

PROYECTO DE AZOTEA VERDE EN LA PUERTA ROSA, LA HABANA

Por Ing. **Lisan Siverio Valle***, Arq. **Miriam Marcela González Hernández****, Lic. **Jean Fugère*****
y Dr. C. **Ernesto Yoel Fariñas Wong******

* Empresa de Proyectos e Ingeniería del Minag (ENPA), La Habana.

E-mail: lisansiverio@gmail.com

** Unión eléctrica (UNE)

E-mail: miriamgh@nauta.cu

*** Máster en letras y lingüística alemana, escritor y periodista.

E-mail: jfugere@videotron.ca

**** Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales, Ceeta. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, UCLV.

E-mail: farinas@uclv.edu.cu

Resumen

En el presente artículo se expone el desarrollo de un modelo particular de techo verde adaptado a una vivienda colonial localizada en La Habana, Cuba. Tomando como referencia las características, ventajas y desventajas de los techos verdes en el mundo, se desarrolló y construyó un modelo específico para ser construido en un clima tropical y en esta vivienda en particular. Posteriormente se procedió a realizar mediciones de temperatura en las diferentes zonas de la instalación para validar el impacto positivo del techo verde sobre la temperatura de la vivienda. Además, se evidenciaron otras ventajas propias de la construcción del techo verde para la vivienda y sus ocupantes.

Palabras clave: Techos verdes, cubierta ajardinada, Cuba, viviendas coloniales.

GREEN ROOF PROJECT AT THE PINK GATE, HAVANA

Abstract

In this article he exhibits the development of a particular model of green roof adapted to a colonial house located in Havana, Cuba. Taking as a reference the characteristics, advantages and disadvantages of green roofs in the world, a specific model was developed and built to be built in a tropical climate and in this particular house. Subsequently, temperature measurements were made in the different areas of the facility to validate the positive impact of the green roof on the housing temperature. In addition, other advantages of building the green roof for the house and its occupants were evident.

Keywords: Green roofs, top roof garden, Cuba, antique houses.

1. Introducción

Informes de las Naciones Unidas indican que, en la actualidad, aproximadamente la mitad de la población mundial vive en las ciudades y se estima que este número siga en aumento durante los próximos años. Esta alta concentración de habitantes y el acelerado crecimiento urbano

han generado una serie de problemas ambientales como inundaciones, contaminación del aire y el conocido *Efecto Isla de Calor Urbano*.

Diversas respuestas a estas problemáticas han sido proporcionadas por la ciencia y las nuevas tecnologías, desde soluciones relativamente simples como el incre-

mento de la cobertura de áreas verdes, hasta las tecnologías sostenibles como la energía solar, los materiales de construcción que reflejan los rayos solares, la reutilización de las aguas de lluvias y el almacenamiento de agua y energía. Entre estas tecnologías ecológicas recientes están los techos verdes, que nacieron como respuesta a la dificultad de expansión de áreas destinadas a la vegetación en núcleos urbanos [Zielinski, 2012].

Un techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada, es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea con suelo o con un medio de cultivo apropiado. No se refiere a techos de color verde, como los de tejas de dicho color ni tampoco a techos con jardines en macetas. Se refiere a tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir, tecnologías que cumplen una función ecológica [Biscia, 2005].

Alemania es pionero mundial en techos verdes desde la década de 1970, cuando se reconocieron sus beneficios ecológicos y para el medioambiente, convirtiéndose en el líder en este tema. Varias ciudades del mundo han adoptado medidas y legislaciones que obligan a cubrir parte de los techos con vegetación, y(o) con tecnologías para producir energía mediante fuentes renovables; entre estas ciudades se encuentran Montreal, Vancouver, Nueva York, Chicago, París, Stuttgart, Beijín, Singapur, Copenhague, Córdoba (Argentina) y Tokio, entre otras.

Estudios recientes corroboran los beneficios de los techos verdes, tanto ecológicos como económicos, ya que tienen gran impacto sobre la disminución del consumo energético de la vivienda o local donde se instalen; además de aminorar el *Efecto de Isla de Calor Urbana*, contribuyen al manejo del agua de lluvia y evitar inundaciones, mitigar el ruido y reducir la contaminación del aire.

