

El edificio de oficinas de Holcim Costa Rica en San José es una huida de las normas, y el diseño del emplazamiento tiene un mérito ecológico más allá de cualquier edificio de oficinas.

Cumpliendo con los criterios de construcción sostenible

Edificio de oficinas en Costa Rica



Un edificio de oficinas en Costa Rica

Conciencia de la construcción sostenible	2
Cinco objetivos de la construcción sostenible	4
Cumpliendo con los criterios de construcción sostenible	6
Cambio cuántico y posibilidad de transferencia	8
Normas éticas y equidad social	12
Calidad ecológica y conservación de la energía	16
Desempeño económico y compatibilidad	22
Impacto contextual y estético	26
Principios universales de la construcción sostenible	31
Informe Técnico	33
Emplazamiento	34
Diseño arquitectónico	35
Estadísticas de la construcción	39
Desempeño	41
Mediciones y evaluación	42
Evaluación de las mediciones y optimización del clima interior	44
Conclusiones	49
Fundación Holcim para la Construcción Sostenible	52
Créditos y direcciones	54

Conciencia de la construcción sostenible

Por Hans-Rudolf Schalcher, Director del Technical Competence Center y miembro del Management Board de la Fundación Holcim

La mayoría de nosotros estamos familiarizados con el concepto del desarrollo sostenible, el progreso social, económico y ambientalmente equilibrado. Pero ¿qué es la Construcción Sostenible? En esencia, es la parte del Desarrollo Sostenible que está relacionada con la construcción. La industria de la construcción es una de las grandes consumidoras de energía y materiales, por ello ofrece un gran potencial para mejorar el desempeño de la sostenibilidad.

La Fundación Holcim para la Construcción Sostenible se creó para ayudar a realizar este potencial, lo que realiza de varias maneras. Para lograr el mayor efecto, debemos ser conscientes de la construcción sostenible - lo que significa exactamente y el por qué de su importancia. Por ello, creamos esta publicación. Explica la definición de cinco puntos de la Construcción Sostenible de la Fundación Holcim e ilustra cada punto con el ejemplo del edificio de las oficinas principales de Holcim Costa Rica. No elegimos este edificio porque es un edificio de Holcim – lo escogimos porque es un excelente ejemplo de la Construcción Sostenible.

La Asociación Mexicana de Arquitectos designó a este edificio como uno de los proyectos más sobresalientes de 2005 y lo publicó en su Noveno Informe de Arquitectura en México y Latinoamérica (1). Ha aparecido en muchas publicaciones internacionales, tales como RE, y fue publicado por el Centro Español Nacional de Energía Renovable (CENER). En febrero de 2005, la versión en español de la revista GEO (2) publicó una lista de cinco edificios pioneros en sostenibilidad en el planeta y el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica fue uno de ellos.

El edificio es significativo porque se destaca como un ejemplo de Construcción Sostenible, y también tiene un impacto visual asombroso. Tiene el poder de llamar la atención hacia la construcción sostenible, de recordarnos que existe una mejor manera de hacer las cosas, e influir en nuestra forma de pensar.

¹ Novena Reseña de Arquitectura México, Latinoamérica. México D.F.: Enlace Arquitectura y Diseño.

² GEO Especial. 2005. Cinco ideas para construir un mundo más limpio y habitable. GEO Especial. No. 217. February 2005.

Cumpliendo con los criterios de construcción sostenible

Por Bruno Stagno, Presidente de Bruno Stagno Arquitecto y Asociados.

Cinco objetivos de la construcción sostenible

Cambio cuántico y posibilidad de transferencia

Normas éticas y equidad social

Calidad ecológica y conservación de la energía

Desempeño económico y compatibilidad

Impacto contextual y estético

El desarrollo la construcción sostenible son materias complejas que están entrelazadas con otros puntos complejos. Para comprender, evaluar y aplicar más fácilmente la construcción sostenible, la Fundación Holcim para la Construcción Sostenible – junto con sus socios, cinco de las universidades técnicas líderes en el mundo(1) – elaboró una definición de cinco puntos. Estos cinco objetivos funcionan como hitos para medir el grado hasta el cual un edificio contribuye al desarrollo sostenible.

Tres de los objetivos de la construcción sostenible son los mismos que las tres metas del desarrollo sostenible: los desempeños ambiental, social y económico equilibrados. Uno de ellos aplica específicamente a la construcción: la creación y el desarrollo de buenos edificios, vecindarios, pueblos y ciudades. Y uno reconoce la urgencia global de contar con una construcción sostenible: necesitamos avances significativos que puedan aplicarse en una escala más amplia. Esta publicación explica estos cinco objetivos en detalle y muestra cómo se cumplieron cada uno de ellos en el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica.

Cambio cuántico y posibilidad de transferencia

El sombreado es una forma sencilla y directa de mantener el clima interior más fresco y puede aplicarse en cualquier lugar. El edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica tiene cuando menos siete tipos de sistemas que reducen el aumento térmico a través del techo y las fachadas.

Los ejemplos sobresalientes de la construcción sostenible no sólo marcan el avance significativo, las ideas innovadoras deben ser ideas que se puedan copiar una y otra vez, y así prometer el mayor beneficio a escala global. Las ideas transferibles son aquéllas que pueden ser accesibles, sencillas y aplicables en un amplio espectro de situaciones.





En clima cálido, evitar el aumento térmico es mucho más lógico que permitirlo y después contrarrestarlo con sistemas de aire acondicionado que son caros, mecánicos y, además, consumen gran cantidad de electricidad.

El logro significativo del edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica es la manera en que se resuelve de una vez toda la gama de preocupaciones. Utiliza muchos mecanismos de diseño pasivos (eficientes) en vez de sistemas convencionales (que desperdician recursos). Fue construido a un costo relativamente modesto (USD\$ 658/m²); es una pieza arquitectónica visualmente intrigante con poder simbólico; cumple plenamente con su propósito al ofrecer espacios atractivos y funcionales; desarrolla una conciencia ambiental en sus ocupantes (edificio pasivo – gente activa); el diseño de los jardines enriquece el ecosistema local; y el diseño cumple los deseos del cliente de incorporar una cantidad significativa de materiales tipo cemento. Si se les considera individualmente, éstas no son impresionantes hazañas de diseño, pero si se les considera en su conjunto, la forma en que se ve y funciona el edificio es una desviación radical de la norma.

Aunque algunos aspectos del diseño son específicos para el clima tropical, muchos aspectos esenciales pueden ser transferidos con ventaja y facilidad a otros lugares del mundo. Los conceptos empleados son accesibles, fáciles de comprender y prácticos en su realización.

Objetivo de la construcción sostenible

Cambio cuántico y posibilidad de transferencia

El proyecto debe demostrar innovación, estar a la vanguardia de la construcción sostenible, un salto cuántico en comparación de los procedimientos convencionales. Descubrimientos y enfoques que marquen tendencias, sin importar su escala, deben ser transferibles a diversas aplicaciones.

Contribuciones a las disciplinas de arquitectura, diseño urbano y de jardines, ingeniería civil, urbanismo y ambiental y otros campos relacionados de la construcción.

Conceptos innovadores con respecto al diseño, la integración de materiales y productos, estructuras y servicios de edificios.

Enfoques sobresalientes con respecto a la tecnología y los procesos de construcción, la operación y el mantenimiento.

Seguimiento a largo plazo para evaluar el cumplimiento de las expectativas y metas iniciales.

Divulgación del conocimiento (documentación del proyecto, comunicación, educación y capacitación).

Normas éticas y equidad social

Un edificio iluminado y bien diseñado es un lugar agradable para trabajar. Y una verdadera pieza de arquitectura es una inspiración.

Especialmente en países pobres, la construcción sostenible significa construir para satisfacer las necesidades más urgentes y esenciales: cobijo, agua, escuelas, acceso a bienes y servicios y atención médica. En otros países, la vivienda accesible es un asunto prioritario. Y en otros, el problema es el consumo excesivo, accesible financieramente pero irresponsable. Dejar suficientes materiales y recursos para otros, incluso para las generaciones futuras, es un deber moral.

