protegida con cartón bituminoso presenta el mejor comportamiento frente a los diversos problemas, por eso se ha utilizado en las nuevas fachadas junto con el poliuretano proyectado.

En las fachadas existente que se conservan, el aislamiento incluido entre las chapas galvanizadas es suficiente para este capítulo, no así para el anterior (reflexivo), por lo que se han pintado en color blanco, ni para el siguiente tipo de aislamiento (capacitivo).

Este tipo de aislamiento (resistivo) es el más regulado por nuestra normativa de condiciones térmicas CT-79, que habrá de cumplirse tanto en los valores globales (KG) como en los límites establecidos por el artículo 5 en la tabla 2 para coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos. En todo caso las cubiertas y cerramientos opacos no superan el valor de $< 0.6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

No se han admitido vidrierías al Norte con valores de transmisión térmica mayores de $3,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. No se insiste aquí sobre el grado de protección solar porque ya se ha discutido en el apartado anterior.

El aislamiento capacitivo es el que incrementa la masa térmica de los espacios y en general es coincidente con la masa física aunque exis-

dominación de los edificios sobre el medio ambiente, disponemos del céfiro del lugar para revelar el núcleo de nuestras moradas.

El promenade arquitecturale

El flujo de circulaciones a través de la biblioteca se ha diseñado de un modo dinámico que permite la comunicación informativa; las escaleras en hélice y las placas redondeadas refuerzan ese objetivo y permiten conexión visual con los ángulos más inusuales de perspectiva, registrando cada rincón del recién descubierto espacio que, como se mencionó antes, es modelado por el medio ambiente. Igualmente, debido a las transparencias producidas con la introducción de los neopáticos, nos encontramos con una serie completamente diferente de "scene per angolo" incluyendo la visión de las suaves colinas del Aljarafe y al mismo tiempo de los bosques fluviales del Noreste. De nuevo indentificamos una actitud que se enraza en el "veduttismo" barroco pero que inevitablemente nos conecta con el paisaje y la ecología.

Orfeos y Pléyades

Cuando hablamos de las lamas y difusores en la planta superior de la biblioteca, nos referimos también a nociones de nubes, nebulosas fragmentarias organizadas por el ritmo. Escalas sin octavas con armonías suplementarias. Esa disposición, aparentemente estocástica es, en realidad, un funcional de la geometría solar. Aquí la composición equivale a un torrente de sonidos del mundo que penetra en nosotros y que da sentido a nuestra existencia. Es la tragedia de la



ten materiales en los que no se verifica esta relación.

La masa térmica es fundamental para moderar las oscilaciones de la onda térmica aproximándolas lo más posible a la temperatura media. Por lo tanto, no puede pensarse en una reducción efectiva de las temperaturas sin la presencia de este elemento.

En general, puede conseguirse a través de un correcto diseño una masa térmica adecuada sin incrementar substancialmente los costes. Naturalmente, para que esta masa térmica sea efectiva deberá cuidarse su disposición y su relación con los otros tipos de aislamiento según las características del subclima y de la estación.

En lo referente a las disposiciones constructivas si bien los forjados por ser habitualmente masivos (de hormigón o metálicos) no suelen presentar problemas en esta apartado, los cerramientos son más preocupantes porque una colocación demasiado interior del aislamiento resistivo puede anular la eficacia de la inercia térmica. Se han suplementado siempre en trasdosados interiores al menos 7 cm de ladrillo (tabicón), u otro material masivo.

e. Ventilación

Tras establecer los niveles de aislamiento apropiados, y con los que se han conseguido importantes cambios favorables sobre la temperatura exterior, (hay que hacer notar que, en ausencia de estas medidas los cambios son no sólo poco importantes, sino hasta desfavorables; es decir, que pueden empeorarse las condiciones del clima inicial); la siguiente fase ha sido la de establecer la provisión de ventilación y especialmente de ventilación nocturna mediante una adecuada orientación de aperturas procurando que ello no perjudique al entorno. Hemos de utilizar o bien simples ventanas, o bien elementos que enfatizen el llamado **efecto chimenea**.

Los mecanismos que inducen

movimiento de aire en los edificios son de dos tipos, por acción del viento y por diferencia de temperaturas (microcambios en la densidad del aire). Para los primeros se ha tenido en cuenta la distribución de vientos dominantes, tanto para aprovecharla como para que no sea alterada. En la zona que estamos estudiando, en verano la componente es Oeste-Suroeste con predominio del Oeste durante la noche.

