



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

---

***División de Ciencias e Ingeniería***

**TECNOLOGIAS PARA COCCION DE ALIMENTOS**

**MONOGRAFÍA**

**QUE PRESENTA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA**

**NICOLAS JUSTINO DIAZ CAMBRANES**

**SUPERVISORES**

**DR. JOSÉ HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ  
M.C. JAIME D. CUEVAS DOMÍNGUEZ  
M.E.S. ROBERTO ACOSTA OLEA**

## RESUMEN

Hasta antes del siglo XVIII las únicas fuentes de energía conocidas por el ser humano las constituían la madera, el agua, el viento, las grasas vegetales y animales, además de la procedente de la fuerza de los animales, pero la revolución industrial dio origen al consumo masivo de combustibles fósiles, primero con el carbón y posteriormente con el petróleo y el gas natural. Actualmente, la humanidad continúa empleando grandes cantidades de dichos combustibles, al grado de que más del 70% de la energía que se consume en todo el mundo tiene su origen en el petróleo, el gas natural y el carbón [Hernández 2002].

Por otra parte, de entre las energías renovables, la biomasa es de las más importantes en México, al grado que se estima que representa el 10% de la demanda de energía final. [SEMIP 1991].

La leña como fuente de combustible representa el combustible residencial primario en México, donde aproximadamente 25.6 millones de personas (cerca del 31.4% de la población total) emplean la leña como combustible. Lo que representa que cerca del 90% de las casas rurales dependen de la leña. Además un número considerable de pequeñas empresas, la mayoría perteneciente al sector informal consumen grandes cantidades de leña y otros biocombustibles [Massera 1993].

La leña es un recurso natural muy necesario para sobrevivir, especialmente para las personas con niveles económicos bajos, ya que es además parte de sus tradiciones.

La forma más comúnmente utilizada de consumo de biomasa para obtener calor, se realiza en fuegos abiertos dentro de las viviendas, ya sea en la preparación de alimentos o para obtener calefacción durante el invierno, Lo que representa un serio problema ya que se produce contaminación del aire al interior de la vivienda por las emisiones de monóxido y bióxido de carbono ocasionando problemas de salud del aparato respiratorio, especialmente entre las mujeres y niños que son los más expuestos, aunado a esto, la gran demanda de la leña genera un fuerte impacto ambiental, y socio económico.

Debido a que los bosques en México están desapareciendo a un ritmo muy acelerado, los patrones actuales de consumo de leña implican un incremento en su demanda con potenciales negativos importantes con consecuencias a nivel tanto regional como global.

Según datos del INEGI para 2002 en México se consumieron 704.692 PJ de energía en el sector residencial, de los cuales 255.087 PJ fueron obtenidos a partir de la leña, es decir cerca de un 36% de la energía consumida por este sector se obtiene de la leña como combustible, la mayoría de estos consumidores se ubica en el sector rural

Un aspecto importante a considerar es que la energía procedente de la leña está mal aprovechada, ya que se estima que más del 80% de las casas rurales utilizan cocinas de piedra, cuya eficiencia es del orden de un 17%. [Torres M. 2009].

La mayor parte del consumo de energía de la leña se emplea en cocinar, y la preparación de las tortillas representa cerca del 50% de este consumo.

Un manejo adecuado de la leña y otros biocombustibles pueden representar un componente renovable y ambiental para el suministro futuro de energía en México. Dada la complejidad de los problemas interrelacionados asociados con la demanda de leña, solamente una aproximación integrada que considere un rango amplio de acciones institucionales y medidas técnicas, podrían efectivamente asegurar un patrón sustentable del uso de la leña en México.

El impacto ambiental del uso de la leña es algo que tarde o temprano debería reducirse y evitarse completamente, el problema es que no se puede evitar su uso, en el corto plazo, luego entonces una forma de reducir su consumo es a través de mejoras o introducción de nuevas tecnologías principalmente para la cocción de alimentos.

En México, los mayores usuarios de leña se concentran en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. [Díaz-Jiménez, 2000].

En Quintana Roo el uso de la leña es variado, las principales especies de árboles que tradicionalmente son usados por los campesinos de las diferentes localidades son: *E. tinifolia* como leña. [Terán y Rasmussen 1994], *B. cupanioides* en la fabricación de muebles (especialmente sillas), *A. megalocarpon* para durmientes, *G. lucida* en postes de cercas [Escalante 1986] y desde tiempos prehispánicos en la construcción rural de casas habitación, como es el caso de *C. cozumelensis* y *C. spicata* [Villers *et al.* 1981, Escalante 1986].

Así debido a la importancia que tiene la leña como combustible primario, en el sector rural del estado de Quintana Roo, especialmente para la cocción de alimentos con toda la problemática que esto representa, es que se plantea el presente trabajo, en el que se busca presentar un panorama sobre las diversas tecnologías existentes para la cocción de alimentos en el medio rural, con el objetivo de crear conciencia en la reducción en el consumo de leña, y mejorar el aprovechamiento de la misma.

Para esto el presente trabajo se ha estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I se presenta un panorama del uso de la energía a nivel mundial.

Capítulo II se presenta la biomasa como fuente de energía.

Capítulo III se presentan las tecnologías de cocción en el medio rural.

Capítulo IV se presentan las tecnologías de cocción en el medio urbano.

Capítulo V La Alternativa Solar

Capítulo VI Comentarios finales

# Capítulo I

## Panorama del uso de la energía a nivel mundial

El problema energético mundial, es el resultado de la unión y de la interrelación por causa y efecto, de los problemas derivados de la satisfacción de nuestras necesidades de energía. En este capítulo, se aborda de manera general un panorama de la situación energética mundial, en México y en especial del estado de Quintana Roo.

### 1.1 Panorama Energético Mundial

Los precios del petróleo se han divorciado de los fundamentos de la oferta y la demanda, al menos en la perspectiva a corto plazo. Seguramente, ante el crecimiento de la demanda anual de petróleo, que promedió cerca de 1.5% durante los tres años pasados, y el pronóstico de que este año apenas crecerá por arriba de ese nivel, la duplicación de precios de referencia en términos de dólares del año pasado no puede atribuirse a “un incremento de la demanda”.

En efecto, se espera que en China y otros países de rápido crecimiento la demanda de energía se incremente hacia 2012 y representen una parte creciente del consumo del petróleo mundial. Pero en los países desarrollados, que aún representan casi la mitad del consumo, se espera un estancamiento de la demanda durante el periodo de previsión.

Economist Intelligence Unit (EIU) espera que el consumo total de energía crezca apenas por abajo de 3.6% este año y el próximo, manteniendo el índice de crecimiento de los dos años anteriores, para luego crecer a un tasa anual de 3.4% hasta 2012. Dentro de esta previsión, que cubre las 60 economías más grandes, se espera que este año la demanda del petróleo crezca casi 2.2%, cerca de 77.5 millones de barriles por día (b/d), aunque dependerá del grado en que los países de la OCDE resulten afectados por la desaceleración económica y la manera en que China y otras economías de rápido crecimiento sorteen sus efectos.

A principios de 2008 ya había señales de una desaceleración económica y los precios récord de gasolina y diesel tenían un efecto sobre la demanda de combustibles para transporte en EU. La demanda de combustible en el primer trimestre, medida por los envíos del producto, fue menor a 1.4%, de acuerdo con el Instituto Estadunidense del Petróleo, principal organismo comercial de la industria. La información de la Agencia de Información Energética, brazo estadístico del Ministerio de Energía, mostró que la demanda de gasolina, según el promedio de cuatro semanas a mediados de abril, fue de casi 1% por debajo de la demanda en el mismo periodo de 2007. Tradicionalmente la demanda de gasolina se eleva bruscamente de marzo a junio, cuando comienza la “estación del conductor” en EU.

### 1.1.1 Carbón

Se origina por descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, esporas que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una cuenca. Quedan cubiertos de agua y, por lo tanto, protegidos del aire que los destruiría. Comienza una lenta transformación por la acción de bacterias anaerobias, un tipo de microorganismos que no pueden vivir en presencia de oxígeno. Con el tiempo se produce un progresivo enriquecimiento en carbono. Posteriormente pueden cubrirse con depósitos arcillosos, lo que contribuirá al mantenimiento del ambiente anaerobio, adecuado para que continúe el proceso de carbonificación.

Los depósitos de carbón tienen frecuente asociación de mercurio. Hay otra teoría que explica que el carbón se forma con emanaciones continuas de gas metano de las profundidades de tierra, como se observa en la figura 1.1, la cual representa el almacenamiento primario del carbón.



*Fotografía 1.1.- Depósito de Carbón*

En las cuencas carboníferas las capas de carbón están intercaladas con otras capas de rocas sedimentarias como areniscas, arcillas, conglomerados y, en algunos casos, rocas metamórficas como esquistos y pizarras. Esto se debe a la forma y el lugar donde se genera el carbón.

Existen diferentes tipos de carbones minerales en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal que originó el carbón. Estos van desde la turba, que es el menos evolucionado y en que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la antracita que es el carbón mineral con una mayor evolución. Esta evolución depende de la edad del carbón, así como de la profundidad, condiciones de presión, temperatura, y entorno, en las que la materia vegetal evoluciona hasta formar el carbón mineral.

La calidad de un carbón mineral se determina en función de criterios tales como su contenido en materia volátil, contenido en carbono fijo, humedad, y poder calorífico. Así, a mayor calidad, mayor es el contenido en carbono fijo y mayor el poder calorífico, mientras que disminuyen su humedad natural y la cantidad de materia volátil.

Existen varias clasificaciones de los carbones según su calidad. Una de las más utilizadas divide a los carbones de mayor a menor rango en:

- Antracita
- Bituminoso bajo en volátiles
- Bituminoso medio en volátiles
- Bituminoso alto en volátiles
- Sub-bituminoso
- Lignito
- Turba

Por otra parte en cuanto al precio de este mineral internacionalmente se elevaron durante el primer trimestre de 2008, impulsados en parte por el alto precio del petróleo, pero en especial por interrupciones del abasto en los principales países exportadores: Australia y Sudáfrica. En China, la escasez relacionada con el clima empeoró las cosas y la obligó a pasar de exportadora neta a importadora neta en el primer trimestre.

Los precios de mercado asiáticos se elevaron a registros sin precedente. Por ejemplo, el carbón de coquefacción para fabricación de acero se triplicó en Australia a 300 dólares por tonelada, mientras el carbón termal que utilizan las centrales eléctricas, proveniente de la terminal de exportación de Newcastle, en Australia, estaba a punto de alcanzar el precio récord de 130 por tonelada a mediados de abril.

Pese al aumento de precios, la proporción del carbón en la energía global seguirá incrementándose debido a su valor relativamente bajo y su abundancia, sobre todo en dos de los grandes productores y consumidores del insumo: China y EU.

Por ahora, menos de 20% de la producción global de carbón, de más de 6 mil megatonnes, se destina a la exportación, pero está próxima a elevarse, en particular debido a la voraz demanda de China para generar energía. El país asiático es el mayor productor y consumidor de carbón del mundo, y ha sido un modesto exportador. Pero en 2008 se convertirá en importador neto, luego de la imposición de restricciones gubernamentales implantadas para garantizar el suministro local.

La demanda asiática aumentará más rápido que en otras regiones, con un pronóstico de crecimiento de 9.5% en 2008.

### **1.1.2 Biocombustibles**

El debate rodea también a los combustibles alternativos. El biocombustible global (en especial el etanol) se ha convertido en importante factor que favorece la oferta de crudo de los países ajenos a la OPEP, y se espera que represente una parte creciente de la demanda de combustible para transporte, agregando casi 350 mil b/d para alcanzar una producción total sin precedente de 1.5 millones b/d en 2008.

La tasa de crecimiento del etanol, en particular en EU, ya ha causado controversias debido a su impacto sobre los precios de los alimentos. En virtud de que las refinerías de etanol han surgido mucho más rápido de lo esperado, la demanda proyectada de cosechas de granos estadounidenses para 2008 se ha más que duplicado, a casi 140 millones de toneladas. Como EU domina las exportaciones mundiales de granos, unos 55 millones de toneladas al año, existe el temor de que desviar las cosechas para producir combustibles podría elevar el precio mundial de los alimentos.

En consecuencia, la industria de biocombustibles continuará sumamente volátil. Un aumento de 40% en la capacidad de producción estadounidense en años recientes, a casi 28 mil 350 millones de litros por año, provocó un excedente y el precio se colapsó en 2007. Pero la ley de energía de EU, firmada en diciembre, casi quintuplica la cantidad de biocombustible que debe usarse de manera obligatoria.

La industria europea de biocombustibles ha visto un incremento superior a 50% en el precio de los alimentos en tres años, desde que se construyó la mayor parte de capacidad de refinación. Al mismo tiempo, la industria europea busca que las importaciones baratas –en especial de EU– a Brasil reduzcan los precios. Aunque el alto precio del crudo sea favorable, la industria de biocombustibles resiente presiones por todos lados y hay pocas perspectivas de una disminución en el precio de los alimentos durante 2008.

### **1.1.3 Gas natural**

La demanda del gas natural en los 60 países cubiertos por los servicios industriales de EIU ha crecido 9.5% en los cuatro años anteriores y ese ritmo se acelerará en los próximos cinco años, impulsado en gran parte por la demanda de India, el resto de Asia y Medio Oriente. La sustitución de gas natural en la generación de electricidad y calefacción avanza, en particular en India y China.

Al mismo tiempo, la oferta de gas natural líquido (GNL) para exportación crece con rapidez y contribuye a la creación de un mercado internacionalmente competitivo para el fluido. Los nuevos proyectos de tuberías para transportar gas natural –en particular los que conectan las enormes provisiones de Rusia con el norte y sur de Europa y varios destinos asiáticos– se agregan a la tendencia globalizadora. Se espera que en los próximos cinco años el ritmo del

crecimiento de la oferta de GNL esté cerca de 12% anual, el doble de los años recientes.

### 1.1.4 Energía nuclear

Los argumentos en favor de la energía nuclear han sido apuntalados por la preocupación que despiertan las emisiones de dióxido de carbono. La energía nuclear ha sido también favorecida por crecientes inquietudes sobre seguridad energética y el aumento en los precios de combustibles fósiles.

Sin embargo, el progreso en la aprobación y construcción de centrales nucleares es lento en la mayor parte del mundo desarrollado, y requerirá algún tiempo antes de que la industria pueda revertir su tendencia descendente a largo plazo en términos de cuotas de mercado en la generación de electricidad. Se ha hablado mucho del renacimiento de la industria nuclear, aunque la capacidad generadora de la flota global de reactores apenas si aumentó en lo que va de la década: menos de 2% de la nueva capacidad generadora total, de acuerdo con la Asociación Internacional de Energía Atómica (AIEA). La capacidad de generación nuclear del mundo aumentó poco más de 21 gigavatios (GW) entre 2000 y 2007, para sumar menos de 372 GW, o alrededor de 15% del total mundial, como muestran las cifras de la OIEA.

[La jornada-UNAM, 2008]

De acuerdo con algunos estudios la demanda mundial de energía se prevé que se incremente en más de un 60% para el año 2030 (ver tabla 1.1), en donde los mayores responsables del aumento en esta demanda serán los países en desarrollo, como Brasil, India, China y el Medio Oriente, que aumentarán cuatro veces sus necesidades en dicho periodo de tiempo. De ser así, estos países serán responsables del 40% de los requerimientos energéticos mundiales, con lo que casi equiparán la demanda proveniente de los que antes se consideraban los mayores consumidores, como Europa Occidental, Norteamérica, Japón, Corea, Australia y Nva. Zelanda. [Deloitte, 1990].

<b>Tabla 1.1 Demanda Mundial de Energía</b>			
	<b>2000</b>	<b>2030</b>	<b>Incremento Consumo</b>
<b>Carbón</b>	2355 (25%)	3606 (24%)	34%
<b>Petróleo</b>	3604(39%)	5769(38%)	37%
<b>Gas</b>	2085 (23%)	4203(27%)	50%
<b>Elect. Nuclear</b>	674 (7%)	753(5%)	10%
<b>Geotérmica, solar, eólica</b>	461 (5%)	984 (6%)	53%
<b>Totales</b>	<b>9179 (100%)</b>	<b>15267 (100%)</b>	<b>40%</b>

Aún a pesar de que se considera que para el año 2030, se podría dar una disminución en el consumo de petróleo, se prevé que se incremente el uso del gas natural, mientras que el consumo de carbón se mantendría en la misma proporción que hoy en día. Esto implica que el grado de participación de las energías renovables a pesar de continuar incrementándose, todavía no representarían una aportación significativa como energía primaria. Esto traería como consecuencia que las reservas probadas de petróleo, así como de gas tiendan a reducirse cada vez más hasta llegar a una posible escasez mundial.