La construcción sostenible significa tener ciudades y edificios que respondan a las necesidades emocionales y psicológicas de sus habitantes al proporcionar entornos estimulantes, una creciente conciencia de los valores importantes, que inspiren el espíritu humano, y la unión de sociedades, comunidades y vecindarios. Muchos de los proyectos de construcción sostenible son elaborados por equipos que utilizan un enfoque colectivo a través del cual los interesados y los usuarios son incluidos en el proceso de diseño. La construcción sostenible implica a los principios claves de las personas en cuanto a diseño, construcción y uso y rehabilitación de edificios.





Los empleados sabían que iban a tener un edificio especial de oficinas, pero se sorprendieron al ver la manera en la que el diseño comenzó a cambiar la forma en que actuaban y pensaban.

Como la mayoría de nosotros, los empleados de Holcim Costa Rica estaban acostumbrados a trabajar en edificios “normales” con aire acondicionado. Si pensamos en el clima de Costa Rica, podemos imaginarnos que algunos empleados tenían sus reservas cuando oyeron que se trasladarían a un edificio sin aire acondicionado. La dirección se reunió con los empleados para analizar el diseño de su futuro lugar de trabajo y para explicarles que la construcción sostenible es parte de la responsabilidad corporativa y parte del compromiso de la empresa con el desarrollo sostenible. El diálogo les convenció.

El propietario y el arquitecto se apegaron a estrictos principios éticos y utilizaron prácticas transparentes durante las fases de diseño, licitación y construcción del proyecto. Se requirió a todos los contratistas que cumplieran con altas normas de responsabilidad social, en especial en lo relacionado con la seguridad de los trabajadores y la protección del medio ambiente. Alrededor de 50 personas participaron en el trabajo de construcción y no se produjo ni un solo accidente entre los albañiles o los ingenieros.

Una vez que se construyó el edificio, la compañía organizó sesiones

para capacitar a los empleados en la manera de ajustar los sistemas de acuerdo con los cambios de las condiciones climáticas. Para ayudar a conseguir el objetivo de alegría en el trabajo que tenía la empresa, el edificio ofrece a los empleados un entorno de trabajo cómodo, atractivo e inspirador que incluye una diversidad de servicios como un gimnasio, un comedor, muchos baños con duchas, y lugares para relajarse. El diseño alienta la interacción social – a menudo, se puede ver a los empleados sentarse y hablar durante su tiempo libre disfrutando de la brisa y la sombra en las cubiertas.

El edificio ofrece un entorno estimulante para trabajar, lo cual invita a los ocupantes a participar visual, mental y físicamente. Transforma los valores, cambia la manera en que la gente piensa y actúa, y conciencia de que podemos y debemos cuidar del medio ambiente. El atractivo edificio simboliza el cuidado de Holcim Costa Rica por sus empleados y el medio ambiente. Da identidad a la compañía y a su compromiso con la responsabilidad social. Este ejemplo ha impulsado a otras empresas a adoptar los mismos principios.

Objetivo para la construcción sostenible

Normas éticas y equidad social

El proyecto debe adherirse a las más altas normas éticas y apoyar la equidad social en todas las etapas de su construcción, desde la planificación y los procesos de construcción hasta el efecto a largo plazo en la estructura de la sociedad. El proyecto debe proporcionar una respuesta a la responsabilidad ética y social.

Adherencia a las normas éticas en todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Contribuciones a la formación de entornos socialmente viables y los valores de las comunidades.

La participación de los interesados (clientes, usuarios, vecindario, autoridades locales, organizaciones no gubernamentales y otros).

La calidad de las condiciones laborales en el taller de proveedores, en el lugar y durante las operaciones (compensación, seguridad, necesidades básicas, asuntos de género).

Transparencia política y ser políticamente correctos.

La calidad ecológica y la conservación de la energía

La arquitectura moderna se puede mezclar magníficamente con la naturaleza, debe hacerlo si vamos a construir de manera sostenible.

Un principio fundamental del desarrollo sostenible es mantener a nuestro planeta en óptimas condiciones para las generaciones futuras. Esto es un reto enorme porque nuestro ecosistema global se encuentra en una condición de estrés y uso excesivo. Los recursos finitos de energía y materiales se están agotando y una gran parte de nuestro medio ambiente está siendo contaminado o destruido.

La industria de la construcción desempeña una función de suma importancia en este punto pues es una gran consumidora de materiales y energía. Al nivel de edificación, la construcción sostenible tiene el objetivo de proporcionar edificios de larga vida, saludables y útiles mientras conserva los recursos finitos de materiales y energía al usar materiales duraderos, reciclables y renovables, a través del diseño eficiente en energía, y al usar fuentes (viento, sol, geotérmica, etc.) y mecanismos (sombras, enfriamiento por evaporación simple, etc.) de energía ambientalmente neutras.

A nivel urbano, la construcción sostenible consiste en una planeación que conserve la calidad ambiental, preserve la energía a través del diseño eficiente, reduce la basura y el consumo a través del diseño sensato y reduce la contaminación por medio de establecer redes de transporte eficiente. En todos los niveles, la construcción sostenible tiene el objetivo de ayudar a preservar los ecosistemas a través del diseño con la naturaleza (establecer y mejorar el hábitat de la vida salvaje, apoyar la biodiversidad, restablecer el agua subterránea en vez de canalizar el agua de lluvia al sistema de alcantarillado, etc.).





El diseño del edificio aprovecha muchos recursos renovables disponibles en el sitio, incluyendo la luz solar, la sombra, la vegetación, la brisa marina, el agua y el viento.

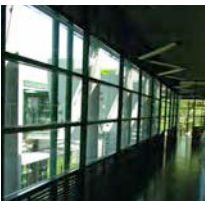
El concepto del diseño del edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica puede resumirse como “edificio pasivo, gente activa”. Al apartarse de la práctica de construcción convencional, la idea es que los ocupantes deben controlar activamente su entorno interior por medio de utilizar los sistemas pasivos del edificio. Deben ser conscientes de la transmisión de calor y el flujo del aire, y deben utilizar las ventanas y los dispositivos de sombra para mantener una temperatura y humedad agradables. En los edificios convencionales, con sistemas de aire acondicionado mecánicos controlados automáticamente, la gente es pasiva.

Los recursos renovables o ilimitados en la zona tropical donde se encuentra el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica son la luz solar, la sombra, la vegetación, la brisa marina y el viento. Cuanto más usemos éstos y otros mecanismos sencillos, naturales y eficientes para lograr la comodidad de los interiores, menos recursos de energía no renovable consumiremos. Este principio de diseño puede contribuir

de manera importante a la sostenibilidad. En este edificio sólo el auditorio cuenta con aire acondicionado mecánico. El resto del edificio cuenta con “aire acondicionado” natural que se logra por medio de la ventilación cruzada, que funciona por la brisa y el jardín trasero.

El jardín trasero fue diseñado como un jardín de climatización se encuentra ubicado de manera que atrape el viento. El aire circula, manteniendo el patio fresco y humidificado. En la temporada de sequía, los dispositivos en el jardín despiden una neblina durante diez segundos cada diez minutos para humedecer las plantas trepadoras que cubren las rocas, y éstas a su vez humedecen el aire. Los almendros en forma de paraguas brindan sombra al patio para conservar la humedad. Las pérgolas que protegen de los rayos solares del occidente y los árboles colocados cuidadosamente proporcionan sombra y refrescan el área que se encuentra alrededor del edificio, mejorando la calidad del aire, mejorando la apariencia y filtrando el polvo. Esta vegetación crece y el beneficio de sus





Los materiales de construcción modernos de alta calidad como los metales, el vidrio y el hormigón son intensivos en energía pero muy duraderos, lo cual hace que su uso a largo plazo sea ecológico.

efectos se incrementará con el tiempo. El uso de materiales perdurables y de bajo mantenimiento es otra característica de la construcción sostenible. El edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica usa hormigón, piedra, vidrio, madera para los suelos y persianas y los tableros de fibra de cemento para los laterales. Los materiales no fueron pintados; las superficies se dejan envejecer de manera natural y que desarrollen la bella pátina de los materiales naturales duraderos.

Las paredes de vidrio expansivo hacen innecesaria la iluminación artificial durante el día. Los techos interiores están pintados de blanco para reflejar la luz. Las celosías difunden la luz y controlan el almacenaje solar.

El agua de lluvia del techo se recoge en un tanque. Esta agua se utiliza para los retretes, el sistema de humidificación del patio y las plantas. Este recurso de agua “gratuito” no sólo ahorra dinero, conserva el agua potable común limitada y que requiere de un alto nivel de energía.

