

*Instituto Superior Minero Metalúrgico de
Moa*

*Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad Metalurgia-Electromecánica*

*Trabajo de diploma presentado en opción al título de
Ingeniero Eléctrico*

Título: Diseño y construcción de una cocina solar.

Diplomante: Katherine Viñals Góngora

Tutor: Ing. Daniel Mendiola Ellis

Moa 2017

Declaración de Autoridad

Yo: Katherine Viñals Góngora

Autor de este Trabajo de Diploma certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, y hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente a Ing. Daniel Mendiola Ellis

Firma del Tutor.

Firma del Diplomante.

Pensamiento



"Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: La voluntad."

Albert Einstein

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Marbelis y Héctor por el apoyo que me han brindado durante la carrera, a mi hermano, a mis compañeros de aula y a todos mis amigos.

A todas aquellas personas que de una forma u otra posibilitaron su realización.

Y de forma especial a mis abuelos Audina y Reynaldo que me inculcaron desde pequeña el estudio y así lograr ser una profesional.

Agradecimientos

A mi familia, por el amor y apoyo de siempre.

A la familia de mi pareja que siempre estuvo presente en todo.

A mi pareja por todo el amor, la paciencia en los momentos más difíciles.

Agradecer especialmente al tutor Daniel Mendiola Ellis por toda su ayuda y cooperación durante la realización de este trabajo.

A los profesores del ISMMM por su disposición ante el desarrollo del presente trabajo.

A todos los que de una forma u otra han formado parte de la realización de este trabajo y de mi vida profesional.

A mis amigos que incondicionalmente me ofrecieron su apoyo:

Muchas Gracias.

Resumen

Con el conocimiento de los principios básicos de la energía solar, transferencia de calor y el acceso a materiales simples, como cartón, papel de aluminio y vidrio, se pueden construir varios modelos de cocinas y otros artefactos solares eficaces.

En líneas generales, el trabajo se basa en la divulgación, en sectores de bajos recursos económicos y en multiplicadores sociales, de los principios básicos de diseño de las cocinas solares y de la identificación de materiales comunes que pueden utilizarse en su construcción, haciendo hincapié, además, en la autoconstrucción por parte de los potenciales usuarios, para lo cual se los capacita, evitando así etapas de intermediación y comercialización.

Las crisis energéticas generalizadas y el encarecimiento gradual del acceso a fuentes convencionales, dejando de ser alcanzables para una gran franja social, obligan a optimizar los recursos técnicos e intelectuales.

Además, la enseñanza y divulgación de las cocinas solares sería una solución a las problemáticas de zonas rurales y de sectores sociales cuyos habitantes no tienen recursos para acceder a las fuentes energéticas tradicionales.

Hemos emprendido esta tarea porque estamos convencidos de que la buena formación científica, el promover la búsqueda de fenómenos en la vida cotidiana y las aplicaciones sencillas de leyes y principios son los que capacitan al niño y al joven para que puedan crear soluciones particulares frente a las necesidades y situaciones que se presentan en cada lugar, en cada oficio, trabajo o profesión.

Además, consideramos fundamental valorar e ir integrando el uso de energías alternativas en la vida de cada uno, para disminuir de esta manera el impacto medioambiental global producido.

Summary

With the knowledge of the basic principles of solar energy, heat transfer and access to simple materials such as cardboard, aluminum foil and glass, one can build several models of solar cookers and other devices effective.

Broadly, the work is based on the disclosure in areas of low economic and social multiplier of the basic principles of design of solar cookers, the identification of common materials that can be used in their construction, further emphasizing the car construction on the part of potential users, which trains them to avoid brokerage and marketing stages.

The generalized energy crisis and the gradual increase in access to conventional sources, no longer attainable to a wide range social, require to optimize the technical and intellectual resources.

Moreover, by teaching and dissemination of solar cookers would be a solution to the problems of rural and social sectors, whose inhabitants have no access to traditional energy sources.

We have undertaken this task because we are convinced that good science education, promoting the pursuit of phenomena in everyday life and simple applications of laws and principles, is what enables children and young people to create solutions, compared to needs and situations that arise at each location in each trade, occupation or profession.

Furthermore we consider it essential to assess and integrate the use of alternative energy in everyone's life, in this way to reduce the overall environmental impact occurred.