Según lo expuesto, los techos verdes son sistemas que se vienen desarrollando desde hace varios años, sobre todo en lugares con clima templado o continental, caracterizados por estar expuestos al sol, sin ninguna cubierta sobre los mismos. Este trabajo expone el desarrollo y construcción de un sistema de techo verde enfocado a las características climáticas de países con clima tropical, combinando los conceptos de techo verde con los de jardín sobre el techo, para obtener todos sus beneficios, incluyendo el cultivo de plantas medicinales, especias, frutas y vegetales. Además, se plantea cubrir la instalación, a modo de pérgola, con una cubierta viva y(o) sintética que permita su utilización y disfrute durante todo el año dadas las características climáticas del trópico.

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo de este proyecto se realizó una búsqueda documental sobre el estado del arte, tanto nacional como internacional, en el tema de los techos verdes y cubiertas ajardinadas, así como sus ventajas y desventajas, características y diferencias. A partir de esta información se realizó una evaluación de la vivienda donde se construyó la instalación, así como del entorno que la rodea. Teniendo en cuenta todos estos factores se procede a diseñar y construir un modelo de techo verde que se ajusta a las características propias de la vivienda, el entorno y

los materiales objetivos que tenemos a nuestro alcance. Posteriormente se procede a evaluar los resultados obtenidos con la construcción de este modelo particular de techo verde.

3. Resultados y discusión

La literatura consultada sobre esta temática hace referencia a las diversas ventajas que proporcionan los techos verdes, tanto económicas, ecológicas como sociales, y su impacto positivo sobre el medioambiente en las ciudades. Teniendo en cuenta estos criterios realizamos una investigación tomando como punto de referencia el comportamiento de las temperaturas, en función de la tipología constructiva de diferentes tipos de urbanizaciones, descritos en modelos internacionales, ver Fig. 1.

La explicación gráfica del Efecto Isla de Calor Urbana se muestra en la Fig. 2, donde se evidencia que las zonas rurales tienden a tener menor temperatura durante el mismo día y a la misma hora que las áreas urbanas.

Partiendo de la ubicación de la vivienda propuesta, sobre la que se construyó la instalación, seleccionamos varias zonas de La Habana con diversas características constructivas y diferente relieve, y posteriormente procedimos a compararla con el modelo descrito en la Fig. 1. La localización de la vivienda donde se está desarrollando la instalación es en Centro Habana, ver Fig. 3. Esta área constituye uno de los asentamientos urbanos más densamente poblados, construidos y con menores áreas verdes en la capital, como muestran las imágenes satelitales, es por ello que se seleccionó como una de las zonas más afectadas en La Habana por el *Efecto Isla de Calor Urbano*. En cambio, en la Fig. 4 se muestra el reparto de Koly, donde la tipología constructiva se mezcla armoniosamente con la vegetación de la zona, así como con el río presente en la geografía de esta área, el cual contribuye positivamente a mitigar el *Efecto Isla de Calor Urbano*.

Descripción de la vivienda y el techo verde

Nuestro proyecto se está desarrollando aproximadamente a 11 metros sobre el nivel de la calle, en la cubierta de una vivienda de dos niveles que se encuentra situada en el municipio de Centro Habana. Construida en 1900 según los códigos constructivos de la época para Cuba, compuesta por muros de carga de mampuesto de 420 a 600 mm de espesor y techo de vigas de madera y bovedillas de barro, ver Fig. 5. Impermeabilización originalmente con soladura y recientemente reparada con mantas asfálticas. Interiormente está decorada con falso techo de madera con detalles en yeso a modo de terminación, ver Fig. 6.

Clasificación de nuestro techo verde

Según el repertorio internacional sobre esta temática, cuando se habla de techos verdes se hace referencia a dos tipos: Techos Verdes Intensivos (TVI), y Techos Verdes Extensivos (TVE). Las principales diferencias entre estos dos sistemas se traducen básicamente en variaciones en cuanto a tipo de materiales, espesores y requisitos de mantenimiento, que son consecuencia de las exigencias de la vegetación, diferente en ambos casos [González Couret, 2016, p. 2].

