

La tierra como acondicionador de aire

Hacia un uso más racional y eficiente de la Energía

S.Gil^{1,2} y L. Iannelli¹

¹ Universidad Nacional de San Martín, ECyT - Campus Miguelete- San Martín B.A. (1650) Argentina.

² Gerencia de Distribución – ENARGAS -Suipacha 636-Buenos Aires (1008) Argentina.

En Argentina aproximadamente el 30% de la energía que se consume se utiliza en viviendas y edificios. Cerca de la mitad de esta energía se utiliza en acondicionamiento térmico de ambientes. A unos pocos metros de la superficie, la temperatura del suelo es muy estable todo el año y muy próxima a unos $17 \pm 2^\circ\text{C}$, que es muy cercana a la temperatura de confort. Con sistemas muy simples, es posible aprovechar este reservorio térmico para construir un acondicionador de aire natural, que reduce el uso de energía y las emisiones de gases de efecto de invernadero, efectivo tanto en invierno (calefacción) como en verano (aire acondicionado). Además de las ventajas medio ambientales, su utilización puede ser un aporte interesante para disminuir nuestras importaciones de energía y preservar nuestros recursos naturales.

“La energía más limpia y barata, es la que nunca se usa”

Uno de los grandes desafíos del siglo XXI es satisfacer las crecientes demandas de energía del mundo, haciendo accesible a vastos sectores sociales de bajos recursos los beneficios que la energía nos brinda, y al mismo tiempo disminuir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI)^{1,2}. Hay evidencias cada vez más claras de que el calentamiento global que está experimentando la Tierra tiene causas antropogénicas. Por lo tanto, es necesario que disminuyamos nuestras emisiones de GEI y hagamos un uso más racional y eficiente de la energía^{1,2}.

Usos de la Energía en Argentina

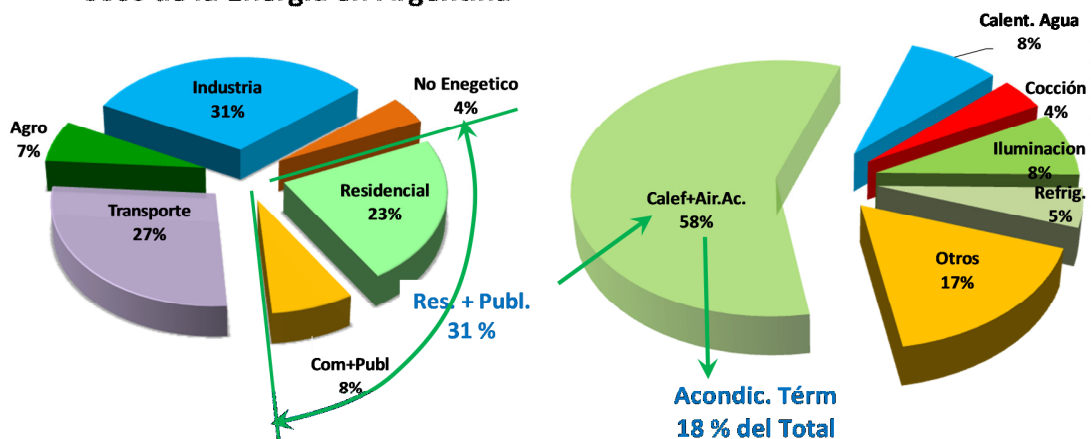


FIGURA 1. Usos de la energía secundaria en Argentina. Aproximadamente el 18% del total de la energía se utiliza en acondicionamiento térmico de ambientes. Datos del 2009. Fuente Secretaria de Energía de la Nación.³

El problema energético no es solo un problema de oferta, es decir de buscar nuevas fuentes energéticas que satisfagan la demanda. La demanda en si misma es un aspecto importante que debe ser analizado críticamente. El Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) ha demostrado ser una herramienta muy útil para optimizar el uso de la energía y disminuir las emisiones de GEI.

En Argentina, el consumo de energía en edificios (viviendas, instalaciones comerciales y públicas) es de aproximadamente 31% del total. De este consumo alrededor del 58% se usa en viviendas para acondicionamiento de aire, calefacción y refrigeración. Por lo tanto, alrededor del 18% del consumo energético total del país, se emplea en acondicionamiento térmico de interiores.²

