INDICE

LA REVISTA SOLAR

PUBLICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR (ANES)
SECCIÓN MEXICANA DE LA *INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY* (ISES)
NÚMERO 29 VERANO 1994

Potencial del Ahorro y Uso Eficiente de la Energía y de la Aplicación de Energías Alternativas en el Sector Habitacional en México

Efecto de la Radiación Solar en el Gradiente Térmico del Subsuelo

Secador Solar Rotatorio

Secador Solar de Verduras

23 8'90

Precio Público N$ 10 .00

EDITORIAL

En este ejemplar de la Revista Solar se completan los ocho números que el VII Consejo Directivo de la ANES se propuso editar desde el principio de su gestión en octubre de 1992, mismos que han estado en manos del público lector trimestre a trimestre en los últimos dos años.

Lo anterior ha sido posible gracias a la participación desinteresada de diversos autores, quienes motivados por el único deseo de hacer del conocimiento general sus trabajos e investigaciones, pusieron todo su mejor empeño por dar cuerpo al principal medio de difusión de nuestra Asociación.

Creemos haber tocado los principales temas de interés de los asociados a través de trabajos que muestran de algún modo en su conjunto, el desarrollo en nuestro país en torno a las fuentes alternas de energía.

Queda aún mucho trabajo por realizar dentro de este órgano de difusión pero sin lugar a dudas hemos dado todos juntos como Asociación el primer paso. Sólo nos queda continuar con esta motivación cuyos frutos serán en beneficio del mejor aprovechamiento de la energía solar en nuestro país.

Por último, deseamos agradecer infinitamente al público lector de esta Revista quienes en ocasiones con su crítica siempre constructiva, delineó el camino que siguió en todo momento nuestra publicación.

Ricardo Saldaña
Editor

LA REVISTA SOLAR

Una publicación para los interesados en energías renovables

Suscríbase

Durante varios años, LA REVISTA SOLAR fue una publicación exclusiva para los miembros de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES). Hoy en día, nuestra nueva política de difusión permite la suscripción para todo el público, con lo cual un número mayor de personas puede introducirse al mundo de la energía solar y otras fuentes renovables.

Costo por un año (cuatro números) N$ 40.00

Para mayor información, escriba sus datos en el siguiente cupón, recortelo y envíelo a:
ANES, Apartado Postal 20-633,
01000 México, D.F.

NOMBRE _____
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE

DOMICILIO _____
CALLE NUMERO

_____
NUMERO INTERIOR COLONIA CODIGO POSTAL

_____
CIUDAD ESTADO TELEFONO

Anúnciate !!!

Espacio Disponible

ASOCIACION NACIONAL DE ENERGIA SOLAR
(ANES)

VII Consejo Directivo
Presidente
Dr. Juan José Ambriz García
Vicepresidente
Ing. Enrique Caldera Muñoz
Tesorero
Dr. Yasuhiro Matsumoto K.
Secretario Gral.
Dr. Claudio A. Estrada Gasca

SECRETARIAS:
Relaciones
M.C. Enrique Barrera Calva
Organización
Fis. Adolfo Finck Pastrana
Publicaciones
M.I. Minerva GuadalupeVargas Vega
Vocalías
Ing. Ricardo Saldaña Flores
Asuntos Industriales
Ing. Enrique Ramoneda Retif
Asuntos Internacionales
M.I. Eduardo Rincón Mejía
Secciones Regionales
Arq. Juan Manuel Rodríguez Torres

Editor
Ing. Ricardo Saldaña Flores

Diseño y Formación
Sandra y Francisco Villaseñor
DiGraTec

Impresión
Impresora Ambriz
Tel. 633-83-32 y 633-34-60
México, D.F.

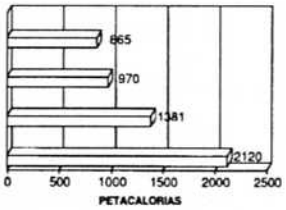
LA REVISTA SOLAR, publicación trimestral de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) de México. Apartado Postal 20-633, 01000 México, D.F. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la posición oficial de la Asociación. Certificado de Licitud de Título núm. 2148. Certificado de Licitud de Contenido núm. 1357. Se autoriza la reproducción de la información si se cita la fuente.

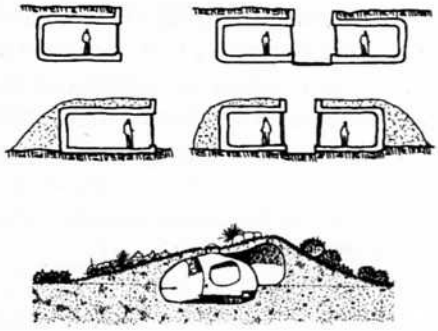
PORTADA
Arquitectura Vernácula en un clima cálido-húmedo.
Cortesia: Dr. José Alberto García Chávez

SUMARIO

Potencial del Ahorro y Uso Eficiente de la Energía y de la Aplicación de Energías Alternativas en el Sector Habitacional en México **4**

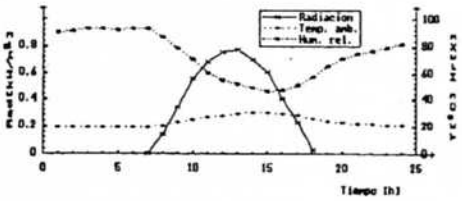
BALANCE DE ENERGIA 1992

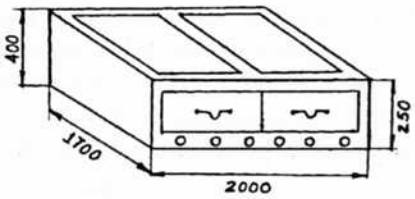


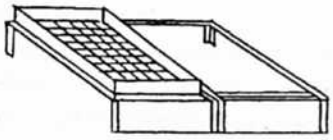


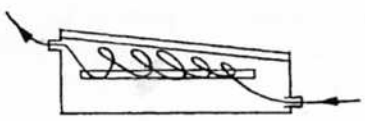
Efecto de la Radiación Solar en el Gradiente Térmico del Subsuelo **12**

Secador Solar Rotatorio **18**









Secador Solar de Verduras **21**

POTENCIAL DEL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGIA Y DE LA APLICACION DE ENERGIAS ALTERNATIVAS EN EL SECTOR HABITACIONAL EN MEXICO

Por: Dr. José Roberto García-Chavez*

Introducción

El problema del deterioro del medio ambiente en nuestro habitat natural, se debe en gran medida a que históricamente no hemos hecho un uso apropiado de los recursos naturales disponibles. De manera particular, el uso inadecuado de la energía, ha provocado una grave alteración en los ecosistemas y puesto en riesgo la subsistencia de las diversas formas de vida en la Tierra.

A través del tiempo, el planeta ha sufrido múltiples formas de contaminación y daño al medio ambiente. Muchas se han debido a fenómenos naturales y han ocasionado alteraciones y en algunos casos la desaparición total de especies y formas de vida. Desde el punto de vista antropogénico, hay un evento histórico que ha marcado un cambio fundamental en los modos de producción y formas de vida del hombre y afectado las esferas sociales, económicas, políticas y culturales, entre otras. Nos referimos a la Revolución Industrial, que se inició en Europa a mediados del siglo XVIII.

A partir de éste período la civilización agrícola cedió su lugar al "maquinismo" y con éste proceso se originaron las grandes concentraciones urbanas. Las instalaciones fabriles atrajeron a la población rural a las ciudades. Como consecuencia y dado que no existía la infraestructura necesaria para alojar a los grandes conglomerados humanos, los servicios públicos se tornaron insuficientes y dieron paso al surgimiento de los grandes hacinamientos en condiciones insalubres.

En nuestro país, la Revolución Industrial se inició a mediados del siglo pasado, con las mismas consecuencias causadas en Europa. Los estragos en la naturaleza debidos a la industrialización se han agravado con el paso del tiempo hasta nuestros días, en que es de importancia vital detener y revertir el acelerado deterioro del ambiente.

Desde el punto de vista energético, hasta antes de la Revolución Industrial, la humanidad resolvía sus problemas a partir de la combustión de la madera, con energía muscular, o bien con la energía potencial del agua, del viento y en algunos escasos, pero notables ejemplos, a partir de un incipiente aprovechamiento de la energía proveniente del sol. En aquel momento de la historia, éstos tres últimos procesos, basados en aprovechamiento de los recursos naturales renovables, (energía solar, eólica, oceánica, biomasa, etc.), hacían vislumbrar un futuro promisorio, a partir de los cuales se hubiese podido esperar que la humanidad sacara un provecho fabuloso, que sin duda alguna habría marcado un rumbo totalmente diferente en la historia del hombre y su relación con la naturaleza. Sin embargo, en lugar de seguir desarrollando estudios y aplicaciones en base a los recursos energéticos naturales renovables, el hombre eligió el camino más "cómodo" y fácil: la explotación del carbón, inicialmente, y posteriormente de los hidrocarburos, hasta llegar a la energía nuclear.

Como sabemos, la Revolución Industrial basó su desarrollo en la explotación del carbón, ésto marcó el principio del daño al medio ambiente. Actualmente, es evidente que el resultado de dos siglos de desarrollo industrial, basado en la explotación intensiva de combustibles fósiles altamente contaminantes (carbón, petróleo, gas, etc.) y de una explosión demográfica sin precedentes, es un ostensible deterioro en el planeta, provocando un grave daño a los ecosistemas globales, que se traducen en cambios significativos en la biósfera, atmósfera e hidrósfera.

Ciertamente, al inicio de este Siglo XX, ni los seres humanos que entonces habitaban el planeta (1700 millones), ni su resultante tecnología, tenían el poder de alterar radicalmente los ecosistemas del planeta. Hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, las sociedades crecían a tal ritmo que la recuperación de los ecosistemas naturales le eran factible tanto al medio natural como al hombre. A partir de la década de 1950, las consecuencias del deterioro ambiental, producto de un desmedido aceleramiento

* Profesor Investigador
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
División de Ciencias y Artes para el Diseño
Departamento del Medio Ambiente

del proceso de industrialización y urbanización, empezaron a ser evidentes.

Antecedentes de la Energía en México

De acuerdo a la premisa, expuesta en el punto anterior, el uso inadecuado de los energéticos convencionales, llamémosles "combustibles fósiles", ha ocasionado en gran medida el grave estado de deterioro en el aire, agua y suelo. En México, que no es la excepción a ésta situación, la aparente abundancia y bajo costo de los energéticos y la implementación de estrategias energéticas inadecuadas (subsidios, mono-dependencia energética, etc.), ha provocado patrones de consumo irracionales y un uso ineficiente de la energía. Situación que ha prevalecido, sobre todo en los últimos 30 años, lo cual ha ocasionando un agotamiento acelerado de los recursos energéticos no renovables, afectando la productividad y economía nacional, provocando además un grave deterioro ambiental, así como una considerable reducción en la calidad de vida de las personas.

De acuerdo a las estadísticas más recientes (Balance Nacional de Energía 1992, fuente: SEMIP), México es un país prácticamente monodependiente de hidrocarburos, lo cual es un riesgo potencial en muchos aspectos. Figuras 1,2 y 3. Situación que se agrava debido a que la demanda interna de energía, tanto de hidrocarburos como de electricidad, ha registrado un acelerado incremento, lo cual ha provocado una creciente importación de energía secundaria (combustóleo, gasolinas, gas licuado, carbón, etc.).

Por otra parte, se ha avanzado muy poco en la diversificación energética y el apoyo para la investigación y desarrollo de fuentes alternativas de energía renovable es insuficiente. Una medida viable para coadyuvar a la solución de la problemática enérgetico-ambiental, es el aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía y la implementación de programas de ahorro y uso eficiente de la misma, ya que éstas son medidas económicas prácticas y efectivas.

Otro aspecto importante en México, es la distribución de la población. La concentración del 30% de la población en solo tres ciudades del país es un fenómeno que provoca diversos problemas sociales, económicos, y ambientales, entre otros. El 60% del total de la población vive entre los paralelos 18° y 22° Norte. Ver figura 4. Es en ésta reducida área del territorio nacional, en donde se realiza el 80% de las actividades industriales. Estas regiones están ubicadas en sitios altos, desde el punto de vista topográfico, a más de 500 metros sobre el nivel del mar, con las consecuentes dificultades tecnológicas que ésto implica para la dotación de recursos y servicios.

Como situación contrastante, mas de 100,000 comunidades del país, con menos de 2,000 habitantes, se encuentran

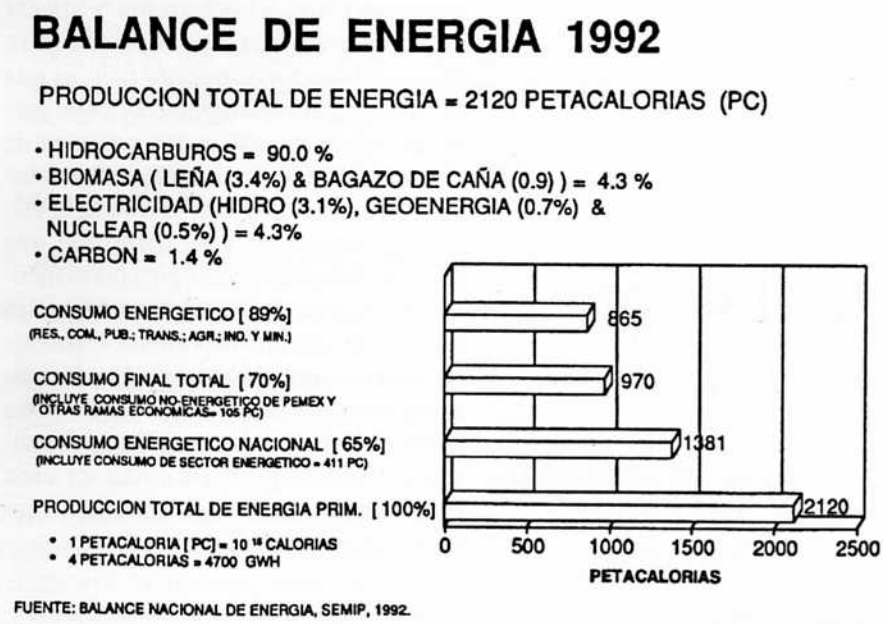


Figura 1.