El diseño de los paisajes incorpora varios principios ecológicos para beneficiar al medio ambiente. Se conservaron muchos árboles existentes, y se plantaron muchas especies nativas de nuevos árboles para mejorar el soporte de la vida salvaje. El diseño del paisaje incluye 174 especies de árboles y 1.100 nuevos arbustos de café. Los arbustos de café y los árboles frutales fueron plantados para ser utilizados por la compañía. El número y la diversidad de animales han crecido en el lugar – especialmente los pájaros, insectos y otros animales pequeños nativos de la zona. Esto ha mejorado la calidad de vida de todas las especies, incluso la de los humanos, que disfrutan de este entorno placentero.

El movimiento de tierra durante la construcción fue limitado, y todos los materiales extraídos fueron reutilizados (hasta las rocas que se extrajeron cuando se construyó la fábrica hace varios años, se utilizaron para construir el jardín en el patio).

Objetivo para la construcción sostenible

Calidad ecológica y conservación de energía

El proyecto debe demostrar un uso y una administración sensatos de los recursos naturales durante su ciclo de vida, incluso su operación y mantenimiento. Los problemas ambientales a largo plazo, relacionados con el flujo de materiales o energía, deben ser parte integral de la entidad construida.

La eficiencia de energía y materiales en la construcción, la operación y el mantenimiento.

Alta proporción de energía renovable contra la energía fósil en la construcción, la operación y el mantenimiento.

Eficiencia en el uso del terreno.

Bajo impacto ambiental durante el ciclo de vida del proyecto.

Productos y tecnologías sólidos.

Desempeño económico y compatibilidad

La inversión en los dispositivos para proyectar sombra se compensará cada día durante la vida útil del edificio y reducirán considerablemente el costo del aire acondicionado.

A través de la eficiencia del diseño, la construcción, el mantenimiento, la operación, la reutilización y el reciclaje, la construcción sostenible busca proyectos posibles que proporcionan beneficios económicos a largo plazo para los propietarios, los usuarios y las comunidades. Tales beneficios pueden presentarse en varias formas además de las utilidades o los costos inferiores, por ejemplo: el fortalecimiento de la base económica de una región, el florecimiento de la economía local, el dar a los residentes más control sobre los costos de sus viviendas, o incluso dar a la gente una base financiera.

El despliegue innovador de los recursos financieros, la durabilidad, la adaptabilidad, la planeación de costos durante el ciclo de vida, los recursos naturales de baja tecnología “gratuitos” y otros rasgos pueden juntarse para hacer la construcción sostenible no sólo posible en lo financiero, sino también la opción preferente y una inversión sólida a largo plazo en el futuro.





El uso de materiales duraderos resistentes al clima mantiene bajos los costos de mantenimiento.

El costo de construcción del edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica fue de casi USD\$3.1 millones (un costo relativamente modesto de USD\$791/m²), apenas superior al presupuesto original, pero en línea con los cambios que surgieron durante el proyecto. Este costo no incluye la construcción, el trabajo y diseño de los jardines, las vías de acceso y el estacionamiento para 117 automóviles ni el costo del mobiliario.

El edificio fue diseñado para utilizar los productos Holcim por dos razones: para ahorrar costos y para expresar la identidad de la empresa. Los productos Holcim utilizados son los cimientos, las columnas, y los suelos prefabricados, los postes estándar y especiales, el cemento, el hormigón y diversos áridos.

Los métodos y procesos de diseño y construcción se adaptaron a las capacidades de los contratistas de construcción locales y a la industria de la construcción en Costa Rica. Excepto por las estructuras de tensión y el

diapasón del viento, la construcción es convencional: no hay milagros tecnológicos, ni materiales sofisticados, ni hazañas arquitectónicas espectaculares.

Al hacer uso eficiente de recursos de energía gratuitos (viento, luz solar) y los mecanismos sencillos de tecnología básica (sombras, humidificación con agua de lluvia), el edificio es económico en su mantenimiento, requiere de mucha menos electricidad que un edificio convencional comparable con aire acondicionado mecánico e iluminación artificial. El sistema de recolección de agua de lluvia también ahorra dinero. Al usar materiales duraderos resistentes al clima, los costos de mantenimiento se mantienen bajos.

A través de su entorno de trabajo cómodo y único, el edificio promueve un alto nivel de productividad en los empleados, lo cual mejora de manera sostenible el desempeño económico de la empresa y los mismos empleados.

Desempeño económico y compatibilidad

El proyecto debe probar que es económicamente posible e innovador en cuanto a la distribución de los recursos financieros. La inversión debe promover una economía de medios y ser compatible con las demandas y limitaciones que se encuentren a lo largo de la vida útil de la construcción.

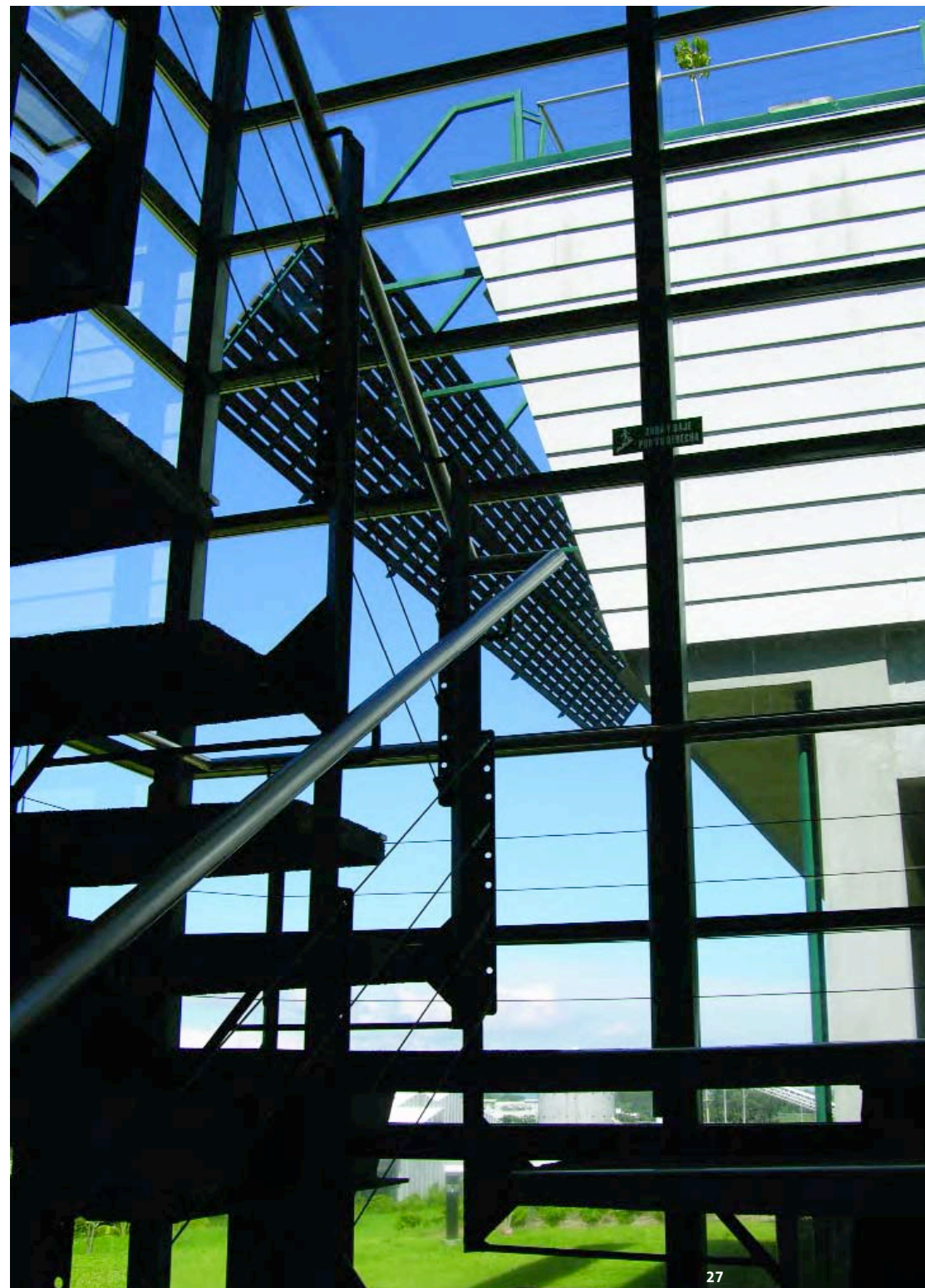
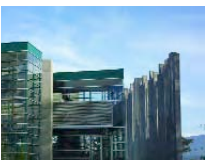
Modelos innovadores de financiación.	Recursos financieros durante el ciclo de vida del proyecto y sus efectos a nivel regional.	La flexibilidad con respecto a cambios futuros (usuarios, propiedad, leyes y reglamentos).	Solidez de las condiciones económicas (tasas de interés, impuestos, inflación).	Economía de los recursos asignados a la construcción.
--------------------------------------	--	--	---	---

Impacto contextual y estético

El edificio es un placer para los ojos desde cualquier ángulo.

