

EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DE UN TECHO VERDE EN EL EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA DE LA PLAZA LOS PALOS GRANDES

Autores: Argenis Lugo¹, Giovanni Siem²

¹ IDEC FAU UCV, e-mail: alugo66@gmail.com

² IDEC FAU UCV, e-mail: geovanni.siem@gmail.com

RESUMEN

Esta ponencia presenta los resultados de la evaluación de los aspectos sostenibles de un techo verde intensivo ubicado en la cubierta del edificio de la Biblioteca de la Plaza Los Palos Grandes. La propuesta de construcción de este techo surgió como una iniciativa de la Alcaldía de Chacao, en el Edo. Miranda, para explorar opciones que favorezcan la racionalidad energética en la gestión técnica y administrativa de las edificaciones de este municipio. Adicionalmente, en esta evaluación se incluyen otros aspectos de sostenibilidad establecidos en el método internacional de certificación de Alta Calidad Ambiental de edificaciones (HQE). La metodología aplicada en esta evaluación, desarrollada desde finales de 2012, incluye aspectos como: registros de radiación superficial y registros termográficos del techo; simulación virtual y evaluación de comportamiento térmico en los ambientes impactados por el techo verde; evaluación general del proyecto de techo verde bajo algunos de los principios de eco-construcción, eco-gestión, salud y confort establecidos en HQE; evaluación y análisis tecnológico (constructivo, funcionamiento, mantenimiento) del techo verde. A partir de los resultados mencionados, se establecen recomendaciones preliminares de mejoras bajo las premisas de edificaciones sostenibles.

PALABRAS CLAVE:

Techo verde, sostenibilidad, racionalidad energética, paisajismo sostenible, alta calidad ambiental

INTRODUCCIÓN: De las islas térmicas al confort térmico con superficies verdes

La mayor parte de la población vive en centros urbanos, y las consecuencias son dramáticas ya que las ciudades son responsables por los principales problemas de higiene y salud; el remplazo de campos, bosques y demás áreas verdes por superficies impermeables; el consumo de tres cuartas partes de la energía mundial, y la emisión de al menos tres cuartas partes de los contaminantes globales, lo que ha significado un desequilibrio enorme en el medio ambiente. La conciencia del calentamiento global, el impacto de la contaminación de los combustibles no renovables y su previsible agotamiento, nos han llevado en los últimos 50 años al replanteo de este paradigma de centros urbanos hacia el concepto de desarrollo sostenible que es aquel que "...busca el desarrollo y satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer los recursos de las generaciones futuras..." *CMMAD ONU. (1987)*

Una de las consecuencias o fenómenos que se producen a partir de estos procesos de densificación urbana son las denominadas islas térmicas o islas de calor urbano la cual se define como "un gradiente térmico cuyo patrón clásico de variaciones de temperatura (generalmente aumento) que se observa entre los espacios urbanos densamente ocupados y

construidos con temperaturas más altas que descienden progresivamente hacia la periferia rural o periurbana” (EPA 2009). Este patrón o gradiente térmico se asocia a una progresiva pérdida del entorno vegetal natural intra y periurbano, sustituyéndolo por superficies impermeables como el concreto, asfalto, ladrillo vidrio y otros materiales de construcción.

En el caso específico de Caracas se identifica esta tendencia, en data obtenida del observatorio Naval Cajigal entre 1996 y 2006, en donde la temperatura mínima absoluta aumentó en 3,74°C *Cordoba K. (2011)*

Dentro de las estrategias principales en el campo de la I&D de la construcción de envolventes para aminorar el impacto de este fenómeno, están dos grandes líneas: Desarrollo de superficies frescas (paredes, muros y techos) y la otra asociada a la necesidad de recuperar los superficies verdes (reforestación, techos verdes y muros verdes) para mantener la calidad del medio ambiente. Estas estrategias de superficies verdes además de tener un impacto en las islas de calor urbano, pueden comportarse como filtros ambientales, que mejoren el confort interno de las edificaciones. Las superficies verdes se identifican en la edificación en tres categorías: jardines/patios, techos y paredes.