Índice

Introducción General	10
Capítulo 1: Marco teórico	13
1.1 Introducción al capítulo 1:	13
1.1.2 Energía solar	13
1.1.3 Potencia del sol	14
1.1.5 Irradiancia	15
1.1.6 Irradiación	15
1.2 Cocinas solares	15
1.2.1 Clasificación de las cocinas solares	17
1.2.2 Tipos de cocinas solares	18
1.2.3 Uso en el mundo	25
1.2.4 Uso en Cuba	25
1.2.5 Impacto socioambiental	26
1.2.6 Materiales para la construcción de una cocina solar	27
Capítulo 2: Métodos de construcción de las cocinas solares	28
2.1 Introducción al capítulo 2:	28
2.2 Cocina solar parabólica	28
2.2.1 Tipos de cocina solar parabólica	28
2.2.2 Partes principales de una cocina solar parabólica	30
2.2.3 Captación de calor mediante principio de la parábola	30
2.2.4 Ecuación característica de la parábola	33
2.2.5 Funcionamiento de la cocinas solar parabólica	35
2.3 Diseño de la cocina solar parabólica	37
2.3.1 Requerimiento de diseño	38
2.3.2 Propuesta de diseño	38
2.3.3 Cálculos teóricos	39

2.3.4 Construcción de la cocina solar parabólica	39
2.3.5 Ventajas y desventajas de las cocinas solares parabólica.....	40
2.3.6 Comparación de cocinas solares teniendo en cuenta:	41
Capítulo 3: Pasos constructivos para una cocina solar parabólica.....	42
3.1 Introducción al capítulo 3	42
3.2 Descripción de la cocina solar parabólica.....	42
3.3 Diseño de la estructura de la base de la cocina	43
3.3.1 Dimensiones del soporte:.....	43
3.3.2 Colector	43
3.3.3 Pasos para la construcción	46
3.3 Experimentación con la cocina solar teniendo en cuenta:	47
3.4 Valoración medio ambiental.....	48
3.5 Pruebas de la cocina solar.....	48
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	55
Recomendaciones para el uso de la cocina.....	56
Bibliografía	57
Anexos	58

Introducción General

Ya desde hace algunos años, se hace más patente la necesidad de buscar fuentes energéticas que no supongan un deterioro para el medio ambiente, hoy más que nunca, las energías renovables se están convirtiendo en un requisito indispensable en nuestra sociedad. Por este motivo, se encuentran en pleno desarrollo tanto en la investigación como en la implantación y uso para la vida cotidiana. Actualmente existen diversos tipos de energías renovables dependiendo de las fuentes naturales a partir de las cuales se obtiene la energía a utilizar. La generalización del uso de estas energías en distintos entornos, plantea la necesidad de conseguir soluciones de bajo coste, bajo consumo y altas prestaciones. La más importante debido a su fácil adquisición es la energía solar.

Las formas de aprovechamiento de la energía solar se pueden dividir en:

- ❖ Directas: fotovoltaica o térmica
- ❖ indirectas: eólica o biomasa

En cualquiera de los casos se enfrenta el inconveniente requerido de estudios y acopio de datos debido al número de horas de aprovechamiento, los factores climatológicos impactantes y la eficiencia de conversión de los materiales que captan la energía incidente.

El estudio y acopio de datos asociado a las horas de aprovechamiento se expresa mediante modelos de naturaleza estadística o estocástica, i.e estimadores o predictores; también mediante modelos analíticos aproximados de los sensores y captadores, así como agregados que asumen las funciones de conversión, almacenamiento o transferencia. Los datos se incorporan desde las entradas, pero también se necesitan referencias debidas a los procesos de salida; tomando que la energía solar puede ser aprovechada por transformación, incidencia, convección o reflexión.

Los factores climatológicos refuerzan la presencia de modelos estocásticos y conducen a la obtención de acotamientos y formas de complementación desde el punto de vista de ingeniería.

Debe destacarse que la selección de materiales para convertir la luz solar combinados con el procesamiento de datos implica la aparición de criterios tanto ingenieriles, económicos o ergonómicos.

Todo lo anterior indica espacios de investigación científica y técnica, búsqueda de soluciones de ingeniería y formulación de criterios para la satisfacción de compromisos de índole económica o social, que pueden relacionarse con:

- ❖ Creación de dispositivos
- ❖ Diseño de formas de conversión
- ❖ Selección de materiales
- ❖ Evaluación de comportamientos
- ❖ Estudios proponentes de sistemas de control, almacenamiento y transferencia energética

También con aplicaciones en:

- ❖ Comunicaciones
- ❖ Dispositivos sociales
- ❖ Medioambiente
- ❖ Dispositivos técnicos incidentes sobre aspectos de la sociedad y medioambientales.

De especial interés tenemos:

- ❖ Los sistemas para producir bienes y servicios, e.g. riego solar;
- ❖ Los aparatos facilitadores y propiciadores de confort, dígame cocinas solares o acondicionadores;
- ❖ Los sistemas o redes de generación y distribución de energía fotoeléctrica
- ❖ Las aplicaciones que acarreen de formas combinatorias, tales como un hogar o las comunidades.

