



DIRECCIÓN
GENERAL DE
ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE
VIVIENDA



Green Building Challenge España: Edificios Seleccionados para SB'05 Tokio

1 de Marzo de 2005

Luis Álvarez-Ude
Equipo Español del GBC
2003-2005



ARQUITECTOS - URBANISTAS - INGENIEROS - ASOCIADOS
C/ PAPA NEGRO, 41. B - Parque Conde de Orgaz - 28043 MADRID Tel. +34 91 721 65 80 Fax +34 91 759 78 61 www.aaia.es

GREEN BUILDING CHALLENGE ESPAÑA EDIFICIOS SELECCIONADOS PARA SB'05 EN TOKIO

I. INTRODUCCIÓN

La actividad de selección de los mejores edificios que representen a España en las Conferencias Internacionales "Sustainable Building", constituye una de las tareas que el Equipo Español de GBC¹ desarrolla desde su incorporación a "Green Building Challenge"². En este artículo se muestran los edificios seleccionados para la Conferencia Internacional "SB'05" a celebrar en Tokio³. A esta organización, España se incorporó en la Conferencia Internacional "Sustainable Building" celebrada en octubre del 2000 en Maastricht. Desde entonces y hasta la celebrada en Oslo en septiembre de 2002 hemos cubierto un período de aprendizaje muy importante.

Durante esos dos años, como consecuencia de toda la actividad desplegada, el Equipo Español GBC recibió, en la Conferencia celebrada en Oslo, el Premio al mejor proceso de evaluación y equipo de trabajo dentro del proyecto internacional sobre edificación sostenible "Green Building Challenge".

Más allá del trabajo realizado, de los resultados obtenidos y de los objetivos alcanzados, lo que se valoró en mayor medida fue la organización, estructuración y puesta en práctica del proceso llevado a cabo por el Equipo Español durante esos años y que culminó con la presentación en Oslo de los trabajos desarrollados.



Foto 1. Entrega a España del Premio al mejor proceso de Evaluación en la Conferencia SB'02 celebrada en

Desde esa situación se decidió abordar un nuevo ciclo, que va desde Oslo hasta Tokio en el 2005.⁴ Se trataba de consolidar los conocimientos adquiridos durante esos dos primeros años. Y para ello, lo que se quería era aprovechar los conocimientos de los países con mayor experiencia en estos temas y madurar en todas las tareas que el Equipo Español GBC estaba llevando a cabo. Y entre esas tareas está la selección de edificios y la evaluación de aquellos edificios que han destacado entre los seleccionados.

Una evaluación que se hará con la herramienta GBTool, asociada a la metodología GBC, y con la herramienta de evaluación medioambiental de edificios, denominada VERDE, que se está elaborando para España al amparo de los avances realizados en la GBTool y las definiciones que van recogiendo en las Normas ISO.

A continuación se detallan los edificios seleccionados, cómo ha sido el proceso llevado a cabo para su selección y cuáles los criterios tenidos en cuenta para escoger los edificios que van a ser evaluados con la GBTool y con la herramienta que estamos haciendo para España, denominada "VERDE".

¹ Equipo creado por el Acuerdo Marco de Colaboración entre el Ministerio de Vivienda y el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) para el fomento de la edificación sostenible y entre cuyas actividades se encuentra la participación en la iniciativa internacional Green Building Challenge con un equipo nacional.

² Para más información consultar la página web www.iisbe.org.

³ Para la redacción de este artículo se ha empleado la documentación gráfica y escrita facilitada por los arquitectos autores de los diferentes proyectos.

⁴ La página web del congreso Internacional "Sustainable Building 2005" es www.sb05.com

II. EDIFICIOS SELECCIONADOS GBC2003-2005

Inicialmente se preseleccionaron 15 edificios y finalmente cuatro han sido los elegidos para ser evaluados: el edificio de oficinas Trasluz, en Madrid, el de viviendas Pau Clarís, en Barcelona, el Centro de Energía Renovables (CENER) en Sarriguren, Pamplona, y la intervención en dos edificios de viviendas de protección pública en el barrio de San Cristóbal, en Madrid.



Foto 2. Edificio de Viviendas Pau Claris en Barcelona



Foto 3. Centro de Energías Renovables en Sarriguren, Pamplona



Foto 4. Edificio de Oficinas Trasluz, Madrid



Foto 5. Edificio de viviendas en San Cristóbal, Madrid

La forma en como se ha procedido a elegir los edificios ha sido la siguiente:

- 1º. Hacer una convocatoria pública, conforme a un Pliego de Condiciones, y a través del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, que fue ampliamente difundida por cada uno de los Colegios Territoriales de arquitectos de toda España. La decisión de hacer una convocatoria pública se sustenta en el principio que guía los trabajos del Equipo Español GBC, de promover la más amplia participación, en cada caso, de todos cuantos tienen que ver con la edificación.