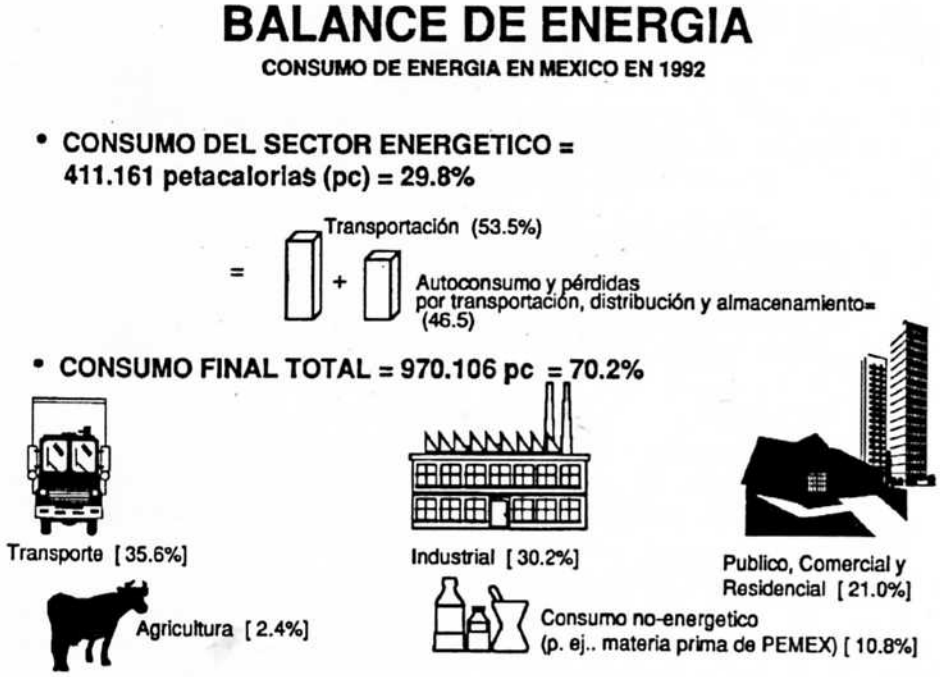


Figura 2

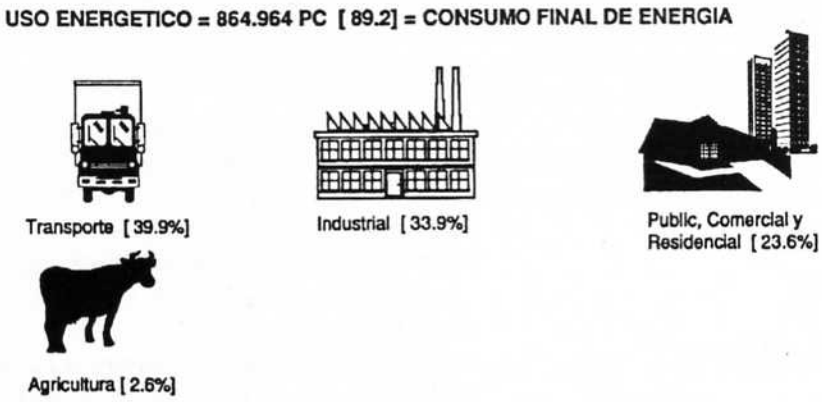


Figura 3

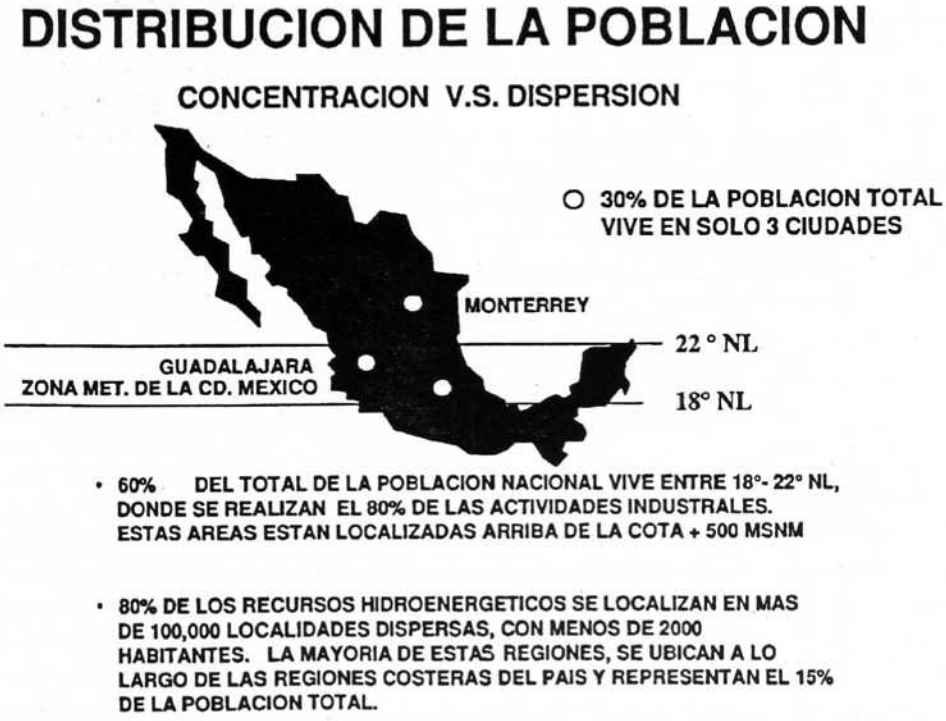


Figura 4

dispersas, sin dotación de servicios e infraestructura básica. Ver fig. 4. Es precisamente en la mayoría de éstas regiones donde existe un vasto potencial energético y de recursos. Por ejemplo, el 80% de los recursos hidroenergéticos de México, se localiza en éstas áreas. Muchas de éstas comunidades se ubican a lo largo de los mas de 11,000 Kilómetros de litorales del país y representan el 15% de la población nacional total.

Ciertamente, el enorme potencial energético y de recursos de México, ha sido poco e inadecuadamente aprovechado. Es importante que se desarrollen mas programas, tanto para el uso eficiente de la energía, como para el estudio y aplicación de las fuentes alternativas de energía naturales renovables, existentes en nuestro país. La figura 5 presenta un resumen de los principales recursos naturales de México.

Propuestas para ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía en México

Hacer un uso más sensato de la energía, con un enfoque ambiental sustentable, así como estudiar, desarrollar y aplicar las alternativas energéticas, de acuerdo a las posibilidades de nuestro país, es una acción necesaria y urgente. Por una parte, se deben modificar los patrones de consumo energético en todos los sectores, de forma tal que se estimule la eficiencia energética y se desarrolle una cultura energética-ecológica permanente, diversificando al mismo tiempo las fuentes de energía disponibles en México, promoviendo el uso de las fuentes alternativas de energía renovable, que a través de estudios de factibilidad económica y tecnológica, permitan en cada caso una aplicación óptima, con un carácter de sustentabilidad.

Como ya se mencionó anteriormente, México es un país con un enorme potencial, ya que está ubicado en una zona geográfica que es muy rica en dotación de recursos energéticos naturales renovables. Por ejemplo, con respecto a la energía solar, nuestro país está ubicado en una franja de insolación máxima a nivel mundial (el promedio anual en el país es de 19 MJ/M2); cuenta con un potencial eólico importante; la extensión de su Zona Económica Exclusiva, de 2'926,252 km^2, al igual que sus 11,600 kilómetros de litorales, le hacen un país con enormes posibilidades para el aprovechamiento de la energía oceánica (maremotríz, gradiente térmico y oleajes). México tiene también un enorme potencial hidráulico plenamente identificado, pero aún no explotado, superior al 80 por ciento. La energía hidroeléctrica es un recurso renovable que constituye un aprovechamiento indirecto de la

PRINCIPALES RECURSOS NATURALES

- GRAN PARTE DEL PAIS SE LOCALIZA DENTRO DE LA BANDA DE RADIACION SOLAR MAXIMA. EL PROMEDIO NACIONAL ANUAL ES DE 19 MJ/M2.
- EL POTENCIAL EOLICO ES SIGNIFICATIVO, SOBRE TODO EN REGIONES COMO " LA HUASTECA", OAXACA; " LA BUFA ", EN ZACATECAS; PARTES DEL ESTADO DE HIDALGO, ETC.
- EXISTEN 11, 592 KMS DE AREAS COSTERAS, CON ABUNDANTES RECURSOS MARINOS Y UN PROMISORIO POTENCIAL DE ENERGIA OCEANICA (MAREAS, OLAS Y GRADIENTE TERMICO).
- MAS DEL 80% DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO NACIONAL NO HA SIDO APROVECHADO.
- MEXICO ES EL QUINTO PAIS PRODUCTOR DE PETROL EO.

Figura 5

energía solar. Además, México ocupa el quinto lugar como país productor de petróleo.

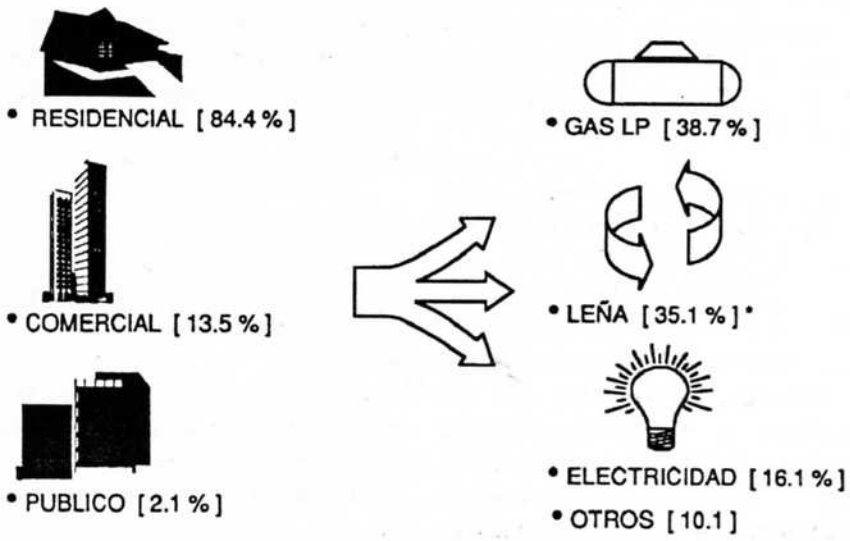
Otra fuente de energía natural, potencialmente aprovechable en México, lo constituye la biomasa (materia orgánica: árboles, vegetación, algas marinas, desechos agrícolas, animales, etc.). Un promedio del 10 % del consumo mundial de energía se obtiene a partir de la biomasa. En México, alrededor de 15 millones de personas consumen más de 20 millones de toneladas de leña al año. Ver Fig. 6.

Dos problemas ambientales se infieren de esta situación: la emisión de altos porcentajes de gases de invernadero, producto de la quema de este recurso natural (sobre todo CO_2) y una acelerada deforestación, que ocasiona erosión e impide la absorción de los niveles elevados de CO_2 e intensifica la ausencia de oxígeno en el aire. En realidad el aprovechamiento de la biomasa debería ser en otra dirección, por ejemplo, a través de cámaras de digestión anaeróbica (digestores), que brindan tres productos: gas metano para uso doméstico, agrícola, etc.; combustible líquido (metanol) y abono de una gran calidad. Con esto también se elimina otra plaga ambiental: la basura orgánica. El uso de cocinas solares, que ha sido estudiado ampliamente, representa una alternativa viable para sustituir el uso de madera para cocinar, sobre todo en zonas rurales del país, donde la alta transparencia de la atmósfera permite una mayor intensidad de la radiación solar, lo cual favorece los procesos de cocción por medio del aprovechamiento del recurso solar.

Uso de la Energía en las Edificaciones

El consumo de energía, a partir de combustibles fósiles en México, en el sector de las edificaciones, para calentar, enfriar, ventilar, humidificar, deshumidificar e iluminar sus diversos espacios y para calentamiento de agua y cocción de alimentos, es de una magnitud digna de ser considerada. Las estadísticas nacionales no desglozan el consumo energético inherente a todo género de construcciones, por ejemplo, un edificio industrial también tiene un consumo por iluminación, climatización ambiental, etc., que no se ve reflejado en el consumo energético de las edificaciones, del balance nacional de energía que emite la instancia correspondiente.

CONSUMO DE ENERGIA POR SECTORES:
RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO



* NOTA: 15 MILLONES DE MEXICANOS CONSUME N MAS DE 20 MILL ONES DE TONELADAS DE LEÑA AL AÑO, LO CUAL PROVOCA LA EMISION DE GASES DE INVERNADERO Y UNA ACELEREADA DEFORESTACION EN EL PAIS.

Figura 6

A nivel mundial, se estima que las construcciones consumen del 40% al 50% en promedio, de la energía comercial disponible en el planeta.

Todos los requerimientos de climatización e iluminación de los diversos géneros de edificios pueden ser satisfechos en gran medida a través del manejo adecuado de las energías naturales renovables (energía solar, eólica, etc.), con lo cual se reduciría significativamente la excesiva emisión de contaminantes y el severo daño en el medio ambiente, que afecta la salud y calidad de vida de las personas. La falta de condiciones adecuadas de confort ambiental en los espacios de trabajo, que provoca estados de salud deteriorada, ausentismo y consecuentemente, falta de eficiencia y productividad, representa también un factor que incide de manera significativa en la economía, tanto familiar como nacional.

La mayoría de las edificaciones en el medio urbano, se caracterizan por su alta dependencia y consumo intensivo de combustibles fósiles, además, no presentan una respuesta armónica a las exigencias del entorno natural circundante, sino mas bien obedecen a diseños propios de otras latitudes y formas de vida. La electricidad y el gas licuado son los energéticos que mas se consumen en viviendas urbanas. Debido a la ineficiencia energética de los equipos y a la inadecuada arquitectura de las construcciones, existe un potencial de ahorro de energía importante, en la mayoría de las edificaciones a nivel urbano.