En nuestros tiempos la cocción en cocina solar es de gran interés porque la alimentación es una de las necesidades vitales y esto hace que se gaste mucha energía, esto hace que sea siempre necesario el consumo de energía y en muchos casos se pierda, lo cual es irreversible en el caso de energía fósil, no así en el caso de energía renovable que es en su gran mayoría limpia y no contaminante para el medio ambiente.

Estas presuponen ventajas puesto que son amigables con el medio ambiente, fomentan el uso de energías renovables, se economiza dinero utilizado en la cocción de alimentos. Debe marcarse o denotarse que son prácticamente la única opción en países con escasos recursos energéticos.

Problema

No se tiene referencia del comportamiento de las cocinas solares que permita su fabricación o reproducción en Cuba.

Hipótesis

Si se realiza una propuesta constructiva de una cocina solar, se obtendrá una referencia para ser viable un modelo que pueda reproducirse o fabricarse industrial o comercialmente.

Objetivo general

Propuesta de diseño constructivo de una cocina solar.

Objetivos específicos

Proponer un diseño con especificaciones para el plan turquino o semejante.

Establecer bases para construir el prototipo de diseño.

Tareas

- ❖ Selección y evaluación de materiales.
- ❖ Dimensionado de un prototipo.
- ❖ Experimentación y mediciones sobre la propuesta constructiva.

Capítulo 1: Marco teórico

En el primer capítulo de este trabajo se estudiará la energía solar y las cocinas solares, ya que es de mucha importancia tener un conocimiento básico de la energía solar y su comportamiento, para establecer de forma correcta un diseño de cocina solar que sea eficiente.

1.1 Introducción al capítulo 1:

Este trabajo está dirigido a sustituir de forma parcial el uso de combustibles fósiles para la cocción de alimentos por medio de la utilización de la energía solar térmica en la cual se transforma la energía radiante del sol en energía térmica, y de este modo contribuir con el medio ambiente y con la salud de las personas que usan estos tipos de combustibles para la preparación de sus alimentos. Esta opción tecnológica aparece hoy en 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.

1.1.2 Energía solar

La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo. En la actualidad, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica.[1]

Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.

Las diferentes tecnologías solares se clasifican en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios con ventilación natural.

La energía solar térmica o energía termosolar consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede aprovecharse para cocinar alimentos o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y, a partir de ella, de energía eléctrica. Adicionalmente puede emplearse para alimentar una máquina de refrigeración por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

Los colectores de energía solar térmica están clasificados como colectores de baja, media y alta temperatura. Los colectores de baja temperatura generalmente son placas planas usadas para calentar agua. Los colectores de temperatura media también usualmente son placas planas usadas para calentar agua o aire para usos residenciales o comerciales. Los colectores de alta temperatura concentran la luz solar usando espejos o lentes y generalmente son usados para la producción de energía eléctrica. La energía solar térmica es diferente y mucho más eficiente que la energía solar fotovoltaica, la que convierte la energía solar directamente en electricidad.

1.1.3 Potencia del sol

La potencia solar que recibe el planeta Tierra (fuera de la atmósfera) es cerca de 173×10^{12} kW o una energía de 15×10^{17} kWh por año. Al atravesar la atmósfera, cerca de 53% de esta radiación es reflejada y absorbida por el nitrógeno, oxígeno, ozono, dióxido de carbono, vapor de agua, polvo y las nubes. Por lo tanto al pasar estas radiación por una distancia de 150 millones de km, se reduce esta cantidad y el final planeta recibe energía promedio a 3×10^{17} kWh al año, equivalente a 4000 veces el consumo del mundo entero en un año (7×10^{13} kWh/año), lo cual nos indica la enorme potencia del Sol.[1]

Además de aprovecharla, de manera natural (vientos, evaporación de los mares para energía hidroeléctrica, fotosíntesis para la producción de biomasa, gradiente térmico de los mares) la energía solar se puede convertir en energía calórica y energía eléctrica, y por lo tanto puede usarse para todos los usos donde se puede funcionar cualquier otra fuente convencional de energía.

1.1.5 Irradiancia

Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética, es la potencia incidente, en el área de la superficie en que incide la onda. En unidades del sistema internacional se mide en W/m². [2] **Equation Section 1**

$$I = \frac{P_{inc}}{A_s} \quad (1.1)$$

I: irradiancia

P_{inc}: es la potencia incidente

A_s: es el área de la superficie en que incide la onda

1.1.6 Irradiación

Es la cantidad de energía de irradiación que incide sobre una cierta superficie durante cierto tiempo y por unidad de área, representada por la integral de la irradiancia o densidad de flujo de energía de radiación que recibe la superficie en un intervalo de tiempo dado, intervalo que en general puede ser por una hora o un día.

