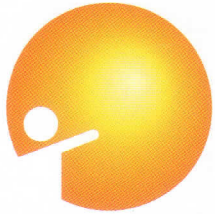


REVISTA DE Energías

RENOVABLES



ANES®

**Asociación
Nacional de
Energía Solar**

PUBLICACION TRIMESTRAL

OCTUBRE-DICIEMBRE

Certificado de reserva al uso exclusivo del Título:
No. 04-2009-062420531800-102
Registro ISSN en trámite con Folio No. 00000359

12

• NACE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES EN LA UNAM

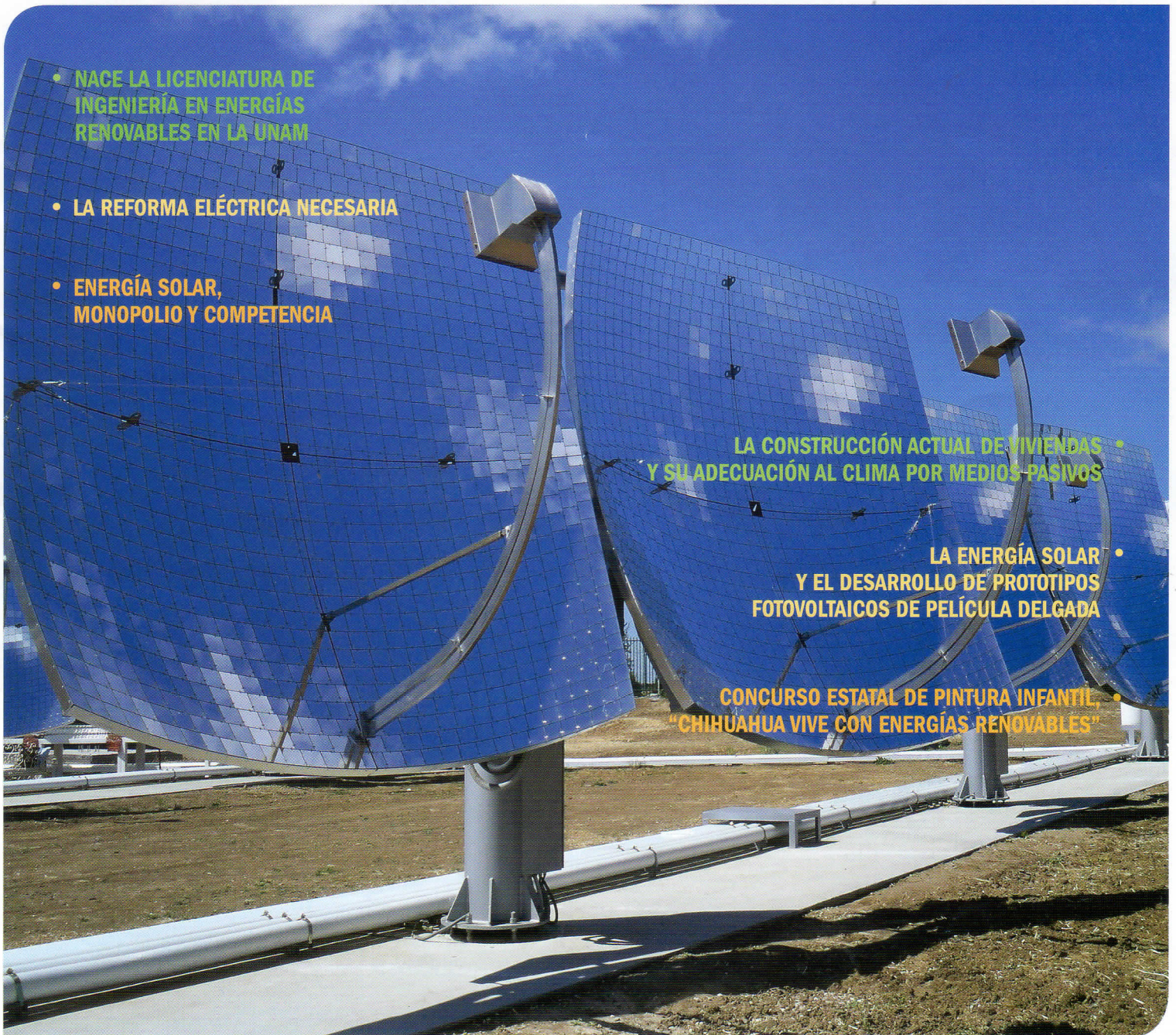
• LA REFORMA ELÉCTRICA NECESARIA

• ENERGÍA SOLAR, MONOPOLIO Y COMPETENCIA

• LA CONSTRUCCIÓN ACTUAL DE VIVIENDAS Y SU ADECUACIÓN AL CLIMA POR MEDIOS PASIVOS

• LA ENERGÍA SOLAR Y EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS FOTOVOLTAICOS DE PELÍCULA DELGADA

• CONCURSO ESTATAL DE PINTURA INFANTIL, "CHIHUAHUA VIVE CON ENERGÍAS RENOVABLES"



LA CONSTRUCCIÓN ACTUAL DE VIVIENDAS Y SU ADECUACIÓN AL CLIMA POR MEDIOS PASIVOS

La construcción de viviendas en nuestro país en los últimos años ha aumentado significativamente. Un indicador es el número de créditos para vivienda otorgados por el INFONAVIT. En 2003 otorgó 300,000 créditos y en 2009 esta cifra ascendió a 475,072, lo que representa un aumento del 58.4% en seis años [1]. Se espera que la tendencia de crecimiento en la construcción de vivienda se mantenga en los próximos años, ya que, aunque se ha disminuido el rezago habitacional, en 2009 todavía era de 8.9 millones de viviendas [2]. Este crecimiento en construcción de viviendas repercute en la demanda energética por el sector residencial, el consumo de energía de este sector ascendió a 721.2PJ en 2003 [3] y a 761.8 PJ en 2009, un aumento del 5.6% en seis años. En 2009 la demanda del sector residencial correspondió al 16.7% del consumo energético del país [4]. El gobierno ha lanzado programas de eficiencia energética para mejorar las viviendas construidas y para las futuras viviendas, cuyo resultado se ve reflejado en una disminución del 1.2% en el consumo energético del sector residencial del 2009 comparado con el 2008. Ejemplo de estos programas son el de Luz Sustentable [5], Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía: refrigeradores y equipos de aire acondicionado [6], Promoción de Calentadores Solares de Agua en México [7], Hipoteca Verde del INFONAVIT [8] y del SHF [9].