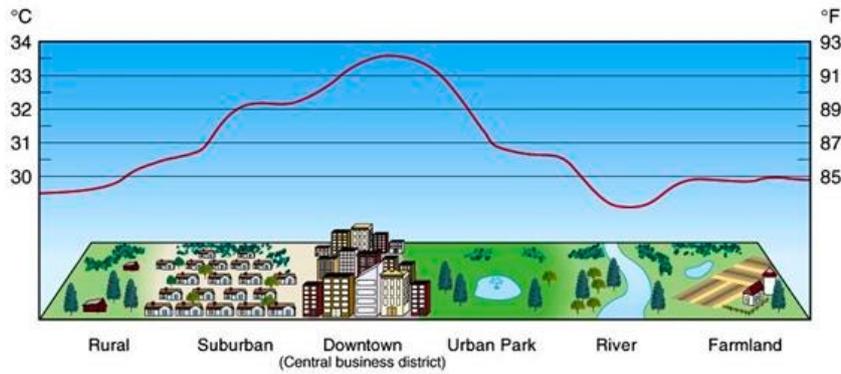


Fig. 1: Comportamiento del Efecto Isla de Calor Urbano, tomado de internet.

Why the urban heat island effect occurs

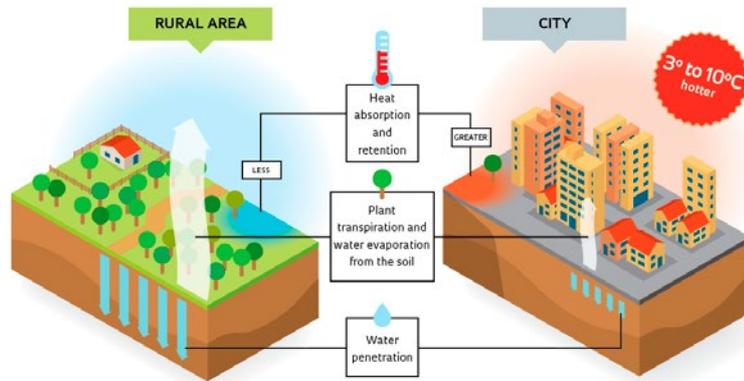


Fig. 2: Causas del Efecto Isla de Calor Urbano, tomado de internet.



Figs. 3 y 4. Imágenes satelitales de los repartos Centro Habana y Koly, tomadas de SAS. Planet.



Figs. 5 y 6. Vista de la composición interior de la cubierta de la vivienda.

En Cuba no existe tradición en el empleo de estos techos, ya que la razón principal que les dio origen en países de clima frío y cálido seco, fue la necesidad de emplear la tierra y la vegetación directamente sobre las cubiertas para obtener una mayor masa térmica e impedir que el calor se escapara del interior de las viviendas durante el invierno. Cuba, por el contrario, posee un clima cálido húmedo, donde las temperaturas son elevadas durante el día y la noche a lo largo de todo el año, por lo cual es de suponer que el empleo de masa térmica sobre los techos debe generar un efecto de retraso térmico que resulta desfavorable para el confort térmico humano en los interiores de las viviendas, sobre todo en el período nocturno, que es el de mayor ocupación y coincide con las horas de dedicadas al sueño. Esto puede ser una de las causas que motiva que los techos verdes intensivos y extensivos no constituyan una tradición en Cuba [González Couret, 2016, p.2].

Existen diversas modalidades de techos verdes en La Habana y el resto del país, de manera general estas se pueden clasificar en dos tipos atendiendo a la posición de la vegetación: Techos Verdes con vegetación en Contenedores (TVC), y Techos Verdes con vegetación en Doble Cubierta (TVDC) [González Couret, 2016, p.3].

Dado el sistema constructivo de nuestra vivienda, no es viable colocar grandes cargas sobre la cubierta, pues colapsaría. La solución aplicada fue diseñar y construir una estructura de vigas de acero que soporten todo el peso de los contenedores. Estas vigas transfieren las cargas a los muros de carga de la vivienda, manteniendo la cubierta sin pesos adicionales a consecuencia de los sistemas de cultivo y por ende, conservando la integridad de la misma. Ver Figs. 7 y 8.

En la figura 9 se puede observar un plano de planta y elevación de la cubierta de la vivienda donde se enmarcan en color verde las zonas dedicadas a los cultivos, así como las zonas cubiertas con uva y con mantas que protegen del sol y de los rayos ultravioletas.

Por lo anteriormente expuesto nuestro techo verde quedaría clasificado como: *techo verde en contenedores y con vegetación en doble cubierta*.