La arquitectura tradicional existente a nivel rural, ofrece, en términos generales, una respuesta mas adecuada a las exigencias del clima del lugar. Es en las áreas rurales, donde se ha detectado un consumo excesivo de leña para cocinar y para el calentamiento de agua y espacios interiores. Este excesivo consumo de leña, además de provocar una acelerada deforestación, está causando una menor tasa de absorción del bióxido de carbono y en consecuencia menor disipación de oxígeno, vital para la supervivencia del hombre. Así mismo, la quema de leña provoca la emisión de diversos gases que están intensificando el "efecto invernadero" a nivel planetario, generando con ello un calentamiento global de consecuencias devastadoras.

Por lo tanto un uso eficiente y ahorro de la energía, en sus diversas aplicaciones, a través de un manejo adecuado de los combustibles fósiles convencionales y programas de ahorro y la aplicación de las fuentes de energía renovable, incidiría favorablemente en el equilibrio del medio ambiente y la economía nacional. El mayor beneficio que se obtendría sería a nivel de calidad de vida del hombre. Con éstas acciones, también se podría contribuir a formar nuevos y mas sensatos patrones de consumo y una cultura ecológico-energética con un verdadero carácter sustentable, en contínua evolución.

Para lograr un enfoque ecológico-energético integral en el sector habitacional en México, se propone incluir diversas estrategias de diseño bioclimático, para proporcionar condiciones confortables a los ocupantes, mediante el manejo de la construcción misma, relacionándola armónicamente con el entorno circundante, así como el uso de sistemas y equipos, tales como: colectores solares, sistemas de reciclaje del agua, aprovechamiento del agua de lluvia, cámara biológica, cultivo de hortalizas, granja avícola, estanque de acuacultura, clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos, etc. El objetivo de estos sistemas es el ahorro y uso eficiente de la energía, del agua y la producción de alimentos.

Aplicación en el sector habitacional rural y urbano, de medidas específicas para el ahorro y uso eficiente de la energía en México

Para coadyuvar al ahorro y uso eficiente de la energía, así como realizar un manejo adecuado de los recursos en México, se plantean las siguientes estrategias:

a) **Climatización ambiental natural de los espacios de las edificaciones.** Por medio de una correcta orientación, ventilación natural adecuada, uso de vegetación, fuentes y sistemas naturales para aprovechamiento de la energía solar en los locales y así obtener calefacción y enfriamiento de manera natural y sin hacer uso de equipos artificiales de climatización que consumen grandes cantidades de combustibles fósiles.

b) **Ahorro y producción de energía.** A partir del aprovechamiento de la luz natural diurna y de su óptima integración con innovadores y eficientes sistemas de iluminación (lámparas de bajo consumo, balastros, luminarios y controles), así como del uso de luminarias solares fotovoltaicas, uso de refrigerador solar para conservación de alimentos, bomba manual de reloj para elevar agua a los tinacos, destilador-purificador solar para agua, secador solar. En cuanto al gas, se propone el uso de colectores solares planos para calentamiento de agua y de una cocina solar, para sustituir el procedimiento tradicional de cocción, manteniendo al mismo tiempo el nivel nutritivo de los alimentos y evitando la quema de leña y sus consecuencias negativas en el medio ambiente.

c) **Clasificación y reciclaje de desperdicios orgánicos e inorgánicos.** Por lo que respecta a la basura, se propone llevar a cabo acciones que permitan la selección y separación de los desperdicios orgánicos e inorgánicos, su envío a centros de acopio para su reciclaje y nueva introducción al mercado, evitando así un daño al medio ambiente. La comercialización de productos resultantes como el abono natural y la energía, propiciaría un aporte económico adicional, condiciones ambientales mas saludables, una efectiva terapia ocupacional, al igual que un óptimo desarrollo integral comunitario.

d) **Producción y conservación de alimentos.** Mediante el uso de equipos tales como: deshidratador solar, hortaliza, huerto, invernadero, hoyos composteros, acuacultura, hidroponia, apicultura, cunicultura, etc.

Análisis del costo-beneficio al aplicar estrategias ecológicas en las viviendas en México

En un análisis económico comparativo de una edificación convencional con una que integre sistemas ecoenergéticos, ésta última resultaría mas económica, sobre todo considerando el verdadero costo de una edificación, que está representado por el costo inicial o capital, más los gastos energéticos y costos de operación y mantenimiento durante el ciclo de vida de ambas edificaciones. Al comparar los costos reales durante el ciclo de vida de dos viviendas de tipo popular, una convencional y otra ecológica, localizadas, por ejemplo, en un clima cálido seco de México (mas de la mitad del país está ubicado en zonas cálido áridas, donde existen aproximadamente 5 millones de viviendas), ésta última presenta beneficios y ventajas en lo económico, ecológico y en la calidad de vida de los ocupantes. Por lo tanto, la relación de costo-beneficio de la construcción ecológica presenta un resultado mas favorable, aún considerando los altos subsidios que en México se otorgan a la mayoría de los energéticos, lo cual es un obstáculo para una mayor diseminación de las tecnologías que aprovechan las fuentes alternativas de energía.

Por ejemplo, durante un ciclo de vida estimado de 30 años, la vivienda ecológica ubicada en un clima cálido seco, en comparación con una convencional, presenta un ahorro aproximado de 200 por ciento. Ver Tablas 1 y 2.

Los datos obtenidos indican que el ahorro en la vivienda ecológica sería de N$ 2, 055 en un año y si el sobrecosto inicial es de N$ 2,500, ésta inversión inicial adicional en la edificación se recuperaría en 1. 2 años. Esto significa que la inversión en sistemas ecoenergéticos en el sector habitacional, además de propiciar beneficios en la calidad de vida de los ocupantes y en el medio ambiente, es una medida rentable. Si se considera, conservadoramente, que solo cada 5 años se duplicarían los costos de los energéticos en México (de 1990 a 1992, la energía eléctrica doméstica triplicó su pre-

ANALISIS COSTO-BENEFICIO COMPARATIVO DE VIVIENDAS CONVENCIONAL Y ECOLOGICA

1. COSTOS INICIALES

CONCEPTO	VIVIENDA CONVENCIONAL (COSTO INICIAL)	VIVIENDA ECOLOGICA (COSTO INICIAL)
Costo de construcción (100 m²)	N$ 75,000	N$ 75,000
Costo de equipo de climatización	N$ 3,000 (equipo de enf. evaporativo)	(NO REQUIERE)
Costo de "sistemas para climatización natural"	(NO INCLUYE)	N$ 5,000 (diseño bioclimático)
Costo de equipo para calentar agua	N$ 500 (calentador convencional de gas)	N$ 1,000 (colector solar)
SUBTOTALES	**N$ 78,500**	**N$ 81,000**

Tabla 1

2. COSTOS DE OPERACION

CONCEPTO	VIVIENDA CONVENCIONAL (GASTO ANUAL)	VIVIENDA ECOLOGICA (GASTO ANUAL)
Gastos energéticos: Agua	N$ 750 (500 m³ /año a N$ 1.5/m³) Sistema y consumo convencional	N$ 225 (150 m³ /año a N$ 1.5/m³)* Sistemas de ahorro de agua, reciclaje y aprovechamiento de agua pluvial (55% de ahorro, promedio)
Gastos energéticos: Gas	N$ 600 (750 kg/año a N$ 0.8 /kg) Sistema y consumo convencional	N$ 120 (150 kg/año a N$ 0.8/kg) Colector solar (80 % de ahorro)
Gastos energéticos: Energía Eléctrica	N$ 1,500 (500 kwh/mes, promedio a N$ 0.3/kwh) Sistema y consumo convencional. El equipo de climatización es el mayor consumidor.	N$ 450 (150 kwh/mes N$ 0.30/kwh) Sist. de ahorro de energía, manejo de diseño bioclimático, y sistemas "pasivos" (70 % de ahorro, promedio)
SUBTOTALES	**N$ 2.,850**	**N$ 795**

Nota: Costos iniciales, consumos y ahorro de energía, calculados para Marzo de 1994.

Tabla 2

cio, el agua subió 23 veces y el gas se duplicó), se tendría como resultado que a edificación ecológica es una mejor alternativa económica, al obtenerse un ahorro aproximado de N$ 75,000 pesos en los gastos energéticos durante el ciclo de vida de 30 años, considerado para ambas viviendas. Esto equivale a una economía de aproximadamente un 200 por ciento de la edificación ecológica en comparación con la convencional.

Si estos conceptos se aplicaran masivamente en las acciones de vivienda del sector público y privado, el beneficio global sería social, económica, tecnológica, política y ambientalmente de gran significado. Por ejemplo, si se construyen 300,000 viviendas en un año en este tipo de clima, se tendría un ahorro de N$ 22,500 millones de nuevos pesos, o sea 7000 millones de dólares (a costos de Marzo de 1994).

La pregunta que surge es, ¿cuantas acciones se podrían llevar a cabo con este ahorro, proveniente tan solo del sector habitacional doméstico? Algunas acciones propuestas podrían ser: construcción de un mayor número de viviendas para reducir el déficit actual en el país, que es de cerca de 7 millones, programas de protección ambiental y de impulso a la investigación para el desarrollo de tecnologías "limpias", basadas en el aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía, reforestación integral a nivel nacional, recuperación de ecosistemas, programas operativos para la eficiencia y ahorro de energía, plantas de tratamiento y reuso del agua, centros de acopio y reciclaje de desechos inorgánicos, granjas y hortalizas ecológicas comunitarias, etc.

Conclusiones

A partir de la Revolución Industrial de mitad del siglo 18, el carbón sustituyó a la madera como el principal energético para satisfacer los requerimientos de la humanidad, idealizándose intensamente hasta principios de éste siglo XX, cuando su consumo disminuye para dar pa a los hidrocarburos. En la década de l 50's, surge la energía nuclear como ternativa. Hoy en día, se ha comproba que ésta alternativa no es una soluci segura ni económica. Actualmente, l energías alternativas (solar, eólic biomasa, oceánica, etc.), piden una op tunidad, para entrar de lleno al sig XXI, con una nueva valoración del ho bre, en una era de alianza e interacci armónica con la naturaleza.

La realización de edificaciones c sistemas ecológico-energéticos, a par del aprovechamiento de los recurs energéticos naturales renovables repr senta beneficios cuantitativos y cuali tivos, estos últimos solo se podrían ev luar desde un punto de vista de mejor en la calidad de vida. Sin embargo, pa que las alternativas propuestas teng un resultado positivo, se requiere de participación de todos los sectores de sociedad e implementar acciones q modifiquen nuestros depredadores p trones de consumo energético aberrantes estilo de vida, producto de insensato e irresponsable afán por bu car mayores comodidades y satisfac "necesidades" innecesarias. Por lo ta to, es impostergable enfocar nuestr acciones y hábitos de vida hacia u verdadera y permanente cultu ecológico-energética, que satisfaga nue

tras actuales necesidades, asegurando al mismo tiempo la disponibilidad de los recursos naturales existentes para los requerimientos de las generaciones venideras.

Bibliografía

1. Balance Nacional de Energía 1992. SEMIP. México, 1992.
2. Energía Rural en México. SEMIP y Comisión de las Comunidades Europeas (CEE). México, 1988.
3. Caballero, M. "Los precios del petróleo: equilibrio sobre alfileres". Información Científica y Tecnológica. Vol. 10, Num. 146, Noviembre, 1988, pp. 28-31. CONACYT, México, D.F.
4. Liverman D. M., O'Brien, K. "Climate change in México: likely effects and impacts". Conference Proceedings, AAAS Annual Meeting, New Orleans, EE.UU., Febrero, 1990.
5. Graedel, T., Crutzen, P. . "The Changing Atmosphere", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 58-68, Septiembre, 1989.
6. Shneider, S. "The Changing Climate", en Scientific American (Special Issue), Vol 261, Num.3, pp. 70-79, Septiembre, 1989.
7. Keyfitz, N. "The Growing Human Population", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 118-126, Septiembre, 1989.
8. Gibbons, J., Blair, P., Gwin, H.. " Strategies for Energy Use", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 136-143, Septiembre, 1989.
9. Ruckelhaus, W. "Towards a Sustainable World", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 166-174, Septiembre, 1989.
10. Brundtland, H. "How to Secure our Common Future", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, p. 190, Septiembre, 1989.
11. "Our Common Future" . World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, 1987.
12. Lee, E. "Calentamiento del Planeta". Edición Mundial. Año XIII, Num. 160, Junio, 1990. Suplemento ecológico, pp. 1-6, México Desconocido, México, D.F.
13. Tijerena, E. " El Problema Ecológico de México" Año 2, Num. 11, Marzo, 1990, pp. 33-37. UAM, Unidad Iztapalapa, Div. de Ciencias Sociales y Humanidades. México, D.F.
14. Moncada, G. "D.F. 2000: Los Años Que Viviremos en Peligro", en Nuestro Ambiente, Revista Mexicana de Ecología, Vol. 1, Num. 1, Junio 1990. Respuesta Ecológica, México, D.F.
15. Almodóvar, M., Rojas, F. "El Clima en Alerta Roja", En Conocer la Vida y el Universo. Num. 73, Febrero 1989. Grupo Z., Alcobendas, Madrid.
16. Vasseur, A., Probste, V. "Las Siete Plagas Que Amenazan la Tierra" En Conocer la Vida y el Universo. Num. 81, Octubre1989. Grupo Z., Alcobendas, Madrid.
17. Bedoya, et al. Las Energías Alternativas en la Arquitectura. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid, 1982.
18. Wittes, T. Ecología, Contaminación y Medio Ambiente. Interamericana, México, D.F.,1981.
19. Seymour, J. Girardet, H. Proyecto para un Planeta Verde. Blume, Madrid, 1987.
20. Olkowski, H. et al. "The Integral Urban House": Self-Reliant Living in the City. Sierra Club Books, San Francisco, 1979.
21. Myers, Norman. The Gaia Atlas of Planet Management. Gaia Books Ltd. Londres, 1987.
22. Keating, Michael. Cumbre para la Tierra. Programa para el Cambio. Agenda 21. Centro para Nuestro Futuro Común. Ginebra, Junio 1993.