De esta forma, según algunos estudios se considera que de mantenerse el ritmo actual de consumo de los combustibles de origen fósil, las reservas de los mismos podrían acabar en 41 años para el petróleo, 61 años para el gas natural, 232 para el carbón y 67 para la energía nuclear. [Deloitte, 1990], tal y como se observa en la tabla 1.2

**Tabla 1.2 Estimación de la duración de las diferentes fuentes de energía**

	PETRÓLEO		GAS NATURAL		CARBÓN		NUCLEAR	HIDROELECTRICA
	Millones de barriles	Millones de Mw x hora	Miles de millones de m3	Millones de Mw x hora	Millones de barriles equiv.	Millones de Mw x hora	Millones de Mw x hora	Millones de Mw x hora
<b>Producción anual mundial</b>	25.780	41.068	2.422	24.215	15.667	24.958	7.807	2.691
<b>Reservas Probadas</b>	1.046.450	1.667.014	150.190	1.501.589	3.649.612	5.813.898	520.000	Renovable. Ver nota 4
<b>Duración estimada en años</b>		41		61		232	67	
<b>Consumo de energía actual (en %)</b>		40,7 %		24,1 %		24,8 %	7,7 %	2,7 %

Lo anterior significa que de no buscar opciones de ahorro en energía no renovable, su extinción a pocos años podría ser inminente.

A continuación se presenta una breve descripción de las diferentes fuentes de energía.

### 1.1.5 El Petróleo

El petróleo es una sustancia oleosa (viscosa), de color muy oscuro compuesta de hidrógeno y carbono, por ello se le llama hidrocarburo. Puede hallarse en estado líquido o en estado gaseoso y es extraído del subsuelo a través de pozos como se observa en la figura 1.2



*Fotografía 1.2.- Pozo petrolero*

En estado líquido es llamado aceite "crudo", y en estado gaseoso, gas natural. Su origen es de tipo orgánico y sedimentario. Se formó como resultado de un complejo proceso físico-químico en el interior de la tierra, que, debido a la presión y las altas temperaturas, se van descomponiendo las materias orgánicas formadas principalmente por fitoplancton y zooplancton marinos, así como por materia vegetal y animal, que se fueron depositando en el pasado en lechos de los grandes lagos, mares y océanos. A esto se unieron rocas y mantos de sedimentos. A través del tiempo se transformó esta sedimentación en petróleo y gas natural.

Aunque el petróleo se formó en épocas milenarias, se comienza a utilizar apenas desde hace unos 200 años.

En 1852, el físico y geólogo canadiense Abraham Gessner logró una patente para conseguir del petróleo crudo un combustible para lámparas llamado queroseno. En 1855, el químico estadounidense Benjamín Silliman hizo una publicación sobre los derivados útiles que se podían obtener de la destilación del petróleo, estos descubrimientos se pueden marcar como el inicio de la explotación a gran escala del petróleo. Ciudades Virtuales Latinas- CIVILA.com y Educar.org (cc) 1996 – 2008].

El petróleo posee una gran variedad de compuestos, que lo convierten en materia prima para la elaboración de más de 2000 productos, y se le puede clasificar en parafínico, nafténico, asfáltico o mixto y aromático.

Los derivados más importantes del petróleo son los combustibles tales como la Gasolina, Kerosene, Gas Oil, Gas propano, Bencina, y Fuel Oil; así como los

productos petroquímicos tales como polietileno, alquitrán, ceras, parafinas, naftas y benceno.

Cabe señalar que los combustibles derivados del petróleo causan contaminación tanto durante su producción, transporte y uso final, ya que se les relaciona con la producción de lluvia ácida, el efecto invernadero, además de los problemas derivados de los vertidos en los mares u océanos.

### 1.1.6 Gas natural

El gas natural es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, no-asociado (solo), disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos de carbón.



*Fotografía 1.3.- Campo de extracción de gas natural*

Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 ó 95%.

Además suele contener otros gases como nitrógeno, etano, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, butano, propano, mercaptanos y trazas de hidrocarburos más pesados.

Como fuentes adicionales de este recurso natural, se están investigando los yacimientos de hidratos de metano que, según estimaciones, pueden suponer una reserva energética muy superior a las actuales de gas natural.

El gas natural puede obtenerse también con procesos de descomposición de restos orgánicos (basuras, vegetales - gas de pantanos) en las plantas de tratamiento de estos restos (depuradoras de aguas residuales urbanas, y plantas de procesado de basuras, entre otros). A este gas se denomina biogás.

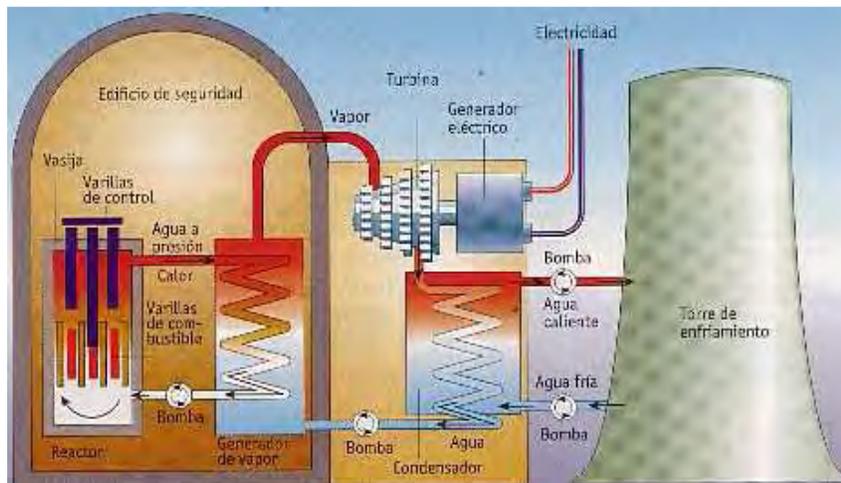
El gas natural de donde se obtiene, debe ser procesado para su uso comercial o doméstico. Algunos de los gases que forman parte del gas natural extraído se separan de la mezcla porque no tienen capacidad energética (nitrógeno o  $\text{CO}_2$ ) o porque pueden depositarse en las tuberías usadas para su distribución debido a su alto punto de ebullición.

El propano, butano e hidrocarburos más pesados en comparación con el gas natural son extraídos, puesto que su presencia puede causar accidentes durante la combustión del gas natural. El vapor de agua también se elimina por estos motivos y porque a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente y presiones altas forma hidratos de metano que pueden obstruir los gasoductos. Los compuestos de azufre son eliminados hasta niveles muy bajos para evitar corrosión y olores perniciosos, así como para reducir las emisiones de compuestos causantes de lluvia ácida. Para uso doméstico, al igual que al butano, se le añaden unas trazas de metil-mercaptano, para que sea fácil detectar una fuga de gas y evitar su ignición espontánea.

La combustión del gas natural, al ser un combustible fósil, produce un aporte neto de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera aunque en una proporción mucho menor que otros combustibles derivados del petróleo, y sobre todo del carbón.

### 1.1.7 Energía nuclear

La energía nuclear procede de reacciones de fisión o fusión de átomos en las que se liberan grandes cantidades de energía que se usan para producir electricidad, tal y como se muestra en la figura 1.1



Esquema 1.1.- Planta de energía nuclear.

El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible. En concreto se usa el isótopo 235 del uranio que es sometido a fisión nuclear en los reactores. En este proceso el núcleo del átomo de uranio

(U-235) es bombardeado por neutrones y se rompe originándose dos átomos del tamaño de aproximadamente la mitad del de uranio y liberándose dos o tres neutrones que inciden sobre átomos de U-235 vecinos, que vuelven a romperse, originándose así una reacción en cadena.

La fisión controlada del U-235 libera una gran cantidad de energía en forma de calor que se usa en las plantas nucleares para convertir agua en vapor. Con este vapor se mueve una turbina que genera electricidad.

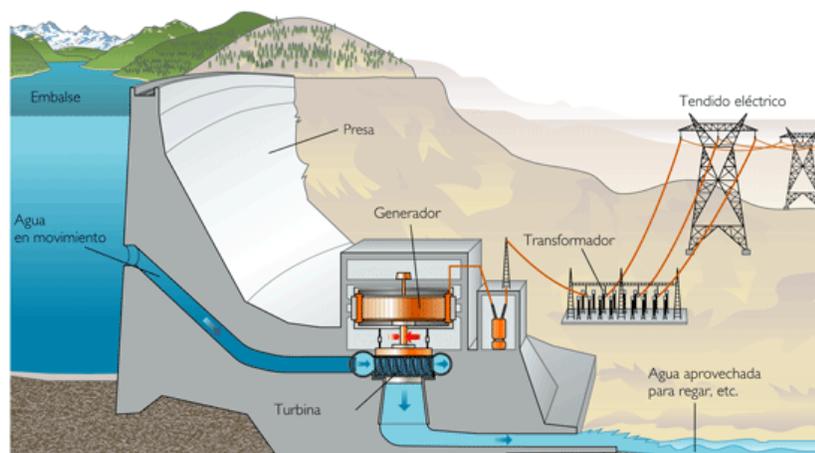
El mineral de uranio se encuentra en la naturaleza en cantidades limitadas. Es por tanto un recurso no renovable. Suele hallarse casi siempre junto a rocas sedimentarias.

El mineral del uranio contiene tres isótopos: U-238 (9928%), U-235 (0,71%) y U-234 (menos que el 0,01%). Dado que el U-235 se encuentra en una pequeña proporción, el mineral debe ser enriquecido (purificado y refinado), hasta aumentar la concentración de U-235 a un 3%, haciéndolo así útil para la reacción.

El uranio que se usa en los reactores se prepara en pequeñas pastillas de dióxido de uranio, cada una de las cuales contiene la energía equivalente a una tonelada de carbón. Estas pastillas se arreglan en varillas, de unos 4 metros de largo, que se reúnen en grupos de unas 50 a 200 varillas. Un reactor nuclear típico puede contener unas 250 de estas agrupaciones de varillas.

### 1.1.8 Hidroeléctrica

Las centrales hidroeléctricas como se muestra en la figura 1.2, utilizan la energía potencial del agua como fuente primaria para generar electricidad tal y como se muestra en la figura 1. Estas plantas se localizan en sitios en donde existe una diferencia de altura entre la central eléctrica y el suministro de agua. De esta forma, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética que es utilizada para impulsar el rodete de la turbina y hacerla girar para producir energía mecánica. Acoplado a la flecha de la turbina se encuentra el generador que finalmente convierte la energía mecánica en eléctrica.



Esquema 1.2.- Central hidroeléctrica

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en base a diferentes criterios fundamentales; tales como:

1. Por su tipo de embalse
2. Por la altura de la caída del agua.
- 3.- Desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad:
  - La potencia que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo turbinable, además de las características de la turbina y del generador.
  - La energía garantizada, en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que está en función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.
- 4.- Desde el punto de vista de su concepción arquitectónica, las centrales pueden ser clasificadas en:
  - *Centrales al aire libre*, al pie de la presa, o relativamente alejadas de esta, y conectadas por medio de una tubería en presión.
  - *Centrales en caverna*, generalmente conectadas al embalse por medio de túneles, tuberías en presión, o por la combinación de ambas.

Desde el punto de vista de cómo utilizan el agua para la generación, se pueden clasificar en:

- Centrales a filo de agua.

También denominadas *centrales de agua fluyente o de pasada*, utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja.

- Centrales acopladas a uno o más embalses.

Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Es posible generar energía durante todo el año si se dispone de reservas suficientes. Requieren una inversión mayor.

- Centrales mareomotrices.

Utilizan el flujo y reflujos de las mareas. Pueden ser ventajosas en zonas costeras donde la amplitud de la marea es amplia, y las condiciones

morfológicas de la costa permiten la construcción de una presa que corta la entrada y salida de la marea en una bahía. Se genera energía tanto en el momento del llenado como en el momento del vaciado de la bahía.

- Centrales mareomotrices sumergidas.

Utilizan la energía de las corrientes submarinas.

- Centrales que aprovechan el movimiento de las olas.

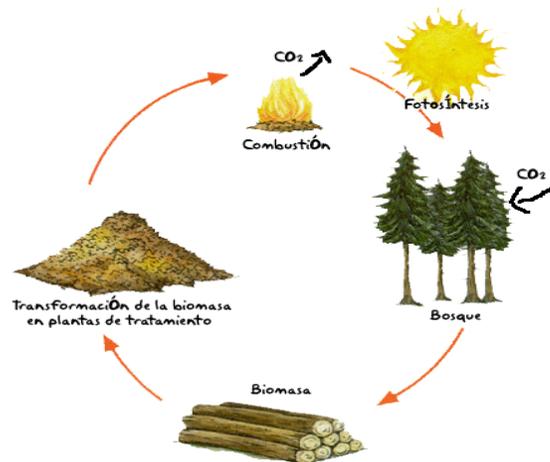
Este tipo de central es objeto de investigación desde la década de los 80. A inicios de agosto de 1995, el "Ocean Swell Powered Renewable Energy (OSPREY)" construyó la primera central que utiliza la energía de las olas en el norte de Escocia. La potencia de esta central es de 2 MW. Lamentablemente fue destruida un mes más tarde por un temporal y los tipos de turbinas que hay son Francis, Kaplan y Pelton. Para la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica.

### 1.1.9 Biomasa

La biomasa, es una de las fuentes energéticas más antiguas de la humanidad. Desde hace muchos miles de años, la humanidad utiliza la biomasa como portador de energía. En forma de madera se ha usado durante mucho tiempo como el material más importante para la calefacción y la cocina, hasta su reemplazo por carbón, petróleo y gas natural.

A nivel mundial, la biomasa es el portador de energía renovable de mayor importancia. Aún hoy en día la leña cubre aproximadamente el siete por ciento del consumo de energía primaria en el mundo, un diez por ciento en América Latina y en África incluso representa el cuarenta por ciento.

La energía en base a biomasa se puede almacenar y regular según la demanda y además cuenta con un alto grado de rendimiento. Su combustión libera precisamente la cantidad de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que se ligó previamente durante el crecimiento de las plantas a través de la fotosíntesis. Gracias al ciclo cerrado de  $\text{CO}_2$ , que se ilustra en la figura 1.3.



Esquema 1.3.- Ciclo del  $\text{CO}_2$

La biomasa es un portador de energía amigable con el clima porque no genera gases invernaderos adicionales.

Además de la leña se pueden usar muchos otros productos residuales de consistencia sólida, líquida o gaseosa como paja, basura doméstica, aceite vegetal, gases de depuración y vertederos de basura, sustratos de fermentación vegetales o animales, para la utilización energética. La biomasa resulta apta para la generación de energía eléctrica, calor y combustible y se convierte por lo tanto en uno de los portadores de energía más versátiles.

Esta versatilidad del portador de energía se refleja en otra área de aplicación tecnológica. Para la generación de calor existen muchas plantas diferentes de calefacción de tamaño reducido. En Alemania por ejemplo, está muy difundido el rango de potencia de 15 kilovatios hasta un megavatio. Entre estas plantas están las de calefacción de madera en pedazos, madera troceada y pellets.

Una aplicación relativamente reciente de la biomasa es la generación de energía eléctrica, en donde existen las más variadas posibilidades como la generación de vapor a través de la combustión de biomasa sólida y el accionamiento de turbinas de vapor o motores a vapor o bien la gasificación de biomasa para la generación de energía eléctrica en turbinas de gas de plantas de biogás.

Las diferentes tecnologías de generación de energía eléctrica pueden operarse por principio también con el acoplamiento de fuerza y calor, de modo que se genera simultáneamente una corriente eléctrica, calor y en caso dado frío con altos grados de rendimiento.