La calidad del diseño es el aspecto que distingue claramente a la construcción sostenible de otras formas de desarrollo sostenible. La expresión visual y la idoneidad de la forma son dos cualidades esenciales de toda buena arquitectura y planeamiento urbano, y éstas también son esenciales para la construcción sostenible. Esto se aplica a todas las escalas: el planeamiento del uso del terreno, planeamiento urbano y diseño arquitectónico.

La planificación del uso del terreno debe preservar las áreas naturales y las cualidades inherentes del paisaje. Además de ofrecer una infraestructura eficiente y funcional, la planificación urbana debe crear espacios y lugares de significado cultural y valor social. Los proyectos de rediseño urbano y los grandes proyectos públicos deben sanear y mejorar los vecindarios de las ciudades. Los proyectos arquitectónicos no sólo deben cumplir con los requisitos del propietario (programa), sino también encajar en el contexto físico (lugar y vecindario) y mejorar el entorno local.





El ritmo de los elementos, el contraste de las telas ligeras en tensión y los enormes pilares de hormigón, el juego del cielo y la sombra – uno podría pensar que es una escultura, pero todo se conjunta para crear un buen ambiente de trabajo.

El edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica encaja a la perfección con su contexto tropical, expresa la responsabilidad corporativa y los productos de Holcim ofrecen espacios duraderos, funcionales agradables y flexibles, se adecua a su entorno industrial mientras mejora el lugar como un hábitat natural, y es visualmente atractivo desde cualquier ángulo.

Las sólidas masas de hormigón del edificio están intercaladas con cubos de luz que regulan la radiación solar, reducen la masa térmica del edificio y proveen ventilación cruzada. Las estructuras tensadas dan sombra a los techos y ventanas y contrastan de manera hermosa con las pesadas masas de hormigón que se encuentran debajo. Las celosías exteriores de fibra y cemento brindan sombra a las ventanas en las horas críticas del día. Las persianas interiores de madera se ajustan para controlar y dirigir la ventila-

ción. Los parasoles horizontales arrojan sombra sobre las ventanas del piso superior todo el año. Todos estos elementos arquitectónicos no sólo contribuyen a la comodidad interior – sino que también son elementos visuales que proclaman de forma desafiante el concepto de energía pasiva del edificio y al mismo tiempo imparten al edificio su belleza placentera.

La arquitectura se conjunta con el diseño de los jardines. Los árboles y plantas no sólo son ornamentales, sino que forman parte del diseño general, se plantaron para dar sombra y tratar el aire interior. El patio es parte integral del sistema de control de clima del edificio, y el clima interior cumple con las normas de comodidad ISO. El edificio es una expresión de que debemos alcanzar una relación equilibrada entre la arquitectura y la naturaleza.

Objetivo de la construcción sostenible

Impacto contextual y estético

El proyecto debe transmitir una alta norma de calidad arquitectónica en cuanto a la manera en que aborda su contexto cultural y físico. Con un espacio y una forma de máximo significado, la construcción debe tener un impacto estético perdurable en su entorno.

Mejora de las condiciones contextuales existentes que responden a los contextos naturales y hechos por el hombre.	Interdependencias del paisaje, la infraestructura, la mancha urbana y la arquitectura.	Restauración y alteración cuidadosa del entorno construido.	Estrategias de programación (uso), flexibilidad, multiplicidad de funciones, cambio).	Calidad arquitectónica y su impacto estético (espacio, forma, luz, ambientación).
---	--	---	---	---

Principios universales de la construcción sostenible

Desde luego que el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica es un ejemplo de lo que es la construcción sostenible. Existen otros ejemplos alrededor del mundo, y cada uno de ellos es único— un producto de su creador, función, clima, presupuesto, lugar, materiales locales, cultura local y otros factores. Aunque los rasgos específicos difieren, los principios de la construcción sostenible se aplican de manera universal, sin importar el clima, la cultura o la situación económica. La idea es lograr beneficios ambientales, sociales y económicos perdurables a través de la construcción de edificios y ciudades bien diseñados. La aplicación de esta idea una sola vez puede lograr un edificio sobresaliente; su aplicación a nivel mundial sería un paso gigantesco hacia la Sostenibilidad global.

Bruno Stagno, arquitecto del edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica.

Informe Técnico

La lista de requisitos para el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica contenía un programa (lista de despachos y áreas), el deseo de un diseño ambiental y socialmente responsable, y la solicitud de incluir los productos de Holcim en la construcción. El propietario, Holcim (Costa Rica), S.A. es una compañía que produce cemento, áridos, hormigón y elementos prefabricados de hormigón para edificios. Se estableció un presupuesto de construcción modesto pero adecuado para este proyecto.

Por el Dr. Marco V. Gutiérrez

Lugar / Emplazamiento

La construcción se localiza en San Antonio de Belén, provincia de Alajuela, en la zona occidental del valle central de Costa Rica. El terreno se encuentra en un parque industrial ubicado en 10°N, 84°E, sobre una colina con una vista soberbia y una considerable exposición al viento, a una elevación de 800 metros. El clima local es cálido, tropical y con fuertes cambios entre estaciones así como de una estación seca bien definida. La temperatura es alta todo el año: el promedio de temperatura es de 22°C. La humedad fluctúa mucho: el promedio es 78%. La iluminación solar es fuerte todo el año. Hay fuertes vientos que soplan del noreste (~ 20 km/h con ráfagas de hasta 74 km/h) por todo la zona desde mediados de diciembre hasta marzo. Hay vientos más suaves del sudoeste (~ 10 km/h) que soplan de septiembre a diciembre. La precipitación pluvial media anual es de 1.9 mm. La mayor parte cae de mediados de mayo a mediados de diciembre. Costa Rica no se encuentra en la vía regular de los huracanes, pero los huracanes que producen en la región originan fuertes lluvias que pueden causar mucho daño.

Ubicación:	San Antonio de Belén, San José, Costa Rica
Clima:	Tropical
Terreno:	Cima plana de una colina
Dimensiones del sitio:	24,384 m² (192 m x 127 m)
Entorno:	Parque industrial suburbano
Número de cajones de estacionamiento:	117