- 2º. Tras la recepción de las propuestas, se procedió, por parte del Comité Ejecutivo del Equipo Español GBC, a la preselección de los mejores. Todos los edificios preseleccionados van a estar representados en el Pabellón Expositivo que el Equipo Español va a tener en Tokio.
- 3º. Finalmente, de entre todos ellos, se trata de escoger aquellos más significativos que habrán de ser evaluados.

Los edificios preseleccionados han sido los siguientes:

- **Residencial: 4 Edificios**

Nº	Proyecto	Arquitecto	Categoría	Ciudad	Foto
3	Edificio de obra nueva en el Ensanche	Felipe Pich-Aguilera Baurier y Teresa Batlle Pagés	Multiresidencial	Barcelona	
12	49 Viviendas de VPO en San Fermín Oeste (Parcela 15)	Mario Muelas y Agustín Mateo	Multiresidencial	Madrid	
14	Edificio de equipamientos y viviendas de alquiler para jóvenes	Duran & Grau arquitectes i associats, S.L.	Multiresidencial	Mataró. Barcelona	
16	Rehabilitación de viviendas y locales comerciales en San Cristóbal	Margarita Luxán y Gloria Gómez	Multiresidencial	Madrid	

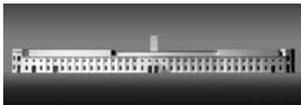
- **Comercial/oficinas: 6 Edificios**

Nº	Proyecto	Arquitecto	Categoría	Ciudad	Foto
1	Edificio de oficinas de la Empresa Municipal de Limpieza de Gijón	Juan González Moriyon y Javier Hdez. Cabezudo	Comerciales y oficinas	(Roces) Gijón	
2	Nueva sede del Centro Nacional de Energías Renovables	Cesar Ruiz-Larrea Cangas, Luis Miquel Suárez-Inclán y Antonio Gómez Gutiérrez	Comerciales y oficinas	Sarriguren (Navarra)	
5	Edificio Oficinas Piz	Jaime Sicilia	Comerciales y oficinas	Palma de Mallorca	
7	Edificio Bioclimático y Modular de Oficinas, Locales y Garaje, en alquiler. Edificio Trasluz	Emilio Miguel Mitre y Carlos Expósito Mora	Comerciales y oficinas	Madrid	
8	2 Edificios de oficinas con Garaje	Enrique León y Iñigo Ortiz	Comerciales y oficinas	Madrid	
9	Edificio Sede Fundación Metrópoli	Angel de Diego Rica	Comerciales y oficinas	Alcobendas. Madrid	

- **Educacional: 3 Edificios**

Nº	Proyecto	Arquitecto	Categoría	Ciudad	Foto
4	Escuela de Enseñanza Primaria	Activats Arquitectoniques	Escuela y centros educativos	Badalona (Barcelona)	
6	Centros de Recursos Ambientales	Norberto Beirak y Bibiana Ulanosky	Escuelas y centros educativos	Rivas Vaciamadrid	
15	Rehabilitación del pabellón de la Plaza de América (Expo 92)	Jaime López de Asiain	Escuelas y centros educativos	Sevilla	

- **Recreacional: 2 Edificios**

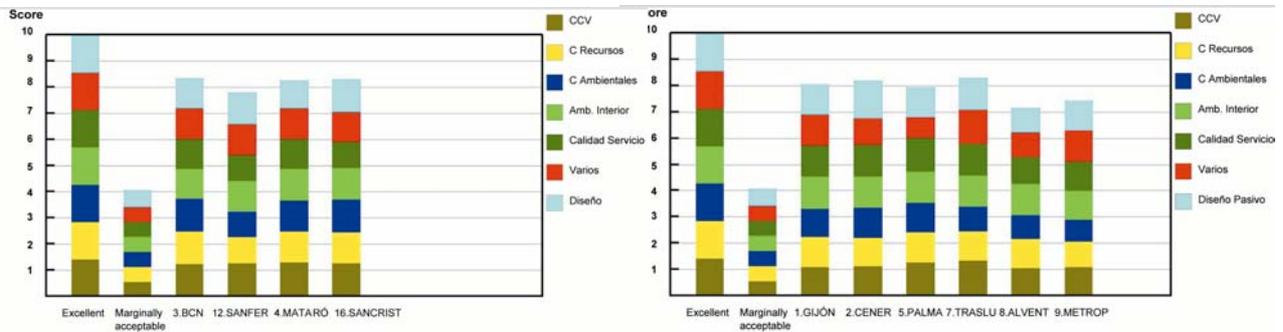
Nº	Proyecto	Arquitecto	Categoría	Ciudad	Foto
13	Piscina Cubierta de Bellvitge y salas polivalentes	Sergi López-Grado Padreny	Escuelas y centros educativos	L'Hospitalet. Barcelona	
18	Polideportivo Municipal los Docks (Daoiz y Velarde)	Tusquets, Díaz y Assoc.	Escuelas y centros educativos	Madrid	

III. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL CON MCDM-23

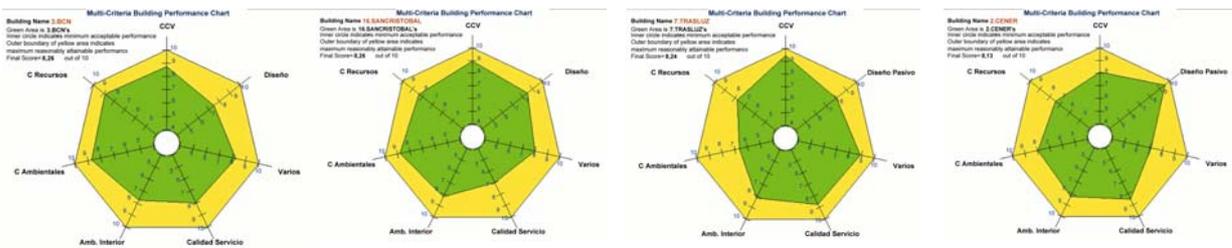
Después de un primer análisis, se realizó una visita a los edificios evaluados por parte de la Comisión de Seguimiento de GBC España.⁵ Para el desarrollo del trabajo de selección de los edificios a evaluar con la GBTool y la herramienta "VERDE", se utilizó el programa informático "Multi-Criteria Decision Making - MCDM23" desarrollado por la Tarea 23 de la Agencia Internacional de la Energía⁶.

Se tomaron como indicadores para dicha selección, aquellos más relevantes contemplados en la GBTool, como son el Consumo de Recursos, las Cargas Ambientales, la Calidad de Ambiente Interior, la Calidad de Servicio, además de Otros, que veíamos relevantes en esta fase de elección, como son: Nivel de Información aportada, Medidas Medioambientales de Diseño Pasivo y Baja Mecanización, Nivel de Innovación, y la Replicabilidad ó capacidad real de ser un ejemplo para muchos otros edificios. Finalmente, como consecuencia de ello se han elegido 4 edificios. Como se ha señalado anteriormente, los 11 restantes serán expuestos en el Pabellón Expositivo que el Equipo español del GBC tendrá en la Conferencia Internacional "Sustainable Building 2005" a celebrar en Tokio.

Aquí se muestra un ejemplo de los resultados medioambientales obtenidos con el MCDM23, para la *tipología de edificios de oficinas*, y para la *tipología de edificios residenciales*; y los resultados de los cuatro edificios elegidos en un diagrama de estrella: *El edificio de oficinas Trasluz*; *el Centro de Energías Renovables (CENER)*; *el edificio de viviendas en la calle Pau Clarís, en el ensanche de Barcelona*; y *la intervención en dos edificios en el Barrio de San Cristóbal en Madrid*, uno de ellos es de rehabilitación y el otro edificio es de nueva planta.



Gráficas 1-2. Diagramas de barras resumen de los edificios de viviendas y oficinas



Gráficas 3-6. Diagramas de estrella de los cuatro edificios seleccionados.

⁵ Para más información visitar la web www.e-sostenible.org (que estará operativa en breve)

⁶ Para más información visitar la web de la tarea 23 <http://www.iea-shc.org/task23/>

IV. PRIMERAS CONCLUSIONES

El trabajo hecho para la selección de los edificios ha sido enormemente enriquecedor. Y el Equipo Español GBC quiere trasladar las buenas prácticas que estos edificios contienen a todos cuantos tienen que ver con la edificación en nuestro país.

Con carácter general se pueden sacar algunas **conclusiones**:

1. No hay dos edificios iguales. Los problemas son los mismos, pero la forma en cómo se solucionan no se deducen de clichés. Se requiere en cada caso un análisis pormenorizado del edificio que hay que construir, de su relación con el entorno, de los requerimientos y facilidades o dificultades de los clientes, de las condiciones climáticas y de las que se derivan de la normativa urbanística que le son de aplicación, etc.
2. Incorporar los aspectos medioambientales en los proyectos conlleva mayor complejidad a los mismos, pero bien resueltos generan una mejor arquitectura. O dicho de otro modo, no se concibe a estas alturas una buena arquitectura que no atienda, en la medida de sus posibilidades, los aspectos medioambientales.
3. Los profesionales, para avanzar en este terreno, requieren básicamente dos cosas:
 - Aprender de las experiencias existentes, que son muchas.
 - Y desarrollar un trabajo permanente, de manera individual y colectiva, de investigación, que permita incrementar los conocimientos y contrastar y consolidar aquellos que estén "cogidos por los pelos."
4. Dado que una edificación es una realidad compleja, producto de la actuación de múltiples actores –clientes, arquitectos y otros profesionales, constructores, suministradores, etc.-, con un enorme número de materiales, unidades de obra y capítulos a considerar, los trabajos de diseño que su construcción conlleva se ven favorecidos si se acometen mediante un Método de Diseño Integrado, llevado a cabo por un equipo pluridisciplinar y a través de un proceso participativo.
5. Finalmente, en todos los casos podemos comprobar que no existe la piedra filosofal, ó la solución mágica que transforma de manera definitiva un mal edificio desde el punto de vista de respeto al medioambiente en un excelente edificio. Un buen edificio desde el punto de vista de la sostenibilidad debe abordar múltiples aspectos.