Las tecnologías innovadoras del acoplamiento de fuerza y calor se aplican para las plantas de cogeneración, las turbinas de gas, las células de combustible y los motores Stirling.\*

Los biocombustibles más importantes para la propulsión de vehículos son actualmente los combustibles de alcohol para la aplicación en motores de gasolina o células de combustible con altos grados de rendimiento de propulsión, aceites vegetales (en Alemania principalmente aceite de colza y girasol, en México es conocido con el sinónimo de canola), así como biodiesel para el uso en motores diesel.

Actualmente nuevos procedimientos para la generación de biocombustibles sintéticos están en etapa de desarrollo. Estos procedimientos aprovechan toda la biomasa de la planta y no solamente sus componentes de aceite o azúcar.

Finalmente cabe mencionar que no obstante se debe considerar también que con una creciente utilización de la biomasa en la explotación energética, se puede aumentar la competencia de uso entre sí, así como con relación a las áreas de uso de la biomasa en el área sustancial y de alimentación. [Informe Alemania Recursos Energético 2008]

### 1.1.10 La energía solar

La energía solar, es un tipo de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la historia, puede satisfacer todas sus necesidades, si se aprende cómo aprovechar de forma racional la radiación solar que continuamente recibe sobre el planeta.

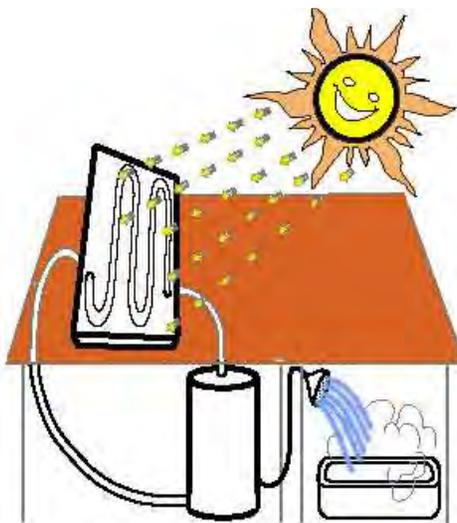
El Sol es una estrella que ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra **cuatro mil veces** más energía que la que el ser humano consume.

En Europa, en cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1,500 kilovatios-hora de energía, cifra similar a la de muchas regiones de América Central y del Sur. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

Lo que básicamente se puede obtener de la energía solar en forma de radiación es **calor y electricidad**.

El calor se logra mediante los **captadores o colectores térmicos**, tal y como se muestra en la figura 1.4.



Esquema 1.4.- Aprovechamiento de la energía solar.

La electricidad, a través de los llamados **módulos fotovoltaicos**. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción en los

hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. Incluso se puede climatizar piscinas y permitir el baño durante gran parte del año.

También, y aunque pueda parecer extraño, otra de las más prometedoras aplicaciones del calor solar es la refrigeración. En efecto, para obtener frío hace falta disponer de una «fuente cálida», la cual puede perfectamente tener su origen en unos colectores solares instalados en el tejado o azotea. En los países árabes ya funcionan a pleno rendimiento acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar.

Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y, por citar otro ejemplo, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de agua sin consumir ningún tipo de combustible.

Las «células solares», dispuestas en módulos solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento. Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes. [Muir, 1979].

### 1.1.11 Energía Eólica

La energía eólica por otra parte se refiere a aquella energía contenida en el viento, pues las masas de aire al moverse contienen energía cinética, las cuales al chocar con otros cuerpos aplican sobre ellos una fuerza.

La energía eólica, es una fuente de energía que no contamina el medio ambiente con gases ni agrava el efecto invernadero, es una valiosa alternativa frente a los combustibles no renovables como el petróleo. Otra característica de la energía producida por el viento es su infinita disponibilidad en función lineal a la superficie expuesta a su incidencia.

Se ha aprovechado esencialmente en **molinos de viento**, los cuales han permitido principalmente el bombeo de agua, la trilla y molienda de productos agrícolas y en los últimos años, generación de electricidad.

Cada zona geográfica posee distintas características de vientos, por lo tanto, para poder identificar un determinado lugar, es necesario conocer o determinar las variaciones de velocidad del viento mensuales, tener una medida de la variación del viento día a día, conocer las fluctuaciones dentro del mismo día (ej: calma por la mañana, fuerte en la tarde) y por supuesto su dirección preferente. Con estos parámetros es posible determinar el dispositivo más conveniente para el lugar, tal y como se aprecia en la figura 1.4.



*Fotografía 1.4.- Planta de generadores eólicos.*

El aprovechamiento de la energía eólica constituye una alternativa muy importante y competitiva, por lo que en la actualidad su aplicación a nivel mundial está muy difundida en las llamadas granjas o *parques eólicos*.

De esta manera se pueden reemplazar los combustibles tradicionales, sin originar contaminación ni cambios ecológicos en el ambiente.

Las ventajas de la energía eólica son muchas, tales como: protección al medio ambiente, crecimiento económico, creación de puestos de trabajo, diversidad en el suministro de energía, rápido despliegue, innovación y transferencia de tecnología. El combustible es gratis, abundante e inagotable. [Greenpeace Argentina, 2004]

### **1.1.12 La energía geotérmica**

Se denomina energía geotérmica a la que se encuentra en el interior de la tierra en forma de calor, como resultado de:

- La desintegración de elementos radiactivos.
- El calor permanente que se originó en los primeros momentos de formación del planeta.

Esta energía se manifiesta por medio de procesos geológicos como volcanes en sus fases póstumas, los géiseres que expulsan agua caliente y las aguas termales, tal y como se muestra en la figura 1.5.



Fotografía 1.5.- Energía geotérmica.

La conversión de la energía geotérmica en electricidad consiste en la utilización de un vapor, que pasa a través de una turbina que está conectada a un generador, produciendo electricidad.

El principal problema es la corrosión de las tuberías que transportan el agua caliente.

La energía geotérmica puede ser usada en:

- *Balnearios*: Aguas termales que tienen aplicaciones para la salud.
- *Calefacción y agua caliente*.
- *Electricidad*.
- *Extracción de minerales*: Se obtienen de los manantiales azufre, sal común, amoníaco, metano y ácido sulfhídrico.
- *Agricultura y acuicultura*: Para invernaderos y criaderos de peces.

Dentro de sus ventajas destaca por ser una fuente que evitaría la dependencia energética del exterior. Los residuos que produce son mínimos y ocasionan menor impacto ambiental que los originados por el petróleo, carbón.

Dentro de los inconvenientes se encuentran:

1. Emisión de ácido sulfhídrico que se detecta por su olor a huevo podrido, pero que en grandes cantidades no se percibe y es letal.
2. Emisión de CO<sub>2</sub>, con aumento de efecto invernadero.
3. Contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco, etc.
4. Contaminación térmica.
5. Deterioro del paisaje.

6. No se puede transportar. [Reyna, 1999].

## 1.2 Situación Energética en México

En la tabla 1.3 se presenta la situación energética en México hacia el año 2003 y sus perspectivas para el 2013. [Villareal, 2007 ].

Recurso Energético.	2003 PJ/AÑO	2013 PJ/AÑO
Petróleo	51.45	41
Gas Natural	32.27	40.7
Carbón	5.39	6.2
Hidro	3.08	3.4
Nuclear	1.72	2.6
Biomasa	5.18	4
Geotermia	0.93	1.1
Eólica	0.01	0.5
Minihidráulica	0	0.3
Solar	0	0.1

Como se puede apreciar de los tres energéticos básicos petróleo, gas natural y carbón; estos 2 últimos representaron más del 70% de la energía consumida en el país en el año 2003 y para el año 2013, se prevé se mantenga esta situación, ya que a pesar de la reducción en el consumo del petróleo, el del gas natural aumentaría un 26 %.

De acuerdo a los últimos estudios las reservas y la producción petrolera en México están en fase de declinación. Por lo que México podría convertirse en un país importador de petróleo; cabe mencionar que también la producción de gas asociado ha experimentado un declive.

El principal yacimiento de petróleo, (Cantarell) representa más del 50% por ciento de la producción del país y ya ha entrado en su fase de declinación.

Actualmente México importa cerca del 15 % de sus necesidades de gas natural, las proyecciones de SENER y PEMEX indican que el déficit y por tanto las importaciones, se irán ampliando con el tiempo, las importaciones provienen de los Estados Unidos, país que a su vez es deficitario e importa gas de Canadá y otras regiones del mundo, una solución parcial ha sido la producción de gas no asociado, sin embargo el resultado a la fecha de proyectos como la Cuenca de Burgos está muy por debajo de lo planeado.

México exporta petróleo en bruto en vez de convertirlo en gasolinas y otros petroquímicos de mayor valor agregado que por otra parte tiene que importar a precios muy altos, exporta del orden de 1.7 Millones de barriles de petróleo por día, al mismo tiempo importa alrededor del 45 % de las gasolinas que se consumen en el país y más del 55% de los insumos que requiere la industria petroquímica nacional.

La creciente dependencia en los hidrocarburos para la generación eléctrica y una prospectiva que señala una cada vez mayor escasez de estos, indican la urgencia de incursionar en otras formas de generación eléctrica.

Se considera que México continuará produciendo electricidad a partir de hidrocarburos por un plazo largo, sin embargo también es notable el rezago de México en otros tipos de generación, de las cuales, cada vez es más importante el compromiso del cuidado ambiental a nivel mundial, con lo que la tendencia debe ser hacia la reducción en el consumo de energéticos que producen gases nocivos, por ello México debe acelerar su avance hacia la generación eléctrica basada en otras energías tales como la eólica, la hidráulica, solar, nuclear y biomasa.

En Quintana Roo y con la finalidad de evitar afectación a nivel local ante la crisis de alimentos y el incremento de los energéticos, fue creada la Comisión de Energía del Estado, cuya función será buscar nuevas fuentes alternativas de energía para eficientar la producción de productos de consumo en el estado, así como la generación de combustibles. Se trata de un proyecto ambicioso, para el cual la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDE) tiene la función de realizar los estudios correspondientes de los proyectos para la generación de las fuentes de energías alternativas.

Quintana Roo será el segundo estado en el país que contará con una Comisión de Energía como organismo descentralizado de la secretaría correspondiente, Chiapas fue el primero. Otras 18 entidades del país cuentan con solamente direcciones que competen al área de energía.

Como parte de la creación de la Comisión de Energía del Estado de Quintana Roo, también se prevé la posibilidad de producir biodiesel a través de la siembra de productos ya probados como la palma africana y la jatropa, que son productores de aceite, pero que en una segunda fase podrían ser exportables y finalmente en una última fase producir biodiesel. [Martínez, 2008].

En la actualidad la energía eléctrica para los hoteles de las zonas costeras no cuentan con la aprobación del empresariado de dichas zonas. La mayor parte de los edificios cuentan con energías alternas, lo que les reditúa beneficios y un amplio ahorro por el alto costo que representa tener el servicio convencional.

En Quintana Roo el 90% de los hoteleros en la zona sur de Tulúm, cuenta con energías alternas, como la eólica y las celdas solares, ante el costo que significaría para ellos tener el servicio convencional de energía eléctrica, con los últimos incrementos registrados por la Comisión

Federal de electricidad, este sector en la zona no tiene la intención de solicitar que la red de energía eléctrica llegue a esta zona. [Ortegón, 2010].

En cuanto al uso de la leña en el estado ésta ha sido utilizada en la zona rural como medio de subsistencia en la elaboración de alimentos y también en la construcción de casas rústicas, sin embargo de esto último se ha comenzado a utilizar una gran cantidad de leña en hoteles de la zona maya, sin contar la cantidad de biomasa utilizada para vivienda bioclimáticas. Lo nuevo en el uso de la leña es la construcción de la “estufa rusa” en los hoteles, la cual se aplica en un diseño de edificios que tengan en cuenta los aspectos climáticos del entorno para obtener una temperatura, humedad e iluminación adecuados en el interior, estas estufas tienen muy alto rendimiento y condiciones particulares de entrega de calor a través del uso de leña. [INTA, 2010].

## Capítulo II

### Biomasa como fuente de energía

La biomasa en forma de madera, es una de las fuentes energéticas más antiguas de la humanidad, ya que se ha utilizado como portador de energía durante mucho tiempo como el material más importante para la calefacción y la cocina, hasta su reemplazo por carbón, petróleo y gas natural.

#### 2.1 Aspectos generales

La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen tanto animal como vegetal. La energía de la biomasa proviene de la energía que almacenan los seres vivos. En primer lugar, los vegetales al realizar la fotosíntesis, utilizan la energía del Sol para formar sustancias orgánicas. Después los animales incorporan y transforman esa energía al alimentarse de las plantas. Los productos de dicha transformación, que se consideran residuos, pueden ser utilizados como recurso energético.

Desde principios de la historia de la humanidad, la biomasa ha sido una fuente energética esencial para el hombre. Con la llegada de los combustibles fósiles, este recurso energético perdió importancia en el mundo industrial, pero hoy en día con la preocupación por el agotamiento de los combustibles derivados del petróleo, esta retomando importancia en el mundo entero.

En Europa, Francia es el país que mayor cantidad de biomasa consume (más de 9 millones de toneladas equivalentes de petróleo seguido de Suecia. España ocupa el cuarto lugar dentro de esta lista con 3.6 millones de toneladas. [miliarium, 2004].

Existen ciertos factores que condicionan el consumo de biomasa, dentro de los que se pueden citar:

- Factores geográficos: debido a las condiciones climáticas de la región, las cuales indicarán las necesidades de calor que requiera cada zona, y las cuales podrán ser cubiertas con biomasa.
- Factores energéticos: por la rentabilidad o no de la biomasa como recurso energético. Esto dependerá de los precios y del mercado energético en cada momento.
- Disponibilidad del recurso: este es el factor que hay que estudiar en primer lugar para determinar el acceso y la temporalidad del recurso.

La biomasa como recurso energético puede tener diferentes orígenes, y aunque se pueden hacer multitud de clasificaciones, en este trabajo se ha escogido hacer uso de la siguiente clasificación.

## 2.2 Biomasa natural

Es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana. El problema que presenta este tipo de recurso es la gestión necesaria de la adquisición y transporte del recurso al lugar de utilización. Esto puede provocar que la explotación de esta biomasa sea inviable económicamente.

### 2.2.1 Biomasa residual (seca y húmeda)

Son los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosa y herbácea), ganadería, forestales, industria maderera y agroalimentaria, entre otras y que todavía pueden ser utilizados y considerados como subproductos. Como ejemplo se puede considerar el aserrín, la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, etc.

Se denomina biomasa residual húmeda a los vertidos llamados biodegradables, es decir, las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos.

## 2.3 Cultivos energéticos

Estos cultivos se generan con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Entre estos cultivos se pueden tener:

1. Cultivos ya existentes como los cereales, oleaginosas, remolacha.
2. Lignocelulósicos forestales (chopo, sauces)
3. Lignocelulósicos herbáceos como el cardo *Cynara cardunculus*
4. Otros cultivos.



Fotografía 2.1.- Producción de biomasa

## 2.4 Problemática de la Biomasa en México

Dentro del Plan de Fomento de las Energías Renovables en México, se contempla el aumento de 6,000 kilotoneladas equivalentes de petróleo de la utilización de la biomasa como fuente energética entre 1999 y 2010. Este incremento se quiere conseguir a través de ayudas económicas e incentivos. [Monografías miliarium, 2004].

La biomasa también desempeña un papel fundamental en el metabolismo de las sociedades como proveedora de alimento para sostener a la población y por lo tanto es el flujo de materiales más importante de todos los flujos socioeconómicos [Weisz et al. 2006].

Simplemente sin la existencia de la biomasa las sociedades no podrían existir por lo que es un flujo insustituible. Ejemplos de actividades económicas basadas en la extracción de biomasa son la agricultura, la producción de alimento para ganado, la explotación forestal, la caza y la pesca.

Ciertas formas de extracción de biomasa tienen consecuencias importantes en el medio ambiente, en particular, la agricultura moderna, que además de ser la actividad humana que más compete con otras especies por la ocupación de espacio [Haberl et al. 2004], degrada los recursos naturales de los que depende, como el suelo, el agua y la diversidad genética, además de que crea una fuerte dependencia de los energéticos fósiles [Gliessman, 1998].

Las prácticas más generalizadas de la agricultura moderna, los monocultivos, la irrigación, el uso de fertilizantes inorgánicos, el control de plagas con pesticidas químicos y la manipulación genética de plantas han minado la biodiversidad de esos ecosistemas, disminuyendo su capacidad para llevar a cabo servicios ambientales vitales más allá de la sola producción de alimentos, ejemplos de tales servicios son: el reciclaje de nutrientes, la regulación del microclima y de los procesos hidrológicos, la regulación de organismos indeseables y la destoxificación de químicos nocivos [Altieri, 1999].