Esto significa que las fachadas Sur y Oeste tendrán un buen nivel de ventilación, pero para ello es necesario que al menos un 50% de su superficie de ventanas sea practicable. En las fachadas opuestas, para conseguir la salida, dicha proporción podría haberse reducido al 30%; sin embargo, por motivos de mantenimiento se ha continuado con el 50%. La apertura de ventanas se encuentra automatizada y regulada por un sistema de control central coputerizado.

La referencia a la componente nocturna se debe a que es realmente de noche cuando podemos utilizar la ventilación, puesto que, de día, las temperaturas son demasiado altas como para que puedan obtenerse resultados apreciables.

En efecto, en verano, durante la noche, las temperaturas están por debajo de 25° C (que es el límite inferior al que se puede llevar un espacio acondicionado según las IT.IC) y es entonces cuando mediante un caudal adecuado podemos producir un enfriamiento gratuito o **free cooling**. Este enfriamiento actuará en principio sobre las masas térmicas -forjados y particiones- del edificio, almacenándose para, posteriormente, reducir la máxima interior del día siguiente.

Teniendo en cuenta las prescripciones anteriores en cuanto a dimensión de la masa térmica y tamaño de aperturas, según las fórmulas de Givoni y Evans, desarrolladas experimentalmente por SAMA, tendremos reducciones de la máxima interior diurna de 3 a 4° C en Julio y Agosto y

de 2 a 3° C en Junio y Septiembre. Es decir, que si la máxima interior diurna típica de Julio es de 31° C, con este procedimiento podemos obtener valores de al menos 28° C con la consiguiente reducción de la carga de refrigeración y, por tanto, de los consumos energéticos; esta reducción podemos cifrarla al menos en un 20%.

De lo anterior se deduce que es más importante que las aperturas se coloquen a la altura de la masa térmica (forjados) que a la de los ocupantes, con lo que se eliminan los problemas funcionales de las turbulencias a media altura. Se han diseñado las carpinterías en concordancia con las ideas mencionadas. En las aulas, el diseño de lamas reflectoras hace que el viento recorra la superficie del suelo que es la más susceptible de refrigeración al no estar protegida por falso techo o escayola.

En cuanto a la ventilación inducida por diferencia de temperatura, su interés radica en que no necesita de la concurrencia del viento para actuar, con lo que puede convertirse, en ciertos casos, en un sustituto del primer método, dado que la frecuencia del viento no es del 100% (80%), y su velocidad tampoco es muy grande (máxima 3 m/seg).

Para que el sistema funcione correctamente se requiere una diferencia de alturas de al menos 8 m, con lo que en el caso de nuestros grandes atrios la condición queda sobradamente cumplida. Con todo, la velocidad que se puede conseguir no es mayor de 1 m/seg, aunque podría duplicarse si existiera viento.

Si, por alguna causa, no pudieran aplicarse estas dos medidas, habría que recurrir a la ventilación mecánica, bien mediante simples extractores o colocando el sistema de acondicionamiento en modo ventilación; el sobrecoste sería irrelevante comparado con la reducción de consumos energéticos. De todas formas, la ventilación natural de este edificio es perfectamente viable, con lo que

quedan cubiertos los casos de avería o mal funcionamiento del sistema mecánico.

f. Sistemas directos

Los sistemas de refrigeración de acción directa en nuestro clima son fundamentalmente de tipo evaporativo, radiante y subterráneo. Por las particulares condiciones del edificio sólo se han aplicado los dos primeros en la zona de patios y atrios.

El sistema evaporativo es el más simple y el de mayor efectividad, aunque puede presentar incompatibilidades con algunos tipos de tarea; consiste en incorporar agua micronizada al paso de aire y, posteriormente, reconducir ese aire a las zonas de trabajo. En este proceso se eliminan del aire 2400 KJ por litro de agua evaporada. Dicha reconducción si es eminentemente vertical, descendente, se realiza de forma natural debido al aumento de densidad del aire frío.

El inconveniente es que el exceso de agua debe recogerse y recircularse y, por lo tanto, deben existir dispositivos especiales a tal fin. Por otra parte, pueden darse aumentos de humedad que será necesario controlar. Este sistema fue experimentado por SAMA en Expo'92 con excelentes resultados.

Tales sistemas pueden incorporarse a las chimeneas de ventilación por diferencia de temperatura anteriormente descritas; sin embargo, este efecto se ha conseguido fundamentalmente en los jardines y patios interiores diseñados en el proyecto.

El sistema radiante emplea el principio de cesión nocturna de calor a la bóveda celeste por parte de las superficies calentadas (rayos fríos); toda superficie calentada durante el día emite por la noche radiación calorífica en onda larga hacia la atmósfera con el consiguiente enfriamiento. Este efecto se ha incluido en las terminaciones de los paramentos y los patios, especialmente, a través de la composición química de las pinturas que ya comentamos en d.

