

RASCACIELOS BIOCLIMÁTICO – APRENDIENDO DE BAWA

TAN Beng Kiang / David Robson

Este documento describe el que se considera uno de los primeros edificios de oficinas bioclimáticos diseñado para tener iluminación y ventilación natural y expone lecciones para la práctica. El Edificio State Mortgage Bank de 12 plantas (conocido ahora como Edificio Mahaweli) en Colombo, Sri Lanka, diseñado por el fallecido arquitecto asiático Geoffrey Bawa en 1972, incorporó muchos principios de diseño receptivos al medio ambiente mucho antes de que las palabras bioclimático y arquitectura sostenible se convirtieran en frecuentes. Describe el entorno y el contexto para el cual se diseñó el proyecto y sus principios de diseño y estrategias eficaces de energía pasiva. También discute si estos principios y estrategias se pueden aplicar todavía en el diseño de bloques de oficinas bioclimáticos en nuestros días. Los autores han entrevistado a los miembros del equipo de diseño original, han recopilado material de los archivos de Bawa, han investigado las condiciones actuales y las pautas de uso del edificio, han entrevistado a los usuarios del edificio y han construido un modelo del edificio en 3D por ordenador.

1. INTRODUCCIÓN

Geoffrey Bawa (1919-2003), arquitecto de Sri Lanka y ganador del premio Aga Khan, es conocido por sus hoteles tropicales receptivos al medio ambiente y sus edificios de poca altura. Sin embargo, durante la década de los 70, se alejó del diseño de casas y hoteles privados y se concentró durante un tiempo en el problema del centro de trabajo tropical urbano. Pocos conocían sus diseños de oficina hasta que se pusieron de relieve en las Obras Completas de Bawa¹. Incluían las Steel Corporation Offices, Oruwela (1968), oficinas en Matara (1969), el Instituto Agrario de Investigación y Formación (1974), y el Instituto de Estudios de Gestión (1975).

Todos estos edificios eran de baja altura y exploraban los principios de diseño de oficinas con ventilación natural. Los siguió el State Mortgage Bank que fue, de hecho, el único diseño de gran altura diseñado por Bawa que llegó a construirse.

Bawa recibió el encargo de diseñar el edificio de State Mortgage Bank de 12 plantas (ahora conocido como Edificio Mahaweli) en el corazón de Colombo, Sri Lanka, por parte del gobierno en 1972, pero a mitad de proyecto hubo un cambio de gobierno que tuvo como resultado la nueva designación del edificio como sede del Ministerio Mahaweli y una demora en la finalización de la construcción hasta 1978. Ken Yeang observó que el Edificio Mahaweli “es probablemente el mejor ejemplo de edificio de altura receptivo al medio ambiente que se puede encontrar

en ningún lugar del mundo”² y Robson comentó que “este diseño ofrecía un prototipo para construir oficinas en una ciudad tropical”³. Desgraciadamente, tan pronto como se terminó el edificio, sus ocupantes extranjeros rompieron con el plan de oficina abierta e instalaron unidades de aire acondicionado. Por tanto el edificio nunca llegó a utilizarse de la forma que se pretendía y sus muchas innovaciones en el diseño fueron ignoradas y olvidadas con rapidez.

El edificio está situado en un concurrido barrio comercial entre Darley Road y el extremo sur del Lago Beira, tiene vistas al Hyde Park de Colombo y aloja un banco en la planta baja con oficinas en los pisos superiores. Las dos plantas superiores están protegidas por un toldo flotante y sirvieron de oficina y cuarto de recreo del ministro. El propio tejado se utilizaba como plataforma de aterrizaje de helicópteros para el ministro.

Los espacios para oficinas estaban diseñados como un plano abierto con un número mínimo de columnas interiores. Para la construcción se empleó un marco de hormigón reforzado in situ que se expresó con fuerza en el alzado, y luces de forjado que se consideraron bastante atrevidas para la época. Ventanas desplegándose de columna a columna rodean la planta de oficinas para dejar entrar la luz a todos los espacios. El edificio se diseñó para tener iluminación y ventilación natural. Se omitieron los techos suspendidos para reducir costes.