A partir del 2011, el INFONAVIT ha lanzado el Nuevo Esquema de Vivienda Verde, con el cual hace obligatoria la incorporación de eco tecnologías en créditos para vivienda nueva o usada, remodelación, ampliación y construcción en terreno propio. El esquema permite una combinación flexible de eco tecnologías, que escoge el derechohabiente de entre aquellas que se encuentren en el catálogo autorizado. En este catálogo las eco tecnologías referentes a confort térmico son: aislamiento térmico en la parte exterior techo, aislamiento térmico en la parte exterior muro, recubrimiento reflectivo como acabado final en el techo y recubrimiento reflectivo como acabado final en muro. Sin embargo en este catálogo, no se precisa en que climas estas eco tecnologías son adecuadas.



En 2009 el Fondo Sectorial "CONACYT-SECRETARIA DE ENERGIA-SUSTENTABILIDAD ENERGETICA" emitió una convocatoria donde incluía una demanda específica para el estudio de sistemas pasivos que mejoren la eficiencia energética en los sistemas constructivos. Respondiendo a esta convocatoria se organizó un consorcio entre seis grupos de investigación de diferentes instituciones, los autores de este trabajo son los responsables del proyecto por cada grupo. Este consorcio propuso el proyecto "Desarrollo y validación de una metodología para estimar los impactos en el ahorro de energía por el uso de sistemas pasivo-constructivos en la edificación para diferentes climas de México", el cual fue aprobado por el Fondo. En este proyecto se planteó generar información sobre la distribución y características de sistemas pasivos usados en viviendas en diferentes climas de México: cálido semi-húmedo (Temixco y Colima), cálido seco extremo (Hermosillo), cálido húmedo (Tampico) y templado húmedo (Zona Metropolitana de la Ciudad de México). También se planteó generar una herramienta de cálculo para evaluar sistemas constructivos de muros y techos exteriores, es decir, de la envolvente arquitectónica. En este trabajo se reportan los principales resultados de la investigación de campo realizada de junio de 2010 a enero de 2011 y se describe la herramienta de cálculo que se está desarrollando. Resultados de las investigaciones por zona se encuentran en las Ref. [10-13] y detalles de la investigación global en la Ref. [14].