Anúnciate !!!

Espacio Disponible

EFECTO DE LA RADIACION SOLAR EN EL GRADIENTE TERMICO DEL SUBSUELO

Por: David Morillón Gálvez*
Diego A. Sámano Tirado**

Resumen

En este documento se destacan algunas propiedades generales asociadas con la inercia térmica del subsuelo. Dichas propiedades son derivadas de una solución en estado estable de frecuencia armónica simple. Las soluciones particulares pueden ser adaptadas a cualquier conjunto de términos de frecuencia que pueden ser expandidos en Series Fouries, en cuyo caso las soluciones presentadas aquí se convertirán en coeficientes de Fourier de las series de la solución.

El método se aplicó en el análisis de un terreno en estado natural, expuesto a radiación solar, a diferentes profundidades, en clima cálido seco, obteniéndose las temperaturas con el objetivo de integrar estos efectos de enfriamiento al diseño arquitectónico.

Introducción

En clima cálido seco, con condiciones extremas de altas temperaturas en verano y muy bajas en invierno, es común el uso de microclima artificial para contrarrestar el disconfort térmico, sobre todo en la época de verano. El inadecuado uso de los materiales existentes en la región y la nula generación de otros con propiedades térmicas que favorezcan la construcción de viviendas adecuadas al clima, conlleva a tener excesivas ganancias de calor en las edificaciones, provocando no sólo stress térmico en los habitantes sino otros efectos (hipersensibilidad, sueño, bochorno, etc.).

El clima que se presenta en el norte de la República Mexicana y Golfo de México, no permite pensar a muchos arquitectos en el diseño de edificios con climatización natural, el empleo del almacenamiento térmico sería una de las estrategias [1] para resolver esta situación en zonas con clima extremoso, donde es común emplear aparatos de aire acondicionado. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha estudiado el problema, y ha notado lo costoso que resulta para el usuario y para el país acondicionar edificios con baja eficiencia. Esto ocurre en Mexicali, B.C., donde usualmente el usuario construye un edificio atendiendo a modas arquitectónicas descuidando los aspectos térmicos, dando por resultado el pago de grandes cantidades en energía eléctrica. Sumado a lo anterior la CFE tiene que disponer de instalaciones que sólo operan en la época cálida, permaneciendo ociosas el resto del año, con los consecuentes costos para el Estado.

Esta situación se superaría si adecuamos correctamente los espacios habitables (interiores y exteriores), disminuyendo significativamente el consumo de energía eléctrica por concepto de climatización artificial, para lo cual tenemos estas alternativas: el aprovechamiento de las propiedades físicas de los materiales de construcción, del uso racional de almacenes energéticos naturales, como el terreno, [2] y el respeto del equilibrio ecológico del lugar. Estas tres opciones son conocidos como sistemas pasivos, o directos. El uso combinado de ellos resulta eficiente, viable y rentable económicamente.

Un aprovechamiento directo de la ventaja térmica que ofrece el terreno es la construcción semienterrada, el uso de taludes y/o tierra en el techo (fig. 1), la tierra como cobijo de los espacios habitables se ha empleado desde hace muchos años [3]. Un uso indirecto es el que utiliza intercambiadores de calor tierra-aire, consistente en la conducción de aire por medio de tuberías en el subsuelo y ya fresco, este aire se introduce al interior de la edificación [4].

Los sistemas mencionados disminuyen: los picos en las cargas térmicas de un equipo de aire acondicionado, la amplitud de la variación de la temperatura de la pared interior de un cuarto, así como la del aire interior. Todos ellos son efectos de la inercia térmica, importantes en la ingeniería térmica aplicada al diseño de edificios, primero porque significa ahorro de energía y segundo, dan comodidad térmica al ser humano.

Estado energético del terreno

La utilización de almacenes naturales como el terreno, permite aprovechar sus cualidades en pro del diseño arquitectónico con principios de adecuación al clima, ya que es absorsor de calor en verano y provee de éste durante invierno [5], es decir el terreno es fresco en una estación del año y cálido en otra, comparado con la temperatura ambiente en esas fechas.

El estado energético del terreno de-

* Facultad de Ingeniería, Universidad de Guadalajara.
** Energía y Ecología, S.A. de C.V.

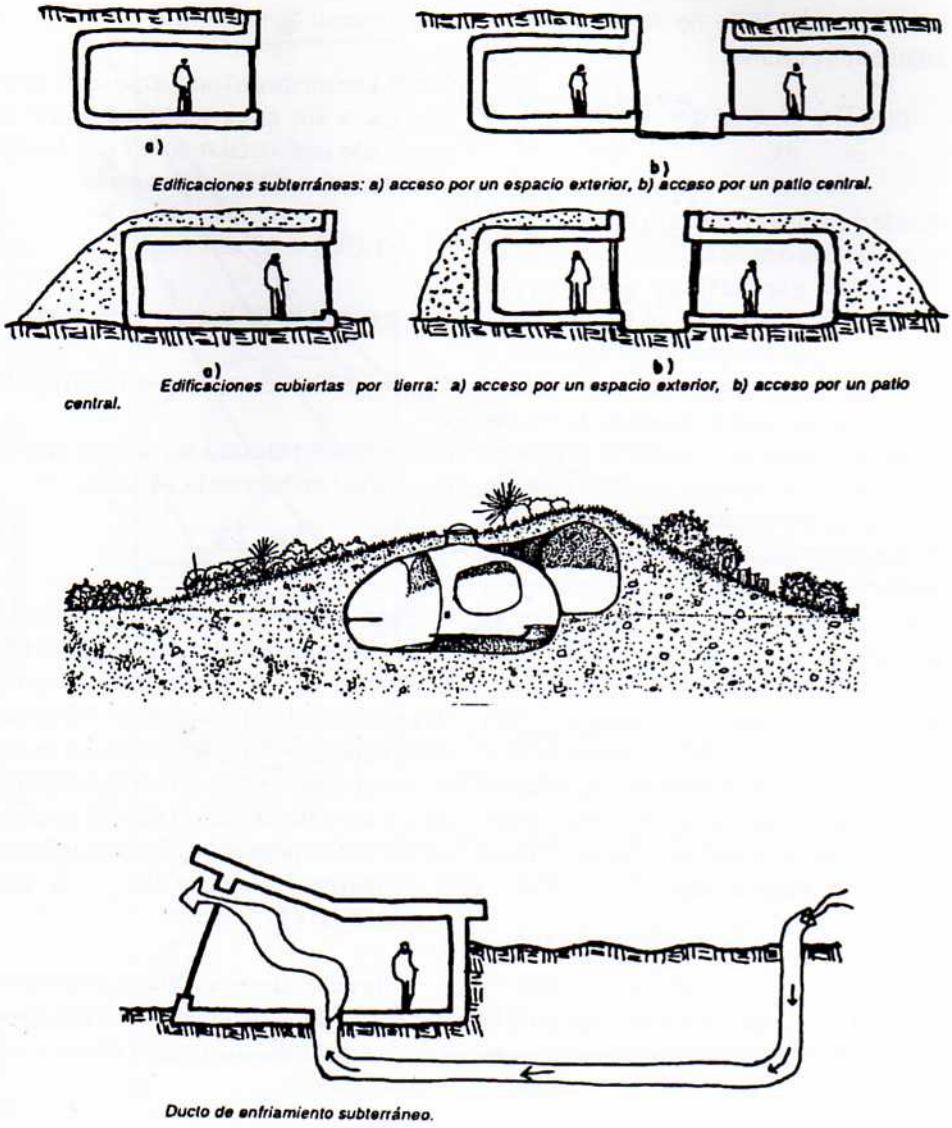


Figura 1. Arquitectura semienterrada.

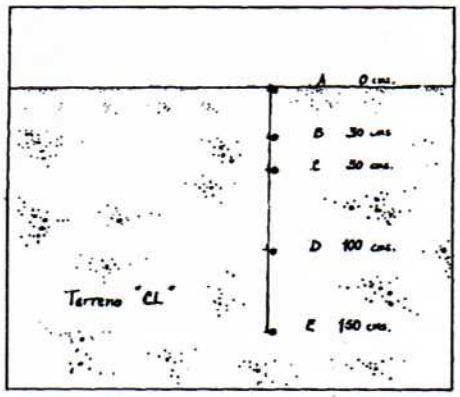


Figura 2. Profundidades analizadas en el terreno.

pende de varios factores, entre ellos los climáticos, geográficos, y las características del material del terreno, por lo que es posible aumentar esta energía natural cuando modificamos alguno de esos factores. Obviamente, la forma más sencilla y económica es la modificación de las condiciones superficiales del terreno [6], al hacer estos cambios aumentan el gradiente natural del terreno refrescándolo en verano, e inversamente en invierno, permitiendo que el suelo ofrezca mayores ventajas para su uso en arquitectura subterránea [7].

Se han realizado estudios en áreas urbanas con clima cálido seco, como en Tucson y Phoenix, Arizona [8, 9] , y otros en zonas rurales o bien, el de Kuwait [10], y el del norte de Florida e Israel [2], que presentan temperaturas del aire similares al Norte de México.

El método se aplicó en el análisis de un terreno en estado natural, expuesto a radiación solar, a diferentes profundidades, en clima cálido seco, obteniéndose datos sobre el gradiente térmico del subsuelo, a profundidades: 0, 30, 50, 100 y 150 cms (fig.2), obteniendo su perfil de temperaturas con base en temperaturas mínimas, máximas y promedio diarias de cada profundidad.

El análisis se realizó en parcelas de 3x3 m., con un tipo de terreno SM-SC (mezcla de arena-limo con arena-arcilla) en la capa superficial y del tipo CL (arcilla de baja a mediana plasticidad) en los 30 a 150 cms. de profundidad, la densidad fue de 1477 a 1541 Kg/m^3, y una humedad de 2.6 a 16.9 %.

Descripción del modelo

La clave de evaluación para medir la magnitud de los efectos de la inercia térmica es la profundidad de penetración del calor y su magnitud comparativa en relación a la profundidad estudiada en el subsuelo. La magnitud comparativa está dada por la proporción escogida a la profundidad de penetración y ésta es usada como un índice de inercia térmica. Este índice está determinado por la difusión del material, e igualmente importante por la frecuencia de la señal de manejo.

Las señales independientes de tiempo tienen un valor de frecuencia de cero y consecuentemente, un índice de inercia térmica de cero, por lo tanto, una temperatura de impulso que oscila simple y armónicamente alrededor de un valor promedio, da como resultado una reacción térmica determinada por la solución sin masa o estática y sólo el componente oscilante de la respuesta es afectado por los efectos de inercia térmica.

Hay dos efectos de inercia térmica: la reducción de la amplitud de las señales, y el tiempo de retraso en la ocurrencia del valor de respuesta máxima; ambos efectos son medidos relativamente a los resultados estáticos.

La temperatura flotante y los cálculos de las cargas de calor son ilustrados mediante gráficas, los dos límites extremos de la inercia térmica (cero e infinito) son examinados y las condiciones bajo las cuales cualquier límite que genere aproximaciones razonables al caso de inercia térmica infinita, también son ilustrados con gráficas.

Además de ilustrarse los resultados generales, la metodología presentada se presta, ella misma, a cálculos manuales de carga y oscilaciones de temperatura.

La hipótesis planteada en este trabajo parte de que la situación térmica exterior, caracterizada por la temperatura ambiente (T_o), experimenta una variación periódica estable, cuyo período coincide con las 24 horas del ciclo diario. En una primera aproximación se aceptó que la curva de temperaturas de bulbo seco presenta una forma perfectamente sinusoidal, para mayor precisión se obtuvo a partir de la curva de variación de la temperatura sol-aire, pues de esta forma se tomaron en consideración los efectos de la radiación.

En el caso estudiado, el subsuelo se consideró como placa plana de material homogéneo con condiciones de frontera convectiva en un lado. La temperatura del aire en contacto con el terreno tiene diferentes valores, variando de manera periódica en el tiempo. En sólidos sujetos a condiciones de frontera periódicas en el tiempo, como ocurre con las estructuras de los edificios, con oscilaciones de un mismo período, el campo de temperaturas tendrá la siguiente característica, $T(x, y, z, t) = T(x, y, z, t+\tau)$. Así, la ecuación de conducción para calcular el campo de temperaturas medidas en el tiempo es

$$\nabla^2 \overline{T} = 0$$

Método de solución

La ecuación de difusión de calor

Solución Estática

En una dimensión el calor se difunde a través de un sólido de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} q \quad \left(q = -k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \qquad (1)$$

donde q es la tasa del flujo de calor, ρ es la masa de la densidad, c es la capacidad de calor específico, y k es la conductividad. Cuando el lado izquierdo de la ecuación puede ser igualado a cero tenemos el límite estático. El límite estático puede ocurrir cuando no hay tiempo de dependencia o cuando el tiempo es constante en la porción, $tc = \rho\, c\, L^2/k$, es pequeño comparado con el tiempo típico de la tasa de cambio de las porciones del ambiente, típicamente 24 horas para muros en edificios. L es el espesor de la porción. Cuando el límite estático es justificado, la ecuación (1) de difusión genera la solución, q = constante, y para el caso especial de un sólo material (k = constante) esta solución implica un amortiguamiento de temperatura constante y resulta en la expresión para la tasa estática de flujo de calor.

$$q = U\,(T_1 - T_2) \qquad (2)$$

donde T_1 y T_2 son las temperaturas de la superficie y U la porción de conducción.

Solución Dinámica

Cuando el lado izquierdo de la ecuación de difusión no puede ser ignorado debemos resolverla dinámicamente, las soluciones a esta ecuación han sido encontradas desde hace varias décadas, y pueden ser encontradas en libros de texto de física matemática.