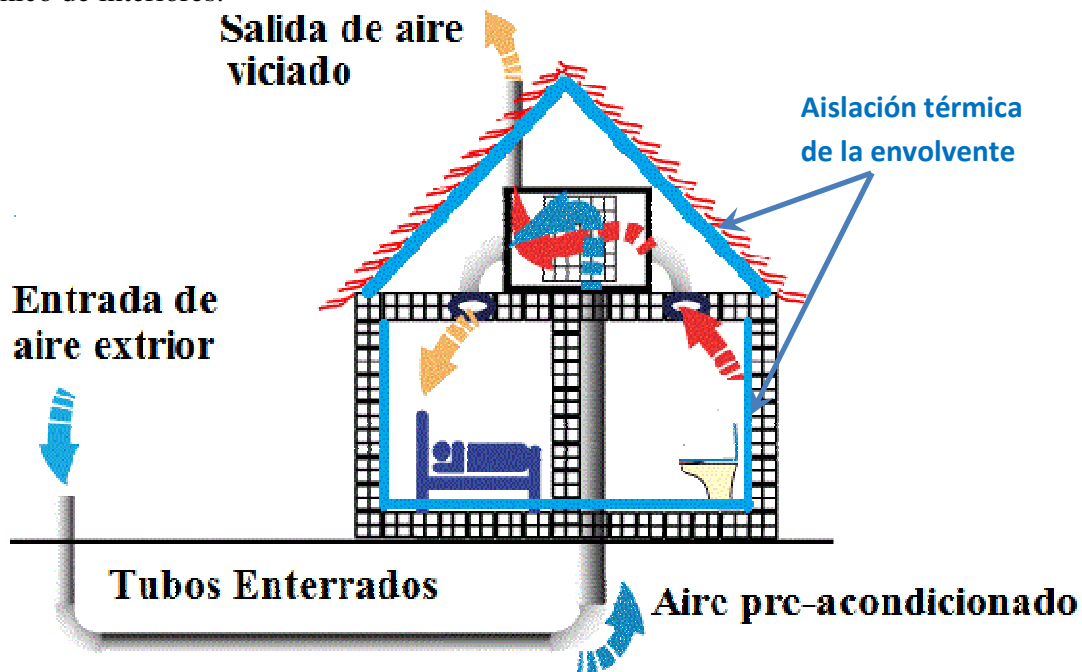


FIGURA 2. Esquema de vivienda con tubos enterrados para el acondicionamiento térmico de viviendas utilizando la energía de la tierra como intercambiador de calor.^{4,5,6,7}

Debido a su alta capacidad calorífica y baja conductividad térmica, la tierra se comporta como un gran colector y acumulador de energía. Su baja conductividad térmica hace que la penetración del calor en el suelo sea muy lenta, al igual que su enfriamiento. El terreno actúa como un gran termostato. Si alguna vez ha visitado una cueva, quizás habrá notado que su interior parece “refrigerado”. Lo que ocurre es que la temperatura en el interior de la cueva es cercana a la media anual, por esta razón las cuevas parecen frescas en verano y cálidas en invierno.

Las propiedades térmicas del suelo hacen que las variaciones diurnas de la temperatura penetren hasta unos 0,5 m. Más allá de estas profundidades, la temperatura de la tierra se mantiene prácticamente constante todo el año. El valor de esta temperatura es generalmente igual al valor medio de la temperatura anual en la superficie. En el caso de la zona central y

norte de Argentina, esta temperatura es del orden de $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Lo interesante es que esta temperatura es muy próxima a la temperatura de confort a lo largo de todo el año.

Haciendo circular el aire a través de tubos enterrados, antes de llegar al interior de los edificios y viviendas, la tierra puede utilizarse como sistema de acondicionamiento térmico natural del aire con el consecuente ahorro de energía y disminución de emisiones de GEI.^{4,5,6,7} Un esquema de su utilización se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2.

Estas propiedades térmicas del suelo no son nuevas, ellas se han usado por siglos en las bodegas de almacenamiento de alimentos y en viviendas subterráneas en muchos lugares de la costa mediterránea y en el norte de África⁴. De hecho, nuestros antepasados pudieron sobrevivir varios periodos de glaciaciones de la Tierra, utilizando las cavernas como refugios térmicos adecuados.

En una colaboración entre: ENARGAS, INTI y la UNSAM, se realizó un estudio para caracterizar las propiedades térmicas del suelo y explorar la potencialidad del uso de tubos enterrados como medio de acondicionamiento térmico de ambientes.^{8,9} Para que este esquema de acondicionamiento de aire sea adecuado para una vivienda, es necesario que se minimicen las pérdidas de calor en las paredes y techos. Es decir, la vivienda debe tener condiciones de aislación térmica adecuada. Los materiales de construcción modernos y las normas vigentes, permiten lograr este objetivo sin grandes gastos, sobre todo en viviendas nuevas.