Para analizar los sistemas pasivos utilizados en las viviendas se estudiaron en cada zona al menos veinticinco modelos de viviendas que se estuviesen ofertando y que fuesen representativos por el número de viviendas construidas con el mismo modelo. Para el estudio se consideraron los siguientes sistemas pasivos: orientación para el control de la radiación solar, orientación para la ventilación, color de la superficie exterior del techo, color de la superficie exterior de los muros, altura interior, distribución de áreas, porcentaje de área ocupada, número de niveles, piso exterior en el predio, pavimento o material en andadores, uso de vegetación y árboles. Además se registró el uso de otros sistemas pasivos de climatización, sistemas ahorradores de energía o agua y publicidad relacionada. Se realizó el análisis de cada modelo de vivienda de acuerdo a los criterios establecidos para el clima de cada zona. En el levantamiento de información, también se incluyeron las características, materiales y espesores de los sistemas constructivos de muros y techos de la envolvente, el análisis de estos sistemas se realizará posteriormente, utilizando la herramienta que se está desarrollando.

Se analizaron en total 126 modelos, la muestra representa 22,249 viviendas, el 43% de la oferta en las cinco zonas. La mayoría de las viviendas que se están ofertando en las zonas de estudio tienen área construida menor a 90m². Todos los sistemas pasivos considerados, fueron calificados en tres categorías: adecuado, suficiente e insuficiente. El número de niveles se calificó en dos categorías: adecuado e insuficiente. El porcentaje de viviendas del total de la muestra con calificación adecuado por sistema pasivo se muestra en la Figura 1. Los tres sistemas cuyo porcentaje de viviendas con calificación adecuado es mayor al 50% son: color del techo (83%), porcentaje de área del predio ocupada por la construcción (61%) y color de muros (59%). Seis sistemas no alcanzan ni el 20% de viviendas con calificación adecuado, estos son: piso exterior en el predio (17%), orientación para la ventilación (16%), distribución de áreas (13%), orientación para la radiación (10%), pavimento o material en los andadores que le dan acceso (1%) y uso de vegetación o árboles (0.5%). Las cifras anteriores indican el potencial que existe para mejorar el confort térmico y para reducir el consumo de energía si se toman en cuenta estos aspectos como sistemas pasivos de climatización.

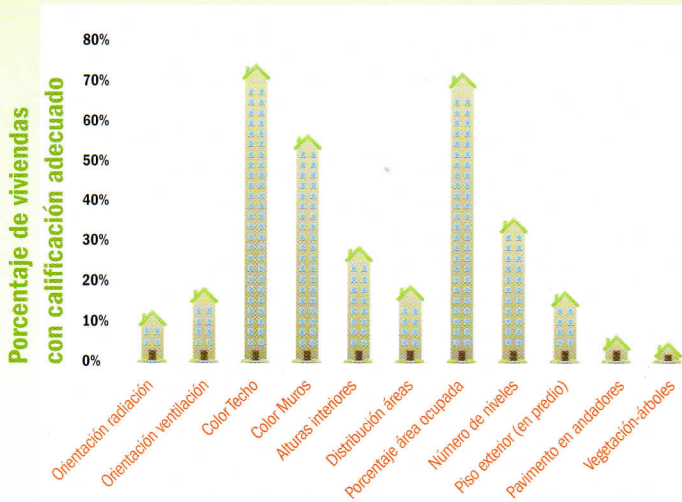


Figura 1. Porcentaje de viviendas del total de la muestra con calificación adecuado por sistema pasivo.