Los investigadores usan diferentes soluciones para ajustar requerimientos particulares [11, 12, 13, 14], en este trabajo se utiliza la solución armónica simple del estado estable, el enfoque se escogió por las revelaciones que provee dentro del comportamiento dinámico. Para ambientes que no son armónicos simples las soluciones presentadas aquí, pueden ser tratadas como coeficientes de Fourier de la solución de las series de Fourier al problema.

El problema Semi-infinito

Considere un medio uniforme semi-i
nito (X > 0), cuya temperatura d
superficie esté oscilando en una fo
armónica simple con frecuencia

$$T(0,t) = \Delta T \cos(\omega t)$$

La solución de la ecuación (1) es

$$T(x,t) = \Delta T\, e^{-x/\delta} \cos(\omega(t - x/(\delta\omega)))$$

donde la temperatura superficial ap
ce explícitamente en la solución [1

$$\delta = \frac{2k}{\omega \rho c}$$

Esta longitud típica es la dista
dentro del subsuelo donde la amplitu
las oscilaciones de temperatura cae a
de la amplitud de la superficie. Mien
más profundo vamos dentro del subsu
más pequeña es la amplitud de temp
tura y más se retrasa en tiempo cua
ocurre la temperatura máxima. La fig
3 muestra la dependencia x
paramétrico (4) o tiempo.

Este caso simple muestra las dos
piedades que ocurren en todos los c
donde los efectos de inercia térmica
considerados:

1. El amortiguamiento de la ampl
de la temperatura, es decir, el fa
de amortiguamiento, y

2. El tiempo de cambio cuando oc
la temperatura máxima; es deci
tiempo de retraso.

Análisis Finito

En los análisis de las diferentes pro
didades estudiadas, se supuso esp
finito, y en estos casos la ecuación (
resuelve sujeta a dos condiciones
trictivas. La solución, expresada en
ma compleja, es

$$T(x) = \frac{e^{-\beta}}{(1 - e^{-\beta})} \left[(e^{\beta(1-x)} - e^{-\beta(1-x)}) T \right.$$
$$\left. + (e^{\beta x} - e^{-\beta x})\, T_2 \right]$$

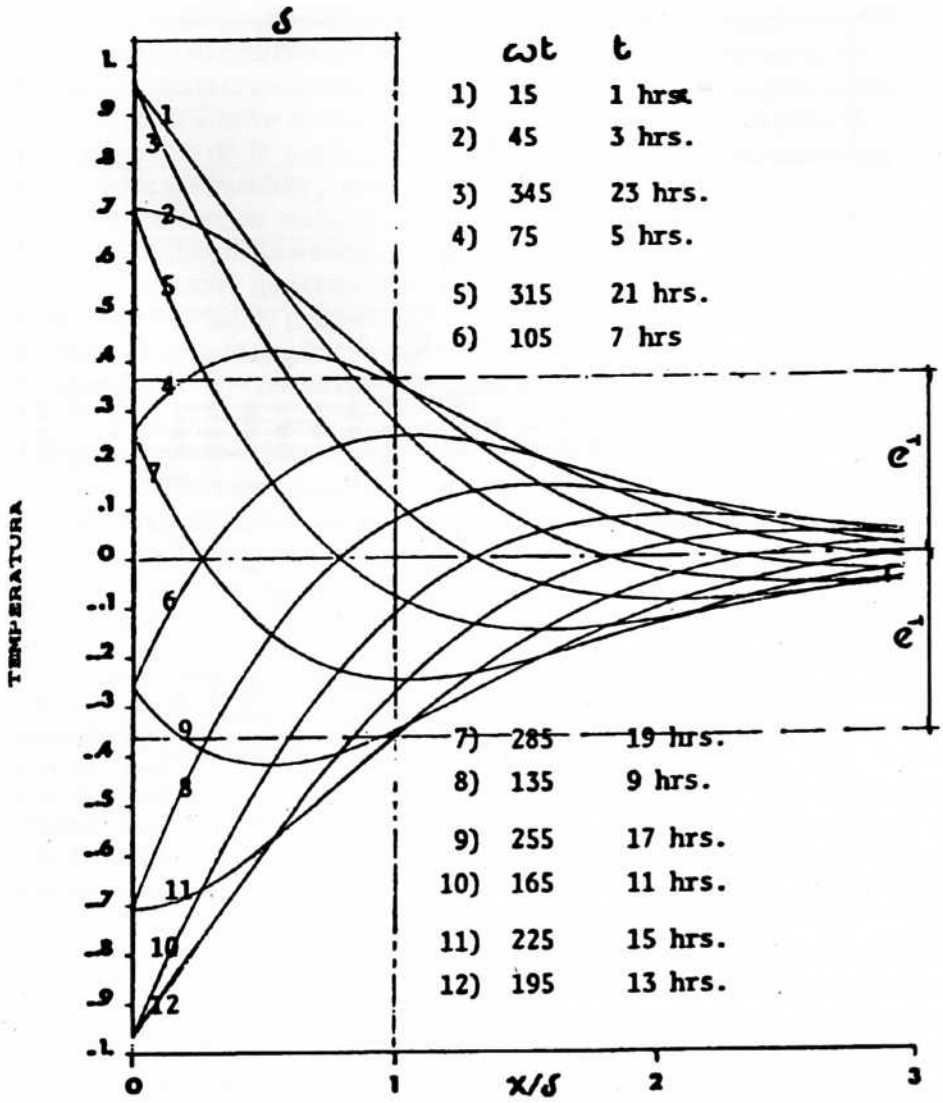


Figura 3. Temperatura rastreada dentro del subsuelo (semi-infinito). La temperatura como una función de posición es mostrada por intervalos de 12 tiempos que comprenden un ciclo completo de temperatura de impulso (vea ecuación 4). La profundidad de la penetración es la distancia dentro del subsuelo donde la amplitud de la oscilación de la temperatura cae a 1/e de la amplitud de la temperatura de la superficie.

donde x es la posición fraccional a través del subsuelo que va de la superficie 1 (x = 0) a la profundidad analizada (x = 1); y $\beta = (1 + i)\,\gamma$; $i = -1$. Por lo tanto la medida de la inercia térmica para una porción uniforme y finita es la proporción sin dimensiones, propuesta por Arumi [16],

$$\gamma = \frac{L}{\delta} \quad ó \quad \gamma = \frac{\omega \rho c L}{2k} \qquad (7)$$

la cual representa la proporción del espesor del subsuelo a la profundidad de penetración. Mientras mayor sea la comparación del espesor del subsuelo a la profundidad de la penetración, mayores son los efectos de la inercia térmica.

La tasa instantánea de flujo de calor en la superficie 1 (q_1) y fuera de la superficie 2 (q_2) es obtenida por la aplicación de $q = -k\,\delta T/\delta x$ a (6) y haciendo entonces x = 0 y x = 1 respectivamente.

La forma de las expresiones para q_1 y q_2 formalmente permanece lo mismo que resolvimos en la ecuación (1) para los subsuelo de diferente material en capas y aún cuando tomamos en cuenta la presencia de coeficientes de la película de aire.

En el límite estático ($\gamma \rightarrow 0$) el calor flotando en la superficie 1 (q_1) es igual al calor flotando fuera de la superficie 2 (q_2), ecuación 2.

Es necesario un coeficiente de unión de la película de aire con la superficie, en cuanto a la contribución del flujo de calor en la superficie 1 debido a que la temperatura de la superficie es modificada por el coeficiente y un segundo coeficiente de unión de superficie a superficie ya que modifica la temperatura de la profundidad analizada en el cálculo del flujo de calor en la superficie.

Subsuelo en capas

La solución para subsuelo en capas es obtenida mediante el requerimiento de que la temperatura y la tasas de flujo de calor a través de cada interfase sean continuas. Cada capa tiene dos superficies y cada superficie tiene una temperatura y tasa de flujo de calor asociado con esta. Esta ecuación puede ser dispuesta en forma vectorial $\underline{V}_1 = \underline{\underline{B}}\,\underline{V}_2$, donde

$$\underline{V}_1 = \begin{bmatrix} q_1 \\ T_1 \end{bmatrix} \qquad \underline{V}_2 = \begin{bmatrix} q_2 \\ T_2 \end{bmatrix} \qquad (8)$$

$$\underline{\underline{B}} = \frac{1}{\alpha_{21}} \begin{bmatrix} \alpha_{11} & U(\alpha_{11}\alpha_{22} - \alpha_{12}\alpha_{21}) \\ 1/U & \alpha_{22} \end{bmatrix}$$

Cada capa tiene una ecuación semejante. Dos capas adyacentes (j y j + 1) están conectadas vía los requerimientos de continuidad.

$$\underline{V}_2^{(j)} = \underline{V}_1^{(j+1)} \qquad (9)$$

Por lo tanto, si tenemos N capas secuenciales, la aplicación en cadena de las condiciones restrictivas (9) a (8) resultan en la expresión que relaciona las temperaturas y los flujos de calor asociados con la superficie externa del subsuelomuro.

$$\underline{V}_1^{(1)} = [\,\underline{\underline{B}}^{(1)} \bullet \underline{\underline{B}}^{(2)} \bullet \ldots \underline{\underline{B}}^{(n)}] \bullet \underline{V}_2^{(n)} \qquad (10)$$

El producto en cadena de las matrices B resulta en una única matriz cuyo valor está determinado no sólo por la frecuencia, y las propiedades térmicas de las capas, sino también por el orden de las capas. La ecuación (10) puede ser depositada en una ecuación idéntica en forma a la ecuación para una capa única.

Unión a través de capas de Aire

La descripción térmica dinámica del subsuelo es completada por la unión de la superficie al aire mediante el requerimiento de que la tasa de calor transferida a través de la capa sea conservada. Este procedimiento es directo. El coeficiente de transferencia de calor contiene al coeficiente de la capa al igual que los coeficientes de unión. Las propiedades simétricas de estos coeficientes de unión siguen las mismas propiedades para subsuelos separados en múltiples capas.

Presentación y discusión de resultados

Las temperaturas promedio diarias del terreno natural analizado se presentan en la figura 4, donde se observa que en el punto A, hubo una oscilación de hasta 36 °C, y una temperatura promedio de 45.8 °C en verano, con un retraso de 8 hrs. del flujo de calor máximo al estrato donde se encuentra el punto B, en este se presento una oscilación de sólo 2.6 °C y una temperatura promedio de 37.2 °C. Similares son los resultados en C, con 37.7 °C de temperatura promedio y una variación de sólo 1 °C, y un retraso de 7 hrs. con respecto B, y 15 hrs. con A. En el punto D la temperatura promedio fue de 33.4 °C y una oscilación de sólo 0.2 °C, con un retraso de 8 hrs. con respecto a C y 23 hrs. con A, finalmente, en el punto E la temperatura promedio fue de 30.9 °C, con la misma oscilación que D, un retraso de 12 hrs. en relación a este, y un total de 35 hrs. con respecto a A.

Se observó que las temperaturas promedio máximas y promedio mínimas siempre se presentaron en A, en comparación de los otros subestratos, porque en la superficie el flujo de calor diurno fue mayor al nocturno, en ese ciclo de verano.

La influencia de los elementos climáticos fue notoria desde la superficie hasta los 50 cms. de profundidad, este resultado similar al de otros autores [15, 16, 17 y 18], pero se observó que las temperaturas promedio superficiales tienden a diferir de los otros subestratos, y sólo serán iguales en un ciclo anual.

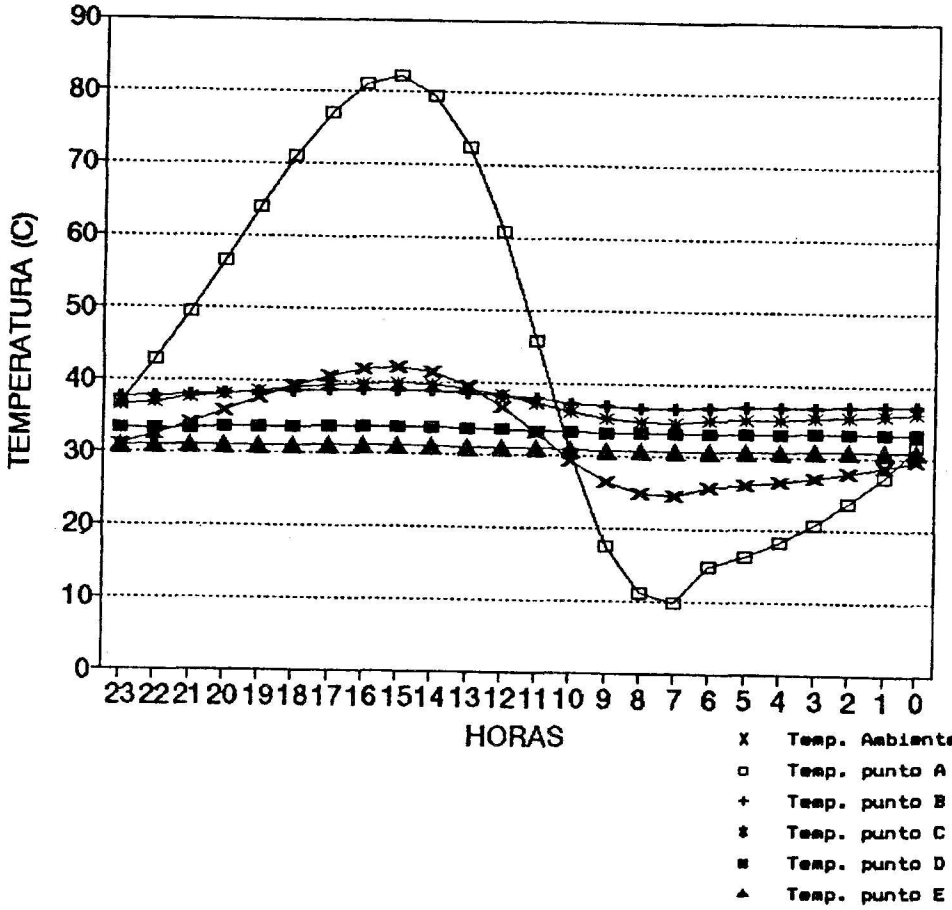


Figura 4. Temperaturas (promedios horarios) obtenidos en época de verano.

