

# ENERGÍA GEOTÉRMICA Y SOLAR FOTOVOLTAICA: UNA APLICACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS HOGARES

Juan Esteban Luna V., *Ing. Mecánico*  
*Asesor Junior Línea de Diseño e Ingeniería, Tecnoparque nodo La Angostura*  
*jlunav33@gmail.com*

**Resumen:** Actualmente es indiscutible pensar que el acondicionamiento térmico de los hogares genera grandes consumos energéticos bajo los sistemas convencionales de refrigeración, además, no todos tienen acceso a estos sistemas y aun si estuvieran en condiciones económicas de costearlo deben contar por lo menos con una red eléctrica estable (no siempre disponible en zonas aisladas). Este artículo es una reflexión que tiene por objeto mostrar algunos ejemplos de sistemas prácticos que se podrían usar para mejorar el confort de hogares con disponibilidad de ciertos recursos renovables, más específicamente, con radiación solar y disponibilidad mínima de explotación geotérmica; esto, sin generar altos consumos energéticos y con una moderada inversión económica, y en consecuencia reducir el impacto ambiental que generan los hogares. Estos sistemas son enfocados en las condiciones que mejoran la eficiencia de la refrigeración más que en un aumento de la potencia consumida, es decir, reducir la cantidad de calor a extraer para obtener una reducción similar de temperatura.

**Palabras clave:** Hábitat pasivo, refrigeración verde, certificación LEED.

## RENEWABLE ENERGY: AN APPLICATION FOR ENERGY OPTIMIZATION OF HOUSEHOLDS

**Abstract:** It is an indisputable fact that nowadays residential thermal air conditioning causes major energy consumptions under conventional cooling systems, however not all the individuals have access to these systems and even if they were capable to purchase them they must have at least a stable electrical grid (that is not always available in isolated areas). The aim of this article is to reflect on some examples of practical systems that might be used to make homes more comfortable by means of renewable resources, for instance solar radiation and minimum availability of geothermal exploitation. Then, it would not be produced high-energy consumption and it will be made with a moderate financial investment, as a consequence it will reduce the environmental impact caused by homes. The conditions for these systems are more focused on improving cooling efficiency than increasing power consumption, which is, reduce the amount of heat extracted to obtain a similar decrease of temperature.

**Key words:** Passive habitat, green cooling, LEED certification.

## Introducción

Colombia cuenta con múltiples zonas altamente pobladas con índices altos de radiación, altas temperaturas y dificultades para la obtención de una red eléctrica estable; estas zonas se convierten en puntos estratégicos para la aplicación de métodos alternativos de obtención de energía y su transformación para el confort del hogar. Esta clase de requerimientos están siendo abordados sobre todo en países del norte de Europa, donde se encuentran la mayoría de estructuras certificadas como "Hábitats Pasivos", término de un estándar riguroso que define la eficiencia energética de un edificio, con el fin de reducir la huella ecológica. Son edificios de ultra-bajo consumo de energía sin afectar el confort de un hogar (en calefacción o refrigeración). Una certificación conocida de este tipo de edificaciones es la LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), certificación que se enfoca en seis sistemas: Sitios Sustentables, Eficiencia del Agua, Energía y Atmósfera, Materiales y Recursos, Calidad Ambiental, e Innovación en Diseño (US Green Building Council, 2013).

## Sistemas apropiados para el diseño de un hogar con bajos consumos energéticos

El informe se enfoca en mejorar el confort a nivel térmico de una residencia, y con un consumo energético nulo gracias al aporte de las energías alternativas que se pueden implementar. Los dos puntos de control para el aumento de la eficiencia son: (a) la climatización del interior del hogar y (b) la reducción de transferencia de calor con el exterior.

### Sistema de climatización al interior del hogar

A pesar de que la temperatura ambiente se encuentre a altas temperaturas y esta varíe constantemente dependiendo de factores ambientales y geográficos, la temperatura de la tierra se mantiene a cierta profun-

dididad relativamente constante; es decir, si se toma la temperatura de la tierra a cuatro metros de profundidad de la superficie en un punto de la tierra con estaciones se notará que la variación de temperatura va a ser muy leve considerando la variación de temperatura exterior, esto da a entender que a cierta profundidad la temperatura no es tan dependiente de condiciones externas y que podremos obtener una temperatura entre 18 a 22 °C (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, 2010).