Aunque el efecto de los once sistemas pasivos anteriores en el confort térmico o en el ahorro de energía en las viviendas no es igual, con el fin de comparar los resultados de las cinco zonas estudiadas, se hace la hipótesis de que todos los rubros evaluados tienen el mismo peso, así se puede obtener para cada zona el promedio de viviendas con calificación adecuado. En la Figura 2 se observa que las zonas de Tampico y Temixco presentan los mayores promedios de porcentajes de viviendas con calificación adecuada. La de Colima es la que presenta menor promedio de viviendas con calificación adecuada.

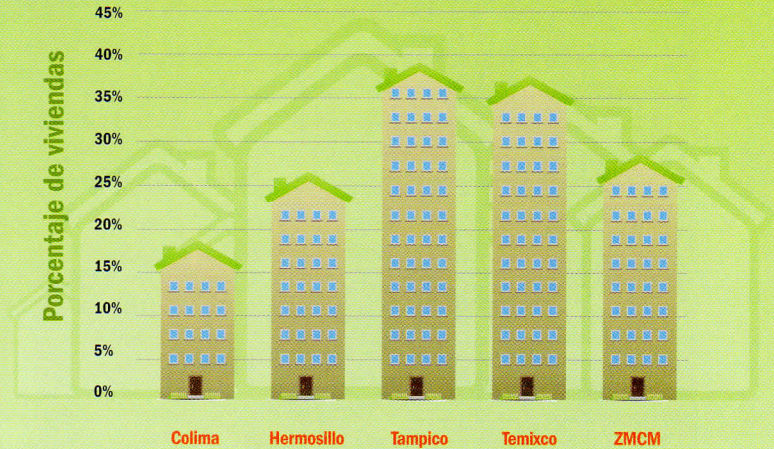


Figura 2 Porcentaje de viviendas con calificación adecuado por zona.

En las cinco zonas estudiadas, el uso de sistemas pasivos de climatización adicionales a los anteriores es muy bajo (1%). En Colima, el 14% de las viviendas presenta algún tipo de sistema que mejora la ventilación en la vivienda, como son ventilación cenital en baño, cocina o en patio interior (aunque, en general, este último es preparación para colocar la escalera en futuro crecimiento). En Temixco el 2% de viviendas presenta un domo ventilado ubicado en el tiro de las escaleras. En las demás zonas no se usan sistemas pasivos adicionales.

Del total de la muestra, solo el 3% de viviendas se oferta con Hipoteca Verde del INFONAVIT, mostrando la poca penetración que había tenido el programa al menos al momento que se diseñaron los modelos estudiados. Sin embargo, el 58% de la muestra presenta algún tipo de sistema ahorrador de energía o agua. Este alto porcentaje se debe a que en la ZMCM el 100% de las viviendas 100% tienen tanque del WC con capacidad de 5 litros o menos, obedeciendo a la reglamentación existente [15] y 100% presentan calentador de gas de paso. Este resultado señala la necesidad de hacer obligatorias estrategias para la eficiencia energética y para la sustentabilidad, en ese sentido el Nuevo Esquema de Vivienda Verde del INFONAVIT puede ser un paso favorable. Solo el 2% de las viviendas presenta publicidad relacionada con ser bioclimáticas (o frescas en clima cálido) o con algún sistema ahorrador. Por zona los porcentajes son: 7% en Hermosillo, 6% en Tampico, 2% en Temixco y en el resto 0%.

La conclusión derivada de este estudio de campo realizado en cinco zonas del país es que la adecuación al clima por medios pasivos en la construcción de viviendas es todavía muy deficiente. Las instituciones correspondientes deben redoblar esfuerzos para incentivar u obligar a los desarrolladores de vivienda a considerar el diseño bioclimático en las viviendas.