Efectivamente, el éxito en las estrategias de diseño no se obtiene a partir de la toma de una sola medida milagrosa, sino mediante la puesta en práctica de pequeñas, pero múltiples medidas, tales como:

1. Considerar **las condiciones externas**, tanto para protegerse como para beneficiarse de ellas, e interviniendo, cuando se pueda, para mejorarlas, creando, si es posible, un entorno adecuado al edificio, mediante la vegetación, el agua y la calidad del aire.
2. **Ordenar el edificio, diseñar sus fachadas, organizar sus áreas.** Además de a los aspectos funcionales, en este sentido hay que atender:
 - Al soleamiento y a la protección o ganancia solar, dependiendo de la zona o del período del año. Y de manera especial a la iluminación natural.
 - A la ventilación natural.
 - A la inercia del terreno y la posibilidad de captación de frío y calor.
 - A la articulación interior del edificio de forma que se organicen las actividades teniendo en cuenta las diversas necesidades relativas de confort en relación a los distintos comportamientos climáticos de las diversas zonas del edificio; al mejor aprovechamiento de la complementariedad climática entre distintas zonas-usos del edificio; o la minimización de las necesidades de transporte de cualquier tipo de flujo que requiera un gasto energético.
3. Dar **prioridad a los sistemas pasivos y de diseño sobre los activos**, cuya durabilidad y eficacia depende del uso y mantenimiento. En este punto, como en los dos anteriores cobra relevancia el tratamiento de las fachadas y de sus huecos.
4. Dotar al edificio de **instalaciones adecuadas y eficientes** y promover el empleo de energías renovables.

5. Procurar la **viabilidad económica** de las medidas que se tomen.
6. Atender a los **sistemas constructivos** y prever la **deconstrucción** del edificio y el mejor empleo de los materiales. En este punto cabría una consideración especial sobre la rehabilitación.
7. Y, finalmente hacer un **empleo racional de los recursos** empleados, procurando su minimización:
 - La energía
 - El agua
 - Y los materiales

V. EJEMPLOS

V.I. EL ENTORNO

Con respecto al *entorno* destacar las propuestas hechas en los edificios del Centro de Recursos Ambientales, en Rivas Vaciamadrid o en el propio CENER, donde se plantea tomar medidas tanto orientadas a la conservación y protección del mismo, como a su recuperación y mejora, fomentando la creación de hábitats biológicos.

Las medidas adoptadas para la consecución de estos objetivos han sido:

- Integración del edificio en el lugar adecuado y su volumetría a la topografía del terreno.
- Minimización de las superficies exteriores pavimentadas en urbanización.
- Minimización de la iluminación exterior en la urbanización.
- Recuperación de especies vegetales y sus hábitats.
- Uso de xerojardinería y empleo de especies autóctonas.
- Eliminación de las cubiertas "duras" donde sea posible, sustituyéndolas por cubiertas verdes.

V.II. EL DISEÑO PASIVO

• Soleamiento e Iluminación Natural

En cuanto al *soleamiento y la iluminación natural*, a continuación se detallan dos ejemplos:

1. La Escuela de Ingenieros de Sevilla
2. El edificio EMULSA en Gijón (Asturias).

La Escuela de Ingenieros de Sevilla realiza un trabajo singular, apoyado en la simulación y los cálculos. Parte de la hipótesis de que es posible disminuir de manera relevante la entrada de calor en el edificio mediante cerramientos y cubiertas adecuados. A partir de ahí, el 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 especialmente la iluminación debida al sol.

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 realizarlas en nuestro beneficio. La estrategia general será presentar geometrías en las que junto a los componentes más directos aparezcan otras de carácter reflejado, que puedan compensarse mutuamente.

En el caso concreto del edificio, si se dispusieran de fachadas tradicionales, en invierno, aunque a un metro de la ventana la iluminación natural fuese aceptable (700 luxes), a cuatro metros 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 existentes, los valores anteriores revelan que sólo un 10% del espacio considerado tendría alguna garantía de ser iluminado de forma natural.

