

Incorporación de acumuladores de cambio de fase en la construcción

M. Domínguez, J. M^a Arías . Instituto del Frío. CSIC.
R. Díaz, Velasco J. AITEMIN

Resumen

Se describe una caseta experimental construida en Toledo, en la cual se ha incorporado acumuladores térmicos de cambio de fase, con dos misiones: captación de calor en muros tipo Trombe translúcido y aumento de la inercia térmica, colocados en los cerramientos. Se recogen los resultados obtenidos a lo largo de un año y las técnicas de medida, se discuten los resultados y los nuevos sistemas constructivos. Se concluye considerando las posibilidades que se ven de incorporar en la construcción acumuladores de cambio de fase.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de los países desarrollados, la conservación medioambiental cobra cada día mayor importancia y de hecho cada vez se emplean más recursos en ello. Uno de los temas más sensibles es la contaminación debida al consumo energético de la climatización de edificios. Hay que tener en cuenta que, dependiendo de la climatología del país en cuestión, el consumo energético por este concepto, varía entre el 10 y el 50% del total.

Para producir un ahorro energético en este campo se puede actuar en dos frentes: en los sistemas de producción y en los pasivos propios de la construcción. En ambos casos hemos visto que se pueden incorporar los acumuladores de cambio de fase con ventajas muy importantes (1) a (3).

En el caso de los pasivos, propios de la construcción, queda pendiente la forma más racional de su incorporación y la demostración experimental de dichas soluciones. En ese contexto se debe ver y analizar este trabajo, cuyo objeto es dar a conocer unas nuevas sistemas constructivos y discutir sus resultados experimentales, y sobre todo, analizar las posibilidades que presentan los acumuladores con cambio de fase en la construcción y las ventajas que presentan en el contexto de contaminación medio ambiental.

LOS ACUMULADORES CON CAMBIO DE FASE

Después de la crisis del petróleo de año 1973, se comenzó una búsqueda de soluciones alternativas al empleo de los combustibles fósiles de forma masiva; años después en la Guerra del Golfo se confirmó que la disponibilidad de combustibles fósiles puede verse afectada gravemente por los vaivenes políticos en cualquier momento y que no se debe depender del petróleo únicamente. En nuestra civilización se han conseguido ventajas muy importantes gracias a la energía, que es muy difícil acostumbrarnos a perder, como es: el clima adecuado en viviendas, oficinas, centros de ocio y medios de transporte, en particular en los países con climas más exigentes. Los materiales clásicos que se han empleado en la construcción: barro, madera, hormigón, barro cocido, vidrio, materiales aislantes, etc., se van empleando de acuerdo con: el clima, las normas técnicas, los gustos o exigencias socioeconómicas y tendrán que acomodarse en: formas, distribuciones, espesores, a otras exigencias, como serán las medioambientales y económicas, guardando un equilibrio entre los intereses personales y gubernamentales.

Desde hace mucho tiempo se ha pensado en aprovechar la inercia térmica de los materiales para disminuir los consumos energéticos (4), (5). Con la acumulación de calor estacional se ha intentado y, salvo en casos muy aislados, no se ha conseguido una disminución del consumo energético en la climatización. Es muy posible que empleando acumulación de calor por cambio de fase, con muy pequeños volúmenes, se pueda almacenar mucha energía a una determinada temperatura, y por tanto se pueda conseguir el aprovechamiento planteado.

El Instituto del Frío, uno de los Centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ha desarrollado acumuladores de cambio de fase a temperaturas muy amplias, desde -30 a 65°C. Es decir, que se dispone de los materiales y se conocen las posibilidades teóricas, por ello se considera que es el momento de dar el paso a su desarrollo y demostración industrial.