Un perfil de edificio que cambia dramáticamente según se contempla desde distintos ángulos

2. PRINCIPIOS DE DISEÑO

2.1 Forma y orientación del edificio

El emplazamiento tenía una forma compleja e irregular, encajado entre el Lago Beira y Hyde Park. Bawa explotó esto, sin embargo, para crear una forma de plano que respondería aerodinámicamente a los vientos predominantes reduciendo al mismo tiempo la ganancia solar, y que produciría una máxima área de piso, reduciendo por tanto el número de plantas. El perfil resultante da como fruto un edificio elegante que cambia dramáticamente cuando se contempla desde diferentes ángulos. Parece esbelto desde ciertos ángulos y mucho más ancho desde otros.

Las fachadas del edificio están orientadas de forma predominante al norte y al sur para minimizar la ganancia solar, lo cual es importante en el clima tropical y la orientación del edificio es tal que los vientos monzones del Noreste y Suroeste puedan maximizarse para la ventilación.

También tiene una proporción de aspecto en la forma construida y una proporción volumen superficie que están dentro de la recomendación para un edificio energéticamente eficiente en los trópicos³.

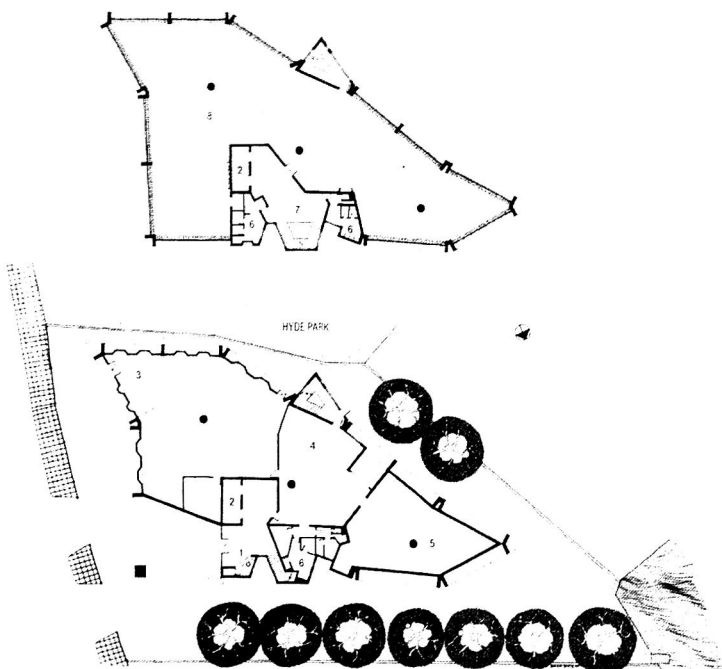
Anura Ratnavibushana de la firma de Bawa que co-desarrolló el diseño, mencionó que había estudiado los estándares de diseño de oficinas americanos para asegurarse de que el plano de la oficina podría alcanzar la mejor eficacia de al menos un 80%. También le preocupaba que hubiera un número mínimo de columnas en el espacio interior de la oficina. La planta de arriba se diseñó con una terraza de tipo corbusiano abierta por todos los lados con grandes vistas de los alrededores donde podían celebrarse eventos sociales.

2.2 Baja tecnología y gran altura

Colombo tenía todavía una infraestructura subdesarrollada cuando se diseñó el edificio. El suministro de electricidad era poco fiable y las averías en los ascensores algo muy frecuente. Diseñar un edificio alto con una base menor es menos sostenible que uno con menos plantas y una base más grande. El consumo de energía de un edificio de 12 plantas no supondría tanto esfuerzo para la infraestructura de la ciudad como un bloque de oficinas estrecho y alto. En el caso de que el ascensor se averíe, es posible que sus ocupantes bajen por la escalera iluminada de forma natural y puedan ver el camino. Durante ese período la importación de materiales de construcción a Sri Lanka estaba sujeta a severas restricciones. El edificio se diseñó y construyó teniendo en mente materiales locales. El suelo se terminó con un enlucido de cemento pulido, los marcos de las ventanas se hicieron de madera y las rejillas de ventilación se construyeron con hormigón premoldeado.