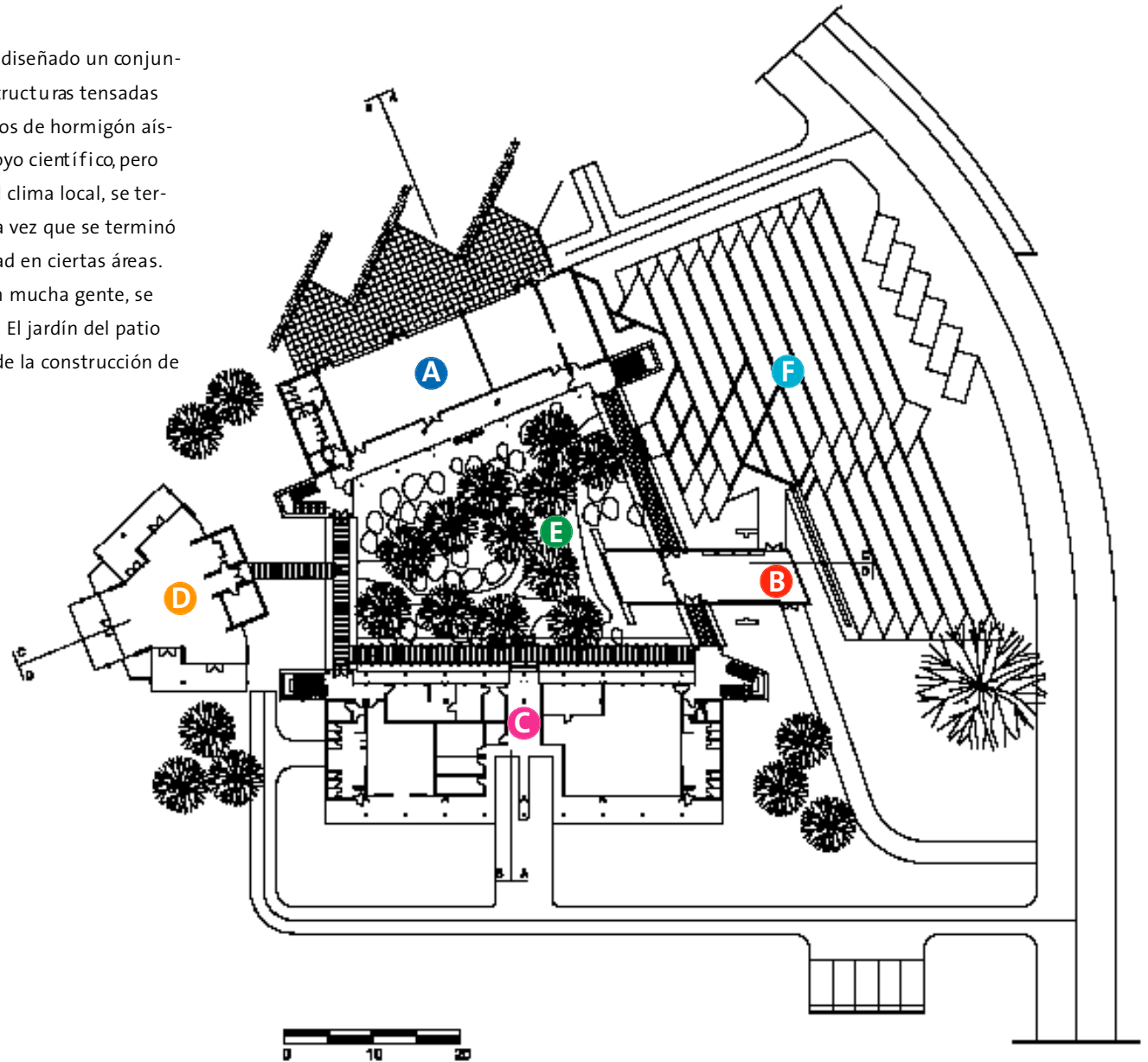
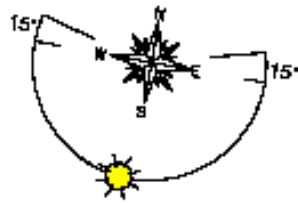
Diseño arquitectónico

El edificio de oficinas, diseñado en 2003 y construido en 2004, fue concebido para ofrecer un ambiente interior cómodo usando medios pasivos en vez de medios mecánicos tales como el aire acondicionado. El área es de 3,896 m² se divide en cuatro alas de dos pisos, estratégicamente ubicadas alrededor de un jardín de climatización. El edificio permite que el aire y la luz entren e incorpora dispositivos de sombra para controlar la luminosidad y limitar el aumento de calor. El diseño de los jardines incluye 174 árboles, 1.100 plantas de café y arbustos de diversos tamaños y especies que aumenta la escasa vegetación que había originalmente en el lugar. La mayoría de estas especies son endémicas, seleccionadas para atraer y mantener a la fauna local. Las plantas también son parte del diseño interior, moderan el clima interior, dan sombra donde se necesita y filtran el polvo. De las cuatro alas, el ala de entrada está expuesta a los vientos más fuertes. Está protegida parcialmente con una pared preformada de hormigón pulido, el llamado diapasón de viento.

Se utilizaron los materiales de Holcim para los mástiles de hormigón, el diapasón de viento (con áridos, mezclas y acabados especiales), los muros de hormigón con una textura suave especial, los suelos de hormigón pulido cortados de manera asimétrica, y las grandes piedras en el jardín del patio central.

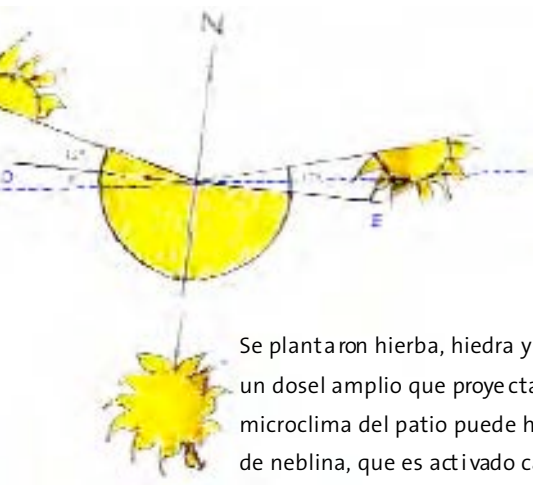
Durante la fase de diseño, el clima interior de las alas norte y sur (con el mayor número de ocupantes) fue estudiado usando un programa de simulación llamado “Comfort”. Los datos del clima utilizados fueron obtenidos de la estación meteorológica más cercana, ubicada a 8 kilómetros al norte del lugar. Los estudios proporcionaron la información que fue utilizada para optimizar la construcción sin cambiar el diseño arquitectónico. La mayor mejora obtenida fue la reducción del incremento térmico a través del techo.

Para optimizar la función del aislamiento del techo, fue diseñado un conjunto de capas de ventilación, aislamiento y sombra. Las estructuras tensadas proyectan sombra sobre el techo y las fachadas. Los muros de hormigón aíslan las fachadas este y oeste de las dos alas. Sin más apoyo científico, pero basados en el conocimiento empírico de la geografía y el clima local, se terminaron los planos y se llevó a cabo la construcción. Una vez que se terminó el edificio y se ocupó, era necesario reducir la luminosidad en ciertas áreas. Esto se hizo tintando el vidrio. En algunos despachos con mucha gente, se instalaron ventiladores de techo para mejorar el confort. El jardín del patio central se diseñó usando grandes piedras que sobraron de la construcción de la planta industrial cercana.



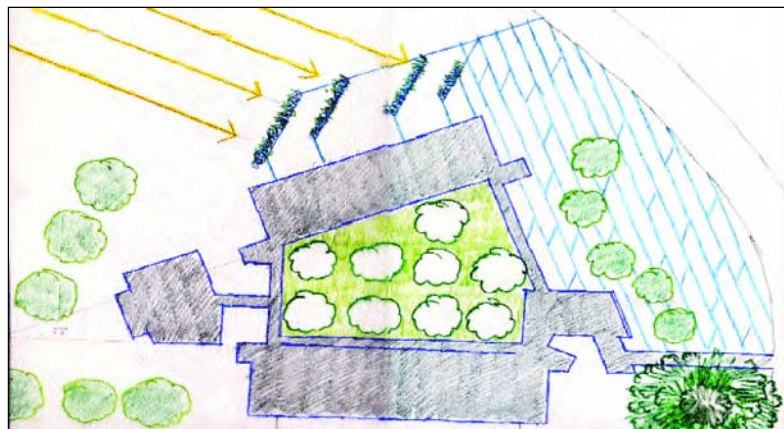
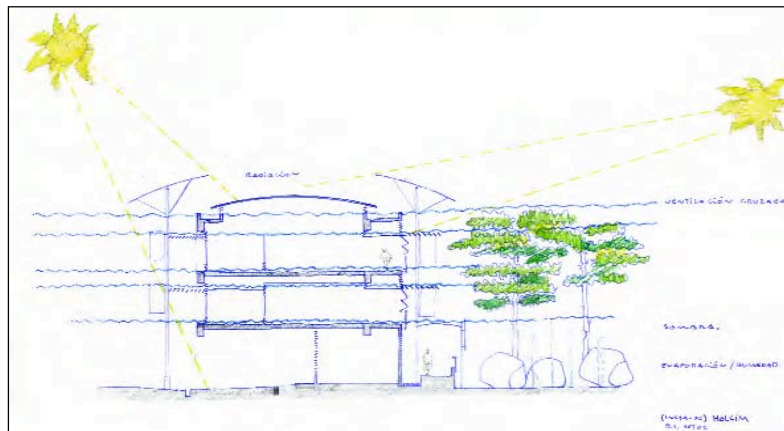
El edificio de Holcim Costa Rica consta de: cuatro alas: el ala norte, el ala de la entrada, el ala sur y el ala de administración. En el centro se encuentra el jardín de climatización, y al este se encuentra un conjunto de fuentes y canales climáticos.