La irradiación se expresa generalmente en Mega Joules por metro cuadrado (MJ/m²) para el intervalo de tiempo dado.

1.2 Cocinas solares

Buena parte de nuestros alimentos necesitan una preparación previa culinaria, no sólo por razones gastronómicas, sino también para facilitar su digestibilidad y seguridad alimentaria. Así, la mayoría de los hidratos de carbono y de las proteínas sólo tras un tratamiento térmico llegan a adecuarse a las posibilidades de asimilación del organismo humano. Desde los albores del género humano, las artes culinarias han facilitado esta labor de elaboración previa de los alimentos a su ingesta. La energía térmica suministrada por la combustión de la leña ha sido hasta muy recientemente, la forma mayoritaria de aportar esta energía y aún lo es para unos 2500 millones de seres humanos en la actualidad.[3] Esto corresponde a una media de consumo de 360 Kg. de leña per cápita al año, pues se da un rendimiento muy bajo en su utilización (5%). Tales necesidades de madera son ya insostenibles en distintos lugares del planeta, estableciéndose un déficit de 1.000 millones de metros cúbicos de madera anualmente. Junto a todo ello se le añaden desastrosos problemas medio ambientales en el transcurso de su aprovisionamiento. El recurrir

a otras fuentes energéticas, como la de los combustibles fósiles acarrearía a su vez, en el caso de ser posible, nuevos problemas ambientales.

Las cocinas solares se presentan como la solución idónea para estos problemas, que ofrecen otros campos de utilización, siempre con el carácter favorable tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Las cocinas solares ofrecen 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 utilizar 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 es posible ausentarse del lugar durante el proceso de cocción de los alimentos. Por otro lado, las cocinas parabólicas son muy eficientes y no requieren de mucho mantenimiento.[4]

Principio de funcionamiento de las cocinas solares. Todas las cocinas solares, como su propio nombre indica, tienen un denominador común, y que es el uso de la radiación solar para ayudar a los alimentos a alcanzar altas temperaturas de cocción.

Dentro de la familia de las cocinas solares, la clasificación que se utiliza divide a estos dispositivos en tres grandes grupos y que son los tres principales modelos de cocina que están actualmente más desarrollados y en mayor uso. Estos modelos, son la cocina CookIt, el horno solar y la cocina parabólica. A su vez, estos tres grupos se ven diferenciados por otros factores que no son ni su diseño ni los materiales utilizados en su construcción, y que es la forma que tienen de captar y transformar la radiación procedente del Sol en energía suficiente para el calentamiento y la cocción de alimentos.

La forma de captación de calor de los hornos solares y las cocinas parabólicas son diferentes, el horno solar capta calor medio de la acumulación de radiación infrarroja y las cocinas parabólicas captan el calor por medio de la concentración de la luz directa en un punto.

1.2.1 Clasificación de las cocinas solares

Cocinas solares de acumulación: la acumulación dentro de un horno solar también va a ser conocida como “efecto invernadero”, y es que al igual que ocurre con la superficie terrestre, la entrada de los rayos solares en la cavidad del horno a través del cristal y la acumulación (de ahí su nombre) de los mismos va a provocar que la temperatura en su interior vaya en aumento. La luz pasa fácilmente a través del cristal e incide sobre los materiales que se encuentran en su interior, la olla y las paredes. Por este motivo, por la incidencia directa de los rayos solares sobre estas superficies, que es recomendable que sean siempre de color negro, ya que como generalmente se sabe y está demostrado, el color negro es un absorbente, y este tono va a ayudar a captar y mantener mayor radiación. El aumento de temperatura hace que toda esta energía absorbida por los metales del interior pase a ser energía calorífica, la cual va a presentar mayor longitud de onda. Esta transformación de sus características hace que la onda que entra sea distinta a la onda que es emitida al exterior, y al tener distinta longitud de onda, ésta ya no puede atravesar directamente el cristal por el que entró, por lo que se acumula en el interior del horno (de igual forma que pasa en el planeta con la emisión de gases de efecto invernadero y el impedimento de la Capa de Ozono a dejarles pasar).