2.3 Ventilación natural y luz diurna

Para conseguir ventilación natural continua, Bawa diseñó una interesante e inteligente sección transversal que permitía movimiento de aire a diferentes niveles corporales. Por encima de las ventanas hay rejillas de ventilación premoldeadas en las paredes externas. Estas están protegidas de la filtración de la lluvia por una losa saliente con un parapeto de fachada colgando hacia abajo. Ventanas



Plano de emplazamiento y plano de planta

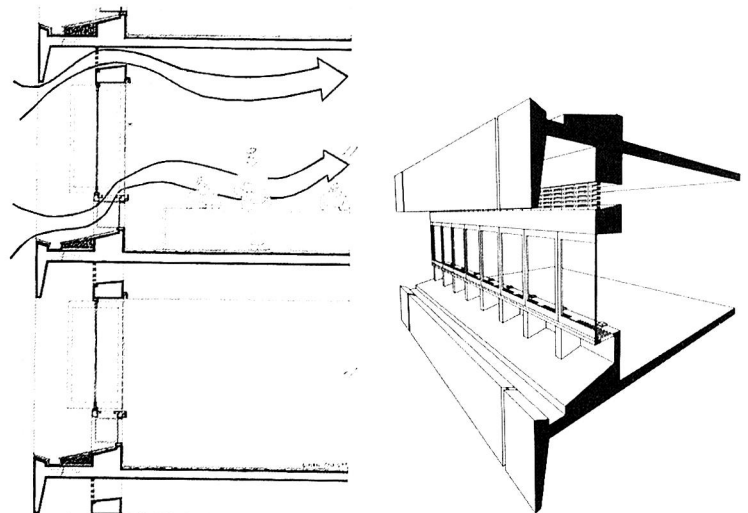


Fig.1. Sección del dibujo original a la izquierda. A la derecha sección tal y como se construyó sin la ventana bajo el alféizar

pívor verticales y ranuras de ventilación horizontales de hormigón premoldeado a la altura del alféizar permiten la ventilación a nivel corporal. Estas ranuras de ventilación horizontal proporcionan una corriente de aire continua en el edificio incluso si las ventanas están cerradas (Fig. 1). En Sri Lanka, se usa una estrategia similar en los colegios pero los detalles eran mucho más simples. Aquí, Bawa desarrolló esta idea de permitir la entrada de aire y al mismo tiempo proteger de la lluvia con una sección transversal más compleja. El esbozo original muestra ventanas abatibles bajo el alféizar de la ventana que habrían permitido ventilación de bajo nivel pero no se llevaron a cabo porque las vigas estructurales estaban en el camino.

Las paredes entre el espacio de la oficina y el vestíbulo del ascensor tienen agujeros de ventilación premoldeados en lo alto que permiten una buena ventilación transversal de la oficina ya que el aire fluye desde las ventanas exteriores hasta el vestíbulo del ascensor o desde las ventanas de la escalera a través del vestíbulo y hacia la oficina. El vestíbulo del ascensor y todas las escaleras centrales están situados en el perímetro del edificio para que estén bien iluminadas y ventiladas. Cuando los autores del artículo visitaron el edificio, encontraron el vestíbulo del ascensor bien ventilado y luminoso sin necesidad de iluminación artificial. Además, permitir las vistas fuera del edificio convierte el vestíbulo en un espacio más acogedor.

Las escaleras se diseñaron originalmente para ser abiertas a los lados pero más tarde se añadieron ventanas abatibles para cortar la lluvia. La decisión de Bawa de colocar las escaleras, ascensores y aseos en el perímetro en lugar de en el centro se tomó por pragmatismo e instinto pero anticipó el trabajo teórico y científico de Ken Yeang cuando desarrolló los principios de diseño de edificios bioclimáticos altos^{3,4}. Yeang afirmó que los núcleos de servicio periféricos tienen muchas ventajas. Eliminan la necesidad de ventilación mecánica y de conducto de presurización para la protección contra incendios (frecuente en escaleras interiores); proporcionan ventilación natural y luz al vestíbulo del ascensor y a las escaleras dando como resultado un consumo de energía menor y menos costes operativos; permiten ver el exterior dando a los usuarios una mayor conciencia del lugar donde se encuentran y el edificio es más seguro en caso de fallo de energía.

El diseño de oficina de uno de los autores de este artículo, –Revenue House en Singapur– usaba núcleos gemelos periféricos y confirmaba estas ventajas. En términos de uso anual de kilovatio/hora por metro cuadrado, consume un 30% menos energía que el edificio medio y ganó el Edificio de Bajo Consumo en ASEAN en 2000⁵. Estudios han demostrado que la carga de energía de una oficina con ventilación natural es sólo la mitad que la de una oficina con aire acondicionado⁶.