Datos de interés de la instalación

- Área de plantación: Actualmente 17 m² aproximadamente, incremento hasta los 60 m².

- Tipos de cultivo: Plantas ornamentales, especias, frutas y vegetales.
- Tipo de abono: Orgánico, compost realizado in-situ con desechos orgánicos procedentes de la instalación y la vivienda.
- Tipo de riego: Manual.
- Área bajo techo: 32,5 m² cubierta con uva y 58 m² cubierta con mantas isotérmicas. A ejecutar 43 m² adicionales de cubiertas aproximadamente.
- Iluminación: Sistema autónomo de encendido y apagado, con luces LED de bajo consumo energético. Faroles LED de encendido y apagado manual.

Sistema de iluminación

Para contribuir al ahorro energético de nuestro techo verde hemos diseñado un sistema de iluminación con luces LED de bajo consumo. Primeramente, se colocaron pequeñas luces LED de 1 Watt de potencia y con encendido y apagado automático, dispuestas entre las macetas o contenedores de cultivos, logrando un nivel de iluminación suficiente para transitar por la cubierta y evitando el gasto de electricidad por error humano al dejarlas encendidas durante las horas del día, ver Fig. 10. Además, se colocaron faroles con bombillos LED para ser utilizados en ocasiones donde se necesite mayor iluminación, ver Fig. 11.

Cubierta con mantas y uva

Cuba es un país con abundante sol, aproximadamente 5000 W/m² de energía solar llegan cada día, por ello se hace necesario colocar cubiertas sobre la azotea como protección del sol y así poder disfrutar el jardín en todo momento y sobre todo en horas de mayor irradiación solar. Para ello se han colocado unas mantas isotérmicas capaces de bloquear hasta 90 % los rayos ultravioletas, además de ser resistentes a las condiciones de humedad del trópico, ver Fig. 12. Estas mantas se han colocado con un ángulo de inclinación que permita el sombreado solamente en las zonas destinadas al descanso, especialmente durante los meses de verano, mientras que el resto del área destinada a cultivos se mantenga soleada para el desarrollo de los mismos.

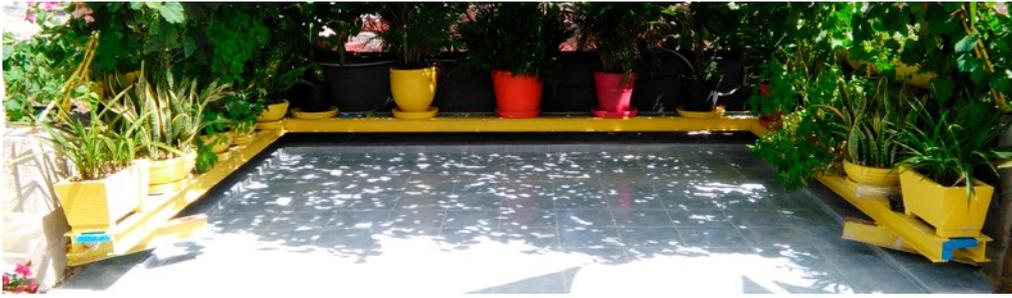


Fig. 7. Estructura de vigas de acero en una sección cubierta con uva, fuente: elaboración propia.



Fig. 8. Estructura de vigas de acero en la sección de las especias, fuente: elaboración propia.