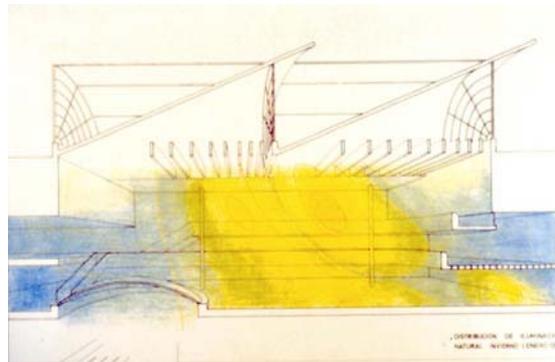
En verano, de no existir control solar, los valores aumentarían de forma desproporcionada, porque a un metro podríamos tener valores superiores a los 6.000 luxes y a seis metros de 500 luxes, lo que provocarían calentamientos y deslumbramientos por contraste que darían lugar, probablemente, a la suspensión de la fuente natural y su sustitución por una artificial con lo que no existiría ahorro energético. Mediante la introducción del control solar en forma de lamas o grandes parasoles reflectantes, como puede observarse en la imagen, se disminuye la intensidad en las zonas próximas a la ventana y aumenta la generada por reflexión cenital en las zonas posteriores, y al mismo tiempo se evita el deslumbramiento y el sobrecalentamiento.

Según los cálculos realizados, 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.

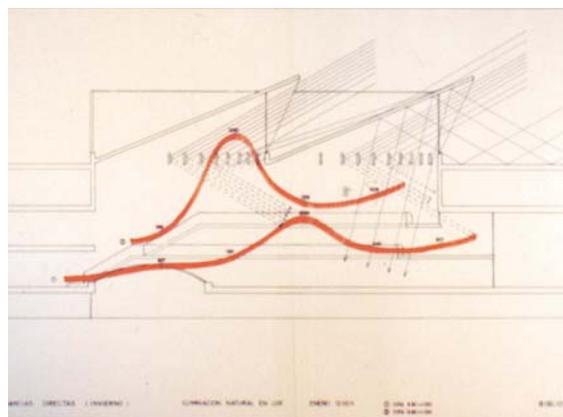
En las aulas, la iluminación natural varía gradualmente desde los 1800 a los 800 luxes a lo largo de distancias de hasta veinte metros, lo cual supone una iluminación casi constante, algo impensable con sistemas convencionales. La carga de refrigeración subsiguiente debida al intercambio radiante es tan baja como 10 W/m^2 , es decir que la reducción de carga es del 85%.



Imagen de interior de la biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Sevilla



Distribución de iluminación natural invierno – Enero 12:00h



Ganancias directas invierno – Enero 12:00h

En el caso del **edificio EMULSA**, el ahorro de energía eléctrica, con destino a la iluminación del edificio, procede de dos sistemas complementarios.

El primero, de tipo totalmente natural, consiste en dotar al edificio de lucernarios y galerías que aporten una iluminación cenital que posibilite la disminución de la utilización de las luminarias.

El segundo sistema procede de la utilización de luminarias de menor consumo y máxima regulación. Prácticamente todas las luminarias del proyecto están dotadas de balastos electrónicos, los cuales además del consiguiente ahorro energético directo, permiten establecer dos mecanismos de regulación dentro del proyecto. En los locales pequeños se incorporan unos detectores de presencia, que conectados al sistema domótico del proyecto, evitarán que las luminarias permanezcan encendidas cuando no se estén usando. El corte de luz se producirá también cuando unas sondas luminosas situadas en el lugar más desfavorable detecten una luminosidad superior a 500 luxes.

- **Ventilación Natural**

En cuanto a la ventilación natural, se exponen algunos ejemplos relevantes.

En primer lugar se analiza la propuesta del **edificio Trasluz**. Éste aprovecha la ventilación nocturna para reducir la temperatura interior al comienzo del día durante el período de verano.

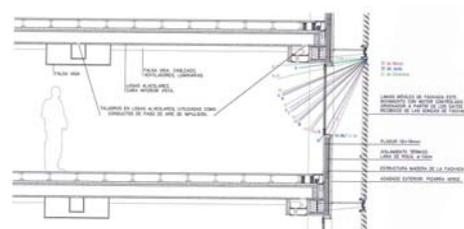
Los autores del proyecto han buscado al máximo la integración del sistema con el edificio. Para ello lo que han propuesto es aprovechar la estructura de placas alveolares que tiene el edificio. La placa alveolar de hormigón, además de servir para salvar un vano y para sostener lo que tenga encima, es un excelente contenedor de calor (de frío más bien en este caso) debido a su masa. Su utilización como parte del sistema de distribución de aire permite disponer de techos radiantes fríos sin coste adicional.

Los resultados de las simulaciones de consumos de refrigeración durante el mes de Julio concluyen que un adecuado uso de la ventilación que circula por los forjados permite unos ahorros en los consumos de refrigeración del 44%, siendo como son dichos consumos los más determinantes en los consumos de energía en Madrid, localidad donde se ubica el edificio.

El Masterplan del ParcBIT elaborado por el estudio de Richard Rogers, área donde se ha construido el **edificio Piz**, establece una tipología de zona en la cual la edificación se desarrolla en altura, articulada mediante una calle peatonal, y ofreciendo una máxima exposición al SO con el objeto de capitalizar los beneficios del Embat, viento térmico característico de la bahía de Palma.