La estabilidad diaria de temperaturas y el retraso térmico a 100 y 150 cms. es una gran ventaja. Sin embargo, a pesar del potencial natural del terreno, con sus 31 °C en el punto E, no puede usarse totalmente como estrategia de enfriamiento en la construcción, por ser una temperatura fuera de la zona de confort.

Conclusiones y recomendaciones

La profundidad de la penetración es la medida de las propiedades dinámicas del material, ésta depende no sólo de la difusividad del material sino también de la frecuencia de la señal. Una señal de frecuencia alta, tal como un estallido de radiación solar, no penetra tan profundamente como la señal resultante de la oscilación de temperatura diurna; Las oscilaciones de temperatura estacional son por supuesto de frecuencia mucho más pequeñas y tienden a penetrar mucho más profundamente que las diurnas; Las profundidades del suelo, donde la temperatura es constante en todo el año, son de 18 a 20 veces más profundas que lo niveles a los cuales las temperaturas constantes son encontradas durante ciclos diurnos.

En presencia de los términos de impulso periódico dos resultados generales pueden ser usados para aplicaciones arquitectónicas: en primer lugar los efectos de la inercia térmica que no alteran los cálculos de carga total diaria, excepto en aquella instancias cuando la temperatura de impulso oscila dentro de una zona de confort; los beneficios de la inercia térmica pueden ser calculados asumiendo muros sólidos infinitos. Por lo tanto las cargas calculadas dependen sólo del coeficiente de transferencia de calor total (el valor UA) de la estructura y sobre el cálculo de hora-grado.

En el caso sin masa la oscilación de la temperatura de manejo debe ser incluida en el cálculo de la hora-grado, mientras que en el caso masivo infinito sólo el valor promedio de la temperatura de manejo debe ser incluida, por lo que el terreno en verano, es viable como un sumidero térmico, mas no como estrategia de enfriamiento, sino como una forma de impedimento de ganancia de calor, siendo necesario ampliar su capacidad energética con el uso de cubrepisos.

En segundo lugar, respecto a las construcciones semienterradas, porque estas construcciones tienen menor ganancia de calor durante el verano a través de los muros y el techo en comparación con las convencionales, estas ganan directamente calor del medio ambiente en el verano y lo pierden en invierno. En contraste, la tierra en la estructura subterránea trabaja como un moderador de temperatura, reduciendo la ganancia de calor de verano y de pérdida en invierno [19]. En conclusión la tierra no es un aislante y se observó que el suelo arcilloso analizado puede funcionar como un sumidero térmico.

Sin embargo, las condiciones ambientales en clima cálido-seco son tan extremas, que es indispensable aumentar el potencial natural de enfriamiento del terreno, cambiando sus condiciones superficiales por medio de cubrepisos. Se sabe que bajo estos tratamiento, y con sólo 30 cms. de profundidad en el suelo, se registran temperaturas de 28 °C, durante cualquier día crítico de verano; es decir, se logra aumentar el potencial de enfriamiento del subsuelo a tan sólo 30 cms. de profundidad colocando tratamiento superficiales adecuados.

Finalmente, si el agua dentro del terreno es determinante porque modifica sustancialmente su conductividad térmica, es necesario tener presente la cantidad de humedad del terreno en cualquier análisis.

Referencias

1. Sámano, D.A., "Climatización Natural de Edificios en un Clima Cálido", Memorias del Simposio La Vivienda y su contexto Bioclimático, U.A.M., México, 1987.
2. Givoni, B., "Planificación urbana en función del clima en ciudades de clima cálido seco". *Conferencia Técnica sobre climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las regiones tropicales.* México, D.F., 1984.
3. Rudofsky, Bernard, Constructores Prodigiosos. Apuntes sobre una Historia Natural de la Arquitectura. Edit. Concepto, S.A. 1er Reimpresión, México, D.F., 1984
4. Labs, K., "Direct-coupled ground cooling: Issues and opportunities". In *Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference,* Newark, D.E. International Solar Energy Society, pp.131-135., 1981.
5. Wade, H., J. Cook, K. Labs and S. Selkowitz, eds., *Passive Solar: Subdivisions, Windows, Underground.* John Wiley and Sons. New York, 1983.
6. Kusuda, T. and B.A. Peacy, "The effect of ground Cover on Earth Temperature". In *Alternatives in energy conservation: The use of earth covered buildings.* F.L. Moreland, ed. National Science Foundation, Washinton, D.C., 1975
7. Watson, D. and K. Labs, *Climatic Design Energy Efficient building principles and practices.* New York: McGraw-Hill, 1983.
8. Turnage, W.V., "Desert subsoil temperatures". *Soil Science.* Vol.47, pp.195-199., 1938.
9. Center for Environmental Studies, *Microclimate, architecture and landscaping relationships in an arid region: Phoenix, Arizona.* (Research paper no. 4) Tempe, AZ: Arizona State University, 1977.
10. Moustafa, S., D. Jarrar, H. El-Mansy, H. Al-Shami, and G. Brusewitz, "Arid Soil Temperature Model". Solar Energy Department, Kuwait Institute for Scientific Research, Technical Note in *Solar Energy.* Vol.27, pp.83-88, 1981.
11. E. I. Jury, Theory and Application of the z-transform Method, Wiley, 1964.
12. Stephenson, and Mitalas, G.P., Room Thermal Response Factors, ASHRAE Transactions, Vol. 33, Part 1, 1967.
13. Kusuda, T., Thermal Response Factors for Multilayer Structures of Various Heat Conduction Systems, presented at ASHRAE Chicago Meeting, 1969.
14. Arumi, F., Thermal Inertia in Architectural Walls, a calculation handbook available from olenco, Reporte técnico, Austin, Texas, 1982.
15. Van Wijk, W.R., ed., *Physics of Plant Environment.* North-Holland Publishing Co. Amsterdam, 1966.
16. Raff, S.J., "Ground Temperature Control". *Underground Space (Pergamon).* Vol.3, no1, pp.35-44, 1978.
17. Geiger, R., The Climate Near the Ground, Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1957.
18. Vázquez, T. J.E., Efecto de cubrepisos en las temperaturas del subsuelo, aplicaciones arquitectónicas en una ciudad de clima cálido seco del desierto de sonora, Memorias de II congreso nacional de energía y confort, pp. 54-59, Mexicali, B.C., 1988.
19. Underground Space Center University of Minnesota, Earth Sheltered Homes. Plans and Designs. Van Nostrans Reinhold Company, New York, 1981.

SECADOR SOLAR ROTATORIO

Por: Ricardo Carnero F.*
Guillermo Ibáñez D.*
Alonso Torres T.*

Resumen

Se presenta la descripción de un prototipo de Secador Solar semindustrial que puede ser utilizado para el secado de diversos productos agrícolas, industriales y minerales los que de acuerdo a sus características requieren de un buen mezclado o constante movimiento, es de fácil operación y su costo es bajo en comparación con las instalaciones convencionales de este tipo ya existentes, lo cual es favorable en las condiciones actuales de Cuba. Se presentan además algunos de los ensayos realizados en el secado de algunos productos, así como los gráficos que reflejan el comportamiento de algunos parámetros en la evaluación en vacío efectuada a un prototipo experimental a menor escala.

Introducción

El secado es uno de los métodos de conservación de productos más difundidos en todo el mundo, siendo al mismo tiempo una de las operaciones más costosas en todo proceso industrial debido fundamentalmente al alto consumo energético. Es por ello que nuestros principales esfuerzos están encaminados a buscar nuevas fuentes renovables de energía que sean factibles técnica y económicamente y que nos permitan minimizar estos altos costos.

El secado de productos con energía solar es una excelente opción económica que se ha difundido en gran parte del mundo a través del uso de instalaciones cuya fuente de calor es puramente solar, combinada en algunos casos con la energía eléctrica convencional para garantizar así la eficiencia total del proceso.

Este tipo de instalación propuesta cuya fuente de calor es el sol necesita además de una energía convencional adicional para garantizar el movimiento del tambor, la circulación del aire y el sistema de control automático del proceso, por lo que es una instalación híbrida de bajo consumo energético en la cual se ahorra alrededor del 60% de la energía convencional con el uso de la energía solar.

Objetivo

El objetivo del trabajo consiste en hacer una caracterización de la instalación valorando las ventajas económicas que nos brinda desde el punto de vista energético, así como la verificación de sus posibles aplicaciones en el secado de diversos productos a través de ensayos realizados.

Desarrollo

Descripción de la instalación

Esta instalación se basa en un tambor rotatorio de superficie metálica ennegrecida, colocado en el interior de una caseta metálica formada por vigas y angulares, con una doble cubierta de vidrios colocados con juntas y separadores de forma tal que se logre el aislamiento térmico deseado y el paso de la radiación solar al interior del equipo. El tambor en su interior tiene un conjunto de aletas que permiten un buen mezclado del producto, estas son intercambiables en dependencia del producto a secar. Además en su parte central tiene un ventilador que garantiza la recirculación del aire en dirección longitudinal, gira en sus apoyos por un mecanismo de transmisión de engranajes a 6 r.p.m..

El hecho de que la radiación solar incida directamente sobre la superficie exterior del tambor, la que es utilizada como captador directo, hace de esta instalación solar una instalación novedosa comparada con otras existentes, ya que en este caso el producto a secar no solo es calentado por convección con ayuda del aire caliente, sino que también recibe parte del calor por conducción a través de las paredes del tambor ocasionando ésto, diferencias en el mecanismo de transferencia de calor y por tanto en el proceso de secado.

El principio de funcionamiento se basa en el efecto invernadero en el cual se logra una acumulación de calor en la cámara de secado, energía utilizada para aumentar la calidad del agente de secado (aire), encargado de la extracción de la humedad del producto.

Evaluación en vacío

La prueba se realizó para un día claro, de baja nubosidad con temperatura y humedad relativa promedio de 22 °C y 69% respectivamente, radiación total incidente de 5.1 kWh/m^2 día y velocidad del aire promedio de 3.4 m/s. Se tomaron las mediciones durante todo el día de temperatura y humedad relativa del aire en el interior del secador, lográndose alcanzar una temperatura máxima de 60 °C.

* Centro de Investigación de Energía Solar; Rpto Abel Santa María, Santiago de Cuba, Cuba.

En las gráficas 1 y 2 se presenta el comportamiento de estos parámetros durante el día.

Ensayos realizados

En lo siguiente hacemos referencia a algunos productos secados y los resultados alcanzados en un prototipo de 3.75 m^2 de superficie captadora.

a) Secado de saccharina: en este caso el mezclado previo y la fermentación se llevaron a cabo antes del secado, alcanzándose posteriormente un producto homogéneo con una calidad protéica estable.

b) Secado de semillas de mango: las semillas se secaron hasta un porciento de humedad en la cual se logró desprender la nuez interior de la cáscara, para utilizarla posteriormente en la elaboración de aceites esenciales. El secado en movimiento facilitó la separación de la nuez, evitando así la separación mecánica posterior.

c) Secado de cáscara de naranja: las cáscaras se secaron hasta los porcientos de humedad requeridos y con calidad, lográndose disminuir considerablemente el tiempo de secado, en comparación con el secado estático en bandejas realizado en otras instalaciones.

d) Secado de harina de yuca: se logró obtener un producto seco con buenas propiedades organolépticas y sin degradación.

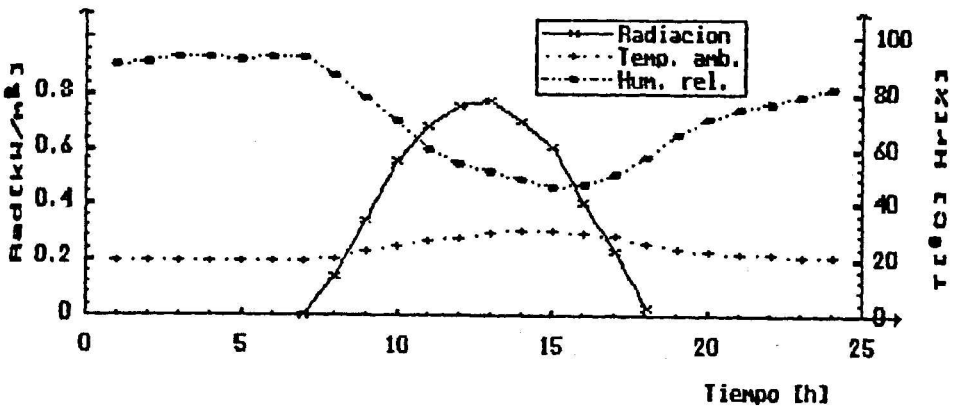
En la tabla siguiente hacemos referencia a los resultados alcanzados en cada una de estas pruebas:

Producto inicial	Humedad final (%)	Humedad secado (%)	Tiempo de secado días
Saccharina	70	12	2.5
Semillas de mango	60	16	2
Cáscara de naranja	65	6.5	2.5
Harina de yuca	70	12	2

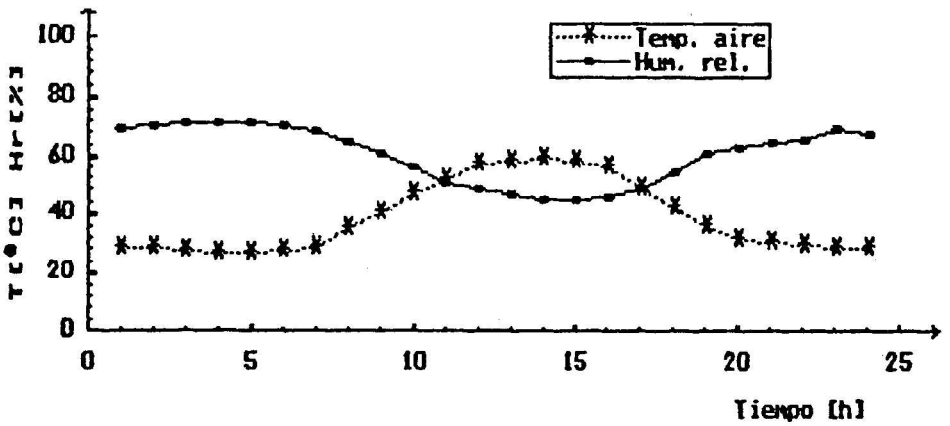
Para la obtención y secado de saccharina se encuentra actualmente en fase de introducción una instalación a mayor escala en una empresa pecuaria y en otra militar ubicadas ambas en Santa Clara.