La Secretaría de Energía ha expedido dos normas oficiales para la eficiencia energética de la envolvente, una para edificios no residenciales [16] y otra para edificios para uso habitacional [17]. Estas dos normas tienen como objetivo limitar la ganancia térmica a través de ventanas, muros y techos de la envolvente cuando la edificación utiliza sistema de acondicionamiento de aire para enfriamiento. Para la evaluación de muros y techos, estas normas utilizan como parámetro la resistencia térmica. La resistencia térmica es un parámetro fácil de calcular, está determinada por el espesor de la capa de material dividida entre su conductividad térmica. Cuando el elemento está formado por varias capas, la resistencia total resulta de la suma de las resistencias de todas las capas. La resistencia térmica es el único parámetro cuando se considera que las temperaturas del aire al exterior y al interior no varían en el tiempo. Sin embargo, en una situación real donde la temperatura y la radiación solar al exterior cambian a lo largo del día, el comportamiento térmico de muros y techos depende del espesor, la conductividad térmica, la densidad y el calor específico de todos los materiales que lo conforman y también del orden de las capas. Entonces, la evaluación de los sistemas constructivos se vuelve compleja. Sin embargo es muy importante realizarla, ya que el hecho de que un sistema constructivo presente un alto valor de resistencia térmica no garantiza que sea un sistema constructivo adecuado en una situación real donde la temperatura y la radiación solar cambian a lo largo del día [18].

En este proyecto de investigación se desarrolla una herramienta informática de cálculo denominada Ener-Habitat que sirve para comparar el desempeño térmico de sistemas constructivos de techos y muros opacos de la envolvente de una edificación, tomando en cuenta la variación de la temperatura y de la radiación solar en el día típico de cada mes en un lugar determinado de la República Mexicana. Esta herramienta está dirigida a arquitectos, constructores y demás diseñadores de edificaciones y se espera contribuya al desarrollo de nuevas normas para la edificación sustentable. Con esta herramienta se evaluarán los sistemas constructivos de muros y techos de las viviendas del estudio de campo.

La herramienta evalúa el efecto individual de elementos constructivos, techos o muros opacos de la envolvente. Permite seleccionar el lugar, el período de tiempo (mes específico o anual) y la condición bajo la cual se evalúa el sistema constructivo. En condición de "sin aire acondicionado", el parámetro de evaluación es la energía que entra durante un día (o durante un año) a través del elemento constructivo por unidad de área. Entre menor sea esta energía, el sistema constructivo tendrá un mejor desempeño térmico. En condición de "aire acondicionado" el parámetro de evaluación es la energía por unidad de área requerida por el sistema de aire acondicionado durante un día (o durante un año) para mantener la temperatura de confort al interior de la edificación. Entre menor sea esta energía, el sistema constructivo tendrá un mejor desempeño térmico. Los resultados son indicativos para comparar sistemas constructivos y hacer una adecuada selección de acuerdo con el clima del lugar y la condición de uso del elemento constructivo. Ener-Habitat es de uso gratuito, previo registro. La primera versión está ya disponible en la red a través de la página de internet <http://www.enerhabitat.unam.mx>. Ener-Habitat está en trámite de registro de derechos de autor.

Esta investigación fue patrocinada por el Fondo de Sustentabilidad Energética Conacyt-SENER S0019-2009-01 proyecto 118665. Los autores agradecen a todos los desarrolladores de vivienda que permitieron el levantamiento de información para llevar a cabo la investigación de campo. Así mismo, los autores reconocen el trabajo de todos los participantes en el proyecto, en particular del Dr. Guillermo Barrios, responsable del desarrollo de la herramienta de cálculo Ener-Habitat.

Guadalupe Huelsz, José Manuel Ochoa+, Pablo Elías-López++, Adolfo Gómez*, Anibal Figueroa** y Efraín Simá***

Centro de Investigación en Energía, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 34 Temixco Centro, 62580, Temixco, Mor. México.

+ Departamento de Arquitectura y Diseño, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora.

++Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro universitario Tampico-Madero, Tampico, Tamaulipas.

*Facultad de Arquitectura y Diseño - Universidad de Colima, Campus Universitario. Km. 9, carretera Coquimatlán. Coquimatlán Colima. Col.

**Laboratorio de Arquitectura Bioclimática - Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, México D.F., 02200, México.