Calefacción pasiva

Una vez analizado el problema capital del clima sevillano, la refrigeración, será preciso comentar también los sistemas de calefacción que, aunque de menor importancia, también pueden tener un considerable efecto sobre el confort de los usuarios.

Dadas las temperaturas que normalmente se presentan y, teniendo en cuenta la ganancia solar de que se dispone en las aperturas acristaladas puede obtenerse energía suficiente que se almacena en la masa térmica de los espacios (ver d) y posteriormente es reirradiada a los mismos consiguiéndose el bienestar térmico sin consumo de energía. Para que esto se verifique es importante que las zonas de pérdida de energía (fundamentalmente acristalamientos) estén bien aisladas térmicamente o hasta puedan cubrirse durante las noches de invierno con protecciones o persianas.

Donde ello no sea posible se dispondrán tipos especiales de vidrio de baja transmisión como en las fachadas Norte.

En nuestras latitudes como en el resto de Europa, la fachada Sur y en Menor medida la Este y Oeste pueden tener un buen comportamiento en invierno puesto que su captación solar es elevada; sin embargo, la orientación Norte presenta una captación casi nula por lo que se ha extremado en ella el cuidado del aislamiento ya que sólo existen pérdidas.

Finalmente, como se dan en el proyecto circunstancias normativas que obligan a utilizar sistemas convencionales de calefacción o refrigeración, dichos sistemas se han diseñado siempre complementando a los sistemas pasivos y nunca suprimiendo o negando su efecto. Sin embargo, de la aplicación conjunta de las medidas anteriores se deriva, como hemos demostrado, un ahorro superior al 45% del consumo anterior. Lo

escucha, que conduce a la arritmia total, a un entendimiento masivo de los acontecimientos. Bajo esas nubes, el tiempo ha dejado de ser lineal, unidireccional. En esa planta nos encontramos al fin habitando el tiempo, el tiempo congelado por la superposición polifónica de la arquitectura.

Abanicos de cristal y luz

En otras obras de nuestro grupo (por ejemplo la casa para el pintor Santiago del Campo) se han proyectado elementos que se extienden para capturar la luz, el calor o el viento. La imaginación popular, conectada con la apariencia visible, ha podido inventar un nombre para esos elementos, un nombre que resuena incluso en la música pop sevillana. Encontramos el nombre lleno de paradojas poéticas, este nombre es: abanicos de cristal, paradoja por la fragilidad y la transparencia del objeto que viene a agitarse cuando el calor asombra, aquí en el cálido Sur de Europa. Y por eso, hemos adoptado el nombre para nuestras obras recientes: abanicos de cristal y luz; otros pueden diseñar cuchillos de cristal para mostrar opresión y violencia, pero nuestra peculiar audacia es construir abanicos de cristal para refrescar el ambiente...

NOTAS

1. Extraído del libro: *El Espíritu de la Tragedia* de José María Cabeza Lainez. Editado en la colección Ensayo de Editorial Trípede. Sevilla. Octubre de 1997.
2. Se demuestra matemáticamente que las secciones en un conoide circular recto, producen sucesivas elipses y, como su mismo nombre sugiere, la elipse es una figura sin centro propio cuyo caso límites es una recta. Aquí encontraremos ocasionalmente argumentos para el uso exhaustivo de plantas elípticas en la arquitectura barroca, pero también obtendremos una sugerencia sobre la pérdida del centro cuando comparamos esa forma con los anteriores diseños axisimétricos. Además, las propiedades acústicas del aplanamiento congruente de la bóveda también han resultado positivas en las medidas de presión sonora efectuadas.

que permite asegurar que el funcionamiento de los sistemas convencionales será muy esporádico.

Acústica natural

Salvo los espacios que se destinan a reproducciones acústicas, los requerimientos han sido de aislamiento frente a ruidos exteriores y de absorción de los generados interiormente.

Para los primeros, los cerramientos dotados de aislamiento termoacústico, como ya hemos comentado, y abundante masa son suficientes, lográndose un valor por encima de los 50 dBA.

Para absorber los ruidos interiores han colocarán superficies del tipo fibra mineral comprimida. A manera de ejemplo, los tiempos de reverberación conseguidos en aulas son a las distintas frecuencias:

T (250)	= 1,20 seg
T (500)	= 0,88 seg
T (1000)	= 0,72 seg
T (2000)	= 0,53 seg
T (4000)	= 0,51 seg

Para departamentos, el tiempo de reverberación será inferior a 1 seg (un segundo), en salas de reuniones menos de 0,8 seg y en zonas comunes se dan hasta 1,3 seg.