La única manera de mantener la producción agrícola cuando estos servicios se pierden debido a dicha *simplificación biológica* es usando cada vez más nutrientes artificiales y pesticidas lo cual implica crecientes costos ambientales y económicos.

Por otra parte, la deforestación en América Latina y el Caribe alcanza niveles alarmantes, con pérdidas de 47 millones de hectáreas de bosques y selvas en los últimos 13 años y un impacto difícil de medir en la flora, fauna y captación de agua dulce, indica el informe Perspectivas del Medio Ambiente GEO/ALC 2003, elaborado por 100 investigadores de la región. Además, trescientos trece millones de hectáreas de tierra, que antes eran cultivables, se han convertido en desiertos. Sólo en 2003 se perdieron 2,5 millones de hectáreas en la Amazonia. En México desaparecen más de 700.000 hectáreas de bosques por año; Centroamérica tiene la principal tasa de deforestación del planeta; los países andinos pierden 300.000 hectáreas de bosques por año.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO en

sus siglas en inglés), la tasa de deforestación en Brasil en la década de los 90 fue de un 0,4% anual, en Argentina de un 0,8% y en México de un 1,1%. [México (PNUMA)]

Otras estimaciones han llegado a ubicar las tasas de deforestación en cerca de 1.5 millones de hectáreas anuales. En la tabla 2.1 se plantea la deforestación en México por regiones

*Tabla 2.1 Deforestación en México por regiones*

Región	Deforestación (miles ha)
Noreste	92.3
Noroeste	96.3
Occidente	62.1
Centro	67.5
Sureste	189.8
Toral	508.0

Fuente: SEMARNAP

Como se puede observar el sureste de México es el consumidor más grande en cuanto a biomasa procedente de los bosques se refiere, duplicando prácticamente a las otras regiones.

La extracción total de biomasa en México ha crecido aproximadamente en un 46% desde los años 70's a la fecha.

Ya que mientras que en 1970 se obtuvieron 170 millones de toneladas, en el 2003 se lograron 276 millones de toneladas, siendo la producción de alimento para ganado la principal fuente de biomasa, este flujo representó en promedio el 62% de la producción total durante este periodo. El segundo flujo de biomasa más importante es la producción de alimento para el consumo humano cuya participación promedio fue de 36%. Ambos, el alimento para ganado y la producción para el consumo humano, constituyeron en promedio el 98% del total de biomasa extraída en el país. Considerando lo anterior, los tres flujos de biomasa restantes representan sólo el 3% del total. Estos son, en orden de importancia: la madera (1,3%), la biomasa no comestible (1,3%) y la biomasa animal que se compone de la pesca (0,4%).

## **2.5 El uso de la leña en México**

Como se ha mencionado anteriormente, la biomasa procedente de los bosques es una fuente energética importante en México, y dentro de los principales usos que tiene es en forma de leña como combustible para la cocina y la calefacción del hogar, que se realiza de la misma forma que hace 50 años como se muestra en la figura 2.2.



*Fotografía 2.2.- Uso de la leña*

Generalmente se quema la leña con grave desperdicio, pese a ser empresa relativamente sencilla el diseño de los aparatos más adecuados a las propiedades combustibles específicas de la madera, para obtener de ésta el máximo rendimiento calorífico. Así se ha hecho con otros combustibles sólidos, sirviendo de aliciente su escasez relativa y elevado costo, y no existe razón técnica alguna para que no se haga lo mismo con la leña.

La leña fue utilizada por alrededor de 28 millones de personas en el año 2000, según (Díaz-Jiménez, 2000). Para 1990 el 89% de la población rural utilizó leña como fuente de energía para la preparación de alimentos principalmente, ya sea como combustible único o complementándolo con gas. En el sub sector urbano el 11% de la población usó este energético para el mismo uso final, para el periodo 1960-1990 los usuarios totales de leña se incrementaron en 3.3 millones.

El uso de la leña en México presenta diferentes dinámicas regionales y comunitarias. Existe una alta concentración de los usuarios de leña en los estados de: Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán que pertenecen a la región denominada crítica por consumo de leña. Estos estados presentan el mayor número de usuarios rurales, la mayor población total usuaria de leña y la tasa de crecimiento más alta, se ubican en el centro, sur y sureste del país (Díaz-Jiménez, 2000).

La recolección de leña es una actividad de subsistencia pilar de las economías agrarias en México. Ya que es la principal fuente de energía en los hogares al cubrir el 80% de la demanda de energía en el sector rural (Maserá et al. 2005).

El consumo de leña está determinado por una diversidad de variables técnicas, económicas, ambientales, sociales y culturales. Sin embargo, el factor más determinante es la falta de recursos económicos para adoptar tecnologías y combustibles modernos (una estufa de gas, por ejemplo).

Los estudios de caso llevados a cabo en distintas regiones de México dan cuenta de un consumo per cápita que oscila entre 1,48 y 2,97 kg al día. A mayor disponibilidad de recurso, mayor es el consumo per cápita como se observa en la tabla 2.2. [Díaz, 2000]. En la tabla 1.6 se plantea el consumo per cápita por región en México

*Tabla 2.2 Consumo de Leña en México*

Zona ecológica	Consumo per cápita de leña kg/día
Templada	1.98
Trópico seco	2.47
Trópico húmedo	2.97
Semiárido	1.48
Pantanos	2.47

[Díaz, 2000]

La cantidad de leña que se recolecta para el consumo doméstico no se refleja en las estadísticas nacionales al ser recursos que no pasan por el mercado. Dicho volumen debería ser alto ya que se estima que entre el 80 y el 96% de los consumidores de leña recolectan su propia leña [FAO, 2006].

Es importante señalar que la información que los hogares reportan sobre su consumo y venta de leña están en diferentes unidades de medida, v.g. cargas, gruesas, tercios, piezas y kilogramos por lo que hubo necesidad de transformar toda la información a kilogramos.

Una vez aplicado este factor y haciendo la suma total de todas las observaciones se obtiene un dato nacional representativo. De esta manera, se calcula que para el año 2002, la extracción directa de leña para su consumo en los hogares rurales fue de aproximadamente 7 millones de toneladas. Esta cantidad resulta en 0,8 kg de consumo per cápita al día, según el más reciente censo, la población rural es de 23, 5 millones [INEGI, 2006].

En el caso de la extracción de leña, ha quedado demostrado que estos flujos, además de tener importancia como principal fuente de energía en la mayoría de los hogares rurales, representan casi el doble de la extracción nacional de madera comercial medida en toneladas.

Asimismo, es necesario mencionar que si bien dicho volumen de leña extraído resulta muy significativo, generalmente se trata de una extracción que aprovecha árboles, ramas y matorrales muertos, por lo que es un mecanismo que ayuda a la conservación de los bosques y previene los incendios, y, al contrario de lo que generalmente se supone, no es la causa de la deforestación a media y gran escala [Díaz, 2000].

## 2.6 Problemas de género

El uso de biomasa para cocinar ocasiona efectos dañinos en la salud de la familia, en especial de la mujer, y también en el medio ambiente. Las enfermedades respiratorias, cáncer de pulmón, asma, infección en los ojos, y dolor de espalda son algunas de las afecciones comunes entre mujeres que cocinan con el fogón tradicional en comunidades rurales. Como se aprecia en la siguiente fotografía.



*Fotografía 2.3.- Recolección de la leña*

Adicionalmente el uso de leña se ha convertido en un factor de deforestación que se relaciona con la erosión de suelos, la desertificación de los mismos y la degradación ambiental como se aprecia en la figura 3.5; aspectos que inciden en la disminución de la calidad de vida. Además, el consumo intensivo de leña para uso doméstico exige tiempo y sacrificios para su recolección. Esto se traduce en cansancio debido a las largas distancias por recorrer, vulnerabilidad e inseguridad para la población femenina. [Bolivia, 2007].

## 2.7 Efectos a la salud

La combustión directa de la biomasa en condiciones no controladas genera además de  $\text{CO}_2$ , una gran cantidad de partículas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, óxido nitroso, óxido de azufre (principalmente en el carbón) y monóxido de carbono (CO), todos con efectos adversos a la salud. Existe además una gran cantidad de compuestos químicos generados por la combustión de la madera. [Smith, 1987]. Como se observa en la siguiente fotografía.



Fotografía 2.4.- Aplicación de la leña

- i) Diecisiete tipos de sustancias considerados "contaminantes prioritarios". Existe evidencia de su toxicidad y juntos forman el 4.8% de las partículas.
- ii) Más de catorce compuestos carcinógenos que representan alrededor del 0.5% de las partículas.
- iii) Seis tóxicos para los cilios y agentes muco-coagulantes.
- iv) Cuatro precursores del cáncer.

Se ha descubierto también una gran cantidad de otros compuestos, Hubble *et al.*, (1982 en Smith, 1987) proporciona una lista de más de 180 sustancias "polares", 75 alifáticos y 225 hidrocarburos aromáticos. Otra característica destacable de las emisiones es su elevada acidez, el pH oscila entre 2.8 y 4.2 (Burnet *et al.*, 1986 en Smith, 1987). En el caso de las partículas, específicamente las menores a las 10 micras (PM10) y las de 2.5 micras (PM2.5) pueden penetrar a gran profundidad en los pulmones y ocasionan los mayores daños [USEPA, 1997].

Algunos autores como Smith (1987), Chen *et al.* (1990); Bruce *et al.* (2001); consideran que la contaminación interior genera un mayor riesgo de infecciones respiratorias agudas durante la infancia, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y cáncer de pulmón.

A pesar de que existe suficiente evidencia de los efectos nocivos de la combustión de biomasa a la salud humana, hasta el momento no se ha dado la atención que este tema tan importante requiere.

En las cocinas tradicionales de los países en desarrollo las concentraciones de las partículas tóxicas superan los niveles permitidos durante la preparación de alimentos que pueden llegar hasta las 30,000 microgramos/m<sup>3</sup>; mientras que los valores permitidos van de 300 a 3000 microgramos/m<sup>3</sup> en 24 horas [Smith *et al.*, 1994; McCracken y Smith, 1998; Albalak *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 1999].

Para el caso del monóxido de carbono, en los hogares que usan biomasa para cocinar se reportan valores entre 2 a 50 ppm en 24 horas, y los valores para el periodo de la cocción de alimentos se ubica entre 5 y 500 ppm. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés (EPA) reporta valores de 9 ppm o 10mg/m<sup>3</sup> en ocho horas [USEPA, 1997].

Por las condiciones adversas que predominan en las cocinas, la mayor cantidad de contaminantes se concentra en el interior de las viviendas y sus efectos a la salud dependen de factores como el tipo de emisiones, la concentración, el tiempo de exposición, y la dosis (Smith, 1987). Además influye también el historial clínico de las personas. La dosis es difícil de determinar por lo que la mayoría de estudios se han concentrado en la exposición, la cual se considera casi igual a la dosis. Sin embargo, en la práctica se mide la concentración ambiental de los contaminantes [Smith, 1987].

La exposición se refiere a la concentración de contaminantes en el ambiente durante un periodo fijo y puede medirse de manera directa mediante equipo personal o de manera indirecta combinando información de la concentración en cada microambiente en el que las personas pasan cierto tiempo, con información de las actividades que la persona realiza [Lioy, 1990].

En los países en desarrollo la población está expuesta durante periodos de tres a siete horas a niveles muy altos de contaminantes durante muchos años (Engel *et al.*, 1998). Además en los lugares fríos se observan diferentes niveles de concentración durante las 24 horas del día [Norboo *et al.*, 1991], lo cual puede resultar todavía más nocivo.

En la tabla 3.1 se muestran los principales mecanismos y los efectos que los contaminantes del humo de biomasa provocan en la población.

Tabla 2.3 Mecanismos que pueden aumentar el riesgo de enfermedades ocasionadas por el humo de biomasa.

CONTAMINANTE	EFFECTOS A CORTO PLAZO	EFFECTOS A LARGO PLAZO
Partículas inferiores a 10 micras en particular las menores a 2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agudo: irritación bronquial, inflamación.</li> <li>• Reducción de la actividad muco-ciliar.</li> <li>• Reducción de la respuesta de macrófagos e inmunidad local.</li> <li>• Reacción fibrótica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sibilancias, exacerbación del asma.</li> <li>• Infecciones respiratorias</li> <li>• Bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.</li> <li>• Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.</li> </ul>
Monóxido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unión a la hemoglobina para producir carboxihemoglobina (reducción del transporte de oxígeno a órganos clave y al feto).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiencia ponderal del recién nacido.</li> <li>• Aumento de la mortalidad perinatal.</li> </ul>
Hidrocarburos aromáticos policíclicos como el benzo(a)pireno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carcinogénesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de pulmón</li> <li>• Cáncer de la boca, tracto nasofaríngeo y laringe.</li> </ul>
Dióxido de nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La exposición aguda aumenta la reactividad bronquial.</li> <li>• La exposición a largo plazo aumenta la susceptibilidad de infecciones bacterianas y víricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sibilancias y exacerbación del asma.</li> <li>• Infecciones respiratorias</li> <li>• Reducción de la función pulmonar en niños.</li> </ul>
Dióxido de azufre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La exposición aguda aumenta la reactividad bronquial.</li> <li>• A largo plazo su efecto difícilmente se puede disociar del de las partículas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sibilancias y exacerbación del asma.</li> <li>• Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedad cardiovascular.</li> </ul>
Consideraciones del humo de biomasa incluidas sustancias aromáticas policíclicas e iones metálicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción de toxinas por el cristalino, causando oxidación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catarata</li> </ul>

## 2.8 Estufas de biogás

El biogás como combustible no explosivo. Es menos denso que el aire y por lo tanto tiende a subir. En una instalación donde se emplea biogás, es importante que la instalación esté en el exterior o si no en un sitio con ventanas o puertas siempre abiertas de donde se persiguen tres objetivos:

1. Tratar residuos, evitando posibles enfermedades por la mala gestión de residuos y excrementos.
2. Aprovechar el producto digerido para abonar los cultivos.
3. Facilitar las labores de cocina y evitar la tala de bosques.

Prácticamente cualquier materia orgánica se puede emplear para producir biogás, pero es aconsejable empezar con estiércoles o purines que son el nombre de los excrementos líquidos del cerdo. Es muy contaminante, sobre todo debido a la concentración porcina en diversos puntos) (bien mezclados con agua y si se quiere algo de yerba también).



*Fotografía 2.5.- Estufa de biogás*

En los biodigestores se debe hacer una recarga aproximadamente cada dos o tres meses. Al hacerla se deja  $\frac{1}{4}$  de la antigua biomasa, la cual se mezcla con la nueva, para acelerar el proceso. En la nueva biomasa no hace falta que sean purines y puede ser cualquier residuo vegetal. Es mejor que el material esté disuelto en agua, y en caso que este sea muy seco se puede poner agua para mejorar el desarrollo de las bacterias. [Orejarena, 2009].

Un biodigestor de desechos orgánicos es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos animales y humanos, desechos vegetales -no se incluyen cítricos ya que acidifican-) en determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

El fenómeno de biodigestión ocurre, porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal, que al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano ( $\text{CH}_4$ ) llamado biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. El resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica, (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

La principal ventaja de un Biodigestor, es que produce gas, el cual puede ser usado como combustible para cocinar, hornear y cualquier otro uso, donde una llama es necesaria. La utilización de este gas para cocinar alimentos, tiene la ventaja que los mismos no adquieren ni olor ni sabor extraño.

En lugares donde se cocina con leña, contribuye a evitar la deforestación. Ahorra mano de obra en la búsqueda y “pica” de leña y permite aprovechar los residuos de los animales, evitando los problemas de contaminación de aguas, malos olores y el criadero de moscas.