Falsa viga con taladros en placa alveolar

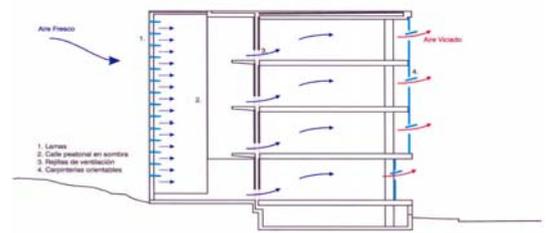


Sección tipo por fachada



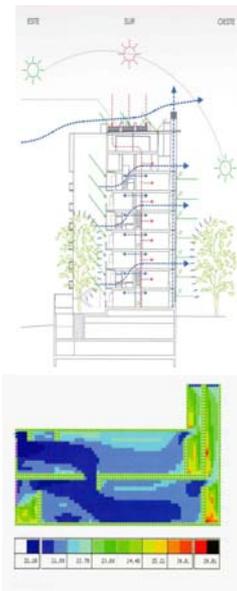
Detalle placas alveolares y fachada

El edificio está diseñado para que se comporte de modo permeable a los efectos del viento térmico de verano (Embat), mediante ventilaciones cruzadas, en el sentido SW-NE. Para ello, el viento primero atraviesa la estructura de lamas de composite azul, especialmente diseñada para no perturbar el flujo laminar del viento y así reducir lo menos posible la presión sobre la fachada interna donde un sistema de rejilla graduable permite el flujo controlado de este viento a través del espacio de trabajo saliendo por la fachada contraria a través de las ventanas practicables.



Esquema ventilación natural

En el caso de las viviendas de promoción pública en el barrio de San Fermín, en Madrid, se propone un diseño que permita un enfriamiento pasivo. Éste se basa en dotar al edificio de gran inercia térmica, y de enfriamiento nocturno. Lo que se consigue mediante el diseño de unas chimeneas solares, dispuestas en la fachada Oeste, que actúan como colectores solares acumulando la energía solar incidente, al mantenerse cerradas, desde las 15:00 a las 21:00 hora local; y descargando posteriormente dicha energía durante las horas nocturnas, (de 00 a 8:00 horas), tras abrir la chimenea. De esta forma se provoca un "tiro" o movimiento convectivo que hace circular el aire exterior, procedente del Este, hacia el interior de la vivienda, pudiendo enfriar unos 3 °C toda la masa del edificio concentrada en forjados y muros interiores de gran inercia, dependiendo de las condiciones climáticas específicas del día.



Esquemas de ventilación natural

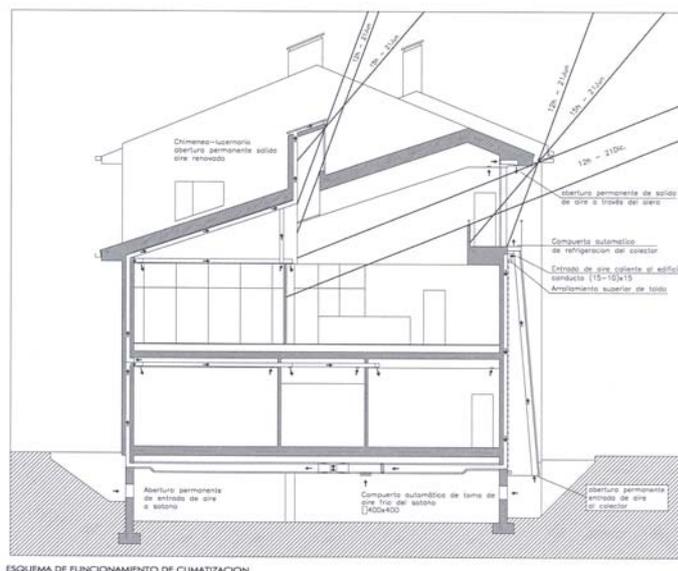


Foto del interior del edificio Emulsa, sección del esquema de climatización y soleamiento

- **Inercia Térmica del Edificio y del Terreno**

Con relación a la inercia del edificio y la inercia del terreno, el edificio de la Fundación Metròpoli lo aborda de manera integral.

Veamos en primer lugar el factor de la inercia en general. El edificio dobla la masa térmica útil de uno convencional. Los altos valores de inercia térmica permiten conseguir un objetivo que incide directamente en el bienestar global interior: la estabilidad térmica.