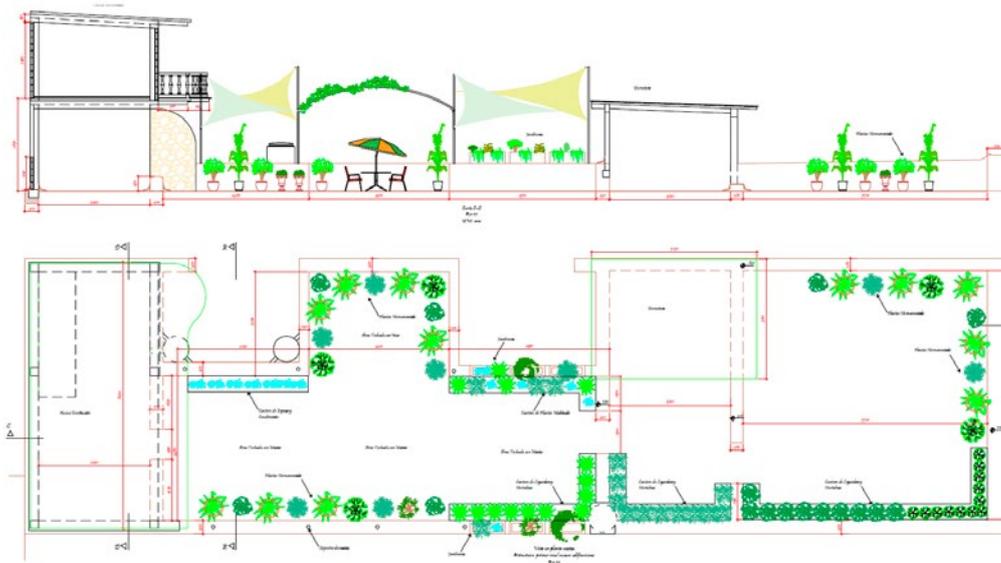


Fig. 9. Elevación y planta de la azotea de la vivienda, fuente: elaboración propia.



Fig. 10. Iluminación LED de bajo consumo, luces indirectas, fuente: elaboración propia.



Fig. 11. Iluminación LED de bajo consumo, faroles, fuente: elaboración propia.



Fig. 12. Área cubierta con mantas, fuente: elaboración propia.

Otra solución aplicada fue el diseño de dos pérgolas de aproximadamente 32,5 m² cubiertas con vegetación (uva), ver Fig. 13. Este tipo de cubierta permite abaratar los costos de la instalación, ya que solo se necesita invertir en la estructura de la pérgola; además, se obtienen otros beneficios como: frutas para el consumo humano y, al incrementar el área con vegetación se contribuye al mejoramiento de la calidad del aire; mas vegetación en nuestro techo se traduce en mayor producción de oxígeno y absorción de CO₂, incremento del filtrado de partículas de polvo y suciedad nocivas para la salud, además se evita el recalentamiento de los techos y con ello se disminuye la probabilidad de surgimiento de remolinos de polvo.

Influencia del techo verde sobre la temperatura de la vivienda

Para estudiar la influencia del techo verde sobre la temperatura de la vivienda, zonificamos la azotea según los criterios de diseño aplicados en cuanto al tipo de doble cubierta, ya sean mantas, vegetación natural o sin cubierta, quedando de la siguiente forma: Zona 1 – Área sin doble cubierta y sin cultivos; zona 2 - área con cultivos y doble cubierta de mantas isotérmicas, y zona 3 - área con cultivos y doble cubierta de vegetación natural. Durante el transcurso de marzo se realizaron mediciones de temperatura de la cubierta de la vivienda en estas diferentes zonas; para ello se utilizó un pirómetro laser de la marca *Etekcity lasergrip 800*. Los valores medios de temperatura en la zona 1 se situaron en torno a los 43 °C, llegando a máximas de 52 °C, en contraposición a las zonas 2 y 3,

donde se obtuvieron valores medios en torno a los 29 °C y 27 °C, respectivamente, con máximas de 31 °C y 29 °C. Los valores obtenidos durante las mediciones en el interior de la cubierta se situaron en 2 °C inferior para las zonas 2 y 3 respecto a la zona 1. Nótese esta gran ventaja de nuestro techo verde, pues la instalación logró el descenso de la temperatura incluso en una vivienda colonial con falso techo, el cual funciona como aislante térmico.

Alimentos y plantas medicinales cultivadas

Nuestro techo verde ha permitido la siembra y recolección de varias especies de plantas medicinales, frutas, vegetales y plantas aromáticas como: orégano, cebollino, albahaca, yerba buena, cilantro, culantro, tomates y ajíes según la estación, además de contar con varias plantas ornamentales y con zonas con uva. Con esta última, además de consumirla como fruta, hemos elaborado un vino de mesa artesanal y ecológico. Ver Figs. 14-16.

Calidad de vida y estética para la vivienda

Nuestro techo verde ha incidido positivamente sobre la estética de la vivienda y además, sobre la calidad de vida y el estado de ánimo de sus ocupantes; pues lo que antes era un área en desuso se ha convertido ahora en el punto focal y principal área de estar de la vivienda, ver Figs. 17 y 18. Su utilización varía desde desayunos o comidas hasta realizar reuniones nocturnas con familiares y amigos, o pasar una agradable tarde de lectura y descanso en un ambiente natural, un oasis dentro de la urbe capitalina que permite escapar de la ciudad sin haber salido de casa.