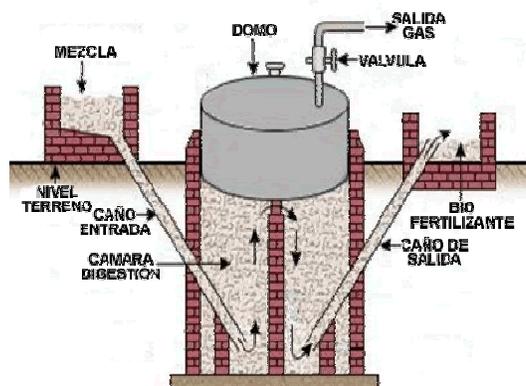
Cabe mencionar que el contenido del biodigestor, una vez que se vacía o limpia, es un buen abono orgánico, que puede ser utilizado en la producción de cultivos. El material descompuesto en forma líquida se denomina efluente y su composición química varía según el material original y puede ser aplicado a diferentes cultivos. Este efluente tiene la ventaja que no puede transmitir plagas ni enfermedades pues durante el proceso de transformación se alcanzan temperaturas que eliminan a los patógenos.

## 2.9 Biodigestores

Aun cuando existen referencias en la bibliografía especializada, de la existencia de más de 70 tipos de biodigestores, en el presente trabajo solo se ejemplifica la aplicación con base a tres tipos.

### 2.9.1 Biodigestor tipo Hindú.

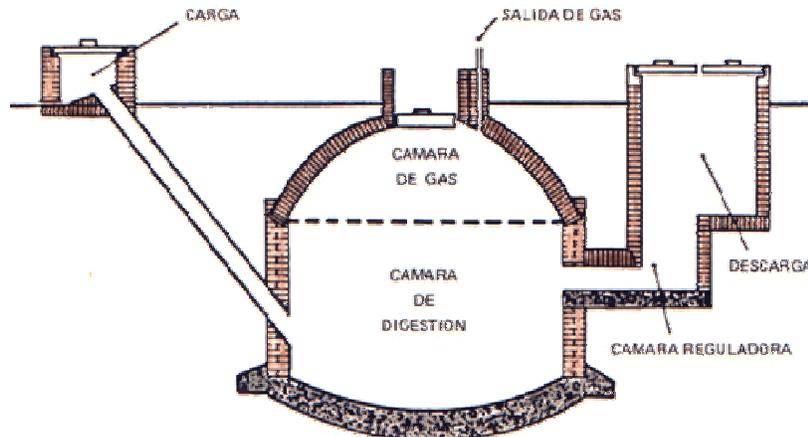
Este modelo que se puede apreciar en la figura 2.1, tiene incorporado un gasómetro directamente sobre el propio biodigestor, y consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa refuerzo en hormigón. Se entrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. La presión del gas disponible depende del peso del poseedor de gas por el área de la unidad y normalmente varía entre 4 a 8 cm de presión de agua. El reactor se alimenta semi-continuamente a través de una tubería de entrada.



Esquema 2.1.- tipo Hindú

### 2.9.2 Biodigestor tipo Chino

La característica de este modelo, que se muestra en la figura 2.2, es que no posee gasómetro, tiene una bóveda en la parte superior donde se acumula el biogás, requiere de bastante experiencia en su construcción ya que si la bóveda no está bien construida la presión del gas puede romperla, el generador está completamente construido en concreto, parecido a un aljibe (recipiente para almacenar agua de lluvia es una construcción típica del estado de Quintana Roo).

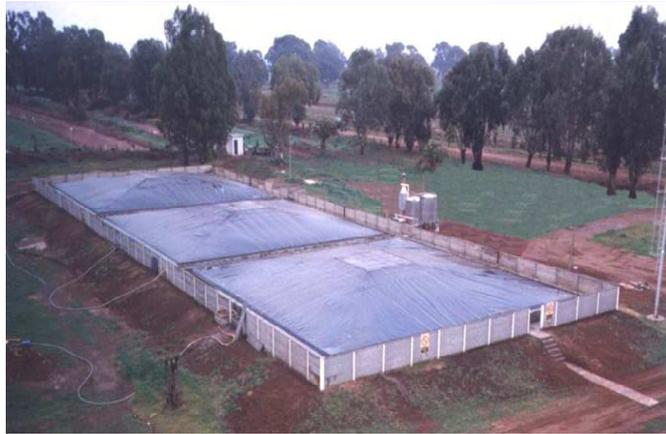


Esquema 2.2.- Tipo Chino

Estos biodigestores son prácticos ya que se coloca el excremento (usan excremento humano también) de un lado, y obtienen el abono del otro para regar el arroz, además de que de noche se alimentan los faroles a gas con el biogás producido.

### 2.9.3 Biodigestores de desplazamiento horizontal.

En este modelo puede tratar residuos cloacales de localidades que no cuenten con estos servicios de cloacas, hay un modelo sencillo y económico que puede fabricarse con un silo bolsa de los que se utilizan para guardar forrajes.



*Fotografía 2.6.- Biodigester de desplazamiento horizontal.*

Este biodigester presenta los siguientes componentes:

**Tubo de admisión:** es un tubo de plástico de 20 a 30 cm de diámetro, que debe usarse para la admisión de desechos y debe sumergirse en los residuos al menos a 15 cm de profundidad, lo cual previene el escape del metano, es necesario utilizar un pozo para limpiar el material celulítico antes de ingresar al biodigester, porque este puede obstruir con facilidad la entrada de este.

**Fermentador y bolsa de almacenamiento:** este es el principal componente del biodigester y la bolsa de almacenamiento está en la parte superior del biodigester. El tamaño del fermentador depende de la cantidad de desechos a fermentar por  $0.3 \text{ m}^3$ , pero este no debe ser muy grande, si la cantidad de desechos a tratar es elevada se pueden conectar cámaras múltiples por medio del tubo plástico este sistema posee una mayor área superficial es muy eficiente, su limitante es que puede resultar muy costoso. Es deseable que el biodigester este aislado y cuente con un dispositivo de calentamiento y de agitación. Un mecanismo bueno sería la construcción de una pared de tierra en la parte norte del biodigester para prevenir el enfriamiento a causa de los vientos, en el lado sur un colector solar simple para la calefacción esto con el fin de mantener la temperatura del fermentador constante. La bolsa de almacenamiento de gas puede incorporarse al digester o estar independiente y puede instalarse cerca de la cocina.

**Tubo del afluyente:** el diámetro del tubo debe ser de 4 a 6 pulgadas de material de plástico, este se localiza por debajo del tubo de entrada en el lado opuesto del digester, el tubo del afluyente también debe ser sumergido a 15 cm de profundidad del fermentador para prevenir el escape del gas, se debe mantener el flujo constante.

**Tubo de metano:** este tubo se ubica en la parte de la bolsa de almacenamiento de metano, este tubo debe tener 2 pulgadas de diámetro y se usa para transportar el biogás a su lugar de uso, el tubo posee una salida que esta sumergida en agua y que drena la humedad condensada.

Dispositivo de seguridad: este se utiliza para prevenir la ruptura del fermentador debido a presiones altas de la fermentación anaeróbica de los desechos. Consiste en una botella de al menos 10 cm de profundidad insertada la tubo de salida, cuando la presión del digester es mayor a la del agua, se libera el biogás.

Tubo de limpieza: el lodo que se sedimenta en el fondo del biodigestor debe ser removido cada dos años, la tubería sirve para evacuar estos lodos por mecanismos como bombeo, se pueden disponer cuando el biodigestor es muy largo de un tubo en un extremo del biodigestor y otro tubo en la mitad del mismo.

## Capítulo III

### Tecnologías de Cocción en el Medio Rural

En este capítulo se presentan diferentes cocinas mejoradas para el ahorro de leña en el medio rural.

#### 3.1 Tecnologías para el medio rural

En el medio rural, la leña sigue siendo la principal fuente de energía para cocinar, y existen varios diseños de cocinas que se pueden aplicar.

Aunque la idea de una cocina mejorada con uso de leña ya era conocida en varias partes del mundo, desde hace tiempo, los programas para la construcción de éstas empezaron en los años 70's durante la crisis de la producción de petróleo. Durante estos años, muchos programas fracasaron porque los productores se centraron en la eficiencia de la estufa, sin tener en cuenta como la gente iba a adaptarse a la nueva tecnología. Ahora el enfoque está más centrado en la utilidad de la cocina, teniendo en cuenta las costumbres de la gente y la cultura en la que se va a implementar la tecnología, por eso los programas actuales han tenido más éxito. [wick, 2004].

Algunos de los países en donde se han efectuado proyectos de esta clase son: China, India, Eritrea y Etiopía.

En América Latina, la difusión de las cocinas mejoradas esta menos extendida, siendo principalmente las organizaciones no-gubernamentales quienes trabajan en este aspecto.

Hay muchos proyectos de cocinas mejoradas y gran variedad en la forma de construirlas e implementarlas. Por ejemplo, en México, diversas organizaciones están difundiendo diseños de cocinas mejoradas por todo el país. Por ejemplo, en el estado de Oaxaca se hace la cocina con adobe, porque en esta región el adobe es más barato y más rápido. Hay otros estados en México donde han aprovechado la fabricación local de azulejos para luego ponerlos en la parte exterior de la cocina y así mantener mejor el calor, en tanto que en la huasteca potosina se usa una versión local de la cocina Lorena, una cocina hecha de una mezcla de lodo, arena y cemento. [wick, 2004].

A continuación se describen algunas de las cocinas mejoradas más importantes.

### 3.1.1 La cocina "Bruja"

Esta cocina consta de una caja rellena con material aislante que permite mantener el calor de las ollas y "terminar la cocción de los alimentos sin fuego.

Consiste de una caja de madera con tapa o una caja de cartón y rellena de papel periódico arrugado, aserrín, restos de lana bien limpios.



*Fotografía 3.-1 Cocina Bruja*

En caso de urgencia o emergencia, se puede improvisar una cocina bruja usando una caja de cartón y papel periódico arrugado, bien apretado, que se coloca al fondo de la caja y alrededor de la olla.

El secreto para el buen funcionamiento de la cocina bruja es el buen aislamiento de la olla con el relleno bien apretado y sin grietas o resquicios por donde pueda entrar aire o se escape el calor.

La cocina "bruja" es uno de estos ingenios que permite ahorrar cerca de un 70% en el consumo de gas, por lo menos cada vez que se emplee una cacerola. El aislamiento térmico mantiene durante un tiempo prolongado la temperatura de una olla con alimentos previamente hervidos.

Una cocina bruja se puede fabricar sin costo y rápidamente con elementos comunes tales como una caja de cartón grueso, de madera o de tergopol (poliestireno expandido). Se debe tener la precaución de colocar una pila de papel de diario en el fondo, donde se va a apoyar la cacerola [Revista Autosuficiencia, Argentina 2009]

### 3.1.2 Estufa Tara

La estufa modificada "Tara" ha sido utilizada al sur de Darfur y gracias al entrenamiento de los cocineros en atender el fuego, esta estufa puede ahorrar el 60% de combustible en comparación al uso de las tres piedras en forma triangular que constituyen el diseño de fogón más simple. La estufa cuesta menos de 10 dólares en Darfur, y permite ahorros de leña de hasta 160 dólares anualmente al precio de mercado los locales.



*Fotografía 3.2.- Estufa Tara*

Una de las ventajas primeras del Tara es que puede ser hecho en cantidades grandes, fácilmente distribuidas. Consiste en una hoja de acero, para el cuerpo de la estufa, acoplamiento de acero de los componentes básicos para rallar, y la barra de acero para el recipiente que sostiene los soportes.

### 3.1.3 Estufa Lorena

Esta cocina esta hecha a base de barro para tabique, arena, paja molida o recortada y aserrín, haciendo una mezcla de lodo y arena, de allí deriva su nombre como se aprecia en la figura 3.3.



*Fotografía 3.3.- Estufa Lorena*

Esta estufa ahorra el 50% de la leña que utiliza una familia campesina y además permite expulsar todo el humo hacia fuera de la casa, previniendo con esto problemas de salud con las mujeres campesinas y en general con la familia.

Como la mayor parte de las estufas mejoradas la Lorena se basa en una combinación de materiales locales y materiales pre-fabricados como: Ceniza, aserrín o viruta, tierra arcillosa, cal, arena fina, tabiques rojos y tubo y codo metálico

Aún cuando se utilizan materiales como los tabiques rojos, cal, arena fina y los tubos metálicos el precio de cada estufa no rebasa los 150 Pesos.

Estos modelos y mezclas de materiales ha sido el resultado de un proceso de trabajo entre los campesinos de la Sierra de Santa Marta desde hace ya mas de 7 años, en los que se han realizado adaptaciones, prueba de materiales, formas y diseños, en los cuales la parte central ha sido el ingenio de las y los campesinos. Un resultado de la adopción de esta ecotecnía ha sido la construcción de las estufas utilizando para su acabado, pintura para piso dándose a conocer a nivel regional como estufa lodocolor desarrollada en diseños de dos y tres hornillas.[ Hernández, 2007].

### 3.1.4 Cocina Justa

Otro proyecto que se está realizando en México es la cocina “justa”, una cocina que ha desarrollado Trees Water and People (árboles, agua y gente), y la Asociación Hondureña por el Desarrollo y el Centro de Investigación, “Aprovecho”, en Oregón; a diferencia de la cocina lorena, la cocina justa utiliza una plancha en donde se cocina.



Fotografía 3.4.- Cocina Justa

Dado que la cocina lorena no posee aislante alrededor del fuego y el cuerpo de la cocina absorbe mucho calor, se disminuye la eficiencia de la cocina y se genera más humo. En este sentido la cocina justa es aún más eficiente que la anterior por tener un espacio de combustión más pequeño y una capa de aislamiento alrededor del fuego para impedir la pérdida del calor, con este diseño es posible lograr una combustión casi completa y por lo tanto hay menos humo alrededor del fuego. [wick, j., 2004].

La cocina Justa llega a ahorrar hasta un 70% de la leña, es decir, prácticamente no hay desperdicio. El potencial de este invento es muy alto. Construir una cocina Justa tarda cuatro horas, pero sus beneficios son innumerables, la cocina Justa soluciona problemas de salud asociados al proceso de cocinar con fuego abierto en lugares cerrados.

La estufa Justa, es nombrada así en honor a Doña Justa Nuñez de Suyapa, quien es nativa de Honduras y quien ayudó en su diseño. Es una de las muchas variedades de estufas que usan la tecnología llamada el "codo de misil" inventada por el Dr. Larry Winiarski. Las son estufas sencillas que queman materia orgánica como leña, construidas con un cámara de combustión en la forma de un codo, aislada de las paredes, que producen un calor mas intenso y una combustión mas limpia que un fuego abierto, mientras que consumen menos combustible. En la estufa Justa el codo se construye de dos cilindros cerámicos hechos de una mezcla de lodo, estiércol y resina, horneada. Ceniza o piedra pómez se usa como aislante. [Wick, 2004].

### 3.1.5 Eco-stove

Otra cocina es el eco-stove que se utiliza en honduras, diseñada por Rogerio Mirando de proleña, con la ayuda de trees, water, and people y "aprovecho". La cocina eco-stove es muy parecida a la cocina justa, pero se está fabricando en grandes cantidades, que se venden e instalan en las casas, a diferencia de la justa y la lorena que se construyen directamente en la cocina, debido a que estas últimas son más pesadas y se construyen en la casa según la necesidad de cada familia. [wick, j., 2004].



*Fotografía 3.5.- Cocina Eco-stove*

En México en el estado de Oaxaca se hace la estufa con adobe, porque en esta región el adobe es más barato y más rápido. Hay otros estados en México donde han aprovechado la fabricación local de azulejos para luego ponerlos en la parte exterior de la estufa y así mantener mejor el calor.

### 3.1.6 Estufa patsari

La estufa patsari representa una alternativa para conservar los bosques y disminuir las enfermedades respiratorias en las zonas rurales.

Las mujeres de la comunidad de Las Higueras del municipio jalisciense de Tuxpan, están empleando estas estufas, y como resultado se reportan menores gastos en la compra de leña, y disminución en la generación de calor con respecto a los fogones tradicionales; y por consecuencia se han abatido los índices de enfermedades respiratorias.

La tecnología de las estufas Patsari, que en lengua purépecha significa la que guarda, en relación a que mantiene el calor, fue desarrollada por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA) y el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como una alternativa para conservar los bosques y disminuir las enfermedades respiratorias en quienes utilizan la leña como medio para cocinar como se aprecia en la figura 3.6.



*Fotografía 3.6.- Estufa Patsari*

En un fogón tradicional de tres piedras se deja escapar casi el 90 por ciento de la energía calórica que genera la leña, mientras que en las estufas patsari se aprovecha entre el 75 y el

80 por ciento de la madera, gracias a un sistema de ductos, así como al material del que está hecha, que tiene la propiedad de mantener el calor durante más tiempo.