Estadísticas de la construcción



Se plantaron hierba, hiedra y almendros (T. catappa) en el patio. También hay un dosel amplio que proyecta sombra para reducir la pérdida de humedad. El microclima del patio puede humedecerse aún más y enfriarse con un sistema de neblina, que es activado cada diez minutos durante diez segundos, de las 6 a.m. a las 6 p.m. en los días hábiles durante la temporada seca. Las plantas se riegan por la mañana y por la tarde.

La respuesta al Medio Ambiente – especialmente a la radiación solar en el clima tropical de Costa Rica – fue considerado como una prioridad en el diseño.



Año en que se construyó:	2004
Tipo de edificio:	Oficinas
Volumen del edificio:	15,214 m ³ en cuatro alas
Número máximo de ocupantes:	162
Área bruta de suelo utilizable:	3,892 m ²
Número de pisos terminados:	2
Número de sótanos:	—
Sistema de construcción:	Marco, planchas y muros de hormigón reforzado con postes y traveses; vastos sistemas de sombra para el techo y las fachadas
Costo de construcción (sólo edificio):	USD\$ 2,564,800 ó USD\$ 658/m ² del área bruta de suelo
Costo de construcción de edificios de oficinas comparables en Costa Rica	USD 580/m ² por área bruta de piso
Costo de operación anual (enfriamiento, iluminación, sistemas mecánicos, etc.)	USD 9.24/m ²
Costo de operación anual de edificios	USD 27.60/m ² *

* Fuente: Claudio Soto/National Company of Power and Electricity (CNFL)



Desempeño

La actuación de los edificios bio-climáticos (los diseñados en armonía con la naturaleza) debe ser examinada. ¿Es eficaz el diseño? ¿El clima interior es como se planeó? ¿Cumple con las normas de comodidad ISO?

Para responder estas preguntas, el ambiente interior del edificio de oficinas de Holcim Costa Rica fue medido durante la temporada de lluvias en 2004 (el 30 de agosto al 15 de septiembre) y a principios de la temporada de 2005, seca y ventosa (1 de febrero al 15 de marzo). La mayoría de las mediciones se tomaron en el segundo piso, donde ocurre la mayor parte de la actividad cotidiana de 8 a.m. a 7 p.m.

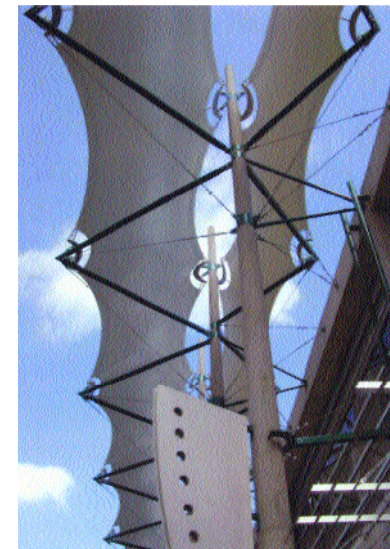
Medición de la iluminación, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento

La iluminación se midió en lúmenes por m² usando un sistema Hobos (modelo H08-004-02) instalado en el ala sur. Un sensor controlaba las condiciones de luz media en el edificio y un segundo sensor estaba dirigido hacia las ventanas que daban al norte para tomar las lecturas durante las últimas horas de la tarde y a la puesta del sol, cuando la iluminación podría ser excesiva.

La temperatura del aire y la humedad relativa fueron monitoreadas en seis puntos dentro del edificio usando el mismo sistema Hobos. En el ala norte, los sensores se colocaron en medio del cuarto y dentro de una oficina. En el ala sur, dos sensores se colocaron en medio de la estancia y uno en las escaleras entre la planta baja y el piso superior. Otro sensor se colocó en un corredor con sombra en el lado sur del patio. Todos los sensores se programaron para registrar valores promedio a intervalos de diez minutos durante ciclos de 24 horas. Las lecturas tomadas en las escaleras no se usaron en el cálculo de los valores promedio del edificio.



El movimiento del aire dentro del edificio y la velocidad del viento fuera del edificio se midieron en las épocas que soplaban los vientos más fuertes (octubre de 2004 y febrero de 2005). Dos pares de anemómetros (MetOne, modelo 014A) se instalaron, uno en el piso superior del ala de administración (ala oeste), y el otro en la planta baja en el extremo este del edificio. En cada caso, un anemómetro se colocó dentro y el otro fuera del edificio. Los datos se registraron en una bitácora de datos (Campbell Scientific modelo CR10X) programada para registrar las velocidades de viento promedio y máximas en intervalos de diez minutos durante ciclos de 24 horas.



Las sombras y la ventilación que se usan en vez del aire acondicionado mecánico ofrecen un clima interior cómodo. Tres mecanismos de sombra se ven en esta fotografía: un dosel de tela, los bloqueadores de sol verticales y las celosías horizontales.

Varios dispositivos de sombra protegen el ala norte contra los rayos solares de las últimas horas de la tarde, incluyen tres estructuras de metal (a la derecha) que pronto se cubrirán con enredaderas.

Optimización del clima interior

Se midió la iluminación dentro del edificio para que estuviera dentro del rango de confort, en general por debajo de los 1,500 lúmenes por m² (Figuras 1A y 2A). En las oficinas y las estancias con ventanas que dan al norte y el sur, se encontró que la iluminación era excesiva todo el día, y en especial muy temprano por la mañana y en las últimas horas de la tarde. Para corregir este problema, se instalaron celosías y pantallas adicionales. Las temperaturas medidas en cinco puntos dentro del edificio muestran el patrón de día típico del clima tropical, con fuertes fluctuaciones durante el día (10°C o más), pero condiciones promedio estables durante el año (Figuras 1B, 2B). Las temperaturas mínimas diarias se observaron generalmente en las horas antes del amanecer (5:00 a.m. a 6:00 a.m.) y variaban de 18°C a 20°C durante las temporadas de lluvias y seca. Las temperaturas diarias máximas se observaron durante las primeras horas de la tarde (12:00 a 2:00 p.m.) y variaron de 26°C a 28°C durante ambas temporadas. Las temperaturas promedio durante las horas de trabajo (8:00 a.m. a 7:00 p.m.) fueron (12:00 a 2:00 p.m.) y variaron de 26°C a 28°C durante ambas temporadas. Las temperaturas promedio durante las horas de trabajo (8:00 a.m. a 7:00 p.m.) fueron cerca de

24°C a 25°C durante ambas temporadas. En comparación con las temperaturas medias y máximas observadas en el exterior (22°C y 28.5°C, respectivamente), el edificio proporcionó un clima cómodo, con temperaturas interiores cercanas al promedio registrado en el exterior, pero con temperaturas máximas muy inferiores. Las escaleras entre la planta baja y el piso superior representan una situación excepcional. Este volumen se encuentra envuelto en vidrio, lo que causa un efecto de invernadero durante todo el día. Las temperaturas aquí llegaron casi a los 32°C, una temperatura alta muy incómoda. Se espera que la temperatura aquí descienda sustancialmente una vez que crezcan las plantas y los árboles que brindan sombra. Las temperaturas medias y máximas del aire que se predijeron utilizando el modelo Comfort fueron 24.9°C y 24.4°C durante la temporada seca y 26.6°C y 25.9°C durante la temporada de lluvias, respectivamente. En comparación con los valores reales medidos en el edificio, el modelo subestimó la temperatura máxima del aire durante la temporada de lluvias (consultar la tabla de la página 47).

Figura 1:
Patrones durante el día (medido en días) de iluminación, temperatura del aire y humedad relativa dentro del edificio de Holcim durante las temporadas de lluvias y seca.