Un sistema bastante simple y apropiado para zonas con altas temperaturas es el "Tubo enfriador subterráneo", el cual aprovecha la diferencia de temperatura del suelo para enfriar el aire exterior, esto se logra intercambiando el calor del aire con el del suelo, haciendo una red simple de tubería subterránea y enviando este aire al interior del recinto, entregando aire fresco a su interior. El esquema del sistema simple se ilustra en la Figura 1.

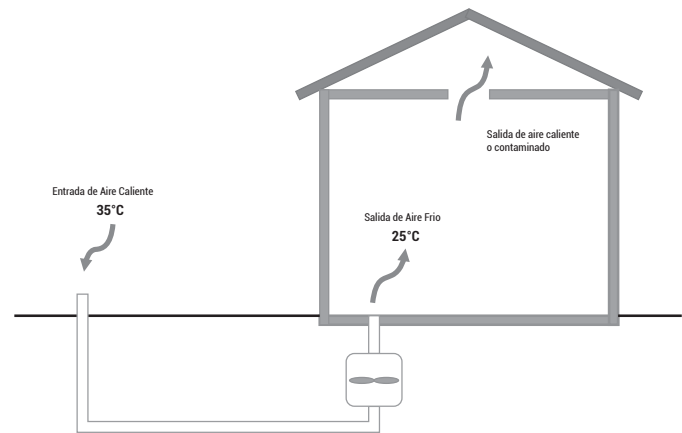


Figura 1. Esquema básico del "Tubo enfriador subterráneo" (fuente: autor, 2014).

Una propuesta para optimizar este sistema es acoplar el sistema de ventilación subterráneo con un mural con plantas, esto tiene una razón sencilla aparte del diseño: el aire caliente tiende a entregarle energía al agua para evaporarla; es similar al sistema de refrigeración del cuerpo cuando transpira, debido a que la piel le entrega energía al agua para evaporarla, lo que disminuye su

propia temperatura. En el sistema propuesto tendremos a disposición agua fría en las plantas y en la tubería de riego si se desea implementar nebulizadores o manguera exudante; en la Figura 2 se muestra el esquema de esta propuesta.

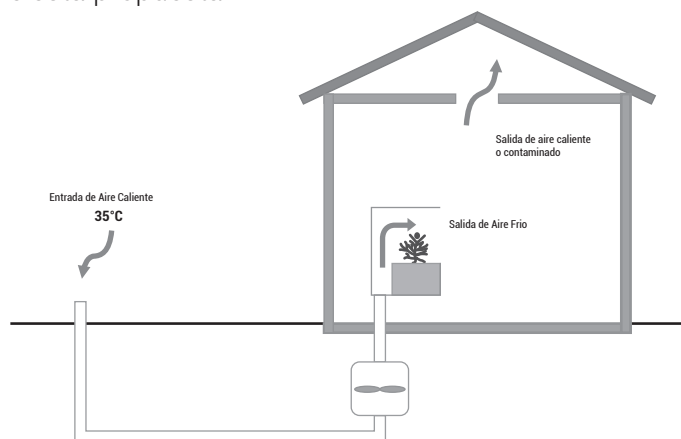


Figura 2. Esquema de sistema de ventilación subterránea con un mural verde (fuente: autor, 2014).

Además se puede poner una electroválvula, que sea programada para el riego o acoplada a un sensor de temperatura y que todo el sistema esté alimentado por energía solar fotovoltaica, donde por supuesto sería mejor que el ventilador sea alimentado por corriente directa; la Figura 3 muestra un sistema completo, con todos los elementos antes mencionados.