El plano de la oficina es de poca profundidad y cumple los estándares recomendados para una buena penetración de luz diurna⁷. Las ventanas de perímetro columna a columna dejan entrar la luz a la mayoría de las partes de la oficina en todas las épocas del año. Los estudios han demostrado que emplear luz natural puede reducir el uso de energía para iluminación en cerca de un 60% comparado con un espacio iluminado totalmente con luz artificial⁸.

2.4. Reduciendo la ganancia solar y la radiación

Las principales elevaciones están orientadas predominantemente al norte y al sur para reducir la ganancia solar. También funcionan bien en el clima monzón las fachadas más largas orientadas

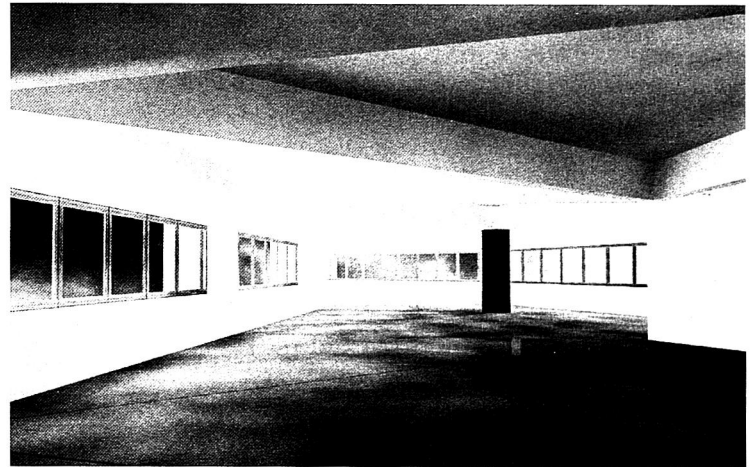


Fig. 2. Estudios de luz diurna por ordenador. El 21 de junio, los salientes y los parapetos de fachada colgando hacia abajo cortan el sol de bajo ángulo

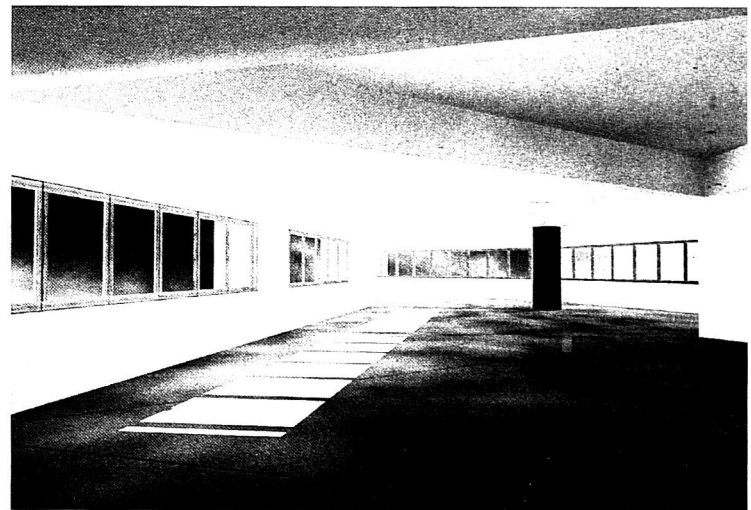


Fig. 3. Estudios de luz diurna por ordenador. Penetración de la luz del sol a las 3pm el 21 de diciembre

para mirar hacia los vientos predominantes y permitir que entre brisa en el edificio. El control solar se logra utilizando salientes horizontales profundos que actúan como parasoles. Parapetos de fachada colgando hacia abajo cortan el sol de bajo ángulo la mayoría de los meses del año como se ve en los estudios por ordenador sobre luz diurna en las figuras 2 y 3.

El diseño adoptó una distribución de núcleos gemelos. Los núcleos sirven como amortiguadores solares, reduciendo la ganancia de calor en el edificio. El núcleo principal consiste en ascensores, escalera, aseos y vestíbulo de entrada, todos ellos con ventilación natural. El vestíbulo es muy luminoso y ventilado y ofrece vistas de la ciudad. El núcleo secundario aloja la escalera de emergencia que también está ventilada e iluminada de forma natural con ventanas abatibles.