En la figura nº 1 se recoge la temperatura puntual, medida dentro de un bloque, similar a los instalados, a lo largo de un ciclo relleno con el acumulador de calor. Se aprecia que la temperatura es estable durante la solidificación del acumulador, cercana a los 20°C. El proceso de carga se hizo por exposición al Sol, y es mucho más rápido que el de descarga. El calor latente de los acumuladores empleados fue de 45 Kcal/Kg (187,5 KJ/Kg)

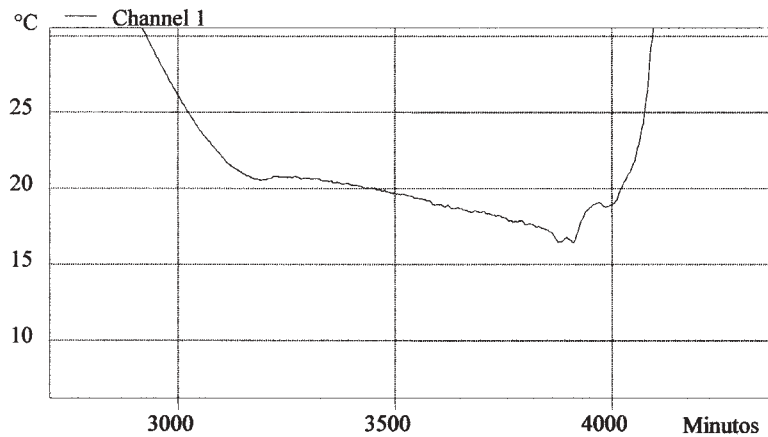


Figura nº 1

SISTEMA EXPERIMENTAL DEMOSTRATIVO.

El Instituto del Frío después de simular y optimizar un nuevo tipo de muro Trombe con cambio de fase (7), patentó ese tipo de muro (8) y se decidió, conjuntamente con AITEMIN en su Centro Tecnológico de Toledo, a presentar un proyecto de innovación tecnológica a la Consejería de Industria y Trabajo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, que lo aprobó y financió parcialmente, completando su financiación la Asociación Española de Ladrillos y Tejas (Hispalyt). En dicho proyecto, se planificó construir una caseta probando un tipo de pieza cerámica diseñada a tal efecto y el muro tipo Trombe translúcido.

Además se construyó una segunda caseta de dimensiones y forma similar a la anterior, empleando una de las soluciones constructivas más generalizadas en la tipología constructiva española, que se utilizó como referencia. En la figura nº 2 se ven las casetas experimentales. Se construyeron en las afueras de Toledo en el Centro Tecnológico de AITEMIN, en clima continental extremo.

DESCRIPCIÓN DE LA CASETA

Prototipos de piezas cerámicas diseñadas para la acumulación de calor por cambio de fase y muro Trombe translúcido.

La caseta se construyó con una pieza cerámica experimental cuya forma y dimensiones se pueden ver en las figuras nº 3 y 4, formada por tres zonas diferenciadas. De exterior a interior esta formada por: aislamiento formado por poliestireno expandido de densidad 15 Kg/m³ con espesor 5 cm, cámara de aire de espesor 5 cm y acumuladores también de espesor 5, cm., en dos recipientes plásticos de capacidad unitaria 400 g y espesor 2,5 cm.