En esta ponencia se presenta como estudio de caso la evaluación de una la experiencia de un techo verde ubicado en el edificio de la Biblioteca del complejo cívico Plaza de los Palos Grandes, en la Urbanización Los Palos Grandes ubicado en el municipio Chacao en la ciudad de Caracas

Superficies verdes: Experiencia y referencias

Dentro de las referencias de utilización en techos en las últimas décadas encontramos experiencia urbanas en Europa, Asia y Norteamérica en ciudades como Vancouver, Basilea, Vitoria-Gasteiz, Londres donde a través de planes urbanos, ordenanzas, normativas e incentivos se busca la intervención general de la envolvente urbana, modificando techos y fachadas existentes en superficies verdes, así como la inclusión de estas disposiciones al inicio de nuevas construcciones. En Latinoamérica podemos mencionar las experiencias de Buenos Aires y Bogotá que ya han adelantado y desarrollado ordenanzas para incentivar buenas prácticas constructivas de techos verdes.

En Venezuela no existen referencias reglamentarias de construcción de techos verdes, pero existen experiencias que han incluido dentro de sus envolventes techos y paredes verdes para mejorar el confort térmico en edificios asistenciales edificios comerciales huertos urbanos y en general con fines estéticos en la edificación tanto en techos como paredes.

En el campo de la investigación reciente podemos mencionar los trabajos; (*Ochoa J.; Korody M. 2013*), que aborda las consideraciones estructurales de los techos verdes, (*Villalobos L.; Rosales L. .2010*), que contempla consideraciones de prefabricación y sostenibilidad o (*Siem G. Sosa ME, 2013*) que incluyen consideraciones para racionalidad energética y edificios verdes.

Techos Verdes, una opción sostenible

Los techos verdes son aquellos que contienen elementos vegetales vivos como parte integral del sistema total del techo. Su diseño y construcción incluye conocimientos tradicionales de un techo regular con elementos propios del paisajismo, originando un conocimiento propio y específico y tecnología propia (*Bentacor,2003*). Sus beneficios van más allá del paisajismo o la estética, sino que se convierten en reguladores del aislamiento térmico, minimizando las cargas térmicas posibilitando la reducción del consumo eléctrico en edificaciones que utilizan sistemas mecánicos de enfriamiento (AA). También pueden

ser elementos de aislamiento acústico, frente a los ruidos ambientales propios de las ciudades.

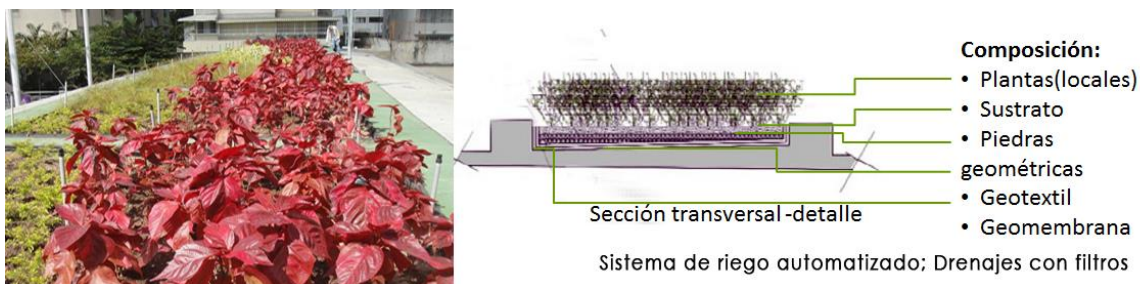
Los techos verdes disminuyen la radiación ambiental al entorno de las edificaciones, contribuyendo a disminuir las denominadas islas de calor urbanos. Ayudan al pulmón ambiental de las ciudades ya que sus jardines, a través del proceso de fotosíntesis, capturan el CO₂ ambiental y libera oxígeno al mismo. Durante los períodos lluviosos, el agua de lluvia, no es desechada a través de los sistemas de drenaje, sino que es utilizada en dichos techos. Aunque la inversión inicial de los techos verdes en un principio podría ser mayor que los techos convencionales, ésta se amortiza en el tiempo ya que reduce las cargas de calentamiento provenientes del techo logrando un considerable ahorro energético y económico a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones. Por otro lado los techos verdes en conjunto con los parques naturales, arborizaciones y los paisajismos públicos y privados de la ciudad pueden ser favorecedores y receptores de la biodiversidad local.