2.5. Atención a los detalles

Bawa prestaba también mucha atención a los detalles. Escogió ventanas pívor por la necesidad práctica de limpiar el cristal desde dentro. Las ventanas pívor verticales se prefirieron a las horizontales porque no se desprenden con facilidad ya que la carga se apoya en el alféizar. También diseñó superficies inclinadas y canalones en

la losa saliente para descargar el agua de lluvia en tuberías escondidas detrás de las columnas en forma de U y dio instrucciones a Ratnavibushana de añadir surcos a las fachadas para evitar que la fachada se manchase.

3. DISCUSIÓN

El mundo se enfrenta hoy en día a una crisis de energía que va en aumento y existe la necesidad creciente de desarrollar diseños sostenibles para edificios de oficinas. ¿Qué lecciones puede ofrecer este edificio de los años 70 en el contexto actual? Esta sección discutirá algunos de los defectos de este edificio en el contexto de hoy y lo que podría hacerse para rectificarlos con el fin de mantener el intento original de hacer una oficina con ventilación e iluminación natural.

Sorprendentemente, según la medida actual de las mejores prácticas para hacer edificios verdes o ecológicos, este edificio se consideraría como tal. Por ejemplo este bloque cumple la mayoría de los parámetros críticos para una Oficina Verde⁶. La distancia de la ventana al núcleo no excede la escala de 6m a 12m y permite por tanto que la oficina reciba luz natural durante la mayor parte del día. La mayor profundidad de plano está dentro de la profundidad de 13.5m a 15m recomendada para una ventilación transversal sin corrientes de aire. Este edificio también cumple la mayor parte de las directrices para diseñar rascacielos ecológicos y sostenibles^{3,4} y la lista de diseño medioambiental de Hawkes para un “diseño selectivo”⁸. En palabras de Hawkes, “el diseño selectivo intenta explotar las condiciones climáticas para mantener la comodidad, minimizando la necesidad de un control artificial que resulte en consumo de energía”.

El edificio se diseñó antes de que el uso del aire acondicionado se extendiera en Colombo. Nunca se usó como se pretendía en un principio –plano abierto, edificio de oficinas con ventilación natural. Se instaló aire acondicionado una vez los ocupantes extranjeros se trasladaron a él. Actualmente, los departamentos de la Autoridad Mahaweli ocupan el edificio. Estaba en mal estado cuando los autores lo visitaron en 2005.

A nivel de suelo el complejo estaba rodeado por muros altos y alambradas debido a razones de seguridad. La fachada del edificio estaba salpicada de feos aparatos de aire acondicionado y se habían colgado cortinas en el interior de la oficina cortando la luz natural. El interior de la oficina está dividido de manera caótica por particiones internas en departamentos separados. Hay algunos defectos del edificio que tienen como resultado su estado actual. Sin embargo, los autores creen que supervisando el funcionamiento y modificando algunos detalles estos defectos podrían superarse.

3.1. Ruido y polvo

Los ocupantes se quejaban de que el polvo y el ruido del tráfico no les permitía abrir las ventanas para ventilar de forma natural. Paradójicamente, sin embargo, era evidente que se abrían más ventanas en las plantas bajas y los ocupantes de esa zona parecían preferir la ventilación natural. Los principales problemas eran la luz deslumbrante y los papeles que volaban por la corriente. El edificio se construyó antes de que el barrio principal de negocios de Colombo experimentara un auge en la construcción y el aumento del número de coches. Sin embargo, el ruido podría controlarse empleando barreras acústicas en el exterior y paneles acústicos en las superficies del interior.

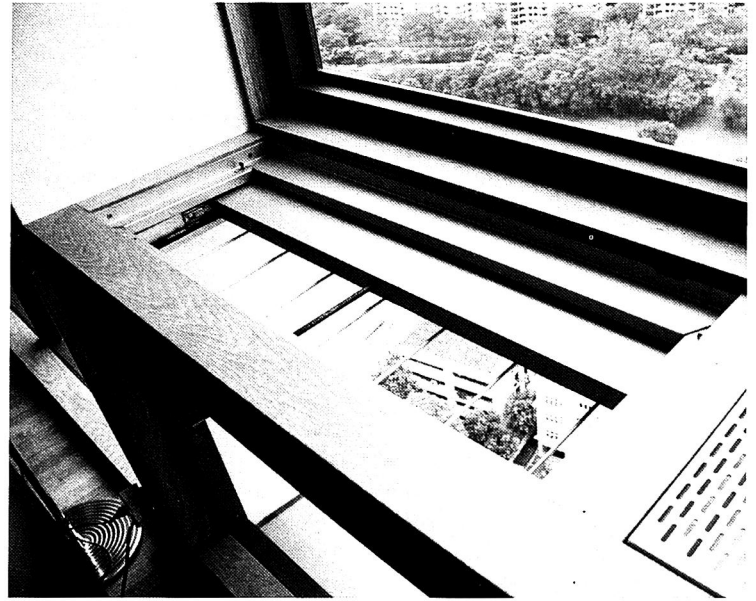


Fig. 4. Ventana de monzón en One Moulmein Rise, Singapur, con paneles abatibles para regular la corriente