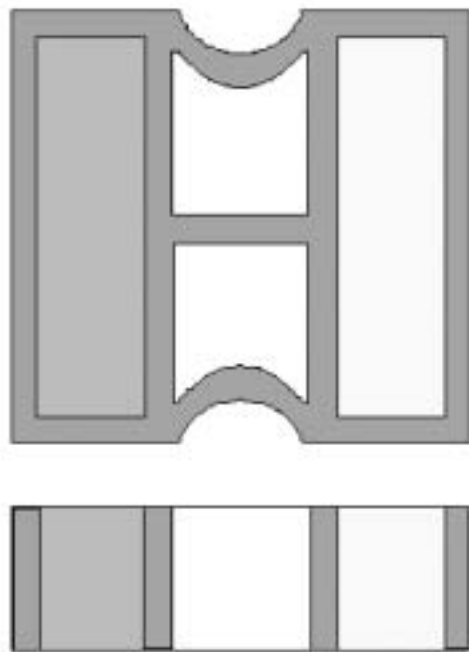


Figura nº 2



Figura nº 3

Las dimensiones totales de la pieza son de 24/24/8 cm, las mismas de los ladrillos translucidos empleados en los muros tipo Trombe. Estas piezas se colocaron en las paredes laterales, como se observa en la figura nº3, sin recubrimiento exterior y sin contrapearlas. En la cara sur se construyó el muro Trombe cuyo esquema puede verse en la figura nº 5 y cuyo aspecto interno puede verse en la figura nº6.



Relleno de acumulador y aislante

24*24*7 Módulo A

Figura nº 4

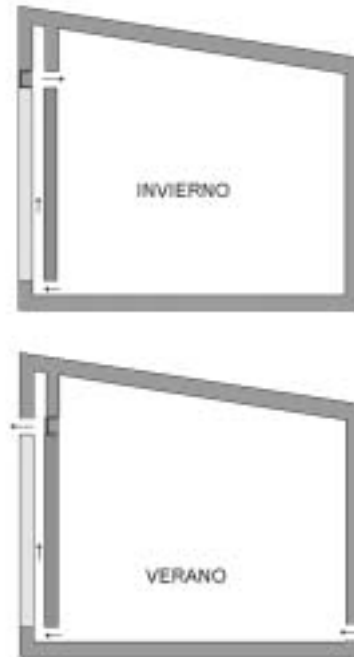


Figura nº 5

Para el acceso a las casetas se instalaron puertas estancas, con una pequeña abertura en la parte inferior practicada para permitir la entrada de aire frío del exterior, zona Norte.

Las capacidades térmicas del acumulador fueron las siguientes:

Paredes 347 Kg, calor acumulado 15624 Kcal (65100 Kj)

Muro 168 Kg, calor acumulado 7560 Kcal (31500 Kj)

La temperatura de cambio de fase fue la misma en ambos sistemas de 20°C, el introducido en los bloques de vidrio fue coloreado y el otro se fabricó fixotrópico (con textura gel, para evitar posibles derrames)