Cocinas solares de concentración: son diferentes a las de acumulación, su principio de funcionamiento va a ser lo que se conoce como concentración de ondas. El principio se basa en la concentración de los rayos solares en un punto determinado, mediante una superficie curva, la reunión de los rayos producirá una temperatura alta ya que el calor de muchos rayos reunidos se sumará y concentrarán en ese punto. Todas las ondas procedentes del Sol llevan, de forma natural (si no se ven alteradas por factores externos) una misma dirección de propagación. Es al incidir sobre objetos o superficies cuando la dirección de estos rayos se ve alterada y reflejada en diferentes direcciones a la natural. Si se utiliza una superficie curvada, conocida como parabólica, y se forra su interior de material reflectante (papel aluminio, láminas de aluminio pulidas, espejos de vidrio o algún papel de acabado de espejo), se puede predecir cuál va a ser la dirección de propagación de las ondas que incidan sobre la superficie anteriormente descrita. El ángulo que describen las ondas reflejadas va a variar en función de la zona de incidencia sobre la superficie cóncava, existiendo un punto común, llamado foco de la parábola, donde coincidan todas ellas.

Cocinas solares de convención: las moléculas del aire entran y salen de la caja a través de las rendijas. Las moléculas del aire calentadas dentro de una caja solar escapan, en primer lugar a través de las rendijas alrededor de la tapa superior, por un lado de la puerta de la cocina abierta, o imperfecciones en la construcción. El aire frío de fuera de la caja también entra a través de estas aberturas.

1.2.2 Tipos de cocinas solares

Los tipos de cocinas solares que nos podemos encontrar en la actualidad van a presentar un amplio abanico de posibilidades donde poder elegir. Presentan formas muy diversas en función de los fabricantes y precios muy variables, siempre en función de la complejidad de la cocina y de los materiales que queramos elegir. Aunque encontremos esta gran variedad de modelos y formas, todos tienen un denominador común y siempre van a estar encuadrados en tres grupos. Estos grupos van a estar clasificados por su funcionabilidad, o mejor dicho, por su principio de funcionamiento.

Los tres grupos van a ser los encargados de clasificar los diferentes aparatos de cocción en cocinas de acumulación u hornos de caja, cocinas de concentración o parabólicas y las cocinas de panel, más conocidas por nosotros por la denominación “CookIt”.

Los tres grupos anteriormente nombrados se ven diferenciados, no sólo por el nombre o por el principio de utilización de la energía que obtienen del Sol, sino por sus formas características que, en cada caso, ayudan a construcción del propio usuario de su aparato de cocina. Gracias a esta característica de facilidad de construcción (que suele llevar de la mano la facilidad de uso y adquisición de sus propios materiales) hacen de algunos de estos aparatos cocinas más desarrolladas y populares a nivel mundial.

La facilidad de uso, almacenamiento, transporte o incluso peligrosidad (aunque en todas ellas es baja, hay diferencias entre las mismas) van a ser otros factores desencadenantes de su uso en determinados medios, poblaciones o zonas geográficas.

Otro de los parámetros más característicos de estas cocinas va a ser los tiempos de cocción.

Los alimentos van a necesitar tiempo y temperatura para estar preparados. La temperatura que alcancemos tiene que ser la necesaria, según se muestra en la

figura 1, para que dichos alimentos estén libres de microbios y su consumo sea seguro.

Por este motivo, todas las cocinas solares, por muy rudimentarias que sean, tienen que llegar siempre al intervalo de temperatura óptimo y seguro.