Para ello el edificio se ha construido con unas fachadas con una gran masa. Estas están formadas por dos muros (bien sean de hormigón o de bloques de hormigón), colocando, en la cámara existente entre ellos, grava. La gran masa acumulada en los cerramientos les permite actuar como reguladores de energía. Esto se traduce en una gran estabilidad de temperatura interior al ejercer como sumideros o difusores de calor. De esta forma las fluctuaciones de la temperatura exterior se minimizan en el interior. La inercia térmica y masa térmica útil permiten conseguir un nivel de confort óptimo al emplear la radiación en lugar de la convección como dinámica de climatización. Renunciando al aire como vehículo de transmisión y acondicionamiento interior, se mejora la sensación de confort y se anula el estrés térmico producido por sistemas de acondicionamiento basados en el aire.

El gráfico muestra la curva de temperatura exterior del mes de Agosto de 2002 y la curva de temperatura interior del edificio en cuestión.

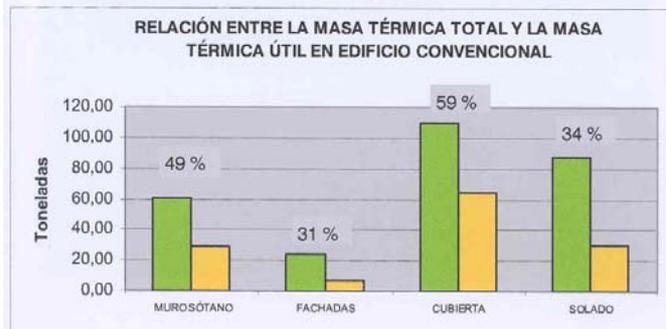
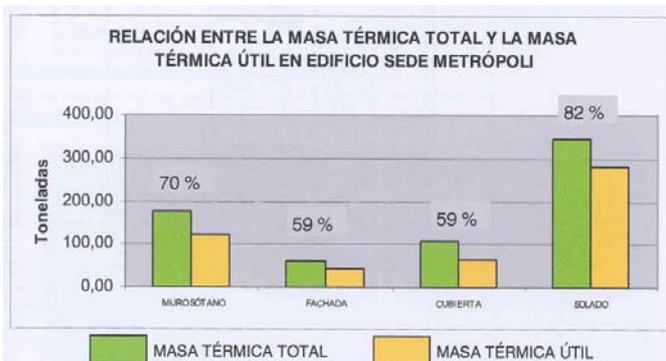
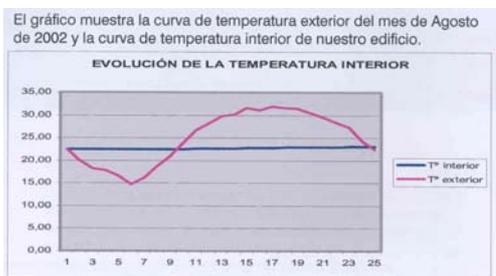


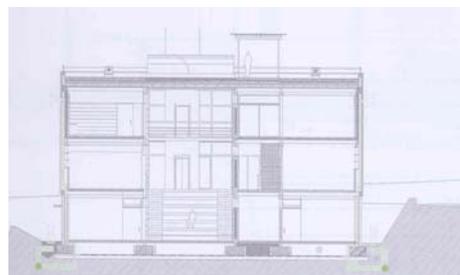
Foto del interior de la Fundación Metròpoli y gráficas con la relación entre masa térmica útil y total, así como gráfica de la evolución de la temperatura interior en el mes de agosto.

El mismo edificio de la Fundación Metròpoli contempla un sistema de refrigeración de los cerramientos, que permite mejorar las condiciones del interior del edificio en época de verano. Aprovecha el aire fresco de la noche de las épocas cálidas para extraer la energía acumulada en los cerramientos exteriores durante el día. Se consigue rebajar la carga del sistema de producción de frío, dejando ejercer a la inercia térmica en las últimas horas de los días de verano. El sistema consiste en una red de tuberías de hormigón enterradas en el terreno natural.

La profundidad de las tuberías es de 1,40 m. Todas ellas se conectan al interior a través de conductos rectangulares conformados con bloques huecos de hormigón que atraviesan el almacén energético del subsuelo.

El funcionamiento es evidente. Se refresca la masa del edificio utilizando el aire exterior. Funciona en las noches frescas de verano y de los meses de primavera y otoño, cuando las temperaturas diurnas pueden llegar a alcanzar los 28-30°C mientras que las mínimas nocturnas están entorno a los 15-18°C.

Adicionalmente puede utilizarse en meses de otoño durante el día para aumentar la temperatura de los muros de cara al invierno. Para ello, se introduce una corriente de aire al interior de la conducción, a través de ventiladores instalados en el exterior. El calor acumulado en los cerramientos por la actividad interior (personas, iluminación, ordenadores) y las cargas exteriores se extrae de los cerramientos por la acción de la corriente de aire forzada.