- Iluminación (lum m⁻²) x 10⁻²
- Temperatura (°C)
- Humedad (%)
- Días

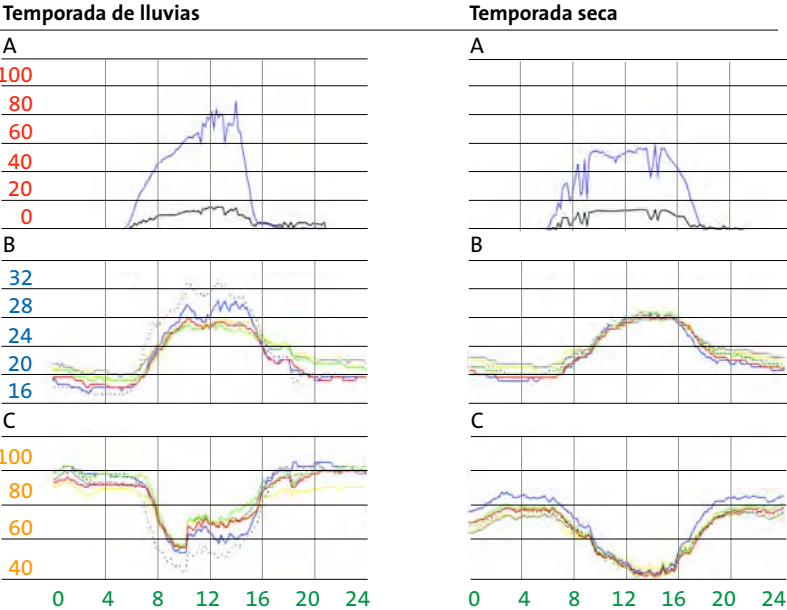
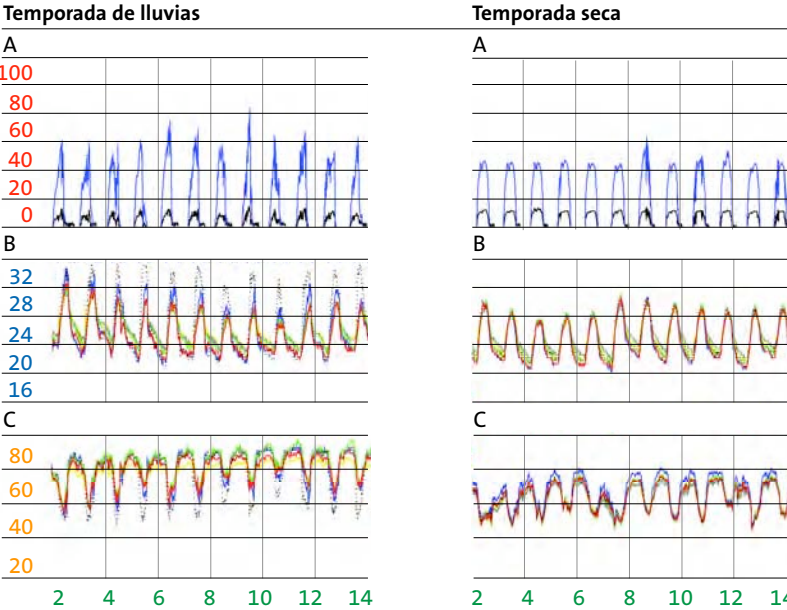


Figura 2:
Patrones durante el día (medido en horas) de iluminación, temperatura del aire y humedad relativa dentro del edificio de Holcim durante las temporadas de lluvias y seca.

- Iluminación (lum m⁻²) x 10⁻²
- Temperatura (°C)
- Humedad (%)
- Días

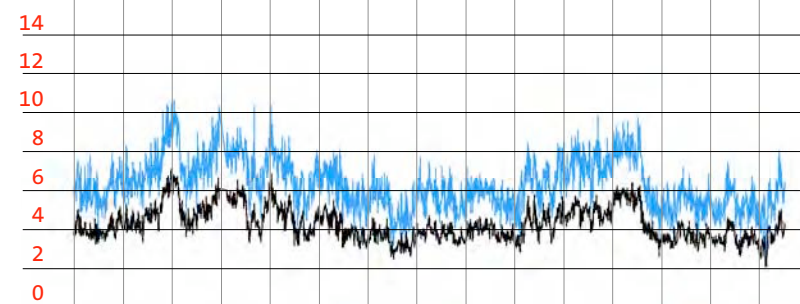
La humedad relativa también mostró patrones tropicales típicos (Figuras 1C, 2C) caracterizados por fuertes fluctuaciones durante el día y por temporadas. Durante la temporada de lluvias, la humedad promedio del aire estuvo cerca del 73% (tabla de la página 49). La humedad dentro del edificio llegó a los mayores niveles durante la noche (~ 90%) y progresivamente disminuyó conforme la temperatura del aire aumentó durante el día, llegando a los valores más bajos alrededor del mediodía y las primeras horas de la tarde (~ 50%). En contraste, la humedad de aire promedio durante la temporada seca sólo fue de 53%. Así, la humedad máxima durante la temporada seca estuvo generalmente por debajo de 80%, llegando a los valores más bajos cerca de 40% al mediodía y permaneció baja durante las primeras horas de la tarde. La humedad permaneció baja (menos de 70%) durante la mayor parte de las horas de trabajo, causando un clima algo incómodo para los ocupantes. En respuesta a ello, se instaló el sistema de neblina en el patio para aumentar la humedad, enfriar el aire y aumentar la comodidad en el interior.



Durante la segunda mitad de la temporada de lluvias (de septiembre a mediados de noviembre), los vientos soplan predominantemente desde el suroeste y mostraron un patrón diurno claro. La velocidad del viento fue muy baja por la noche y aumentó a valores máximos de 3 a 4 metros por segundo (mps) durante el día. En contraste, el movimiento del aire medido en el interior llegó a valores mucho más bajos cerca de 0.6 mps, aunque se observaron ráfagas cercanas a los 3 mps, que causaban un poco de incomodidad en algunas oficinas. Durante la temporada seca, prevalecieron los vientos alisios que soplan del noreste, con valores promedio de 4 a 6 mps medidos en el exterior (Figura 3). La máxima velocidad de estos vientos fue de 10 mps. Dentro del edificio, el movimiento de aire promedio por lo general fue inferior a 0.5 mps, aunque se registraron ráfagas cercanas a 2 mps.

Temporada seca 2005

Exterior



Interior

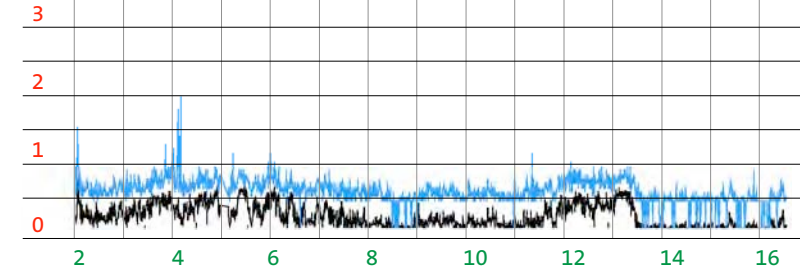


Figura 3:
La velocidad del viento medida fuera del edificio y el movimiento del aire medido dentro del edificio durante la temporada seca con viento.

- Velocidad del viento (mps)
- Dias
- promedio
- máximo

Conclusiones

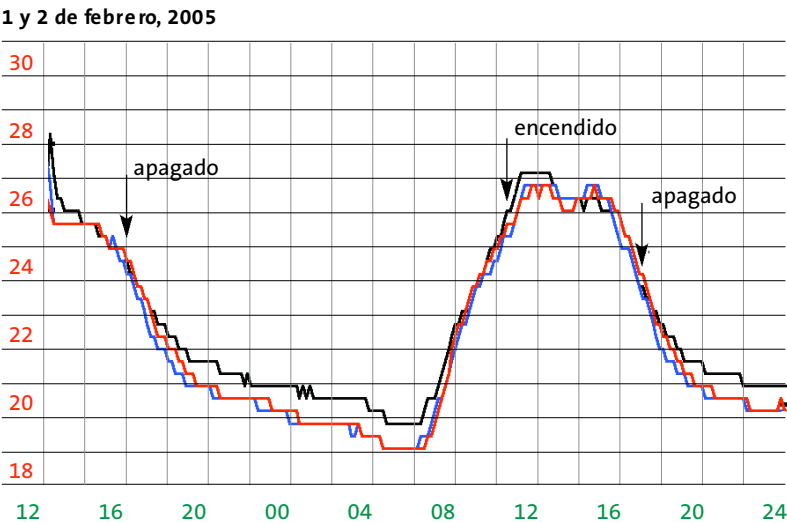
El movimiento excesivo del aire causaba varios problemas. Los papeles volaban y había mucho polvo, en particular al principio de la temporada seca. El movimiento excesivo de aire enfriaba el clima fresco y empeoraba el calor seco al contribuir a la deshidratación y el sobrecalentamiento. El movimiento del aire era un elemento positivo durante el clima cálido y húmedo porque la ventilación natural agiliza la evaporación y así mejoraba la comodidad. Se instalaron ventiladores de techo en algunos despachos (figura 4).