Fig. 13. Área cubierta con vegetación, fuente: elaboración propia.



Fig. 14. Cultivo de tomates y ajíes, fuente: elaboración propia.



Fig. 15. Cultivo de uvas y vino elaborado a partir de las mismas, fuente: elaboración propia.



Fig. 16. Ejemplo de algunas especias y plantas aromáticas cultivadas en nuestro techo verde, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: orégano, cilantro, albahaca, hierba buena y toronjil, Fuente: elaboración propia.



Figs. 17 y 18. Azotea de la vivienda antes y después de la construcción del techo verde, fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El diseño de la instalación ha demostrado que es posible adaptar los conceptos de techo verde a nuestro país y específicamente a viviendas que, por su diseño, no serían capaces de soportar grandes cargas sobre la cubierta.

Nuestra propuesta de techo verde reafirma la necesidad de utilizar en Cuba techos verdes de doble cubierta, ya que contribuyen a mitigar el intenso sol caribeño, lo cual ha permitido el uso y disfrute de la azotea durante todo el día; estas cubiertas crean zonas con sombra y contribuyen a crear una recirculación de aire natural, manteniendo la azotea fresca sin importar cuán caluroso es el verano.

Los datos obtenidos indican que este tipo de techo verde es capaz de reducir la temperatura interior de la vivienda, de suma importancia para nuestro país dado el tipo de clima que nos caracteriza, además de influir positivamente en el ahorro de electricidad de la vivienda por concepto de climatización.

La instalación ha permitido la siembra y recolección de varias especies de plantas medicinales, frutas, vegetales y plantas aromáticas como: orégano, cebollino, albahaca, yerba buena, cilantro, culantro, tomates y ajíes según la estación, además de contar con varias plantas ornamentales y una zona con uva; con esta última, además de consumirla como fruta hemos elaborado un vino de mesa artesanal y ecológico.

5. Referencias bibliográficas

AGUDELO, PAOLA; MIRIAN KYUNG Y MARÍA JULIANA HURTADO (2013). «Techos verdes: menos gris, más verde». Universidad de Palermo, Argentina. Recuperado de: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=10472&id_libro=506.

ÁLVAREZ DEL CASTILLO, S. (2017). «La implementación de la Infraestructura Verde Urbana como elemento clave para la adaptación al cambio climático en las ciudades de Filadelfia, México y

Montreal. Una mirada hacia América del Norte». (Tesis de maestría). Canadá: Universidad de Sherbrooke.

BISCIA, R. (2005). «Qué es un techo verde: Beneficios de un techo verde. Techos verdes».

Recuperado de: http://www.techosverdes.com.ar/que_es_un_techo_verde.html.

BROOKLYNG BOTANIC GARDEN GUIDES FOR A GREENER PLANET (2012). *Green Roofs and Rooftop Gardens*. Brooklyn, New York, USA: Digital and print media.

CONTRERAS, E. E I. CASTILLO (2015). *Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes*. Barcelona, España: Área de Ecología Urbana. Ayuntamiento de Barcelona.

ELI RODRÍGUEZ, M. (s/a). *Techos verdes, ¿una estrategia sostenible en Cuba?* Facultad de Arquitectura, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Ispjae), La Habana, Cuba.

GONZÁLEZ COURET, DANIA (2016). *Techos verdes apropiados para viviendas en La Habana*. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

HAYAS, A.; A. LÓPEZ, D. ESPADA, M. RUIZ DE ADANA, E. MARTÍN-CONSUEGRA, A. PEÑA Y T. VANWALLEGHEM (2015). «Optimizando el potencial de techos verdes para la rehabilitación energética de edificios: interacción entre sustratos reciclados, propiedades hídricas y eficiencia energética». Córdoba, España: Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía.

NOVAK, A. (2016). *The Rooftop Growing Guide. How to transform your roof into a vegetable garden or farm*. New York. USA: Ten Speed Press.

ZIELINSKI, S.; M. GARCÍA Y JUAN VEGA (2012). «Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?». *Revista Gestión y Ambiente*. 0124(177X),91-104.

Recibido: 20 de diciembre de 2020.

Aceptado: 10 de enero de 2021.