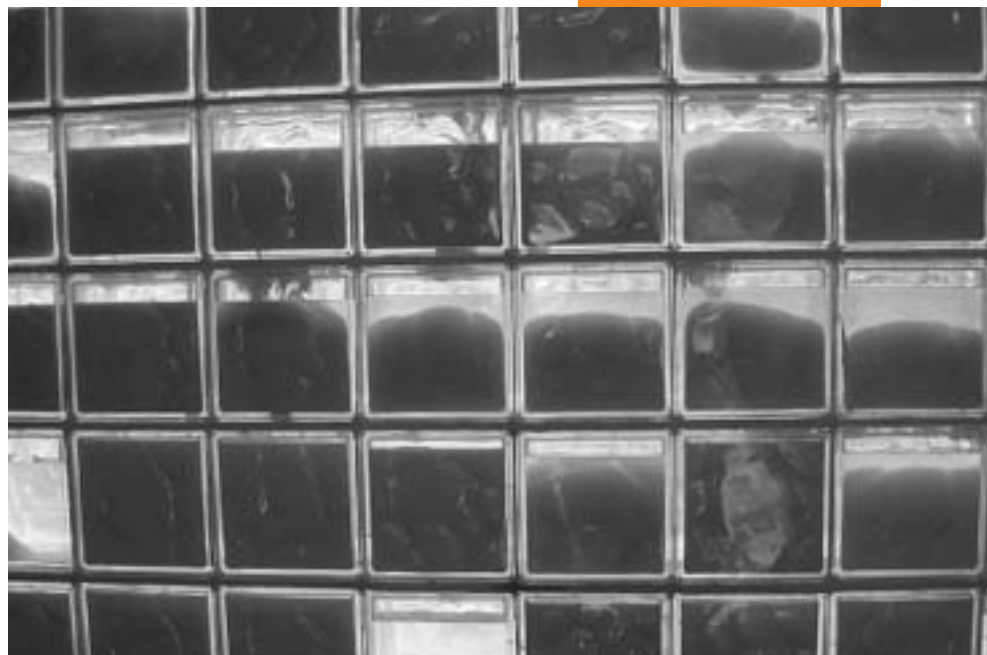


Figura nº 6

SISTEMA DE MEDIDA

Se empleó como sistema de medida un ordenador con un sencillo sistema de adquisición de datos, el modelo PICO TC-O8, con ocho sondas de temperatura, termopares de tipo T, se registraron entre otras medidas:

- Ambiente exterior, fachada norte
- Centro de la caseta de ensayo y de referencia
- Entrada en el muro Trombe
- Salida de la cámara de aire del muro Trombe

Los muros Trombe construidos tenían una sola toma inferior y dos superiores, una externa para verano y otra interna para invierno, que se abrieron y cerraron manualmente una vez en cada estación.

Se guardaron las medidas en disco durante todos el tiempo que duraron los ensayos, prácticamente un año, realizándose las medidas cada 15 minutos. En las figuras n^o 7 a la 13 se recogen los valores que se han considerado más representativos, correspondientes a unos días de los meses de mayo, agosto, octubre y noviembre del año 2001 y enero del 2002.