Al realizar las mediciones con base en las normas de comodidad ISO, el edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica ofrece un clima interior cómodo durante las horas de trabajo (consultar la tabla a continuación). El clima interior es cómodo pero ligeramente cálido durante la temporada seca, y cómodo pero ligeramente húmedo durante la temporada de lluvias.

Variable ambiental	Temporada seca	Temporada de lluvias
Temperatura media (°C) (condiciones reales, en el interior)	24.19 ± 0.11	24.80 ± 0.28
Temperatura media (°C) (modelo "Comfort", en el interior)	24.90	24.40
Humedad relativa (%) (condiciones reales, en el interior)	53.07 ± 1.13	72.90 ± 1.45
Temperatura máxima (°C) (condiciones reales, en el interior)	26.04 ± 0.33	27.47 ± 0.87
Temperatura máxima (modelo "Comfort")	26.60	25.90
Condiciones de comodidad (Normas ISO)	Cómodo, ligeramente cálido	Comfortable, húmedo

Condiciones ambientales y de comodidad en el interior del edificio de las oficinas de Holcim Costa Rica durante las temporadas seca y de lluvias.

Figura 4:
La manera en que funcionan los ventiladores durante las horas de trabajo afecta la temperatura del aire dentro del edificio durante la temporada seca.



Aún en un clima tropical muy marcado por las estaciones del año, se puede lograr un clima interior cómodo en edificios con sistemas de enfriamiento y humidificación pasivos ecológicos y económicos en vez de los costosos



El sistema de neblina-enfriamiento en el patio se activa durante diez segundos cada diez minutos durante la temporada seca. El aire del patio fluye hacia el interior del edificio, lo que proporciona humedad y enfriamiento.

sistemas mecánicos de aire acondicionado con alto consumo de electricidad. Los ocupantes de los edificios bio-climáticos deben operar activamente los mecanismos de los edificios (por ejemplo, las ventanas, las celosías y las persianas) para regular el clima interior y mantener la comodidad.

El control óptimo de estos dispositivos requiere la comprensión de algunos principios sencillos de física, la conciencia del entorno personal, y una actitud activa en vez de pasiva.

El diseño de los jardines desempeña una función importante en los edificios bio-climáticos a fin de que el clima interior sea más cómodo. Las plantas y los árboles pueden crear sombra, reducir el aumento de temperatura y moderar la humedad. Los árboles pueden servir como rompevientos; en grupos y en los corredores verdes, pueden reducir en gran manera los problemas de viento durante todo el año. Además de crear un hábitat y fomentar la biodiversidad, las plantas embellecen los edificios y las vistas desde el interior. El uso inteligente de las plantas es una de las muchas destrezas que los arquitectos deben aprender a fin de diseñar edificios sostenibles que estén en armonía con la naturaleza.



La Fundación Holcim



La Fundación Holcim para la Construcción Sostenible promueve el desarrollo de enfoques innovadores a la construcción sostenible principalmente a través de concursos y un foro internacional. El objetivo de la Fundación Holcim es alentar las respuestas sostenibles a los problemas tecnológicos, ambientales, socioeconómicos y culturales que afectan a la construcción a nivel regional y a nivel global – a través de una gama de iniciativas, incluyendo: Los Holcim Awards, Holcim Forum y Holcim Projects.

¹ Las universidades socias de la Fundación Holcim son el Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH Zurich) en Suiza; el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) en Boston, EE.UU.; La Universidad Tongji en Shanghai, China; la Universidad Iberoamericana (UIA) en México, D.F., México; y la Universidad de Witwatersrand en Johannesburg, Sudáfrica. La Universidad de Sao Paulo (USP) en Brasil está asociada con la Fundación Holcim.

Es un concurso internacional para proyectos de construcción sostenible tangibles y orientados hacia el futuro.

Los concursos Awards de Holcim reconocen cualquier contribución a la construcción sostenible (sin importar sus dimensiones) en la arquitectura, el diseño de jardines y el diseño urbano, la ingeniería civil y mecánica y las disciplinas relacionadas.

Los premios con valor de 2 millones de dólares por ciclo de concurso de tres años alientan e inspiran los logros que trascienden lo convencional, exploran los nuevos medios y formas e identifican y atraen la atención a la excelencia.

El concurso Holcim Awards se realiza con la colaboración de cinco de las universidades técnicas líderes en el mundo que evalúan las inscripciones de acuerdo con los objetivos de la construcción sostenible y encabezan el jurado independiente del concurso.

www.holcimawards.org



Una serie de simposios para los académicos y profesionales que alienta el discurso acerca del futuro del medio ambiente construido. El Forum Holcim apoya la construcción sostenible en el campo científico entre los expertos del sector de la construcción, los negocios y la sociedad.

Además de los renombrados especialistas, provenientes de todo el mundo, se invita a los estudiantes prometedores de las universidades técnicas líderes para que representen a la siguiente generación y compartan sus puntos de vista.

El primer Holcim Forum se llevó a cabo en el Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH) en Zurich, Suiza, en septiembre de 2004 con el tema “Necesidades Básicas”. El segundo Holcim Forum se llevará a cabo en la Universidad de Tongji en Shanghai, China en abril de 2007 con el tema “Trans-Formación Urbana”.

www.holcimforum.org



Financiación para la implementación de los proyectos de investigación y las iniciativas de construcción para acelerar el progreso y promover la construcción sostenible.

La Fundación Holcim proporciona 1 millón de dólares cada ciclo de tres años para apoyar la realización de la investigación en construcción sostenible y de proyectos de construcción. Los proyectos nominados para el financiamiento de realización son evaluados de acuerdo con los objetivos para la construcción sostenible, y deben estar apoyados por una compañía local del Grupo Holcim.

La Fundación Holcim actúa como un facilitador tanto para los proyectos de investigación como para las iniciativas de construcción de manera que, sin importar su origen, las nuevas ideas pueden ser implantadas y probadas a mayor profundidad por un público más amplio de especialistas.

www.holcimprojects.org

Edificio de oficinas de Holcim Costa Rica

Arquitectos:	Bruno Stagno Arquitecto y Asociados
Ingeniero estructural:	Juan Carlos Sotela
Estructuras tensadas:	FTL Design Engineering Studio
Ingeniero mecánico:	Juan Luis Flores
Ingeniero electricista:	Claudio Soto
Arquitecto paisajista:	Jimena Ugarte
Contratista general:	RAE Ingenieros S.A.
Investigación bio-climática:	Marco V. Gutiérrez y Carlos Vega G.

Fuentes	Gutiérrez, M.V. Soto, D. y Alpizar, M. 1997. Cuarenta años de observaciones meteorológicas en la Estación Experimental Fabio Baudrit de Costa Rica. Boltec 30.1.14 "Harnessing Comfort Through Climate Performance of the Holcim Building. A Case Study in Costa Rica (El control de la comodidad a través del funcionamiento del clima del Edificio Holcim. Un Caso de Estudio en Costa Rica) por Bruno Stagno y Marco V. Gutiérrez.
---------	---

Direcciones	Institute for Tropical Architecture P.O. Box 680-1007 San José, Costa Rica stagno@racsa.co.cr www.brunostagno.info www.arquitecturatropical.org Universidad de Costa Rica Estación Experimental Fabio Baudrit Apartado Postal 183-4050 Alajuela, Costa Rica surdo26@racsa.com.cr
-------------	--



La Fundación Holcim para la
Construcción Sostenible
Hagenholzstrasse 85
CH-8050 Zurich/Switzerland
Tel. +41 58 858 82 92
Fax. +41 58 858 82 99
info@holcimfoundation.org

Este folleto puede ser descargado
como documento PDF en
www.holcimfoundation.org

Editor: Edward Schwarz,
Holcim Foundation, Zurich

Consulting editor: Daniel Wentz,
Architect, WentzWords, Magden

Layout: Schadeegg Grafik, Gockhausen

Printed in Switzerland on FSC paper
by Zürichsee Druckereien AG, Stäfa

Stäubli Verlag AG, Zurich
ISBN 978-3-7266-0075-4

©2006 Holcim Foundation
for Sustainable Construction,
Switzerland