Monitorización

Para comprobar los anteriores extremos de grado de eficacia de los sistemas, nivel de consumo y posible rectificación o mejora, se ha de implementar algún tipo de sistema de monitorización.

El sistema diseñado, será capaz de determinar la validez concreta de los modelos de simulación empleados y ofrecerá datos en tiempo real sobre el modo más adecuado de utilizar el edificio para mejorar el comportamiento ambiental. El con-

sumo de energía y los datos climáticos serán analizados continuamente. Las principales medidas a obtener son: temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento (interior y exterior), radiación solar, flujo de calor a través de los paramentos, iluminación y nivel sonoro. Se elegirán los sensores electrónicos adecuados y se recalibrarán convenientemente.

Los datos son recogidos en soporte informático y tratados adecuadamente a cada situación. Como ya hemos mencionado se podrán visualizar los datos en tiempo real.

Sistemas urbanos

Como complemento, mencionar que se ha incrementado notablemente la vegetación en espacios libres y paramentos edificatorios, hasta cubiertas o espacios bajo la cota natural del terreno gracias a la calidad de la luz natural del proyecto.

Conclusiones

Hemos completado este proyecto desde el punto de vista de una base cultural y científica que confía en el potencial de la luz y el calor del sol como generadores de forma arquitectónica.

La conclusión necesaria es que las diferentes estrategias ambientales (iluminación, temperatura, acústica) se entrelazan por causa de la oportunidad arquitectónica, y así, los matices culturales y humanos, no pueden ser ignorados.

Tratamos el tema de la simulación arquitectónica para enfatizar las posibilidades de los usuarios de trabajar, de comprender y disfrutar el espacio en el cual ellos y nosotros, todos, vivimos. A través de esa comprensión holística esperamos el desarrollo de actitudes más compasivas hacia la naturaleza y la propia humanidad.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. LÓPEZ DE ASIAIN, J., CABEZA, J. M^a., ET AL.: *PASSIVE COOLING OF OUTDOOR SPACES*. PLEA 88. OPORTO. PERGAMON PRESS. VER LÓPEZ DE ASIAIN, J., CABEZA, J. M^a., ET AL.: *THE OPEN SPACES OF EXPO'92*. PLEA 91. SEVILLE. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. VER CONFERENCIA DE JOSÉ MARÍA CABEZA LAINEZ EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE BUDAPEST DENTRO DEL SEMINARIO SOBRE TECNOLOGÍA SOLAR. ABRIL 1991.
2. LÓPEZ DE ASIAIN, J., CABEZA, J. M^a., ET AL.: *PROTOTYPE HOUSE IN ANDALUCIA*. PLEA 86. PECS (HUNGARY). PERGAMON PRESS.
3. *DESIGN AND CONSTRUCTION OF CONCRETE SHELL ROOFS*. S. G. RAMASWAMY. CAP 10. NORTHLIGHT CYLINDRICAL SHELLS.
4. *IMPACTO DE LAS EDIFICACIONES SOBRE EL CLIMA*. COMUNICACIÓN DE JOSÉ MARÍA CABEZA LAINEZ EN CONGRESO "DOÑANA Y SU ENTORNO". SEVILLA 1991.
5. CABEZA, J. M^a., ET AL.: *EUROPEAN CONFERENCE LYON'94, "INDOOR AIR QUALITY"*. "A DESIGN STUDY OF A PASSIVE SOLAR OFFICE INCORPORATING EXHAUST AIR WINDOWS AND LIGHTSHELVES."
6. BAKER, NICK V.: *REPORT ON CONSULTANCY FOR THE UNIVERSITY OF SEVILLE/ EXPO BUILDING B2000*. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. 1993.
7. BARUCH GIVONI, VAN NOSTRAND REINHOLD: *PASSIVE COOLING OF BUILDINGS*. NEW YORK 1994
8. CABEZA LAINEZ, J. M^a., LÓPEZ DE ASIAIN, J. Y MORENO, V.: *THE RETROFITTING OF THE PLAZA DE AMERICA PAVILLION FOR THE NEW SCHOOL OF ENGINEERING*. PLEA96. LOUVAIN-LA-NEUVE. BELGIUM.
9. CABEZA LAINEZ, J. M^a., LÓPEZ DE ASIAIN, J. Y MORENO, V.: *THE LIBRARY IN THE FACULTY OF ENGINEERING. A CASE OF HOLISTIC SIMULATION*. PLEA97. KUSHIRO. JAPAN