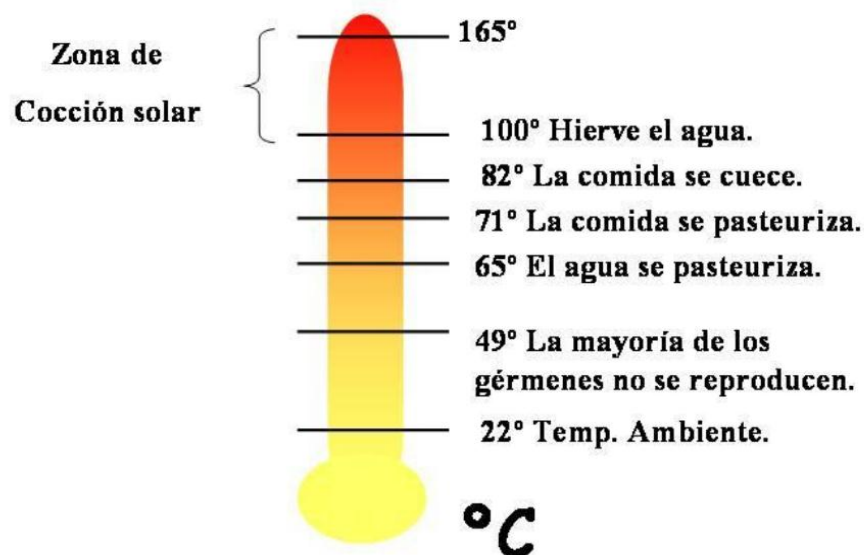


Figura 1. Temperaturas de la cocina solar

Horno solar

Como se ha comentado anteriormente, los hornos solares van a utilizar el principio de acumulación de los rayos solares que llegan hasta él mismo para convertirlos, en la cavidad interior, en energía calorífica, también son llamados cocina solar de caja por su forma. Este tipo de cocina depende del conocido "efecto invernadero", en donde el vidrio transparente permite el paso de la radiación solar de onda más corta al interior del horno, pero es opaco a la mayoría de la radiación de longitud de onda más larga procedentes de los objetos que se calientan en el interior. Partes principales de un horno solar:

En la figura 2 se puede ver las partes principales de un horno solar las cuales son:

- ❖ Tapadera o ventana de vidrio o plástico transparente
- ❖ Caja de madera que es parte de la estructura
- ❖ Fondo del horno que tiene que ser de metal y de color negro
- ❖ Aislamiento térmico que recubre los lados del horno en su interior.

Los reflectores de espejo u otro material reflejante no son indispensables en un horno solar, pero ayudan a aumentar la temperatura del horno ya que los

reflectores captan rayos solares dirigiéndolos al interior del horno solar, pasando por el vidrio y por tal motivo aumenta la temperatura en el interior. Los reflectores en un horno solar son alternativos, pero al utilizarlos aumentan la eficiencia del horno solar.

Se pueden utilizar reflectores como accesorios que pueden quitarse y ponerse para aumentar la temperatura en el interior del horno solo cuando se desee aumentarla.

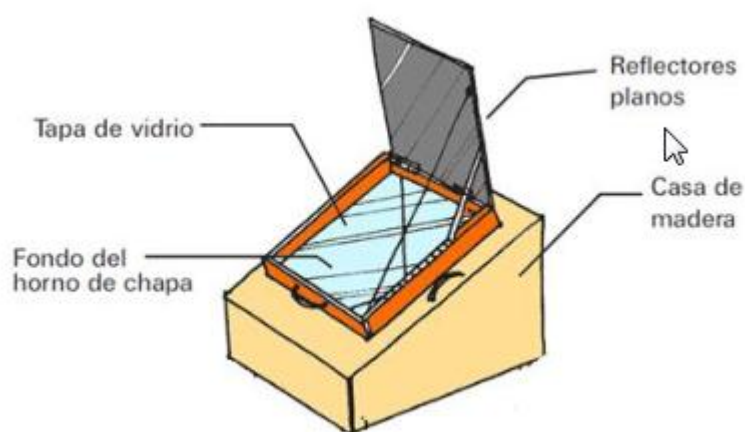


Figura 2. Horno solar tipo caja

Para la correcta construcción de un horno solar se tiene que tener en cuenta la necesidad de minimizar al máximo las pérdidas. Por esta razón, las paredes de los hornos solares se ven recubiertas por material aislante.

Aquellos materiales que se prefieran utilizar como aislantes tienen que tener unas propiedades mínimas para poder aguantar las temperaturas que se alcanzan en el interior de la cocina, unos 80 °C aproximadamente. Al igual pasa con el material que recubrirá la parte por la que pasa la radiación directa y reflejada al interior. La única condición que debe cumplir, como es normal, es que sea transparente para dejar pasar las ondas solares, pero se puede utilizar tanto vidrio como plástico. Teniendo en cuenta que la estructura base de un horno no puede variar mucho, van a ser estos materiales los que fijen el nivel de dificultad de construcción de la cocina o el precio final al que puede llegar su construcción. Se puede pasar desde lo más básico como pueden ser paredes de cartón, aislante como la lana y una superficie de plástico que tape la cocina, hasta toda clase de mejoras que se puedan imaginar; aislantes de mayor rendimiento como algunos polímeros o espumas, tapa de vidrio herméticas o más paneles reflectantes alrededor de cada