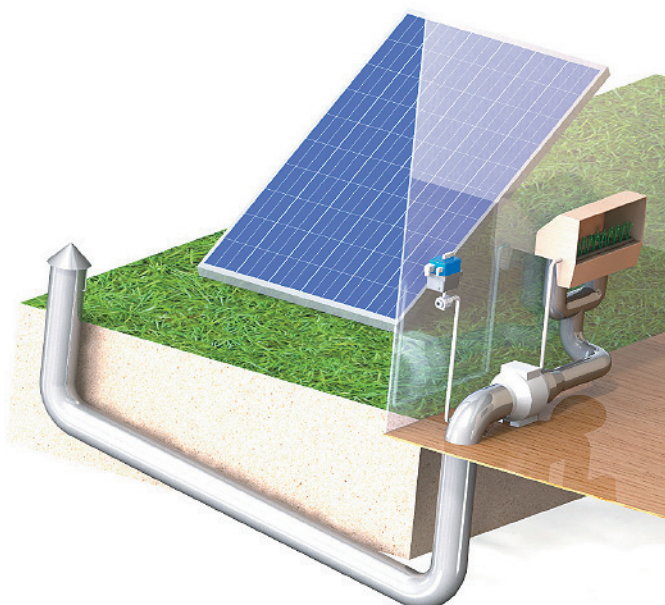


Figura 3. Esquema de sistema de ventilación subterránea acoplado con mural verde y sistema de riego controlado.

Este sistema tiene las siguientes ventajas:

- Ningún consumo sobre la red eléctrica.
- Aprovechamiento de recursos con prácticamente nulo impacto ambiental.
- Un sistema económico si se implanta a la hora de construir el hogar, aunque se debe tener en cuenta que el uso de los paneles se verá como una inversión inicial más que como un gasto.

### Desventajas del sistema:

- Se deben controlar los condensables del aire.
- No es apropiado para zonas con dificultades hídricas.

### Sistema de aislamiento térmico del hogar

Además de tener un buen sistema de refrigeración se hace necesario tener un buen sistema de aislamiento, buscando aumentar la eficiencia del sistema de refrigeración y limitando las pérdidas; es decir, entre más se pueda mantener frío el recinto menor cantidad de calor se le debe extraer, y esto se logra gracias a un buen aislamiento térmico. Para cumplir este objetivo se pueden implementar dos sistemas sencillos que disminuirían el calor transferido del exterior.

#### Ventana con doble filtro

Es bien conocido que existen tres tipos de transferencia de calor: convección, conducción y radiación, esta ventana usa ciertos filtros para limitar cada tipo de estas formas de transferencia; la Figura 4 muestra el esquema de esta ventana.

Funciona de la siguiente manera: la radiación solar alcanza el primer vidrio revestido, el cual absorberá y reflejará alrededor del 22 % de la radiación solar en el espectro visible y transmitirá la radiación sobrante (Gosh *et al.*, 2014), mientras que en la región ultravioleta e infrarroja los vidrios son generalmente opacos y transmiten poca radiación en estas longitudes de ondas. Desde el punto de vista convectivo y conductivo también hay un

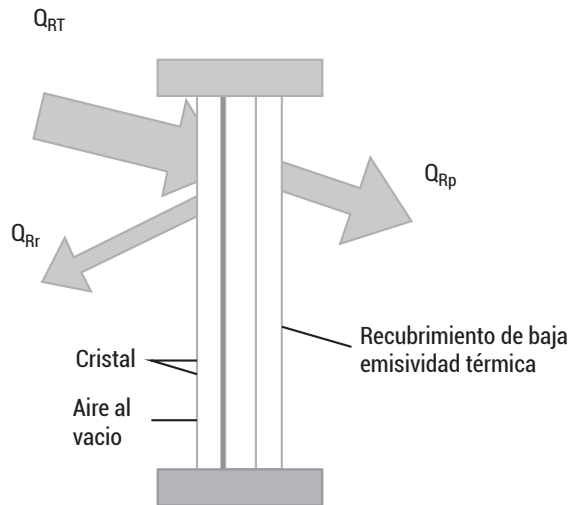


Figura 4. Vidrio revestido con doble acristalamiento (fuente: autor, 2014).

filtro que va a ser el espacio entre cada vidrio, siendo este el siguiente paso que debe atravesar la radiación para llegar a la habitación, se considera un filtro debido a que el aire tiene un coeficiente de transferencia bajo (coeficiente de conductividad térmica a 273.15 K de 0.024 W/mK) y si está al vacío la transferencia va a ser aún más lenta porque las partículas de aire no van a estar tan cercanas unas de otras, lo que disminuye el intercambio de calor con el ambiente; después deberá atravesar el último cristal el cual no está en contacto con el ambiente. Al-Shukry (2007) encontró una reducción considerable en temperatura utilizando vidrios con revestimiento en vez del vidrio estándar.