Con esto, no únicamente se beneficia al bosque ya que se disminuye el uso de la leña, sino que también se ven beneficiados los usuarios al destinar menos dinero a la compra de este combustible y, por si fuera poco, su salud se ve menos impactada, puesto que el hollín proveniente de la combustión de la madera escapa por medio de una chimenea, con lo que las mujeres ya no inhalan el humo que se produce, y con ello las enfermedades respiratorias disminuyen considerablemente

Las estufas patsari son alternativa eficaz para resolver esta problemática y no requiere de grandes inversiones. El costo de los materiales para la construcción de cada estufa es de aproximadamente 380 Pesos, los cuales son proporcionados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y los beneficiarios ponen la mano de obra.

### 3.1.7 Estufa mari-carmen

Esta cocina se trata de un fogón hecho a base de tabiques o bloques elaborados a su vez de tierra de la región revuelta con cemento, de donde una vez hecha la mezcla se procede a realizar el cuerpo de la estufa, con sus respectivas salidas, tanto para la ollas como para la chimenea, los huecos para las ollas deben ser del diámetro igual a las mismas, para evitar fugas de energía, y dejando un espacio para una chimenea, que dirige el humo de la combustión de leña hacia el exterior del área de trabajo. La cocina una vez terminado el cuerpo de la estufa se procede a revocar las paredes.



*Fotografía 3.7.- Estufa Mari-carmen*

En esta cocina se han hecho pruebas, en donde mediante la ayuda de un sensor PT100 que consiste en colocar sobre una placa de óxido de aluminio una capa de platino de 1 mm de espesor. Un rayo láser ayuda a dar la forma en espiral a la capa de platino estructurándola e igualándola. Después se

coloca una capa de vidrio para proteger la capa de platino y de esa forma se miden las temperaturas en la zona de la 1ª olla, 2ª olla y la chimenea, con el fin de observar que temperaturas se alcanzaban y ver si se produce mucha pérdida de calor.

Dentro de los resultados obtenidos en una prueba, se observó que en la zona de la primera olla, lugar en donde se produce la combustión primaria y se alcanza la máxima temperatura, debido a que la olla entra en contacto directo con la fuente de calor, se alcanzó una temperatura de 200°C aproximadamente.

Parte del calor producido en la 1ª olla se transfiere a la segunda olla por conducción, al igual que los gases residuales que no han llegado a consumirse. En esta zona se produce la combustión secundaria de estos gases alcanzándose altas temperaturas aunque la olla no esté en contacto directo con la llama, obteniéndose así, temperaturas de 140° C y percibiéndose que el agua llegaba a su punto de ebullición en poco tiempo, aproximadamente en 5 minutos.

Por último, se puede tomar la temperatura en la chimenea con el fin de saber que pérdida de calor se produce. Se puede observar una temperatura de 63°C, y se puede concluir que existe poca pérdida de calor y que el calor es transferido a las ollas casi en su totalidad. [Monrós, 2005]

### 3.1.8 Cocina Doña Olga

La cocina Doña Olga alcanza eficiencias de 36%, con reducida emisión de gases contaminantes y ausencia de humos en el ambiente donde se cocina. Estas ventajas se deben al efecto combinado de: una cámara de combustión aislada en forma de "L" dotada de mecanismo de regulación para el ingreso de aire y parrilla donde se coloca la leña; la presencia alrededor de la olla de una chaqueta y aros selladores; el empleo de chimenea con válvula mariposa que permite el control del flujo de los gases de combustión, según se observa en la figura 3.8.



Fotografía 3.8.- Cocina Doña Olga

La ejecución del trabajo realizado, de naturaleza teórico-práctico, ha comprendido la identificación de necesidades de los usuarios y del estado de la tecnología y recursos en la zona de influencia, la definición de los factores involucrados en el proceso, la metodología de trabajo, la preparación de los protocolos y banco de pruebas, así como la realización de las pruebas experimentales obteniéndose los resultados esperados. También se realizó la evaluación técnica y prueba del prototipo con usuarios que sirvió de retroalimentación para la incorporación de mejoras al diseño original.

El trabajo también abarcó los planos de fabricación, el programa de transferencia tecnológica y el monitoreo correspondiente. [Assureira, 2007]

La Cocina Doña Olga se inició con el desarrollo de un modelo conceptual y culminó con el programa de diseminación a cargo del PRONAA. Para la fase de diseño se ha seguido la propuesta establecida por Theodorus Bussmann para cocinas de leña mejoradas en países en desarrollo.

Según esta propuesta el diseño de los componentes de la cocina -cámara de combustión, sistema de alimentación de combustible, sistema de regulación y control- deben responder a los requerimientos socio culturales de los usuarios, al combustible disponible en la zona, a los materiales existentes y a la tecnología existente para su fabricación así como a las exigencias de seguridad, salubridad y comodidad siendo la economía del combustible y el costo de fabricación de la cocina los referentes.

### **3.1.9 Estufa Túumben K'óoben**

Una estufa adecuada a las condiciones locales de Quintana Roo en el corazón del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, en cuanto a materiales, diseños, uso de leña y que a través de su línea de acción "cambio climático", U'yo'olché A.C., organización gubernamental con 10 años de experiencia en el desarrollo comunitario, emprendió proceso de validación participativa en zona, con el fin de adecuar la tecnología de las estufas ahorradoras de leña a las condiciones ambientales sociales y culturales de la Península de Yucatán.

Para lograr esta adecuación, se utilizaron estrategias: analizar el uso de los primeros prototipos construidos en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, y por otro lado organizar foros participativos para intercambiar opiniones y conocimientos. Se construyeron entonces 73 prototipos con una tecnología similar a la "Patsari" realizando en conjunto con las usuarias algunas adecuaciones, y aplicando una estrategia de seguimiento a Mediano Plazo.



*Fotografía 3.9.- Cocina Túumben K'óoben*

De forma paralela, se invitó a expertos locales, detentores del conocimiento tradicional, cocineras y todo el público interesado en participar en dos talleres participativos de desarrollo de la estufa. En el primer taller, se presentó un prototipo, y se pidió a los participantes “deconstruirlo” y sugerir mejoras. Con todo el conocimiento generado, se construyeron 4 prototipos y se aplicaron modificaciones técnicas en 10 estufas en uso en hogares de la Zona Maya de Quintana Roo.

En el segundo taller, los participantes pudieron evaluar los prototipos viéndolos en uso y con ello se pudo seleccionar los mejores elementos de cada prototipo para diseñar el modelo “Túumben K'óoben”.

### **3.1.10 Otros modelos de estufas y fogones mejorados**

Existen un sin fin de modelos de estufas y fogones mejorados como necesidades existen en todo el mundo.

En la tabla 4.1, se pueden apreciar algunos modelos de diferentes países, específicamente de Asia, todos estos modelos de estufas mejoradas son hechas con materiales de la región propias de cada país y el en el uso del combustible sobresalen la leña, paja, tallos y estiércol e incluso ramas pequeñas y hojas de árboles.

*Tabla 4.1 Modelos de cocinas rurales en diferentes países.*

<b>País, ubicación</b>	Níger zona rural	Filipinas región de Laguna	Etiopía Ambo Addis Ababa	India, Haryana Dhanawa	India comarcas rurales	Viet Nam	Karnatak Ungra El sur de la India	Banglade sh
<b>Nombre de la estufa</b>	Albarka	Estufa Guhit	Estufa Ambo (Ambo Metat)	Hara chulha	Chulha tradicional En forma de U	Estufa de 3 ollas	ASTRA OLE ASTRA chulha	Estufa doméstica para cocinar
<b>Usuarios</b>	Familias mujeres restaurantes	Hogares	Hogares mujeres zonas urbanas y rurales	Hogares rurales, mujeres	Hogares rurales, mujeres	Hogares de campesinos	Las mujeres en sus casas	En los hogares, mujeres y hombres
<b>Combustible</b>	Leña residuos agrícolas	Leña	Leña	Estiércol seco	Tallos de mostaza, leña	Paja y ramitas	Leña, estiércol seco, residuos agrícolas	Leña, ramas y ramitas/astillas, estiércol
<b>Material</b>	Piedras, tierra arcillosa mezcla con paja y estiércol de vaca.	Cemento, arena y cenizas	Barro, chimenea revocada también con barro	Barro	Barro, ladrillos, arcilla, estiércol de vaca	Ladrillos, barro y algo de cemento, metal para la rejilla	Bloques de cemento y tierra, ladrillos, barro, mortero, horno de plancha, rejilla de chapa, chimenea	Arcilla, chapa, plancha, tubo RCC
<b>Precio</b>	(1993: 1US\$= 143 FRW)	250 (1994: 1 US\$ = 26,5 P)	(1993:1 US\$ = 5,1 Birr)	no tiene valor de compra	No hay información	20.000 (1994: 1 US\$ = 10.970 D)	125 (3-ollas), 55 – 102 (2-ollas) (1993: 1 US\$ = 31,3 IR)	(\$): 12 – 16 (1994)
<b>Rendimiento</b>	(en lab) 26– 28 %	(en lab.) 18,5 %	(en lab.): 20 – 25% ,(en el terreno): 30 – 40%	No hay información	(en lab.) 5 – 12 %	(en lab.) 15 – 18 %	(en lab.) 30 – 45 %	(en lab.) 31 %
<b>Ahorro de combustible</b>	En Níger: 20–30 %. En Rwanda 25– 40 %	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	(sobre el terreno) 25 – 40 %	(sobre el terreno) 35% – 40%	(sobre el terreno) 65 %

Como se puede apreciar, el modelo varía según las necesidades y los materiales existentes en cada región, de manera tal que los casi 50 modelos faltantes de mencionar varían poco entre cada uno de ellos.

## Capítulo IV

### Tecnologías para el Medio Urbano

#### 4.1 Opciones Tecnológicas para el medio urbano

En este capítulo, se presenta una revisión sobre las tecnologías en uso actualmente para la cocción de alimentos, con un énfasis en las que se emplean en el medio rural debido a la problemática particular que este medio presenta.

Las tradicionales estufas “de butano”, han sido el principal elemento de cocción de alimentos y calefacción en las viviendas urbanas desde el los años 40 hasta los 80.

Constan de un sencillo quemador de gas en un mueble a veces con ruedas, que incorpora el propio cilindro de gas doméstico, de la que se alimentan.

Su popularidad surge de su bajo valor de compra, su tamaño práctico, su versatilidad (al desplazarse por ruedas dentro de casa) y su economía.

La principal aplicación del gas butano es la de combustible en hogares para la cocina y agua caliente, aunque no suele usarse en sistemas de calefacción, ya que no se consume en grandes cantidades debido a sus limitaciones de transporte y almacenaje, es un gas un tanto inestable desde el punto de vista de la licuefacción.

El gas butano no es adecuado para su transporte vía gasoductos ya que por su alta temperatura de licuefacción se podría condensar en las conducciones y esto provocar graves accidentes.

Pero aunque de uso muy minoritario con respecto al pasado, la estufa de butano ha sido poco a poco desplazada por estufas de las llamadas de alta eficiencia, como son los equipos eléctricos y electrónicos.

##### 4.1.1 Gas licuado

La producción y comercio de gas LP se ha caracterizado por presentar un dinamismo regional constante, derivado principalmente de una mayor disponibilidad de producción de crudo y gas natural licuado (GNL). Debido a que el gas LP es un subproducto de la producción de petróleo y gas natural, es poco factible una reducción en su producción, a pesar de menores precios con relación al crudo. Por su parte, la demanda ha tenido un comportamiento adverso representado por niveles ligeramente menores.

En 2007 la oferta mundial de gas LP presentó un crecimiento por debajo de lo esperado en Medio Oriente, originado por una menor producción por parte de Arabia Saudita y de Emiratos Árabes Unidos, misma que no fue compensada por el incremento en la producción de Irán y Qatar.

### *Norteamérica*

Norteamérica es considerada una región amplia y madura en términos de consumo mundial de gas LP. Para efectos de este análisis esta región se compone por Canadá y Estados Unidos, siendo Estados Unidos el principal demandante. El crecimiento en la demanda base en Norteamérica se ha mantenido estable por debajo del promedio mundial, sin embargo el sector petroquímico ha continuado dependiendo del gas LP como insumo, por lo que su demanda ha sido robusta.

El mercado norteamericano se caracteriza por tener suficiente capacidad para administrar su demanda ante variaciones en el precio. La infraestructura localizada en la Costa del Golfo de México cuenta con amplia capacidad de almacenamiento subterráneo, terminales marítimas con alta capacidad y una industria petroquímica fortalecida. Estos atributos permiten a la costa estadounidense del Golfo de México consumir grandes volúmenes de gas LP, aún cuando las condiciones de precios relativos no sean las adecuadas. En consecuencia, cuando la oferta mundial excede la demanda de gas LP, la costa del Golfo es el principal abastecedor de este excedente, ya que el gas LP puede procesarse como insumo petroquímico o almacenarse hasta que las condiciones de mercado, originado por el incremento en precios, se vuelvan más estables.

La demanda base de gas LP en Norteamérica tuvo un crecimiento de 0.4% anual desde el 2000. Este incremento no muestra un impacto en la demanda en términos volumétricos debido al gran tamaño del mercado que lo caracteriza.

El consumo total de gas LP se incrementó cerca de 0.15 mmbd entre 2000-2006, que para fines de comparación representó cerca del doble de la demanda de Oceanía en 2007.

El consumo de gas LP en América Latina se ha concentrado prácticamente en el sector residencial-servicios, pues 80% del consumo total lo destina a cubrir estas necesidades. México y Brasil contabilizan cerca del 60% en el consumo total de la región. Al 2007, el mercado latinoamericano alcanzó un nivel de demanda de 0.9 mmbd, cifra ligeramente superior a los niveles de 2000, representando un crecimiento promedio anual de 0.7%.

México continúa siendo el líder con el mayor consumo per cápita de gas LP para el sector residencial del mundo. Se estima que cuatro de cada cinco familias utilizan al gas LP para la cocción de alimentos. En 2007, consumió aproximadamente 0.3 mmbd de gas LP, 50% más que en Brasil. [SENER, 2008]

### 4.1.2 Cocinas de alta eficiencia

Los equipos electrodomésticos para cocción de alimentos, son muy variados, dentro de ellos las estufas de alta eficiencia energética permiten reducir el consumo de energía de una familia. Esto tiene efecto sobre la economía familiar pero su replicación incide sobre la economía nacional. Cuando se consume menos energía, se genera menor contaminación afectando en menor grado al ambiente.

Conocido también como rendimiento en términos termodinámicos es el cociente de la energía deseada entre la energía necesaria ( $\eta = \frac{|E_{deseada}|}{|E_{necesaria}|}$ )

En general, se refiere a la relación que existe entre el beneficio que una cocina entrega y lo que se debe invertir para obtener ese beneficio.

Si bien la eficiencia de una cocina proporciona una idea de cuán bien le aprovecha la energía, analizar lo que ocurre con la energía "no útil" de un proceso puede dar una visión más global al respecto.

Por lo tanto, la eficiencia de una cocina es un indicador que ayuda a tomar buenas decisiones de consumo, aunque no debe ser tomado como único factor ya que su costo puede ser elevado para cierto sector de la población doméstica.



*Fotografía 4.1.- Cocina de alta eficiencia*

### 4.1.3 Estufas eléctricas

En 1902, una década después de que Edison diera a conocer la lámpara incandescente, los inventores británicos R. E. Crompton y J. H. Dowsing patentaron la primera estufa eléctrica para uso doméstico. El nuevo aparato consistía de un alambre de alta resistencia enrollado varias veces alrededor de una placa rectangular de hierro. El alambre, que al conducir la electricidad adquiría un brillo blanco anaranjado, estaba situado en el centro de una pantalla parabólica que concentraba y difundía el calor en un haz.

Posteriormente aparecieron modelos perfeccionados de estufas eléctricas, y dos de los más notables fueron el de 1906, del inventor Albert Marsh, de Illinois (EEUU), cuyo elemento irradiante, de níquel y cromo, podía alcanzar temperaturas al rojo blanco sin fundirse; y la estufa británica de 1912, que sustituyó la pesada placa de hierro en la que se enrollaba el alambre calefactor por un elemento ligero de arcilla refractaria, con lo que se consiguió la primera estufa eléctrica portátil realmente eficaz.