una de las aristas del cubo. El propósito básico de una cocina solar es calentar, cocinar comida, purificar el agua y esterilizar instrumentos, por mencionar unos pocos. Una cocina solar cuece porque el interior de la caja se ha calentado por la energía del Sol. La luz solar, tanto directa como reflejada, entra en la caja solar a través de la parte superior de cristal o de plástico. Calienta el interior siendo la energía absorbida por la plancha negra y cocina lo que hay dentro de las ollas. Este calor en el interior causa que la temperatura dentro de la cocina solar aumente hasta que el calor que se pierda de la cocina sea igual al aumento del calor solar. Se alcanzan fácilmente temperaturas suficientes para cocinar comida y pasteurizar agua. La transmisión del calor asociada a la energía del Sol se da a través del aire en diversas longitudes de onda, una de las cuales es la infrarroja y que, por absorción, es captada de forma diferente según el material. Los cuerpos pueden absorber, reflejar o transmitir la radiación a través de ellos. Los vidrios y los plásticos transparentes permiten en gran medida que la radiación solar los atraviese. En cambio, el resto de los cuerpos, en general, absorben una parte de la radiación y la otra la reflejan. Se puede decir que el color que caracteriza a los diferentes cuerpos es una magnitud determinante de su correspondiente capacidad para reflejar la radiación solar. Los objetos negros absorben toda la luz solar, mientras que los blancos la reflejan casi toda. Esta capacidad de reflexión de la radiación solar es lo que genéricamente se conoce como albedo. En términos generales, el albedo del planeta Tierra, por ejemplo, es de 0,37, es decir, que refleja en el espacio un 37% de la luz que recibe del Sol.

Cocina de panel. COOKIT

Este tipo de cocinas van a constituir la forma más simple de cocinar con la ayuda del Sol. Más simple desde el punto de vista de su construcción y uso, pues en ella si que no es necesario invertir apenas tiempo ni dinero. Cartón y papel reflectante (normalmente papel de aluminio), en eso se resume la estructura de estas cocinas. Como se muestra en la figura 3.

Su poco peso y facilidad de plegado hacen de ella un objeto que es muy fácil de guardar y transportar. Su principio de funcionamiento, lejos de estar encasillado únicamente en acumulación o concentración de la radiación solar incidente, va a utilizar ambos principios para poder trabajar.

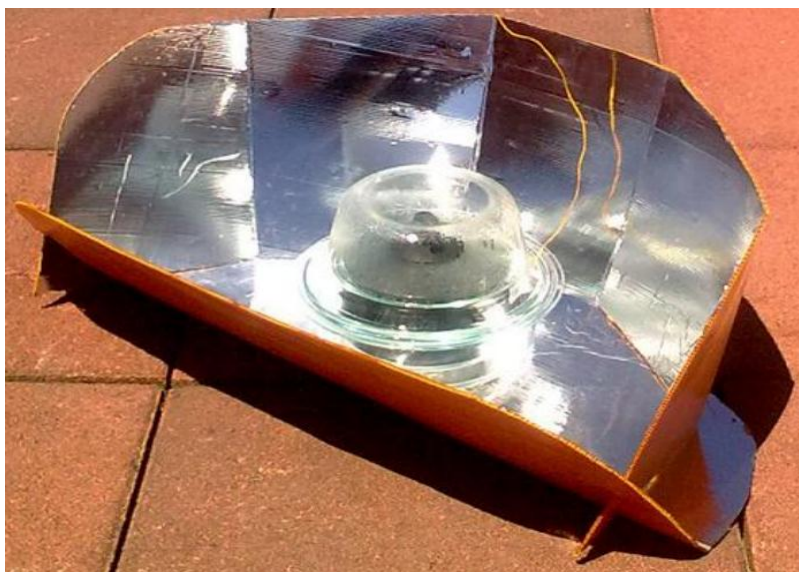


Figura 3. Cocina solar CookIt

La concentración de los rayos es fácil ver a simple vista, puesto que las paredes inclinadas desarrollan dicho fin, pero la acumulación del calor no se da únicamente con la estructura que presenta la cocina. A la hora de cocinar vamos a necesitar dispositivos de retención de calor, tales como bolsas de plástico (lo más básico y fácil de encontrar) o, como se ve en la imagen anterior, dos ojos de lavadora colocados de forma opuesta entre ellos. En el interior de estos dispositivos se introducirán los recipientes con los alimentos que necesitemos cocinar, y así, al funcionar como acumuladores de calor, las pérdidas serán mucho menores y los tiempos de cocción se reducirán.

Las CookIt, comparadas con los hornos solares, presentan tiempos de cocción aún más lentos; y aunque es cierto que alcanzan temperaturas de hasta los 100 °C (más que suficientes para obtener alimentos bien cocinados), estas tardan mucho en ser alcanzadas.

Cocina solar parabólica

Estos dispositivos emplean técnicas de concentración de la radiación solar en un punto, con la finalidad de incrementar la temperatura y lograr la cocción de alimentos y evaporación de fluidos.

Una parábola con algún material reflejante y la exponemos al sol tendremos la característica de redireccionar todos los rayos que incidan sobre ésta y, mandarlos hacia el punto llamado foco, donde se concentrara la mayor cantidad de radiación.