3.2. Control de la ventilación

Los ocupantes mencionaron también que cuando las ventanas están abiertas, en especial en las plantas más altas, a veces los papeles salían volando dificultando el trabajo. Como consecuencia dejaban la mayor parte de las ventanas cerradas. La ventilación podría mejorarse modificando el diseño de las ventanas para regular mejor las corrientes de aire.

La mayoría de las rendijas de ventilación en el alféizar de la ventana horizontal se han cubierto con tableros de contrachapado para evitar la penetración de la lluvia ligera durante los chubascos fuertes del monzón y para prevenir las fugas cuando el aire acondicionado está conectado. Mantener las ventanas cerradas con los aparatos de aire acondicionado conectados no es muy eficaz ya que no hay un flujo de aire fresco apropiado y los aparatos no son lo bastante potentes para enfriar los espacios grandes. En algunas plantas, los ocupantes siguen abriendo las ventanas puesto que el aire acondicionado no enfría lo suficiente o el ambiente de la oficina está cargado. Este problema podría rectificarse empleando ventiladores de techo y con unas innovadoras cubiertas abatibles sobre las rendijas de ventilación que regulen las corrientes de aire. Recientemente se ha empleado un detalle interesante en el diseño de un bloque de apartamentos privados en One Moulmein Rise, Singapur, por la firma de arquitectos WOHA de Singapur, que funciona bien para regular las corrientes y detener la lluvia (Fig. 4). Con los avances actuales en mecánica y sistemas de aire acondicionado y la amplia gama de materiales de construcción, es posible utilizar una forma mixta de ventilación natural y mecánica para el edificio durante la estación más calurosa.

3.3. Control de la luz deslumbrante

Fue una lástima que los ocupantes usasen cortinas de tela gruesa y opaca en la oficina que cortaban la luz y tenían como consecuencia la necesidad de iluminación artificial durante el día. El problema era la luz deslumbrante. Esto podría solucionarse con el uso de persianas perforadas, persianas enrollables o parasoles exteriores para reducir el deslumbramiento.



3.4. Distribución de la oficina

Aunque la oficina está diseñada como un plano abierto, los actuales ocupantes trabajan bajo una estructura organizacional jerárquica. Existe una falta de adaptación entre el plano de espacio abierto y la estructura organizacional. El interior está dividido en despachos para los funcionarios de rango más alto y tabiques hasta el techo para separar los distintos departamentos. El plano irregular del edificio no es adecuado para hacer muchas divisiones internas y en la actualidad la oficina interior es como un laberinto. Estos tabiques hasta el techo cortan la luz natural en el interior de la oficina y obstruyen la corriente de aire. La distribución ideal sería una oficina de plano abierto utilizando mamparas bajas para tener privacidad y un número limitado de despachos cerrados cerca de las paredes centrales para funcionarios de muy alto rango.

4. CONCLUSIÓN

Concebido hace unos 34 años, este proyecto podría considerarse como un osado intento de crear un prototipo para diseños de baja energía y gran altura en una ciudad tropical. Se diseñó antes de que el uso de aire acondicionado se extendiera en Colombo, y estaba configurado para reducir la ganancia solar y maximizar las posibilidades de ventilación natural. Al crear una torre de doce pisos los diseñadores eran conscientes también de los problemas de infraestructura y congestión a la vez que anticipaban la necesidad de más solares para construir en la floreciente zona central de la ciudad.

Los sucesos alrededor de las elecciones parlamentarias de 1977 que tuvieron como resultado la formación de un gobierno progresista orientado al mercado libre pudieron con el diseño. El cliente original del edificio fue reemplazado por el Ministerio de Desarrollo Mahaweli de reciente creación que empleaba a un gran número de asesores extranjeros. Estos exigían oficinas con aire acondicionado y las innovaciones de la oficina nunca se probaron de manera adecuada.