RESULTADOS

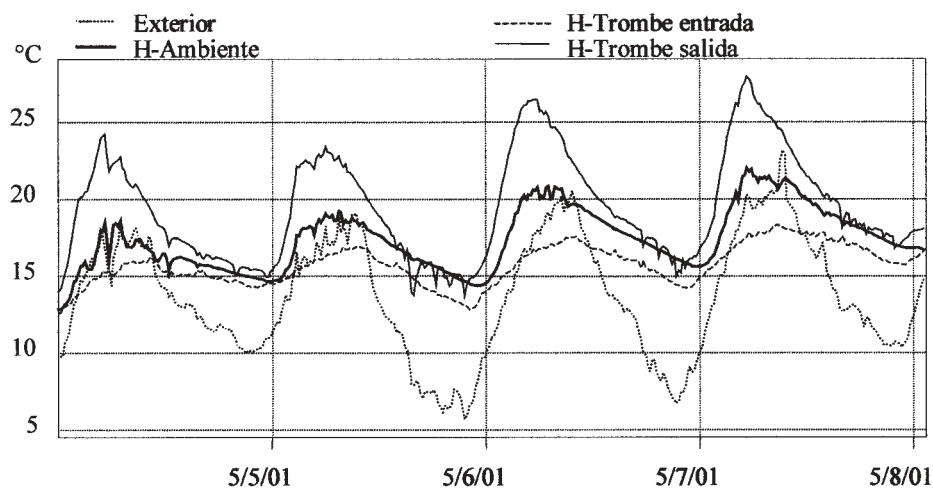


Figura n^o 7

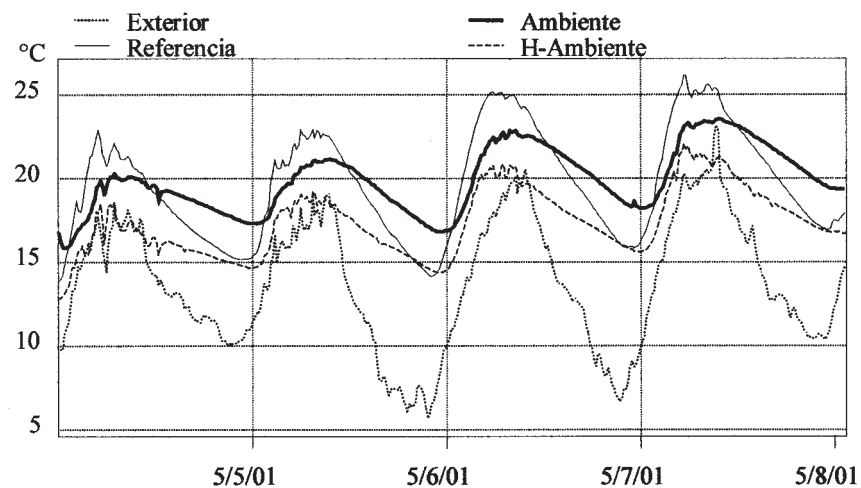


Figura n^o 8

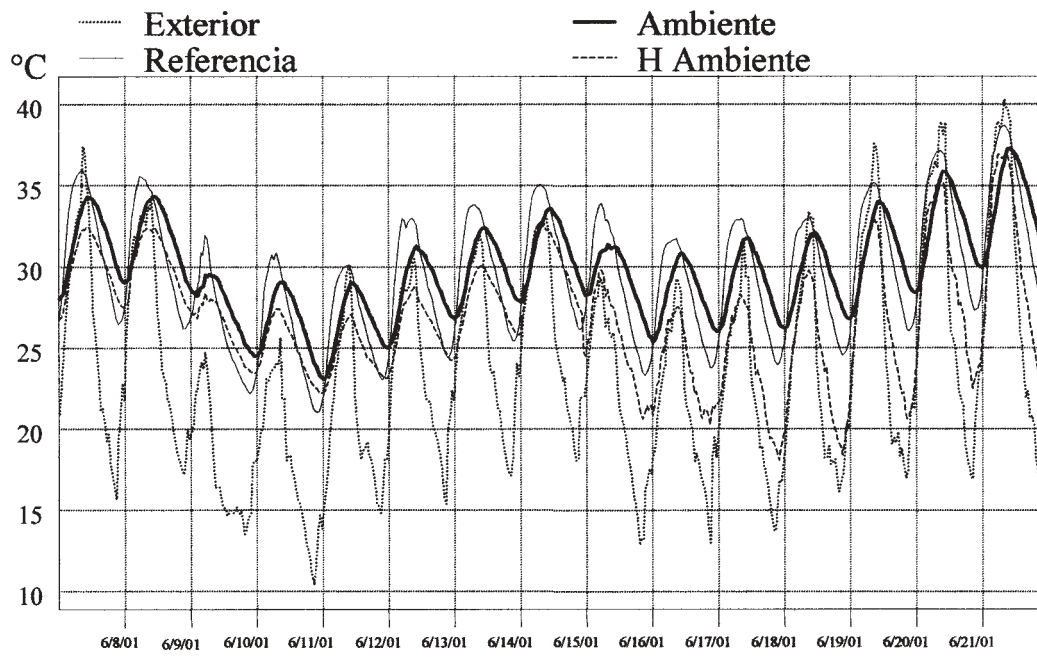


Figura nº 9

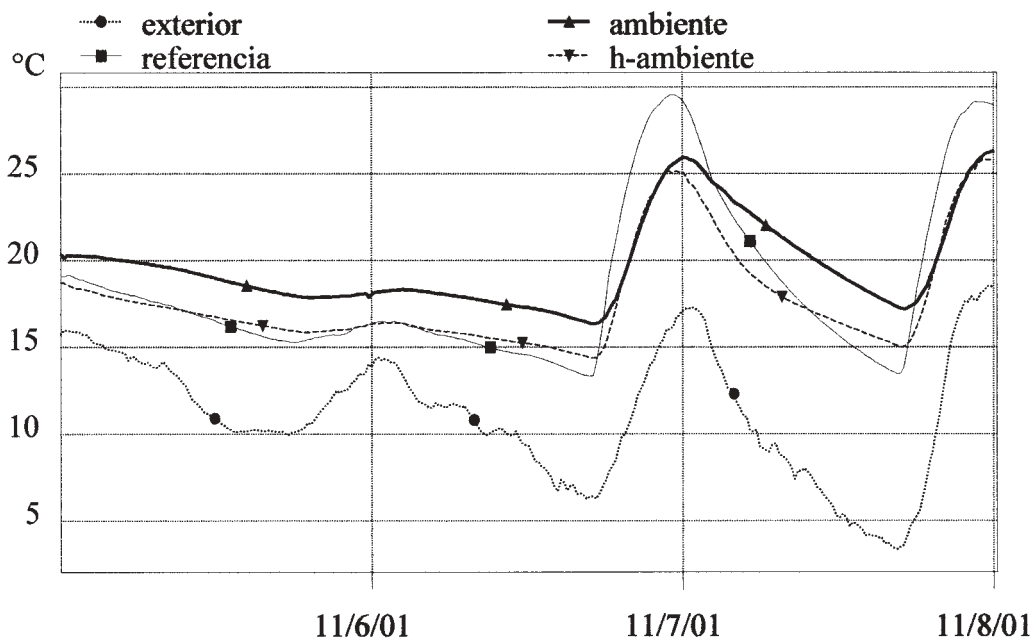


Figura nº 10

Figura nº 11

Figura nº 12

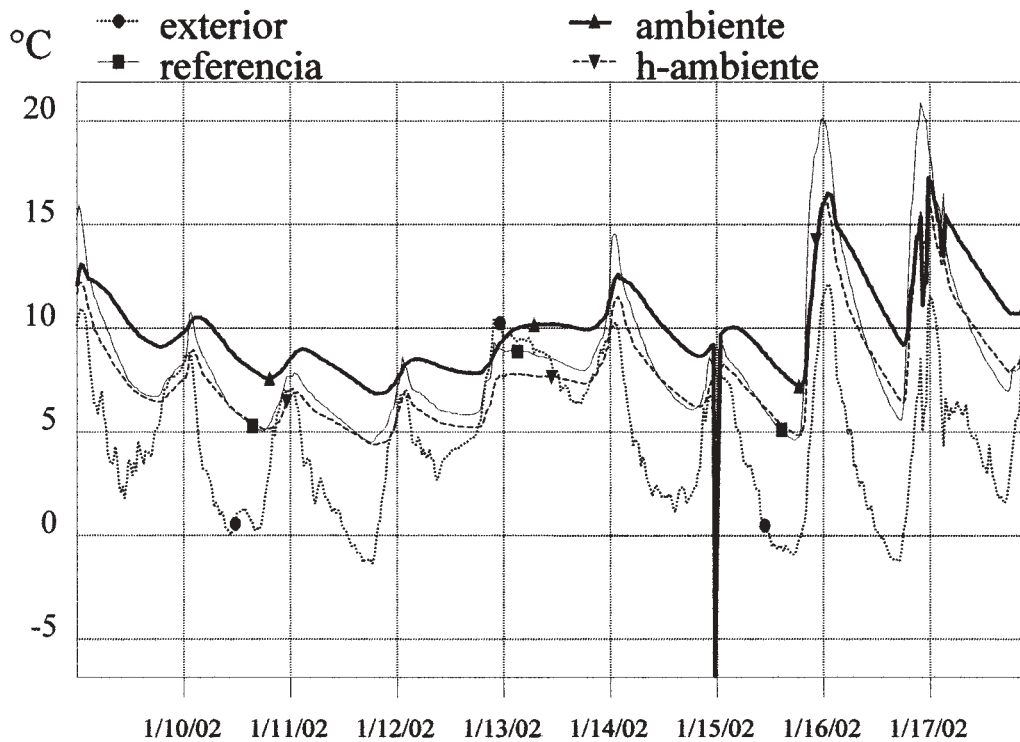


Figura nº 13

Además de estas medidas, puntualmente se hicieron otras de temperaturas superficiales; en las paredes laterales, por dentro y por fuera, en suelo y techo; en los bloques de cristal, interiores y exteriores; en sus juntas, así como, velocidades de aire y humedades relativas.