Según el proyecto que se ejecutará en la empresa militar industrial se puede aportar la siguiente información.

Método de secado	Consumo de eléctrico (kw/Ton)	Consumo combustible diesel (kg/Ton)	Costo en moneda nacional ($/Ton)
Secado Industrial convencional	2000	660	120
Secado Solar	580	195	35



Gráfica 1. Variación de la radiación, temepratura y humedad relativa del ambiente.



Gráfica 2. Variación de la temperatura y humedad relativa del aire en el interior del secador.

Conclusiones

1. Considerando los niveles de temperatura que alcanza el aire en este tipo de cámara, así como la energía que se acumula en la misma, se puede generalizar su uso para el secado de diversos productos.

2. Se puede secar todo tipo de producto que requiera de un buen y continuo mezclado, así como de una fermentación previa.

3. En esta instalación, cuya superficie captadora es el tambor rotatorio se

alcanzan valores máximos de temperatura del aire en el interior de la cámara de secado del orden de 60 °C y se reduce el tiempo de secado considerablemente respecto a otras instalaciones existentes en las cuales el producto es colocado en bandejas.

Bibliografía

1. ABDALA RODRIGUEZ, JORGE y FRANCISCO MENENDEZ M. : *Secador solar de cerámica*. 1990.
2. BERRIZ PEREZ, LUIS y DOMINGO DEAS : *Secador solar de madera*. 1990.
3. BOIZAN JUSTIZ, MEINARDO y VLADIMIR IVANOVICH ZHIDKO : *Secado fluidizado de productos alimenticios*. Prólogo de Guadalupe Hechavarría. Editorial Oriente, 1986.
4. ISACHENCO, V. y OSIPOVA V. : *Transmisión de calor*. Traducido del ruso por Ing. Angel Idelmo. Edición española, 1973.
5. JANSEN, T.J. : *Solar Engineering Technology*. 1985.
6. KASATKIN, A. : *Operaciones básicas y aparatos en la tecnología química*. t II. Editorial Química, Moscú, 1971.
7. KNEULE, F. : *El secado*. Traducido por E. Chueca. Ediciones URMO, Bilbao, 1966.
8. PAVLOV, K.F. y P.G. ROMANKOV : *Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos de tecnología química*. Traducido del ruso por K.G. Shteinberg. Editorial MIR, Moscú, 1976.

Anúnciate !!!

Espacio Disponible

SECADOR SOLAR DE VERDURAS

Por: Ciro Berguez R.*
Guillermo Ibáñez D.*
Husseyn Despaigne W.*
Lisandro Vázquez H.*

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en experiencias de secado de yuca realizadas con convección natural y forzada en el secador solar con materiales de la construcción para uso doméstico.

Además se muestran las curvas que describen el comportamiento de algunos de los parámetros fundamentales durante el secado a otros tipos de viandas, empleando convección natural.

Introducción

La convección natural y la forzada son métodos de circulación del aire que pueden ser utilizados en el secado de vegetales indistintamente, pero cuya aplicación significa diferencias sustanciales desde el punto de vista económico según sea aplicado uno u otro.

En la situación actual de Cuba, en que son deseables consumos energéticos bajos o nulos en las tecnologías de secado de productos agrícolas, deben ser realizadas experiencias que tengan por objeto el secado de productos con convección natural, sin utilización de energía eléctrica en la circulación del aire, o con un consumo mínimo de energía eléctrica durante la convección forzada.

En el secador de materiales de la construcción existente en el CIES (fig.1), fueron realizadas experiencias de secado de yuca rayada utilizando convección natural y forzada, en iguales condiciones y en días de radiación solar similar con el objetivo de comparar las mismas.

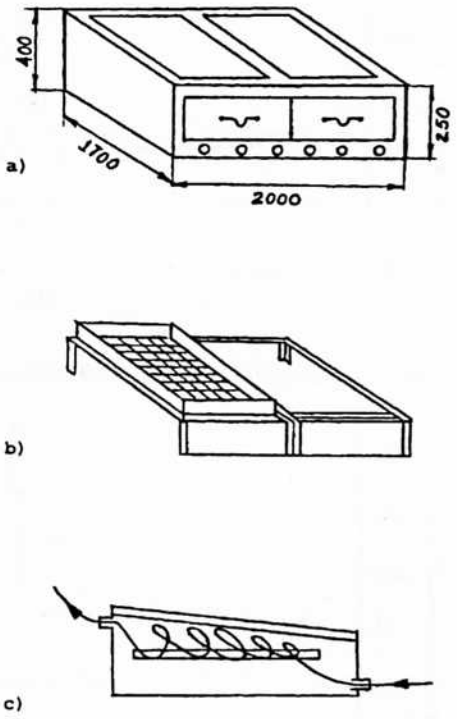


Figura 1. a) Vista exterior, b) Marco de angulares y bandeja, c) Circulación el aire.

Paralelamente se realizaron experiencias de secado de otras viandas como boniato, plátano y papa. Los resultados obtenidos en estas pruebas pueden servir de información a los interesados en introducir el secador solar con materiales de la construcción.

Descripción del experimento

Se midieron los siguientes parámetros durante los experimentos:

- La temperatura seca y húmeda del aire en el interior del secador, con la utilización de termómetros de mercurio. Estas mediciones se realizaron horariamente entre las 7 a.m y las 6 p.m aproximadamente.

- La radiación solar, la humedad relativa ambiente, la temperatura ambiente y la velocidad del viento, fueron registradas por la estación actinométrica del CIES cada hora durante todo el día.

- De forma sistemática se determinó la variación de humedad del producto durante el día, hallándole a las muestras el peso seco con el uso de la estufa y la balanza analítica.

Resultados obtenidos

Con el objetivo de observar las diferencias entre algunos parámetros importantes de secado durante la convección natural y forzada, se realizaron experiencias con la utilización de un ventilador en el interior del secador para la recirculación del aire. A continuación se muestra una de estas experiencias en comparación con una prueba utilizando convección natural:

	Convección natural	Convección forzada
Energía eléctrica consumida (kWh)	----	0.025
Cantidad de producto inicial (kg/m^2)	4	4
Espesor promedio de la cama (mm)	5-10	5-10
Humedad inicial (%)	69	69

* Centro de Investigación de Energía Solar; Rpto Abel Santa María, Santiago de Cuba, Cuba.

Humedad final (%)	17	17
Consumo específico de energía térmica (kWh/kg agua evap.)	1.07	1.01
Productividad (kg/m^2 día)	2	3.31
Energía incidente prom. diaria (kWh/m^2)	5.81	5.98
Agua evaporada (kg/m^2 día)	1.25	1.92
Nivel de proteínas en la harina (%)	2.6	2.7
Producto seco resultante (kg/m^2día)	0.76	1.4
Tiempo de secado (h)	48	29

De la energía total utilizada en el proceso de secado en la prueba con convección forzada, la contribución de energía eléctrica fue de 20 a 30 %, y por tanto, la contribución solar fue de 70 a 80 %.

En caso de utilización de convección forzada se preferirán las variantes de secador con el motor fuera de la cámara caliente, para evitar los problemas que pueden surgir al operar en condiciones de alta temperatura y humedad del aire.

Además se obtuvieron un conjunto de curvas que muestran las variaciones de la humedad del producto, de la temperatura seca y húmeda, y de la velocidad de secado para cada producto, así como también las curvas de variación de los parámetros ambientales durante las pruebas.

Análisis de los resultados

Para el boniato, plátano macho, papa y plátano burro, el comportamiento de las curvas, fue similar al obtenido en experimentos con yuca realizados con anterioridad [8]. A continuación se muestran algunas de estas curvas:

En las figs. 2, 3, 4 y 5 se pueden apreciar las variaciones de la humedad de cada producto, el tiempo de secado en todos los casos estuvo entre uno y tres días, lográndose valores de humedad

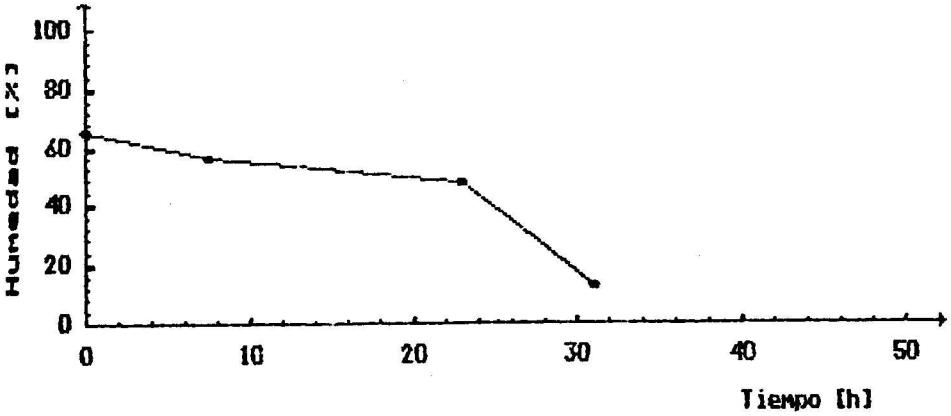


Figura 2. Variación de la humedad plátano fongo.

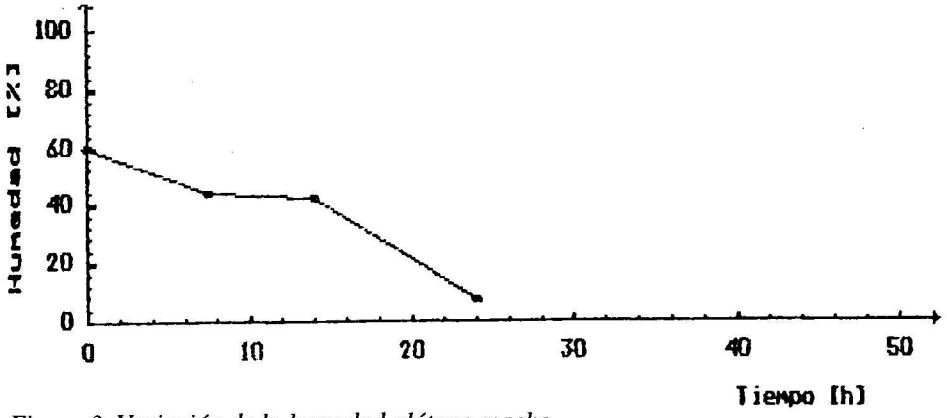


Figura 3. Variación de la humedad plátano macho.

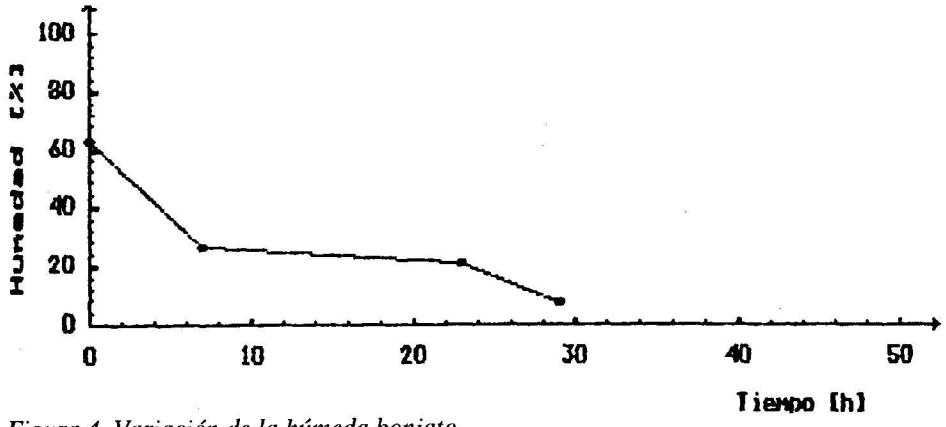


Figura 4. Variación de la húmeda boniato.

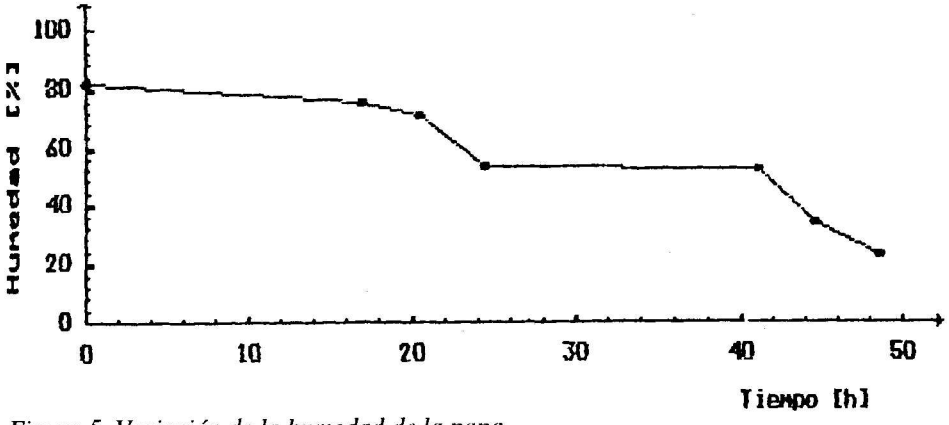


Figura 5. Variación de la humedad de la papa.

final próximos o inferiores a los de equilibrio para cada producto.

En las figs. 6 y 7 pueden apreciarse las variaciones de temperatura seca y húmeda durante un día nublado de la experiencia realizada con plátano burro, así como la radiación recibida dicho día. Se observa que los valores máximos de temperatura seca fueron cercanos a 40 °C, y a pesar de estas condiciones, se logró disminuir la humedad del producto.