No se llevaron a cabo estudios de post evaluación después de que el edificio del State Mortgage Bank se ocupara. Sin estos estudios no fue posible modificar ningún detalle ni aprender de los errores. Desmoralizado, Bawa perdió interés en el proyecto y lo excluyó de posteriores publicaciones. En consecuencia nunca se publicó hasta que apareció en un artículo de Robson y Daswatte en 1998⁹. El arquitecto malasio Ken Yeang llegó a él por casualidad en una visita a Colombo.

En la actualidad, los bloques de alto consumo de energía con paredes de cristal hermético dominan el principal barrio de negocios de Colombo, en gran parte como respuesta a las demandas de

los promotores extranjeros y los clientes internacionales y las lecciones del State Mortgage Bank se han olvidado.

¿Cuál es la relevancia del edificio hoy en día? Un prototipo de edificio “verde” como se define en términos actuales ya existía hace unos 30 años, demostrando un enfoque de sentido común en el diseño de oficinas en ciudades tropicales. El enfoque de Bawa sobre el emplazamiento, los materiales, el diseño medioambiental y la forma del edificio sugieren que practicaba la arquitectura sostenible mucho antes de que el término se pusiera de moda en el diseño arquitectónico.

El edificio State Mortgage Bank ofreció una ruta alternativa a una generación anterior de promotores, pero se ignoró. Los países en vías de desarrollo como Sri Lanka se enfrentan ahora al aumento del precio del petróleo. Las innovaciones no probadas del edificio podrían todavía demostrar su relevancia puesto que la última crisis energética nos lleva a cuestionar los supuestos actuales sobre el aire acondicionado. Al final el diseño ofrece un punto de partida para cualquier intento de desarrollar nuevas formas de diseñar bloques de oficinas sostenibles de bajo coste en países en vías de desarrollo.

5. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría dar las gracias a Anura Ratnavibushana por concedernos una entrevista, a Lunuganga Trust por permitirnos usar los bocetos de Bawa, a Daniel Hii por sus archivos de ordenador y a la Universidad Nacional de Singapur por su beca de investigación. R-295-000-052-112.

REFERENCIAS

1. ROBSON, David y BAWA, Geoffrey, *The Complete Works*, Londres, Thames & Hudson, 2002.
2. KENIGER, Michael y BAWA, G., *Recent Projects 1987-95*, Brisbane, Queensland Chapter of the RAIA, 1996.
3. YEANG, Ken, *The Green Skyscraper: The basis for designing sustainable intensive buildings*, Munich, Prestel, 1999.
4. YEANG, K., *Service cores*, New York, Wiley-Academy, 2000.
5. “IRAS’s (Inland Revenue Authority of Singapore) building ASEAN’s most energy-saving”, *The Straits Times*, 3 July 2000.
6. EDWARDS, Brian, *Green Buildings Pay*, New York, E & FN Spon, 1998.
7. NEUFERT, Ernst and Peter, *Architects’ Data*, Malden MA, Blackwell Science Publisher, 2000.
8. HAWKES, Dean y MCDONALD, Jane, *The selective environment*, Londres, Spon Press, 2002.
9. DAVID, Robson y DASWATTE, Channa, “Serendib Serendipity” in *AA Files*, Londres, mayo 1998, n. 35.

El presente artículo ha sido publicado originalmente en inglés en: “PLEA 2006. 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006. Conference Proceedings”, Volume 1. Se reproduce aquí con el permiso de los autores.

TAN Beng Kiang. Profesora Asistente en el Departamento de Arquitectura de la Escuela de Diseño y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Singapur, se educó en Singapur y en los EEUU. Es Arquitecta colegiada en Singapur con muchos años de experiencia práctica y es miembro del consejo del Singapore Institute of Architects. Contribuye activamente en la comunidad profesional y académica y ha presentado diversos artículos en publicaciones y conferencias.

David Robson. Fue profesor invitado en la Universidad Nacional de Singapur de 2004 a 2006. Daba clases anteriormente en el Reino Unido y es autor del libro “Geoffrey Bawa: The Complete Works”, Londres, Thames & Hudson, 2002. En 2004 colaboró en una exposición retrospectiva sobre la obra de Geoffrey Bawa en el Deutsches Architektur Museum en Frankfurt.