Otra forma sencilla de aislar térmicamente el recinto es utilizar materiales aislantes en las paredes, generalmente la transferencia de calor es pequeña comparada con la de las ventanas, pero si la construcción lo permite una forma económica es utilizando ladrillos térmicos, además se ha encontrado que con ciertos aditivos biológicos en los ladrillos comunes puede mejorar considerablemente el aislamiento térmico, como es el caso de la cascarilla de arroz que adicionada a la arcilla permite la reducción del coeficiente de conductividad térmica en un 75 % respecto al ladrillo de arcilla estándar (Bories *et al.*, 2014).

Además de reducir la transferencia de calor a través de las paredes y ventanas también se puede reducir la cantidad de calor que reciben estos elementos, una forma que aporta a la apariencia exterior del hogar es una pared verde, la cual bloquearía parte de la radiación solar. Para esto se debe tener en cuenta la resistencia de las plantas a las condiciones ambientales presentes.

En Canadá, se calculó el efecto de sombreado de las paredes verdes sobre el consumo de energía y se concluyó que reduce la energía utilizada para el enfriamiento en aproximadamente un 23 % y la energía utilizada por los ventiladores en un 20 %, lo que resulta en una reducción del 8 % en el consumo anual de energía (Bass y Baskaran, 2003).

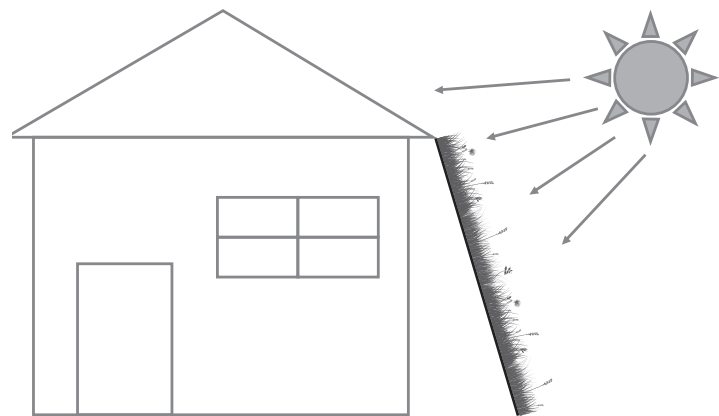


Figura 5. Esquema de bloqueo solar de la pared por medio de un muro verde (Autor, 2014).

Según la Texas AgriLife Extension Service (s. f.) se recomiendan, entre otras, las siguientes especies de plantas trepadoras para climas soleados: (a) *Bougainvillea* (conocida en Colombia como veranera), (b) *Glicinias* (del género *Wisteria*) y (c) *La vid* (*Vitis vinifera*).

## Conclusión

Se ha mostrado en aspectos generales que no se requiere hacer grandes inversiones ni comprometer un alto consumo eléctrico para generar un ambiente con un buen grado de confort en cuanto a la disminución

de su temperatura; ahora resta la implementación de estas alternativas y su mejoramiento continuo, determinando, con estudios más profundos, configuraciones de alto rendimiento de cada uno de los sistemas antes mencionados.

## Bibliografía

A.M. Al-Shukri (2007). *Thin film coated energy-efficient glass windows for warm climates.*, 209, 290–297.

Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (2010). *Guía técnica de diseño de sistemas de bombas de calor geotérmica*. Madrid: Fondo editorial del IDAE.

Bass, B.; Baskaran, B. (2003). *Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas*. Institute for Research and Construction. NRCC-46737, Project number A020, CCAF report B1046. Ottawa, Canada: National Research Council.

Bories, C.; Borredon, M.-E.; Vedrenne, E.; y Vilarem, G. (2014). "Development of eco-friendly porous fired clay bricks using pore-forming agents: a review". *Journal of Environmental Management*, 143, 186–96. doi:10.1016/j.jenvman. 2014.05.006

Ghosh, S. S.; Biswas, P. K.; y Neogi, S. (2014). *Effect of solar radiation at various incident angles on transparent conducting antimony doped indium oxide (IAO) film developed by sol – gel method on glass substrate as heat absorbing window glass fenestration*. *Solar Energy*, 109, 54–60.

Texas AgriLife Extension Service. (s.f.). En *Aggie Horticulture publications*. Recuperado: <http://aggie-horticulture.tamu.edu/archives/parsons/publications/>

US Green Building Council (2013). *LEED REFERENCE GUIDE FOR BUILDING design and construction*. Recuperado: <http://www.usgbc.org/resources/leed-reference-guide-homes-design-and-construction>.