DISCUSIÓN

Se desprende de los datos recogidos, que corresponden a un año completo, que el comportamiento del sistema es bueno en las estaciones intermedias, necesitándose apoyo ligero los días muy fríos y de niebla sostenida y que en verano, es necesario un replanteamiento del sistema, bien elevando la temperatura de cambio de fase del acumulador, o bien sombreando la superficie externa del muro Trombe. La apertura del tiro de aire de la zona norte, que fue lo primero que se pensó, se cree no es suficiente, pues colocado un pequeño ventilador, sólo se consiguió una disminución de unos grados en la temperatura.

El comportamiento fundamental de la caseta se debe al muro Trombe. Las temperaturas medidas concuerdan con las simulaciones realizadas, con las energías solares esperadas, cuyo planteamiento se publicó en (6).

Los comportamientos mecánicos y la realización constructiva no ha presentado problemas, la humedad anómala observada en un principio, fue debida a una entrada de agua de lluvia por la puerta, que una vez corregida desapareció, de todas formas parece más aconsejable en lugar de una pieza cerámica emplear dos, es decir hacer un muro de dos hojas, en el exterior se coloca el aislamiento y en el interior el acumulador, con o sin cámara de aire.

Se desprenden de lo visto que, es conveniente fraccionar y escalonar, tanto en paredes, como en los muros Trombe desarrollados, la acumulación de calor con cambio de fase, a diversas temperaturas. En el caso de cerramientos, próximas a $23 \pm 5^\circ\text{C}$ y en los tabiques translucidos a $23 \pm 7^\circ\text{C}$, variando desde arriba hacia abajo, la más alta en la parte superior.

Las cámaras de aire dejadas, dentro de los bloques de cristal, en su parte superior, no tienen razón de ser por esfuerzos mecánicos o de seguridad, pero se consideran muy interesantes como regulación del nivel de luminosidad y dan en las primeras horas del día alegría a los recintos; se deberían ampliar hasta un tercio de la altura en estancias que requieran gran iluminación natural. No es necesario colorear a los acumuladores y de hacerlo hay que emplear colorantes resistentes al sol.

También se ha visto que, en climas muy cálidos, el rendimiento no es elevado y que se debe ir a enfriamiento evaporativo interno o externo (con intercambiador) o aire forzado con toma nocturna o acumuladores de cambio de fase a temperaturas próximas a las máximas del lugar.

También se ha visto que puede emplearse en países de latitudes muy diferentes, como la tropical o hasta ecuatorial, colocando en estos casos el muro Trombe en el techo (9).

También se ha visto que la pieza de cerámica de la caseta de desarrollada, debe ser modificada, con dos entradas o rotura del puente en las zonas del aislamiento y del acumulador, en lugar del realizado en la cámara de aire, coincidentes con los de los bloques de vidrio, para que los hierros de armazón de aquellos puedan prolongarse por estos. También se ha visto que sería conveniente que se pudieran colocarse contrapeados.

También se ha visto que el acumulador no es necesario ni conveniente su colocación en fachada sur que en ella puede colocarse dobles o triples cristales y llevar el aire caliente a las zonas donde se coloque el acumulador.

Se considera una experiencia muy positiva, que permitirá continuar un desarrollo para poder potenciar el aprovechamiento de la acumulación de calor en la edificación.