Una buena gestión de la política ambiental y económica para promover los techos verdes, podría originar centros económicos (terrazas verdes comerciales, huertos, etc), de recreación (terrazas de expansión y miradores) y de educación ambiental en escuelas, bibliotecas, etc). Sin embargo, para que un techo verde sea sostenible es necesario su evaluación y caracterización, que permita predecir su comportamiento y potencialidades de desarrollo de patologías en la edificación, establecer estrategias y recomendaciones para su buen desarrollo, gestión y mantenimiento durante las etapas del ciclo de vida de la edificación. Para esto existen en la actualidad herramientas metodológicas y tecnológicas.

Techo verde en la Biblioteca de los Palos Grandes

Ubicada en el Centro Cívico Plaza de los Palos Grandes (Municipio Chacao, Caracas), esta biblioteca posee en su última planta un techo verde instalado en Diciembre 2012, con un área aproximada de 124 m². No estuvo previsto en el proyecto original, para su implementación se tomaron todas las consideraciones estructurales, constructivas y tecnológicas correspondientes. El techo verde cubre cerca de 75% del techo. El restante 25% lo conforma un alero perimetral de concreto armado que arroja sombra sobre las fachadas del edificio. El techo verde cubre en totalidad una de las salas de lectura y biblioteca, que posee un sistema de AA, por lo que el aislamiento térmico del techo verde incide de manera favorable en la reducción del consumo energético

Figura N° 1 Vista y esquema de sección transversal del techo verde. Fuente: Elaboración propia.



METODOLOGÍA

La metodología aplicada para abordar el estudio de esta experiencia incluyó : registros de radiación superficial y registros termográficos del techo; simulación virtual y evaluación de

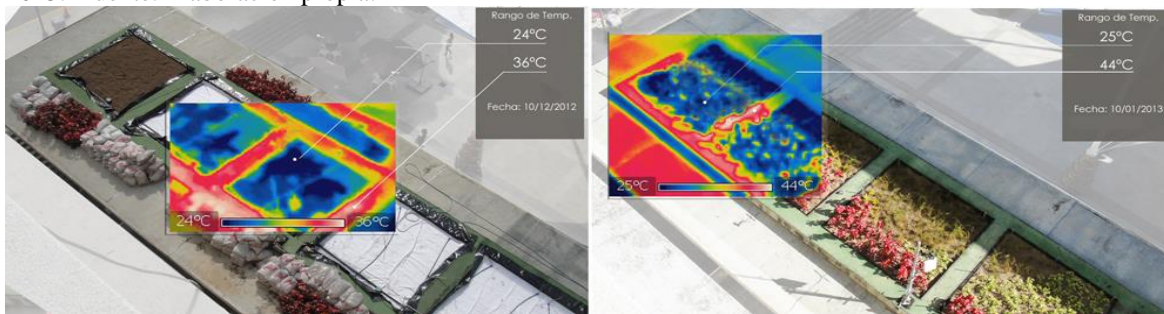
comportamiento térmico en los ambientes impactados por el techo verde; evaluación general del proyecto de techo verde bajo algunos de los principios de eco-construcción, eco-gestión, salud y confort establecidos en HQE; evaluación y análisis tecnológico (constructivo, funcionamiento, mantenimiento) del techo verde.

Esta evaluación contó con el apoyo del Laboratorio de Habitabilidad y Energía, del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la UCV.

REGISTROS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Registros de radiación superficial y registros termográficos del techo. Estos registros nos permitieron identificar el comportamiento gráfico de radiación del techo verde con referencia al techo existente previo a su instalación, y su contribución a la isla de calor urbana local. Los registros se realizaron durante la instalación del techo y posterior a este durante el crecimiento y consolidación de los plántulos durante 3 meses. El comportamiento comparativo de temperaturas y registros termográficos lo podemos ver en las siguientes imágenes. En donde se puede identificar la diferencia de temperatura del techo verde con referencia al alero de concreto que ronda los 10° C.

Figura N° 2 Registro termográfico y de temperatura superficial del techo verde en Diciembre 2012 y Enero 2013. Fuente: Elaboración propia.