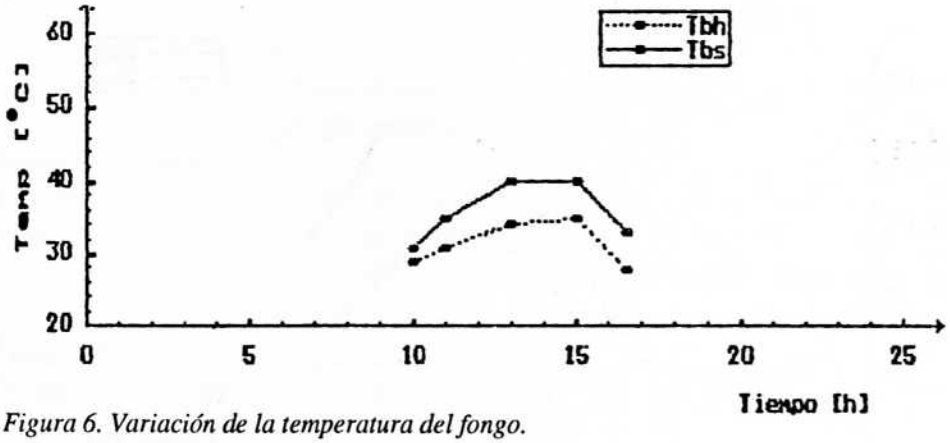


Figura 6. Variación de la temperatura del fongo.

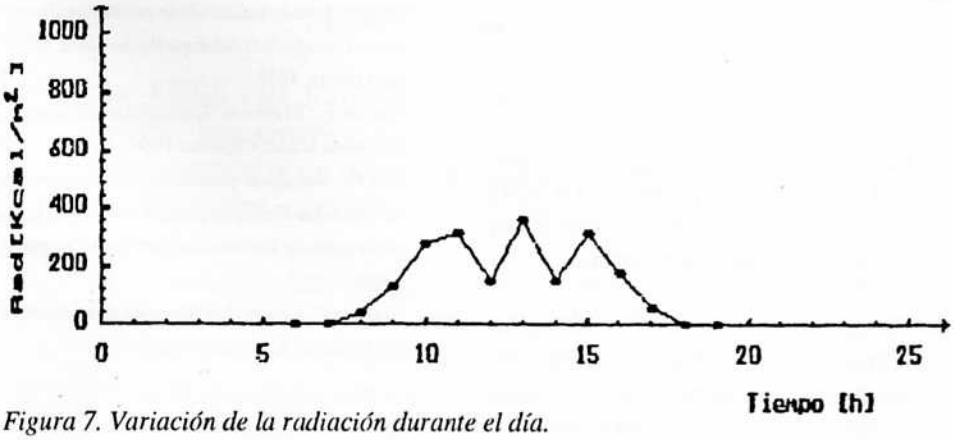


Figura 7. Variación de la radiación durante el día.

Las figs. 8, 9 y 10 muestran las variaciones de temperatura seca y húmeda para un día de las pruebas realizadas al resto de los productos, con radiación solar incidente cercana a la promedio diaria. Se observa que los valores máximos de temperatura alcanzados, son del orden de 55 °C.

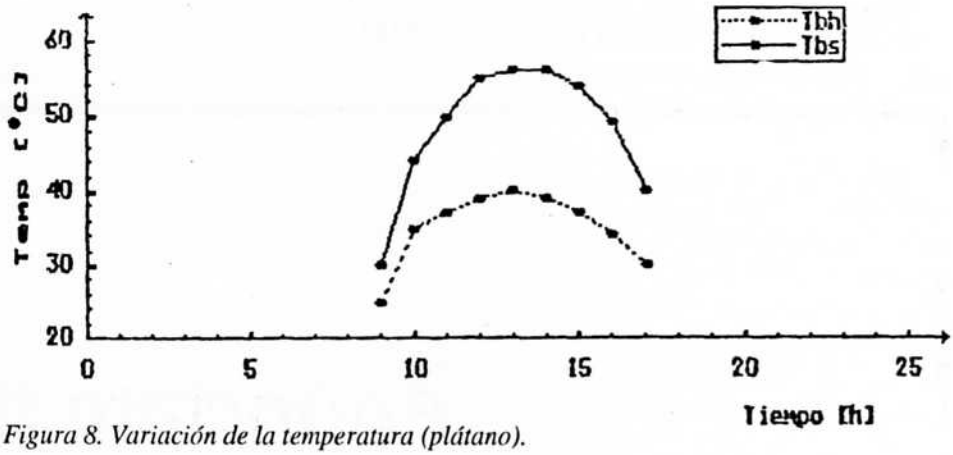


Figura 8. Variación de la temperatura (plátano).

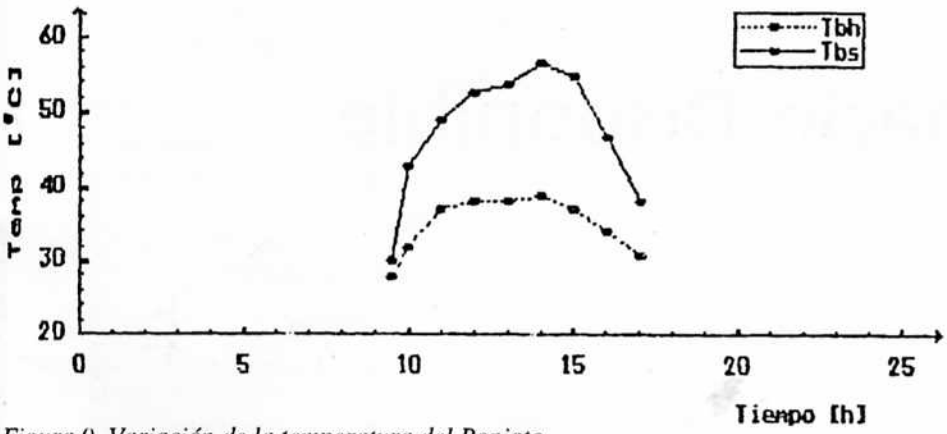


Figura 9. Variación de la temperatura del Boniato.

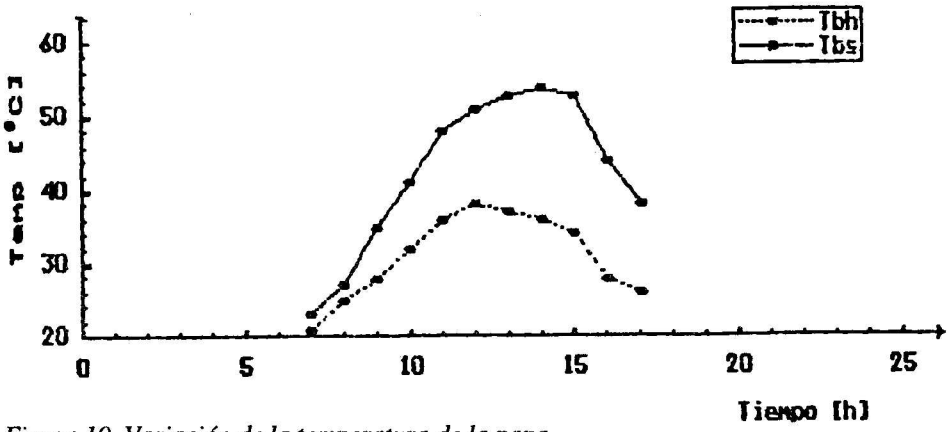


Figura 10. Variación de la temperatura de la papa.

Conclusiones

1. Este secador solar, al utilizar la convección natural, puede ser operado con un consumo nulo de energía convencional, que se corresponde con las condiciones de montaña.

2. El tiempo de secado fue de 48 horas en el caso del producto que más tiempo necesitó y se lograron los valores de humedad final que permiten la conservación durante varios meses.

3. El secador puede evaporar en días con una radiación promedio de 5000 kcal/m²día, 1.25 kg de agua/m²día en el caso de convección natural.

4. En las experiencias con convección forzada se observó una disminución del tiempo de secado y del consumo específico de energía con respecto a las experiencias con convección natural.

Bibliografía

1. Edward, D. C. y J. G. Pohl : Food Dehydration, 1983.
2. Alvarez, P. y M. Domínguez : Factibilidad de la elaboración de la harina de yuca, 1990.
3. Khurdiya, D. y otros : Solar Drying of fruits and vegetables, 1986.
4. Kalsa, S. y C. Bhardwaj : Use of simple solar dehydrator for drying fruit and vegetable products.
5. Boizán Jústiz, Meinardo y Vladimir Ivanovich Zhidko : Secado fluidizado de productos alimenticios, Prólogo de Guadalupe Hechavarría. Editorial Oriente, 1986.
6. Kneule, F. : El secado. Traducido por E. Chueca. Ediciones URMO, Bilbao, 1966.
7. Roa, G. : Secado de productos agropecuarios por energía solar. Grupo de energía solar. Dpto Ingeniería agrícola. Universidad Estatal de Campinas, Brasil .
8. Bergues, C. y otros : Secador solar doméstico con materiales de la construcción, 1992.

Anúnciate !!!

Espacio Disponible

LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR, A. C.

ORIGEN

Aunque nuestro país es gran productor mundial de hidrocarburos, la búsqueda de nuevas fuentes de abasto de energía, principalmente renovables y limpias, es imprescindible. La energía proveniente del sol cumple ampliamente con tales requisitos, ya que es una fuente abundante en la mayor parte del territorio nacional, su empleo es muy limpio, la tecnología para su uso es accesible, existe un elevado desarrollo nacional y su costo de utilización es reducido.

En México se realizan esfuerzos para aprovechar los recursos energéticos alternos desde la década de los sesentas. Con la idea de armonizar los esfuerzos en el campo, en 1977 se realizó en la Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco en la Ciudad de México, un encuentro de personas interesadas en los aspectos científicos, tecnológicos y sociales relacionados con las fuentes no convencionales de energía. Después de casi dos años de trabajos, en 1980, se constituyó la **Asociación Nacional de Energía Solar (ANES),** como sociedad civil de carácter no lucrativo, con el objetivo central de promover la utilización de las fuentes renovables de energía. Un año después, nuestra Asociación pasa a formar el Capítulo Mexicano de la *"International Solar Energy Society, (ISES)"*.

OBJETIVOS

- Integrar a todas las personas interesadas en promover el desarrollo científico y tecnológico para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

- Estimular, promover y coordinar los esfuerzos de los socios y no socios que difunden, trabajan y desarrollan la utilización de la energía solar y del aprovechamiento de otras fuentes relacionadas, como la energía del viento, biomasa e hidráulica.

- Servir de enlace entre investigadores, fabricantes, profesionales y dependencias oficiales y privadas, para procurar el consenso de expertos capaces de opinar sobre las políticas de gestión y administración energética nacional.

PRINCIPALES ACTIVIDADES

Para cumplir los objetivos descritos, ANES realiza las siguientes actividades:

- Organizar, durante la primera semana de octubre de cada año, una reunión nacional, donde se presentan los trabajos más relevantes. También participan destacados investigadores internacionales que aportan sus experiencias en el marco de conferencias plenarias. Se edita la memoria de los trabajos.

- En esa misma semana se imparten diferentes cursos de actualización en el campo de las fuentes alternas de energía, de acuerdo con los intereses regionales. De cada curso se publican las notas respectivas.

- Publicar trimestralmente la **Revista Solar**, donde se presentan trabajos científicos técnicos de divulgación para el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía.

- Brindar información de congresos, conferencias y cursos nacionales y extranjeros relacionados con las fuentes alternas de energía, misma que es boletinada a sus socios mensualmente en el órgano de difusión **Noticias ANES.**

- Mantener contacto con la Asociación Latinoamericana de Energía Solar y la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES).

(continúa en la 3era. de forros)

(viene de la 2nda. de forros)

- Generar y mantener actualizado un directorio de socios, instituciones y personas interesadas en proyectos afines a los objetivos de la Asociación.

- Participar en todo tipo de foros convocados por distintos organismos para promover el uso de la energía renovable.

MEMBRESIA

La ANES está formada por científicos, industriales, funcionarios, estudiantes y otras personas interesadas en la energía solar. La membresía se agrupa en cinco tipos de socios:

- Asociados Activos. Son aquellos científicos, profesionales u otras personas residentes en México, relacionados con la investigación, el desarrollo o utilización de la energía solar en México. Su nivel de calificación es elevado.

- Asociados Afiliados. Cualquier persona interesada en los fines de la ANES.

- Asociados Estudiantes.

- Asociados Corporativos. Aquí se incluyen las dependencias y organismos interesados en el desarrollo de las aplicaciones de la energía solar.

- Asociados Honorarios. Se confiere excepcionalmente a algunas personas que por sus méritos individuales obtienen dicha distinción.

FORMAS DE GOBIERNO

La Asociación Nacional de Energía Solar, cuenta con los siguientes órganos de Gobierno para el cumplimiento de sus fines:

- La Asamblea General de Socios, compuesta por todos los asociados y es el órgano supremo de la Asociación.

- El Consejo Directivo, integrado por las personas y funciones que se muestran en el Cuadro 2; son los encargados de dirigir el destino de ANES durante su período de dos años.

- Los Consejos de las Secciones Regionales, que son los esquemas creados regionalmente, para promoción de los fines de ANES.

- La Junta de Honor, conformada por los cinco ex-presidentes más recientes de la Asociación, cuya función es vigilar el cumplimiento de sus objetivos.

¿QUIERES INTEGRARTE A NUESTRA ASOCIACIÓN?

Envía tus datos y cheque o giro postal a:
Asociación Nacional de Energía Solar, A. C.
(Atención: Vocalía de Relaciones)
Apartado Postal 20-633, México, 01000, D. F. San Angel

No olvides incluir: nombre, profesión o actividad, grado académico, empresa o Institución, puesto actual, domicilio postal (calle, número, colonia, ciudad, Estado, C.P.), teléfono y fax.

Cuotas anuales:

Membresía individual:	**Renovación**	**N$ 140.00**
	Nueva	**N$ 230.00**
	(estudiantes 50% de reducción)	
Membresía corporativa:	**Renovación**	**N$ 350.00**
	Nueva	**N$ 500.00**