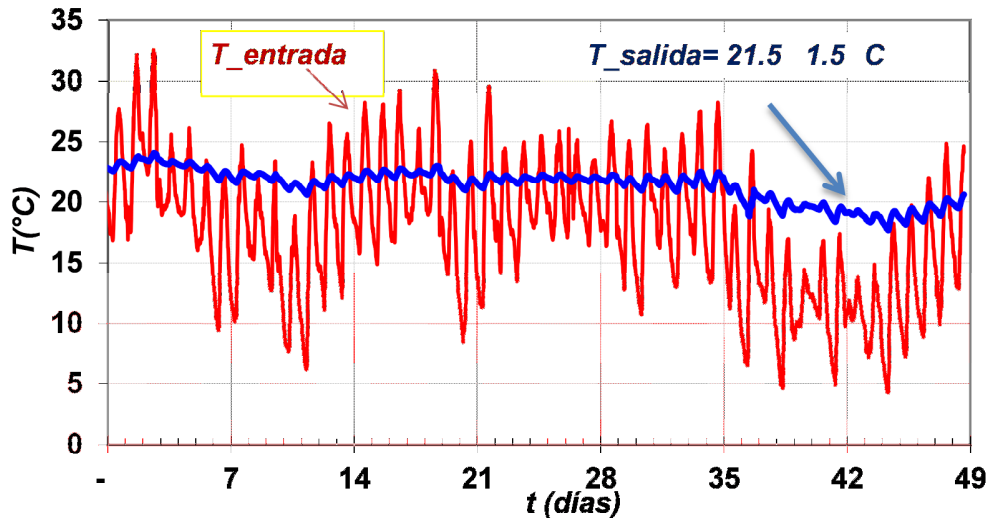


FIGURA 3. Variación de la temperatura del suelo para distintas profundidades, para el invierno (curva rosa) y verano (curva verde).

Entre marzo y mayo de 2012, se realizó un ensayo preliminar, en la Casa E,¹⁰ que la Empresa BASF Argentina tiene en Tortuguitas, Buenos Aires. En este caso, los tubos tenían 20 cm de diámetro y unos 10 m de longitud y estaban ubicados a 1,8 m de profundidad. Con el aire fluyendo a una velocidad de ≈ 5 m/s, se obtuvieron los resultados indicados en la Fig. 3. El flujo de aire es de aproximadamente $550 \text{ m}^3/\text{h}$, suficiente para lograr 3,3 renovaciones del aire por hora en una vivienda de 65 m^2 . Se observa que la temperatura de salida es casi

constante, aún en periodos en que la temperatura ambiente está todo el día estuvo debajo del valor medio. La temperatura de salida del aire siempre se mantiene entre 20°C y 23°C, que es un rango de temperatura de confort.

Los sistemas geotérmicos se usan, por lo general, en combinación con bombas de calor, una especie de acondicionado frío-calor de gran eficiencia energética. De este modo la tierra actúa como un pre-acondicionador de aire, útil tanto en verano como en invierno.

Hay varias experiencias realizadas en el mundo utilizando esta tecnología. En Fort Polk, Luisiana, EE.UU. se instalaron 4000 viviendas familiares con este tipo de sistema de acondicionamiento de aire. Un estudio realizado por el Oak Ridge National Laboratory,¹¹ encontró que los niveles de ahorro de energía variaban entre 25% al 50% de sus valores previos a la instalación de este tipo de sistema. Asimismo, la técnica de tubos enterrados dio buenos resultados en varias comunidades rurales de India, de muy bajo recursos.

“Las fuentes de energía renovables, tendrán poco impacto si no renovamos nuestros hábitos de consumo”

Este estudio se realizó a través de una colaboración entre la ECyT de la UNSAM, ENARGAS y el Grupo de INTI –ENERGÍA. Agradecemos al Arq. Pablo Azqueta que diseñó la Casa E, Sr. Horacio Raiano de BASF y la empresa Empresa BASF Argentina por facilitarnos las instalaciones de la Casa E para realizar estas mediciones. También al Ing. Mariano Lofiego de REHAU S.A. Buenos Aires, por la valiosa información técnica suministrada sobre los tubos que ellos proveyeron para la Casa E. A la Dra. A. Schwint por sus valiosas sugerencias.

Referencias

¹ World Meteorological Organization, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Fourth Assessment Report: Climate Change (2007)*. http://www.wmo.int/pages/partners/ipcc/index_en.html

² Mastrandrea, M.D. and Schneider, S.H., Resource Letter GW-2: *Global Warming*, Am. J. Phys.76 (7), 608-614 (2008).

³ Secretaría de Energía de la Nación Argentina. Balance Energético Nacional 2009.

<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2973>

⁴ *Arquitectura subterránea*, de Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_subterr%C3%A1nea>.

⁵ *Ground-coupled heat exchanger*, de Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_subterr%C3%A1nea>

⁶ *Earth Cooling Tubes*, <http://www.energysavers.gov/your_home/space_heating_cooling/index.cfm/mytopic=12460>.

⁷ Girja Sharan, T. Madhavan, “*Cropping in Semi-arid Northwest India in Greenhouse with Ground Coupling Shading and Natural Ventilation for Environmental Control*,” International Journal for Service Learning in Engineering Vol. 5, No. 1, pp. 148-169, Spring 2010

⁸ Leila Iannelli, y Salvador Gil, *Ondas de Calor- Determinación de temperaturas del pasado*, - Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 6, No. 1, 82(88), March 2012 <http://www.journal.lapen.org.mx>

⁹ Leila Iannelli, y Salvador Gil, *Acondicionamiento Térmico de Aire Usando Energía Geotérmica-Ondas de Calor*, Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 6, No. 1, 99(105), March 2012 <http://www.journal.lapen.org.mx>

¹⁰ La Casa E de Basf Argentina, <http://www.basf.com.ar/lacasae/>,

http://www.arquimaster.com.ar/especiales/nota_casae_eficiencia_energetica.htm

¹¹ Big Savings from the World's Largest Installation of geothermal heat pumps – ORNL 1998.

<http://www.ornl.gov/sci/femp/pdfs/fortpolk.pdf>