Sección edificio Metròpli



Conductos de aire enterrados

V.III. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

Con respecto a las instalaciones, dentro de que es un capítulo amplísimo, hay que destacar los siguientes aspectos, poniendo un ejemplo en cada caso:

1. Combinación de sistemas pasivos y activos. Mencionar el sistema, ya comentado de utilización de luminarias dotadas de balastos electrónicos, que regulan el nivel de iluminación artificial usada en función de la luz de día.
2. Integración de sistemas. Como sucede cuando los sistemas de ACS, calefacción y refrigeración combinan la energía solar térmica con el gas.
3. Adecuación de las instalaciones a los usos de las diferentes áreas y la entrada en carga de cada instalación de manera modular. Las instalaciones y su funcionamiento deben considerarse tanto en función de las características de las diferentes áreas del edificio, como del uso específico que se haga de cada una de ellas.
4. Gestión domótica, que ayude a racionalizar el funcionamiento de todas y cada una de las instalaciones y que permita conocer de manera cierta el comportamiento de aquellas y los consumos asociados a cada una.
5. Finalmente el Mantenimiento. Aspecto imprescindible para que las instalaciones tengan el rendimiento previsto durante la vida útil del edificio.

V.IV. LA CONSTRUCCIÓN, LA DECONSTRUCCIÓN Y LOS RESIDUOS

En muchos de los edificios seleccionados se ha atendido a la construcción y a la deconstrucción. Esto es, a la hora de diseñar el edificio se ha decidido por unos sistemas constructivos y unos materiales que permitan:

- Rapidez de montaje.
- Rigor geométrico.
- Disminución de residuos en fase de preparación del material y construcción de la obra.
- Control en el consumo de la energía empleada en los materiales y durante la fase de construcción.
- Que puedan ser desmontados de manera separada.
- Y en general, minimización de la obra húmeda.

Todo ello asociado a favorecer los sistemas industrializados y la prefabricación. El resultado de este apartado es la economía de ejecución, con un altísimo rendimiento del conjunto.

El tipo de construcción que se diseña, concebido más como montaje que como construcción, permite el desmontaje y la reutilización de un porcentaje muy elevado de los componentes constructivos del edificio en su parte aérea.

V.V. RECURSOS

- **La energía**

Con relación a los recursos empleados, veamos algunos aspectos relativos a la energía. Enfocar la energía con criterio obliga a considerar que el consumo de energía derivado del uso de un edificio y sus impactos supone entre el 80% y el 90% del total que la existencia de ese edificio provoca. Ello conlleva una primera conclusión:

1. Debe darse prioridad a los sistemas pasivos sobre los activos, buscando como una de las ideas centrales del diseño la "expresividad ambiental". Esta conclusión conlleva una segunda.
2. Para que los sistemas del edificio se mantengan con un nivel de eficacia acorde a las previsiones, es capital el mantenimiento y disponer de un plan para llevarlo a cabo. Y debe darse prioridad a que el mantenimiento se haga sobre sistemas sencillos de ejecutar frente a los complejos.

En la mayoría de los edificios presentados, los arquitectos, en el capítulo de energía, se han apoyado en la actuación de expertos en energía que además de contribuir con su experiencia y conocimientos en el diseño más genérico, han empleado herramientas informáticas de simulación para optimizar la disminución en el consumo de la misma.

- **El agua**

Con respecto al agua, son buenos ejemplos los que nos aporta el edificio de San Cristóbal, para el caso de viviendas, y el edificio del CENER para un edificio en un área más amplia.

En las viviendas de San Cristóbal se propone reducir los consumos domésticos interiores con medidas tan sencillas como la adecuación de las griferías:

- Con cabezales de ducha de alta eficiencia.
- Con grifos regulables mediante tornillo, con aireadores.
- Con inodoros que puedan usarse con descarga parcial o total.

- Y promoviendo el empleo de electrodomésticos con programas de ahorro, etc.,

Con ello pueden lograrse ahorros superiores al 20%.

Esta eficacia en el uso del agua puede incrementarse si se propone, como hace el edificio del CENER, un sistema separativo de conducciones de agua, con un uso discretizado de la misma según se requiera potable o no potable.

- **Los materiales**

Finalmente, con relación a los materiales, señalar que es un aspecto que está presente en la mayoría de los proyectos presentados.

La estrategia a seguir debe responder a dos criterios: la eficiencia del material y su ecología. Con relación a la elección de materiales de "Alta eficiencia". Esta eficiencia se ha valorado en función de dos de las cualidades térmicas de los materiales: el aislamiento y la inercia térmica. En cuanto a la elección de materiales "ecológicos" los criterios que se han utilizado para minimizar dicho impacto son:

1. Utilización de materiales cuyo origen sea sostenible; materiales procedentes de fuentes renovables o de procesos de reciclado y reutilización. Utilización de materiales de bajo contenido en energía en su proceso de extracción, transformación y transporte asociado.
3. Utilización de materiales de baja toxicidad tanto en su fabricación como en su puesta en obra, uso, mantenimiento y posterior eliminación.
4. Utilización de materiales de alta durabilidad y reducido mantenimiento.
5. Utilización de materiales que sean susceptibles de ser reutilizados o reciclados al finalizar la vida útil del edificio.