Simulación virtual y evaluación de comportamiento térmico en los ambientes impactados por el techo verde

El segundo objetivo es comprobar el comportamiento térmico de la sala ubicada debajo del techo verde. Debido a que no se pudieron realizar mediciones previas a la instalación del techo verde, se optó por realizar una simulación virtual antes y después del techo verde con el programa ECOTECT

Condiciones de la simulación: Datos meteorológicas según estación La Carlota, Caracas. Propiedades físicas de los materiales tomadas de la base de datos de Ecotect. Ventilación pasiva en ambos casos simulados (sin aire acondicionado). Espacio de estudio: sala de lectura debajo del techo. Modelo original: estructura de concreto, paredes de vidrio (85%) y concreto (15%), Modelo modificado: mismos datos pero “jardineras” del techo cubiertas por una capa de tierra

Los resultados de la simulación se presentan en los siguientes gráficos:

Figuras N° 3 Temperatura horaria. y **N° 4** Distribución de temperatura. Modelo original Fuente: Elaboración propia.

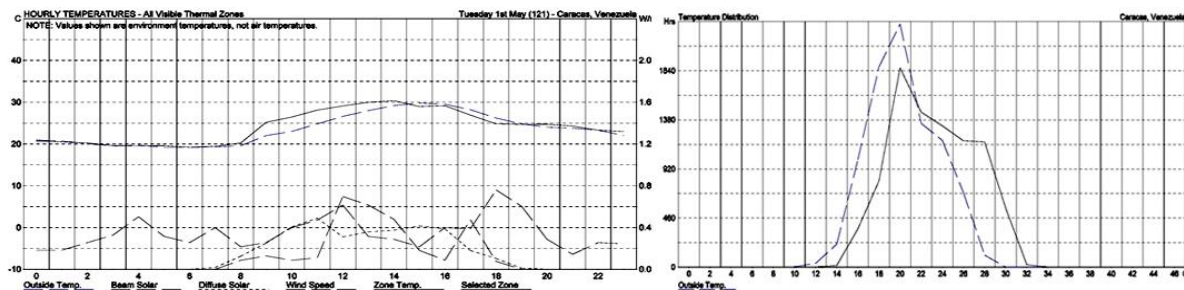
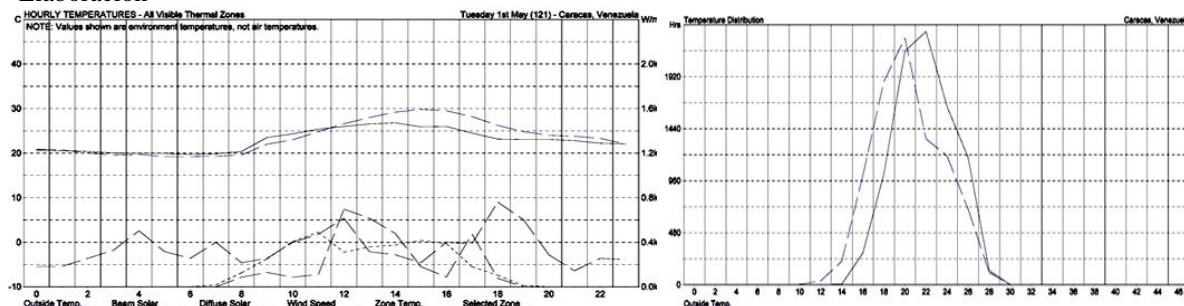


Figura N° 5 Temperatura horaria. y **N° 6** Distribución de temperatura. Modelo modificado Fuente: Elaboración



Interpretación de resultados: Al comparar las curvas de temperatura exterior (línea punteada) con la temperatura interior (línea continua, en las dos gráficas se observa un mejoramiento del comportamiento térmico del espacio, pues las temperaturas alcanzadas en el modelo modificado bajan sensiblemente (26 °C en lugar de 30 °C, gráficos N° 3 y 5), y además el número de horas totales de permanencia de estas es mayor (2160 hrs a 20 °C en lugar de 1840 hrs, gráficos N° 4 y 6).