AGRADECIMIENTO

Se quiere agradecer el apoyo prestado a la Comunidad de Castilla la Mancha que subvencione parcialmente el proyecto y a la asociación Hispalyt por sus contribuciones, así como a la empresa Cristalería Española S.A., sin las cuales no se hubiera podido realizar este trabajo

CONCLUSIONES

Se considera que los muros de tipo Trombe realizados con dos paredes de bloques de cristal, rellenos los de la parte interior, con un acumulador de cambio de fase, es muy adecuado para la calefacción para climas continentales extremos. En el caso de Toledo, pueden emplearse la temperatura de fusión de 20°C, para calefacción, pero para climatización, sin embargo, no es adecuada, es posible que interese más disponer de producto a temperaturas distintas comprendidas en el margen próximo a los 23°C, para que funcione bien, tanto en invierno como verano, siendo posible que fuese mejor emplear productos de cambio de fase más amplio.

En el muro Trombe desarrollado se ha visto que sube mucho la temperatura cuando esta totalmente fundido el acumulador, lo que puede corregirse disminuyendo el área, o que sea mejor disponer de varias temperaturas escalonadas de cambio de fase, tal como, se recogió en la patente inicial (8), lo que evitaría ese inconveniente.

Las piezas especiales cerámicas, conteniendo aislante, cámara de aire y acumulador, se comportan bien, pero requiere algunas modificaciones pequeñas, antes de su empleo generalizado, como que permitan la continuidad de los hierros de los bloques de vidrio, en ellos, siendo preferible emplear dos independientes. Se considera que el proyecto de investigación realizado, ha sido muy interesante cubriendo en gran medida los objetivos pretendidos de ver las posibilidades de estas tecnologías para su incorporación a la construcción y que se deberá continuar para mejorar las prestaciones en días muy cálidos, teniendo en cuenta las recomendaciones y lo anteriormente dicho en estas conclusiones.

M. Domínguez, J. M^a Arías . Instituto del Frío. CSIC.
R. Díaz, Velasco J. AITEMIN
dominguez@if.csic.es

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Domínguez, M., López, P., Gutiérrez, P. & Culubret, J. Los acumuladores a temperaturas positivas en la climatización. www.recol.es. Noviembre 2000.
- 2 Domínguez, M., Culubret, J., García, C. & López, P. Acumuladores térmicos con cambio de fase a temperaturas positivas en el campo de la climatización. Ponencia presentada a Climatización 2001. IFEMA, Madrid. Marzo 2001. 98,106
- 3 Domínguez, M.; López, P., González, F. & Arias, J. M. Ventajas que aportan en la construcción los acumuladores con cambio de fase. www.recol.es. Octubre 2000.
- 4 Domínguez, M., García, C., Pinillos, J. M. & Arias, J. M., La acumulación de calor en la construcción, una fuente importante de energía renovable. XIIIer Encuentro Internacional de Trabajo. Navapalos. Septiembre 1998.
- 5 Domínguez M.; García D. La impedancia térmica de los cerramientos. Nuevo concepto que puede facilitar de forma considerable el ahorro energético. Nueva Arquitectura con arcilla cocida nº 10 Octubre 1999.69,84
- 6 Domínguez M.; Santamaría S. Importancia de la inercia térmica de los cerramientos. Conarquitectura nº 3 Oct.2001. 49,56.
- 7 Domínguez, M., García, D., Arias, J. M. & Culubret, J., Simulación de un muro de tipo Trombe con cambio fase. Montajes e Instalaciones, nº 337. Marzo 2000. Págs. 69-74
- 8 Domínguez M., Pinillos J. M, García C., Gutiérrez P. Sistema pasivo de climatización.: CSIC. España, 18 Mar 1999 Patente de invención. nº 9900558
- 9 Gómez L.E.; Domínguez M. Proyecto de edificaciones escolares bioclimáticas en Colombia. (pendiente de publicación en Julio en El Instalador)
- 10 Domínguez, M., García, D., García, C., Culubret, J. & Soto, A. La acumulación de frío, un importante elemento de seguridad en instalaciones de climatización. El Instalador, nº 361. Febrero 2000. Págs. 5-10