Las cocinas vitrocerámicas son una de las alternativas más novedosas para ahorrar energía en el hogar. Estas poseen un cristal entre la fuente de calor utilizada y el recipiente que se quiere calentar, transmitiendo el calor de abajo hacia arriba, minimizando la pérdida de energía y otorgando mayor seguridad. Existen las cocinas vitrocerámicas eléctricas (que cuentan con una resistencia eléctrica bajo el cristal), las de gas (con quemadores en forma de panel de abeja) y las de inducción. Estas últimas son las más modernas, ya que funcionan por ondas, generando un verdadero puente magnético al entrar en contacto con el recipiente utilizado (el calor se produce por el movimiento de electrones).

Las estufas eléctricas son grandes consumidoras de electricidad, ya que por ejemplo tener una cocina eléctrica con horno, puede llegar a tener una potencia de 9000W, que es equivalente a 90 focos de 100W.

Así pocos aparatos eléctricos en un hogar consumen tanta electricidad como las cocinas. [Conae, 2004].

Las estufas eléctricas, pueden ser de gran ayuda si se utilizan solamente lo necesario. Las estufas modernas tienen dispositivos de prendido/apagado automático de acuerdo a la temperatura elegida. Esto ahorra electricidad y dinero.



*Fotografía 4.2.- Estufa eléctrica*

#### 4.1.4 Cocina vitrocerámica y de inducción

Las cocinas vitrocerámicas, son sistemas de cocción en los que hay un vidrio entre la fuente de calor y el recipiente que se quiere calentar. La llegada de la vitrocerámica ha supuesto toda una renovación en la cocina, ya que es más cómoda de limpiar y posee indicadores de calor que advierten de que las placas todavía permanecen calientes, lo que permite un ahorro de energía.

Las vitrocerámicas constituyen un sistema de cocción eficaz y preciso.

De inducción, las más utilizadas en la actualidad y las vitrocerámicas por antonomasia: son las más modernas ya que no usan ningún tipo de resistencia como fuente de calor. Consiguen cocinar los alimentos gracias a la transmisión de energía a través de un campo magnético. El calor se produce por el movimiento de los electrones (Efecto Joule), por lo tanto, solamente se pueden usar recipientes de metal (fabricados de material ferromagnético, con fondo plano, liso y grueso). El vidrio permanece frío y es más fácil de limpiar.

#### 4.1.5 Horno de microondas

La energía de microondas es un fenómeno que ocurre cuando la corriente eléctrica fluye a través de un conductor. Las microondas son una forma de radiación electromagnética que es muy similar a la luz solar y las ondas de radio. Microondas es la denominación que se le da a una parte del espectro electromagnético que se caracteriza por ser de baja energía con respecto a las demás, es decir que su radiación es de baja frecuencia. La longitud de su onda electromagnética se encuentra entre 1 mm y 10 cm. y su utilización esta más generalizada en las telecomunicaciones.

Un horno microondas es un aparato electrodoméstico que con un dispositivo llamado Magnetron, produce ondas electromagnéticas en el rango de las Microondas que generan movimiento de las moléculas de los alimentos (generalmente agua), en razón a la interacción electromagnética entre los campos magnéticos de dichas moléculas con los campos magnéticos generados por las Microondas, ello produce una "fricción" entre dichas moléculas que es lo que finalmente produce calor rápidamente. En el caso de los hornos de microondas, la frecuencia de radio-ondas utilizada es aproximadamente 2500 Megahertz (2.5 gigahertz), estas frecuencias tienen una propiedad: son absorbidas por el agua, las grasas y los azúcares, generando calor.

Se requiere de cierta precaución en la utilización del microondas, porque genera una radiación que puede afectar comunicaciones locales del hogar, afectar el funcionamiento de aparatos que utilicen la misma frecuencia, afectar el marcapasos de alguna persona o afectar el microondas mismo en caso de que se utilicen recipientes de metal o materiales como papel-aluminio que hacen rebotar las microondas contra las paredes, sin calentar el alimento.

Como muchas grandes invenciones, el horno de microondas es un producto derivado de otra tecnología. Fue durante un proyecto de investigación relacionado con el radar que Percy Spencer, un ingeniero autodidacta de la compañía Raytheon, notó algo muy inusual mientras probaba un magnetrón, a partir de allí, los avances tecnológicos y desarrollos posteriores llevaron a un horno práctico y accesible en precio para su uso en la cocina del hogar. A partir de los setentas, el público empezó a aceptarlo y a valorar sus grandes ventajas, sobre todo en el ahorro de tiempo y energía.

El tenerlo desconectado mientras no se esté usando permite evitar peligros y también ahorrar electricidad, además es recomendable usar recipientes especiales para microondas, pero también pueden utilizarse materiales como vidrio refractario, porcelana (excepto si tiene algún filo metálico en su decoración), barro, plástico, papel y cartón, por otra parte, no deben introducirse recipientes u objetos metálicos al horno, porque interfieren con la cocción y pueden dañar el horno. No deben calentarse alimentos en bolsas o recipientes cerrados, pues pueden explotar. Esto incluye a los huevos enteros, que no deben cocinarse en este tipo de horno, sino en la estufa, como los huevos tibios o duros.

Una de las grandes ventajas que ofrece el horno de microondas es la posibilidad de cocinar con muy poca grasa, preparando así alimentos más sanos. [González, 2003].

Las principales ventajas de la utilización de los microondas son:

- *Rapidez.*
- *Calentamiento selectivo*, porque calienta sólo el alimento. Esto es una diferencia respecto al horno convencional porque en éste se calienta el aire, el alimento, y el recipiente.
- *Mejor calidad del producto*, porque la aplicación del tratamiento es más corta en el tiempo.
- *Facilidad de transmisión de la energía.*
- *Control*, ya que sólo se calienta el alimento mientras está funcionando el microondas. Esto es una diferencia respecto al horno convencional porque en éste se empieza a calentar el alimento a la vez que se calienta el horno y una vez se acaba de calentar, el horno sigue emitiendo el calor acumulado en paredes y recipientes.
- *Menos espacio* para el equipo.
- *Mayor eficacia.* Entre el 50-90% de energía consumida se transforma en calor.
- *Uniformidad* en la distribución del calor hacia el alimento si:
  - El diseño del horno permite emitir ondas homogéneas.
  - El alimento tiene una composición uniforme.

Por otra parte, las principales desventajas de los microondas son:

- *Uniformidad.* Si el diseño del microondas no es adecuado o la forma del alimento no es regular, el campo eléctrico será mas intenso en algunas zonas que en otras, permitiendo la existencia de puntos fríos y calientes.
- No se producirán las reacciones de Maillard, que son aquellas reacciones responsables del pardeamiento que sufren algunos productos, como por ejemplo el pan, que le dan el color característico.
- *Sobrecalentamiento.*



*Fotografía 4.3.- Estufa eléctrica*

## Capítulo V

### Alternativa solar

En este capítulo se presenta al Sol como alternativa tecnológica en el uso de la energía que nos brinda de manera limpia y gratuita y que a través de dispositivos de captación de los rayos solares, éstos son aprovechados para la cocción de alimentos.

#### 5.1 Cocinas Solares

Un extraño antecedente de la actual oleada de la cocina solar es la historia de los denominados “*espejos quemantes*” de Arquímedes. La leyenda explica que Arquímedes, junto a un consejero del rey Hiero, consiguió hundir una flota entera de barcos romanos. Este hecho sucedió durante el sitio de Siracusa, cuando los romanos pretendían invadir la isla de Sicilia en el año 213 a.C. Para lograr esta hazaña, Arquímedes, uno de los más grandes matemáticos de la historia, junto a su ayudante construyeron algunos espejos gigantes de bronce o de cristal que, enfocados a las naves romanas, las incendiaron y hundieron (Arquímedes, 2005).

Específicamente el sol fue el medio para secar madera, heno, y otros cultivos o bien deshidratar alimentos con el objeto de preservarlos y consumirlos posteriormente en otros lugares en donde no se producían. A pesar de encontrarse en la época de los romanos en los hogares ricos, no fue hasta el siglo XVI (Buti & Perlin, 1980) cuando se fabricó el vidrio común y fue lo suficientemente barato para ser utilizado en aplicaciones de horticultura (invernaderos). En este sentido, cuando los hombres de ciencia comenzaron a estudiar este fenómeno, se dieron cuenta del enorme potencial de energía que emanaba del sol. Aplicaron el principio del efecto invernadero en lo que denominaron "trampa de calor solar" en lo que se considera como el primer intento de utilizar la energía solar para cocinar, ya que sabían de la utilización del vidrio para atrapar el calor.

Los primeros hornos solares datan de finales del siglo XVII. Fue E. W. Von Tschirnhausen quien construyó en Dresde (Alemania) un horno con un espejo cóncavo de 1,6 m de diámetro para cocer el barro para hacer cerámica y para hervir agua en los mismos recipientes de barro. Estos experimentos fueron registrados en estudios de cocina al sol y publicados en 1767 por el científico y naturalista suizo, Horace de Saussure, el cual, de esta manera, diseñó el primer colector plano para aprovechar el calor solar y experimentó el efecto físico del calentamiento mediante una caja negra con tapa de vidrio expuesta al Sol. (Energíaporsol, 2008).

Saussure descubrió que, al exponer estas cajas al Sol, la temperatura aumentaba en el interior de cada una de ellas hasta alcanzar más de 85 °C, lo cual permitía cocer fruta. Más adelante, experimentó con nuevas cajas hechas de madera y corcho negro y, en contacto con el Sol, la temperatura llegó a los 100 °C. Sin embargo, aislando el interior de la caja a base de

intercalar lana entre las paredes de la caja caliente la temperatura alcanzó los 110 °C, incluso cuando la temperatura ambiental era desfavorable. Eso le hizo cuestionarse si la radiación solar en una montaña donde el aire era más transparente podría atrapar menos calor. Para verificar su hipótesis, Saussure subió a un pico suizo y constató que, a pesar de que la temperatura exterior era de 1 °C, dentro de la caja caliente se superaban los 87 °C.

Además, cuando la temperatura ambiental alcanzaba los 6 °C, porque descendía hacia el llano, en el interior de la caja se mantenía el mismo calor. Saussure predijo: "Algún día este ingenio, que actualmente es pequeño, barato y fácil de fabricar, puede ser de gran utilidad".

Este científico había tenido una visión, a pesar de que sus experimentos quedaron en el olvido durante cerca de medio siglo (Terra,2009).

Un científico francés, Ducarla, contemporáneo de Sausser, mejoró estas cajas calientes primitivas y añadió espejos para reflejar más la luz hacia el interior. También les añadió aislamiento y utilizó cinco capas de cristal en vez de una como cubierta. Así Ducarla fue capaz de cocinar comida incluyendo carne, en tan solo una hora (Energíaporsol, 2008).

En 1774 el científico inglés Joseph Priestley, construyó un horno solar constituido por una lente de 1 metro de diámetro con la cual lograba una temperatura de 1.700 °C y así conseguía fundir el platino.

Hacia 1830 el astrónomo inglés John Fredrick Herschel, en una expedición al Cabo de Buena Esperanza en Sudáfrica, también experimentó con una caja solar, cuyas paredes estaban pintadas de negro y la tapa era de vidrio (Terra, 2009). De hecho, las motivaciones de Herschel eran más por motivos lúdicos que no científicos (cocinó un huevo duro haciendo hervir el agua con el Sol).

Auguste Mouchot fue un científico francés que vivió hasta el año de 1911, el cual escribió el primer libro sobre el tema, "*Energía solar y sus aplicaciones industriales*". Logró cocinar pan en tres horas y hasta construyó un artefacto para cocinar vegetales al vapor. En 1857 Mouchot diseñó y construyó unos aparatos para cocinar solarmente para los soldados franceses en África.

El pleno desarrollo de las cocinas solares se inicia a mediados del siglo XX durante los años cincuenta. A principios de esta década, científicos hindúes habían diseñado y construido comercialmente hornos solares y cocinas de reflectores. De esta época data la construcción de hornos solares capaces de alcanzar temperaturas sobre los 350°F utilizando la técnica de la pirámide invertida de Adams a cargo de la Doctora Mary Telkes de la Universidad de New York.

Asimismo, investigadores de Wisconsin produjeron reflectores de estufa de aluminio económicos.

Fue para ese tiempo que la Asociación para la Energía Solar Aplicada (AFASE, siglas en inglés) fue formada y realizó su primera conferencia en Phoenix, Arizona en 1955.

El “Brace Research Institute and Volunteer in Technical Assistance” (VITA) en los Estados Unidos auspició un programa de difusión de la cocina solar en países en vías de desarrollo. La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) también se involucró en ello y probó el horno solar de la Dra. Telkes y los reflectores solares de Wisconsin.

Las pruebas resultaron muy favorables, pero no hubo aceptación por los posibles usuarios, ya que se conjugaban varios aspectos: adoptar un nuevo estilo de vida; falta de dinero para adquirir las cocinas, y probablemente problemas políticos (Energíaporsol, 2008). Sin embargo, la cocina solar no adquirirá una fuerza importante hasta llegada la crisis energética de 1973. Otro gran impulso cabe atribuirlo a la convicción de las Naciones Unidas de utilizar la cocina solar como una herramienta para aligerar el sufrimiento en los campos de refugiados, producto de los conflictos bélicos en diferentes lugares del planeta (Terra, 2009).

Sam Edwin popularizó el “Solar Chef” en 1980, siendo éste el más eficiente horno doméstico (Acuña, 2006). La Asociación para la Energía Solar Aplicada luego se convirtió en la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES por sus siglas en inglés), con capítulos en muchos países (entre ellos México), incluyendo la Sociedad Americana de Energía Solar (ASES en inglés), la cual llevó a cabo su reunión anual en Denver, Colorado en 1991. Más de 1400 delegados de docenas de países extranjeros asistieron a las conferencias, las cuales incluyeron sesiones de diseño de cocinas solares, y demostraciones de éstas cocinas en uso (Energíaporsol, 2008).

En el año 1992 la asociación “Solar Cookers Internacional” promovió la Primera Conferencia Mundial sobre Cocina Solar, que reunió a investigadores y entusiastas de 18 países (Acuña, 2006).

## **5.2 Las cocinas solares en México.**

A principios de los años 50’s, Farrington Daniels y George Lof de la Universidad de Wisconsin, EE.UU., introdujeron algunas cocinas solares de concentración en zonas rurales del norte de México, en donde hubo cierta aceptación por parte de las comunidades (solarcooker 2008), pero los resultados no fueron totalmente exitosos, ya que nuevamente, la limitante fue la economía familiar y el interés de adoptar un nuevo estilo de vida (Energíaporsol, 2008).

En 1977 se lleva a cabo la I Reunión Nacional de Energía Solar, en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, en México D. F. Ahí se reúnen 40 especialistas de instituciones públicas y privadas, realizando investigación, desarrollo, fabricación y comercialización relativa a fuentes renovables de energía, decidiendo mantener un diálogo permanente y un inventario de recursos humanos dedicados a este tema. En 1980 en la IV Reunión realizada en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se formalizó la constitución de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) A. C. En la V Reunión en

1981 con sede en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, se oficializa la integración de ANES como Sección Mexicana de la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES por sus siglas en inglés) (ANES, 2009).

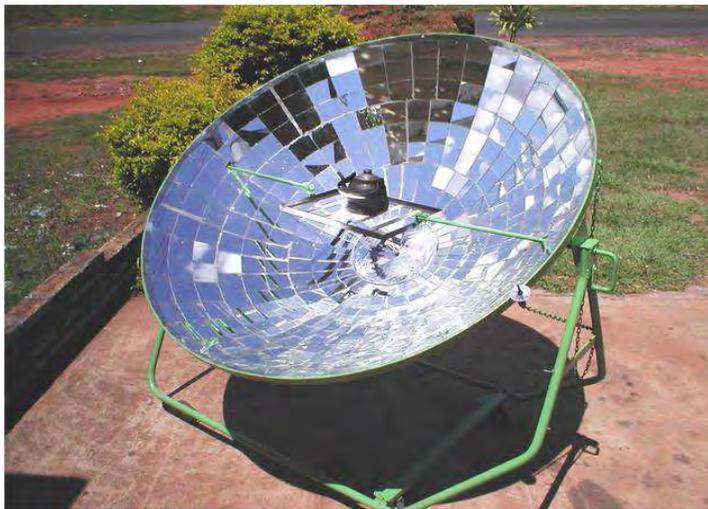
En las Reuniones Nacionales siempre se han contemplado sesiones técnicas relacionadas con el diseño y comportamiento de cocinas y estufas solares, además de las demostraciones de dichos dispositivos con platillos típicos de cada región. En este sentido, las instituciones de educación superior y centros de investigación que han destacado por su participación y aportaciones dentro y fuera de dichas Reuniones han sido entre otras: la Universidad Autónoma del Estado de México; El Centro de Investigación en Energía de la UNAM; la Universidad Autónoma Metropolitana; la Universidad de Sonora y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN.