Consideraciones sostenibles del techo verde: En esta sección se revisan algunas consideraciones cualitativas asociadas al techo verde desde el punto de vista sostenible. Para esto tomaron en consideración algunos de los principios de eco-construcción, eco-gestión, salud y confort establecidos en Sistema de Evaluación de Alta Calidad Ambiental de Edificaciones HQE; Esto permite ver las potencialidades del techo verde desde el punto de vista sostenible, en función del entorno donde se inserta. Los resultados se van organizando por subpropositos y propósitos y renglones que permiten identificar de manera detallada las debilidades y fortalezas de la obra evaluada

Figura N° 7 Cuadro Síntesis del Sub propósito 1.2 Propósito N° 1 del renglón Eco construcción. Fuente: Elaboración propia.

SELECCIÓN INTEGRADA DE PRODUCTOS, SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Elecciones constructivas para la durabilidad y adaptabilidad de la obra	Efectivo
	Selección de productos de construcción a fin de limitar los impactos ambientales de la obra	Efectivo
	Elecciones constructivas para la facilidad de mantenimiento de la obra	Efectivo
	Utilizar materiales y productos que permitan el aprovisionamiento menos contaminante en CO2, de la obra	Efectivo

Los resultados generales de esta revisión cualitativa que el techo verde, arroja:

1. Buenas consideraciones en cuanto a la tecnología constructiva utilizada.
2. Utilización de plantíos con especies adaptadas al clima y consumo moderado de agua y

nutrientes

3. Criterios y consideraciones favorables de mantenimiento.
4. Impacto ambiental favorable, reducción del consumo energético en los ambientes bajo su impacto; Gestión favorable de aguas pluviales. Reducción de emisiones al ambiente.
5. Potencialidades de implementación de un programa cultural-ambiental como elemento de educación ambiental

CONCLUSIONES

Dentro de las conclusiones generales de la revisión de esta experiencia de construcción de un techo verde se pueden mencionar: Mejora las condiciones de aislamiento térmico, acústico del ambiente acondicionado; Impacto favorable en ahorro energético; Aportes favorables al balance ecológico y en el desarrollo favorable de Biodiversidad local; Aportes en la gestión de la política de educación ambiental- económica para mejorar la calidad de vida del municipio.

Comportamiento térmico: Tanto a nivel de radiación superficial del techo, como del impacto en el ambiente interior, se mencionan: Identificación una variación favorable de la temperatura superficial (10-19 °C) del techo verde con referencia al alero de concreto. Los resultados de la simulación permiten inferir una variación favorable del comportamiento de las curvas de temperatura interior. *Valoración cualitativa.* Los avances del estudio de valoración cualitativa sostenible permiten identificar fortalezas de la aplicación, así como la identificación de aspectos susceptibles de mejores y las acciones a implementar. *Educación ambiental.* La experiencia del techo verde como estrategia sostenible se incorporó a las acciones de difusión y educación ambiental del municipio.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las siguientes personas: Rosa Virginia Urdaneta y Pedro Méndez de la Alcaldía de Chacao. Esber Bellorín - Pasante FAU y Luis Rosales IDEC FAU

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bentacor L (2003) “los techos vegetales” Disponible en http://www.todoarquitectura.com/v2/v_ver_B.asp?t=EcoTA_010&d=n&t1=Ec

CMMAD ONU. (1987) Nuestro futuro común o Informe Brundtland. ONU disponible en: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

Cordoba K. (2011) Impacto de las Islas térmicas o Islas de calor urbano, en el ambiente y la salud humana. Análisis estacional comparativo: Caracas octubre 2009- Marzo 2010. Revista Terra Vol XXVII N° 42 pp 95-122. Caracas

Environmental Protection Agency (EPA) (2009). Urban Heat Island Basic, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Environmental Protection Agency, U.S On line Disponible en : <http://www.epa.gov/hiri/>

Ochoa G.; Korody ME (2013) Factibilidad estructural de techos verdes. Presentación PP Facultad de ingeniería, UCV. Caracas

Siem G.; Sosa ME. (2013) Manual para diseño de edificaciones energéticamente eficientes. Ediciones. FAU. FAU UCV. Caracas.

Villalobos L.; Rosales L. (2010) Aplicación de Techo verde en edificios de planta extensa para climas cálido húmedos. Caso: Edificio de oficina en la ciudad de Maracaibo. IDEC FAU UCV. Caracas.