***Departamento de Ingeniería Mecánica, del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Prol. Av. Palmira s/n. Col. Palmira, CP 62490, Cuernavaca, Mor., México

REFERENCIAS

1. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. 2011 (activo noviembre 2011). Informe anual de actividades 2010. www.infonavitpublica.org.mx/0_Informe_anual_2010.pdf.
2. Fundación Centro de Investigación y Documentación de la Casa A.C. y Sociedad Hipotecaria Federal. 2010 (activo noviembre 2011). Estado Actual de la Vivienda en México 2010. www.ahm.org.mx/docs/asociados/SHF/EAVM2010.pdf.
3. Secretaría de Energía. 2004 (activo noviembre 2011), Balance Nacional de Energía 2003. www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/balance2003.pdf.
4. Secretaría de Energía. 2010 (activo noviembre 2011), Balance Nacional de Energía 2009. www.energia.gob.mx/Balance_Nacional_2009.pdf.
5. Secretaría de Energía. 2011 (activo noviembre 2011). Inicia Gobierno Federal intercambio de focos incandescentes por lámparas ahorradoras. Comunicado 51. <http://www.energia.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1982>.
6. Secretaría de Energía. 2009 (activo noviembre 2011). Programa de sustitución de equipos electrodomésticos para el ahorro de energía. <http://www.energia.gob.mx/pse/index.html>.
7. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. 2007 (activo noviembre 2011). Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México. <http://www.procaisol.gob.mx>.
8. INFONAVIT. 2011 (activo noviembre 2011). Hipoteca Verde. <http://portal.infonavit.org.mx>.
9. Sociedad Hipotecaria Federal. 2011 (activo noviembre 2011). Tasa de interés aplicable a créditos individuales (i) complementados con subsidio federal o (ii) del Producto "Hipoteca Verde", Circular 9 SHF. www.shf.gob.mx.
10. Castillo, A., Lira-Oliver, A., Muñoz, J. J., Ramírez, C.A., Juárez, S. N. y Huelsz, G. 2011. Uso de sistemas pasivos de climatización en la zona de Temixco Morelos con clima cálido semihúmedo. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, Chi. 2011 ABC-33, 1-6.
11. Elías-López, P., Roux, R., García, V., Espuna, A. 2011. Caracterización y uso de sistemas pasivos de climatización en viviendas de la zona metropolitana de Tampico-Madero-Altamira, Tamaulipas. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, Chi. 2011 ABC-30, 166-170.
12. Figueroa, A., Fuentes, V. A., Castorena, G., García-Chávez, R., Valerdi, H., Tovar, E. I., Torres, E., Morales, Y., Olivares, M. G. y Campos, A. 2011. Uso de sistemas pasivos de climatización en el área norte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México con clima semifrío. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, Chi. 2011 ABC-31, 171-176.
13. Marincic, I., Ochoa, J.M., Alpuche, M. G., Vargas, L., González, I., Barrera, I., Huelsz, G. 2011. La construcción actual de viviendas en Hermosillo y su adecuación al clima por medios pasivos. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, Chi. 2011 ABC-34, 189-193.
14. Huelsz, G., Ochoa, J. M., Elías-López, P., Gómez, A., Figueroa, A. 2011. Uso de sistemas pasivos de climatización en cinco zonas de la República Mexicana. Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Energía Solar, ANES, Chihuahua, Chi. 2011 ABC-32, 1-6.
15. Asamblea de Representantes del Distrito Federal, 1990 (activo noviembre 2011). Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal. Diario Oficial de la Federación el día 25 de enero de 1990. www.atl.org.mx/aguadf/images/docs/reglamento_agua_drenaje.pdf.
16. SENER 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 para eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales, Diario Oficial. 25 de abril (2001) 59-100.
17. SENER 2011. Norma oficial Mexicana NOM-029-ENER-2011 para eficiencia energética en edificaciones.- Envolvente de edificios para uso habitacional, Diario Oficial. 9 de agosto (2011) 44-89.
18. Huelsz, G., Rechtman, R., Rojas, R. 2009. Altos valores de la resistencia térmica no aseguran un buen desempeño térmico de la envolvente de una edificación. Memorias de la XXXIII Semana Nacional de Energía Solar, ANES, Guadalajara, Jal., 28 septiembre- 3 octubre 2009, ABC-050, 237-240.