Por otro lado, en los últimos años una mayor actividad de la cocina solar se ha instituido en México en una amplia gama de auspicios. Barby Pulliam ha llevado a cabo programas de capacitación para líderes de Girl Scouts y otros representantes de las ONG en varias ciudades y pueblos. El Club de Rotarios bajo la dirección de Wilfred Pimentel también ha realizado una serie de programas piloto en varias ciudades. Así también, una serie de misiones y otros grupos religiosos han promovido los fogones solares en diversas partes del país. Un ejemplo es la Misión Mazahua, en Atlacomulco, Estado de México, en donde se han producido alrededor de 600 cocinas.

En la Universidad Autónoma del Estado de México, el Dr. Eduardo Rincón, entre otros, desarrolló a mediados de los 90's un horno solar con concentrador multicompuesto CMC, denominado "horno tolokatsin", del cual, se fabricaron en 1997 casi 500 prototipos (figura 7), que fueron donados en el Estado de México para fines demostrativos y de difusión en albergues, escuelas primarias y para realizar prácticas escolares de aplicaciones de la energía solar en escuelas de nivel técnico (Rincón, 1997).

En la Universidad de Quintana Roo, el Cuerpo Académico de Ingeniería en Sistemas de Energía (ISE), en una de sus líneas de investigación denominada "energías renovables", ha venido desarrollando entre otras actividades desde el 2001 el diseño, construcción y caracterización de diferentes prototipos de cocinas solares de tipo caja y de concentración, con el fin de difundir las ventajas que representa el uso de estos dispositivos, en virtud de que las condiciones geográficas y socioeconómicas de la región crean un lugar propicio para su implementación (Acosta, 2005).

En este último apartado aparecen las aportaciones de las cocinas solares, donde se utiliza la energía solar de forma directa para cocinar, junto a otras aplicaciones tanto en el campo de la alimentación como fuera de él, como se observa en la figura 5.1.



*Fotografía 5.1.- Cocina de concentración solar*

Esta opción tecnológica aparece hoy día prácticamente como la única alternativa, en algunos países en vías de desarrollo, para resolver algunas de sus necesidades energéticas, pues las otras fuentes de energías presentan graves problemas de aprovisionamiento. En los países con mayores posibilidades energéticas también se ofrece como un sistema deseable de aplicar, por ofrecer una vía para avanzar en la solución de los problemas medio ambientales, nacidos a raíz de sus sistemas de hiperconsumo energético centrados en los combustibles fósiles

Cuando se habla de orientar los suministros energéticos hacia la fuente energética solar, no hay que olvidar que ésta es el origen mayoritario del aprovisionamiento energético del planeta, pues al igual que en el resto de la biosfera todos los procesos se sustentan mayoritariamente con ella. La energía gravitatoria y la energía geológica interna de nuestro planeta con ser importantes son cuantitativamente de menor alcance.

Existen dos sistemas de cocinas solares: los basados en el principio de acumulación y en él de concentración. En el primero, un recinto aislado térmicamente por todas partes, menos por la cara orientada hacia el Sol cubierta con un material transparente a la radiación solar, por lo general vidrio o plástico, nos permite recibir la energía radiante solar y almacenarla en su interior gracias al efecto invernadero. En el caso de utilizar este sistema como cocina solar se sitúa en su interior un recipiente con los alimentos a cocinar. De este modo se pueden alcanzar de 90 a 120 grados centígrados, según el modo como se haya construido esta cocina.

En el segundo caso, un sistema de concentración por lo general de naturaleza parabólica intercepta también la energía radiante solar llevándola a su zona focal. Sistemas como los de la cocina parabólica K14, para una intersección de 2 m<sup>2</sup> ofrece una potencia de 1 Kw con un rendimiento del 50 por ciento. De este modo se logra un elevado aprovechamiento térmico en

la olla donde se concentra la energía solar. En este segundo caso se alcanzan temperaturas mayores respecto a las cocinas de acumulación, como mínimo 200 grados, con ello se pueden realizar no sólo operaciones de hervir, estofar, cocer al vapor, sino además freír y asar.

Cada una de estos dos sistemas posee sus ventajas e inconvenientes. Así, si bien la cocina de acumulación (llamada también horno solar) no alcanza las temperaturas tan altas logradas en las de concentración, no obstante facilita una cocción más suave y por ello nunca presenta el peligro de que se quemen los alimentos. A su vez, no necesita tanto cuidado en mantener una correcta orientación en la dirección del Sol.

En el caso de las cocina de concentración el manejo es muy parecido al que existe en cualquier otro sistema de cocinar, donde un recipiente con alimentos se someta a la acción de un aporte térmico, sea éste a través de la combustión de leña, gas, petróleo, o un sistema eléctrico. Indudablemente presenta la necesidad de enfocar la radiación solar eficazmente y evitar deslumbramientos indeseados.

En el caso de las cocina de acumulación se ha de cuidar la calidad de la superficie transparente a la radiación solar, y de la superficie aislante restante, evitando perder calor del recinto no sólo por fugas en su estructura, sino también por excesivas acciones de abrirla. En algunas circunstancias, puede ser aconsejable complementar la radiación solar incidente con la ayuda de una superficie reflectante auxiliar. Al no necesitar una tan cuidadosa orientación hacia el Sol, permite ausentarse del lugar durante el proceso de cocción. Así mismo, por la naturaleza de temperaturas manejadas no tan elevadas no presenta peligro, como ya se ha comentado, de quemarse los alimentos, ni otros objetos circundantes. [García, 2007].

Las cocinas solares se dividen en tres tipos:

*De concentración.* Se basan en concentración de la radiación solar en un punto, típicamente a través de un reflector parabólico. En dicho punto se coloca la olla que cocinará los alimentos. Generan altas temperaturas y permiten freír alimentos o hervir agua. Son particularmente peligrosas al usuario si no se tiene cuidado y si no usas el tipo de protección debe ser necesario.

*Horno o caja.* El horno o caja solar es una caja térmicamente aislada, diseñada para capturar la energía solar y mantener caliente su interior. Los materiales generalmente son de baja conducción de calor, lo que reduce el riesgo de quemaduras a los usuarios y evita la posibilidad de incendio tanto de la cocina como en el lugar en el que se utiliza. Además los alimentos no se queman ni se pasan conservando así su sabor y valor nutritivo.

*Cocinas de embudo:* Recientemente introducidas como una combinación de las cocinas parabólicas y de caja. Más económicas y seguras.

En cuanto a sus ventajas en primer lugar ofrece un sistema simplificado de cocinar con un total ahorro de dinero, al no necesitar ningún aporte de combustible u otra fuente de energía que no sea la solar directa libre y gratuita Todo ello va acompañado de otras múltiples

ventajas como son: mayor seguridad en la operación de cocinar y calidad nutricional de los alimentos cocinados. Pues al no manejar fuego, no se generan humos ni dióxido de carbono, y así se mejoran las condiciones medio ambientales tanto locales como generales. A su vez, en las cocinas de acumulación (hornos solares o cajas solares) permiten una cocción de los alimentos con un mayor mantenimiento de sus contenidos nutricionales. También en estas últimas cocinas se permite una mayor disponibilidad de tiempo, pues no es necesario estar todo el tiempo al cuidado del equipo de cocción de los alimentos.

El uso de estufa, horno o cocina solar también trae grandes beneficios para la salud. El 80% de las enfermedades en el mundo se esparcen a través del agua contaminada. Calentar el agua a 60° destruye los organismos infecciosos, dicha temperatura es fácilmente alcanzada con las cocinas o estufas solares.

#### Ventajas en materia de salud

Las enfermedades respiratorias son la causa de millones de muertes de niños al año. La gran mayoría de estas situaciones se da en los países en vías de desarrollo como resultado del aire contaminado en el interior de los hogares, provocado por los hornos y estufas sin la correcta ventilación. Este problema podría reducirse enormemente si se utiliza una estufa solar o un horno solar., los cuales son completamente libres de humo y es una de las soluciones para evitar el uso excesivo de hidrocarburos y demás sustancias contaminantes.

Sus desventajas son por ejemplo:

- Se requiere mucho tiempo para cocinar (3 o más horas)
- Se requiere una temperatura elevada, ya que la temperatura que puede alcanzar una cocina solar de caja o una de panel depende principalmente del número y tamaño de reflectores usados. Una cocina solar tipo Kerr-Cole (o también llamada caja) puede alcanzar los 150° C (300° F) que es la temperatura a la que se suelen cocinar los alimentos.
- Se depende de las condiciones del tiempo para poder cocinar. No es posible en invierno con días nublados o con lluvia, es decir no funcionan cuando el cielo está nublado. Como el sol se mueve hay que reorientar la cocina hacia el sol cada 20 minutos (algunos modelos tienen sistemas automáticos de orientación). El método típico de concentrar los rayos del sol en la cazuela es usar chapas reflectoras colocadas formando una parábola (al estilo de las antenas de TV por satélite).

En el mundo las cocinas solares han sido utilizadas en diversas partes de Europa, India y México, aunque hoy este tipo de tecnología parecen ser sólo bocetos de lo que se utilizará en los próximos 20 años, es muy importante conocer y comenzar a utilizar estas herramientas que, además de propiciar nuevas formas de vida, ayuda a la conservación del medio ambiente. Tal es el caso de las ollas solares que desde hace 12 años viene desarrollando y promoviendo en diversas partes del orbe.

En México las estufas solares han sido utilizadas poco a poco en diferentes estados como por ejemplo en el estado de Hidalgo, las ollas de este tipo se utilizan para crear miel de Maguey y en Oaxaca se han utilizado unas muy pequeñas que pueden realizarse con papel y otras enormes que pueden alimentar a miles de personas, y otras de dos tipos: las ollas solares que asemejan un comal y otras que funcionan a través del vapor de agua y en algunos años se pretende trabajar con vendedores de alimentos ambulantes, la idea es proporcionarles, según sus necesidades, una olla que les permita cocinar con la energía solar, lo cual les permitiría ahorrar en el consumo de gas. Aunque la idea suena prometedora, una de las principales limitantes de este proyecto es el espacio que se destinaría a las ollas, ya que son de gran tamaño y se necesitarían espacios grandes para su instalación.

Por otro lado, cabe señalar que en nuestro país la utilización de ollas solares ha sido promovida por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, en México existen cerca de 10 mil ollas de este tipo. Lamentablemente es escaso el apoyo que las instituciones gubernamentales destina a proyectos como esto, sin embargo, por otro lado existen otro tipo de organizaciones que en pro de la naturaleza, busca el desarrollo de tecnologías como estas.

## Capítulo VI

### Comentarios finales

Es algo inevitable la escasez de energía a nivel mundial, lo cual plantea un duro desafío, los tiempos de crisis se han adelantado, lo cual se refleja en los precios más altos de la energía. Este problema afecta a más de 6.000 millones de personas, y además está provocando un cambio climático de dimensiones extraordinarias.

Si de hidrocarburos se trata, definitivamente la dependencia del ser humano hacia ellos está cada vez más condicionada por su ya anunciada y probada escasez.

Al hacer conciencia de esta problemática mundial, es necesario compenetrarse cada vez más a la diversificación de la energía a través del mejoramiento de las tecnologías existentes, además que, se tendría la capacidad de integrar nuevas mejoras a las mismas para beneficio de quienes viven marginados de estas debido a sus escasos recursos económicos.

A través de las tecnologías para la cocción de los alimentos como se ha expuesto, básicamente con las cocinas mejoradas, es posible reducir en gran medida el consumo excesivo de biomasa, y a través del uso de cocinas solares y de biogás se reduciría también el consumo de hidrocarburos, coadyuvando así en beneficio tanto de las clases sociales desprotegidas como del medio ambiente.

## Referencias Bibliográficas.

1. Crisis global de la energía y retos para enfrentar el cambio climático  
Hugo Alfredo Torres Muro, 2009.
2. XIX Congreso Mundial del Petróleo, Club Español de la Energía, 2008.
3. Pensamiento Crítico; Energía y Consumo, Igor Villarreal, 2007.
4. Combatir el cambio climático no es un lujo para México, La Jornada, 2007.
5. El gas, nuevo protagonista del panorama energético mundial, The New York Times, 2006.
6. Programa Universitario de Energía, Gerardo Bazán Navarrete, Esperanza Nava Palma, 2005.
7. El panorama del petróleo en México, Guadalupe Rosas Suárez, 2007.
8. Concamin, 2009
9. Estrategia nacional de energía, Sener, 2010.
10. Miliarium Aureum, S.L2001, 2004.
11. Instituto de Ecología Política, Santiago de Chile, 2009.
12. Biomasa como combustible, Pilar Manzanares, 2002.
13. Investigaciones Geográficas, Verónica Guerra-Susana Ochoa, UNAM 2006.
14. Cambio climático: Crisis global de la energía y retos para enfrentar el cambio climático. Hugo Alfredo Torres Muro, 2009.
15. REVISTA DE LA RED IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA, (ISSN 13902776), 2006.
16. “¿A qué tendríais que renunciar si se acabase el petróleo?”, Antonio G. Campero Flores, Huelva, España, 2009.
17. “Se busca combustible para cocinar”, *Lázaro Raúl González, Cuba 2001.*
18. Libro electrónico: Ciencias de la tierra y del medio ambiente, Petróleo y Gas natural, 1998.
19. Ciencia y de calidad de vida, Colegio Pio IX - Institución Salesiana, Capital Federal, Alejandro González, 2004.
20. Impacto social por la utilización del biogás en un semi-internado de primaria, R. Chao, R. Sosa, J. Del Río y A. Pérez. Instituto de Investigaciones Porcinas La Habana, Cuba, 2004.

21. Biodiversity indicators need greater investment , unep.org, 2009.
22. Seminario internacional cocinas, Bolivia, 2007.
23. Energías Renovables: Fortalecimiento de capacidades en planificación y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible, Hugo Torres Muro, Carlos Polo Bravo, 2009.
24. Consultoría para la determinación de las pérdidas de energía en los mercados de comercialización presentes en el sin y definición de criterios para la evaluación de planes de reducción y/o mantenimiento de pérdidas de energía. Documento IEB-469-07-06, Itagüí, de 2008.
25. La electricidad, En La redes del tiempo, La electricidad, Conti González Báez, 2008.
26. Horno de microondas, Alberto H. Picerno, 2009.
27. El uso energético de los hogares en España M. Ezquerro - Madrid , 2007.
28. Autosuficiencia: Cocina bruja, 2007.
29. BioEnergy: Improved Biomass Cooking Stoves, Evan Haigler, 2008.
30. Artículo: Construcción estufa Lorena, Lucio Daniel Tehuitzil Valencia, 2006.
31. La problemática de la contaminación interna en los hogares rurales en México, y sus efectos en la salud, Zulima García Hernández, 2007.
32. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo en México, 2006.
33. Estufas mejoradas: mejorar la vida, la salud y el medio ambiente, Solomon Rodd de SEDEPAC e Isabel Vann de AFSC, 2004.
34. PROCODES, 2007, 2008.
35. “Doña Olga”: cocina mejorada para comedores rurales del Perú, Estela Assureira, 2007.
36. A Visual Guide to Building The Estufa Justa, Jim Wilmes, 2009.
37. Ingeniería Ambiental, Oscar Bartomeu Orozco, España, 2010.
38. La cocina solar: *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales* ,Universidad de Barcelona, 2002.
39. BioEnergy Lists: Cocinas y Estufas Mejoradas, Tom miles, 2006.
40. Estado del arte de la cocina solar, Bárbara Knudson, 2004.  
Eso es todo