De estas cocinas haremos una valoración más detallada más adelante.

Cocina Devos o Primrose

Este modelo de cocina, sólo con verlo a simple vista, se sabe que va a utilizar el mismo principio de funcionamiento que las cocinas solares parabólicas, la concentración de rayos. Estos rayos incidentes van a incidir sobre una superficie cóncava que va a reflejar todos ellos a un mismo punto común denominado foco.

Pero, aunque este funcionamiento sea tan parecido, no se puede asociar ambas cocinas en un mismo grupo, puesto que la estructura de la cocina Divos o Primrose (ambos términos hacen referencia a la misma cocina) poco tiene que ver.

Como se podrá observar en la figura 4, la principal variación respecto a lo que se había visto hasta ahora es la introducción de una mesa a modo de mueble de cocina. En la parte superior de la misma hay un agujero, en donde se introduce el recipiente de cocción y sobre donde se van a concentrar la reflexión de los rayos solares incidentes sobre la placa, ese es el foco.



Figura 4. Cocina mixta DEVOS

Al incidir el mismo sobre la parte inferior de la cocina, hay que tener cuidado a la hora de retirar el recipiente, puesto que el foco de la radiación puede pasar a incidir sobre la propia persona. Al utilizar únicamente el principio de concentración, el hecho de orientar continuamente el panel de la cocina se hace indispensable para que ésta funcione de manera eficiente.

Al igual que las cocinas parabólicas, estos dispositivos permiten alcanzar temperaturas muy altas, suficientes para cocinar cualquier tipo de alimento, en un corto periodo de tiempo. Si se sigue comparando, este tipo de cocinas son bastante

más seguras que la mayoría de las parabólicas a la hora de cocinar, puesto que, como se puede observar, su estabilidad es muy alta debido a la estructura de la mesa. Pero su construcción y, sobre todo, su almacenamiento se hace un poco más difíciles al resto de las cocinas vistas hasta ahora.

Secadores solares

Los secadores solares, a diferencia de las cocinas solares, no van a proporcionar ningún tipo de alimento cocinado, sin embargo, sí que va a resultar muy importante en la alimentación de la gente que utiliza estos dispositivos. El hecho de secar los alimentos permite que éstos se conserven de forma correcta con el fin de poder ser consumidos en meses venideros, evitando que se pudran y se tengan que desechar. Los secadores solares se desarrollan para que la tarea del secado de alimentos sea rápida y segura, ayudándose de la radiación solar incidente sobre su cristal y al incremento de calor que tiene lugar en su interior.

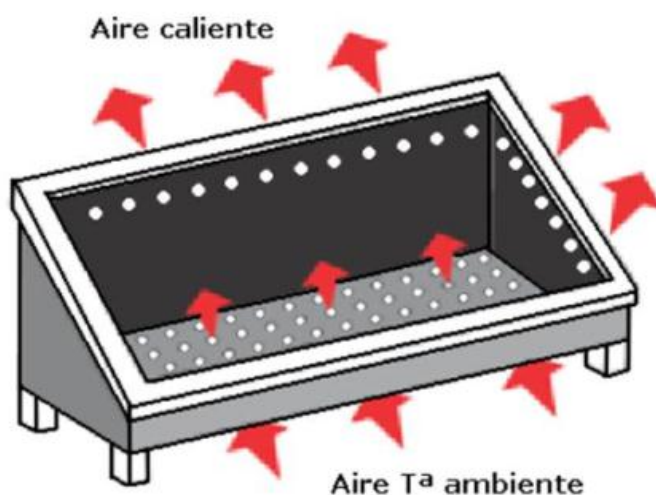


Figura 5. Secaderos solares

Como se ve en la figura 5, su estructura se asemeja mucho a un horno solar como los vistos hasta ahora, pero a diferencia de estos dispositivos, lo que interesa de los secadores es que el aire circule en el interior de la cavidad. El aire a temperatura ambiente entra por la parte inferior del secador, y una vez en su interior, al incidir la radiación solar, este aire se calienta y asciende hasta la parte superior de la cavidad, donde están las zonas de salida de este aire caliente. Todo este ciclo de aire cálido y seco va a proporcionar que la humedad que presente cualquier alimento colocado en su interior se evapore de los mismos y pase al aire que se dirige al exterior de los secadores.

1.2.3 Uso en el mundo

En las regiones tropicales, en España, al norte de Chile y en el sur de los Estados Unidos se puede cocinar todo el año dependiendo del tiempo. En áreas como Canadá, se puede cocinar siempre que esté raso excepto los tres meses fríos del año. Hay estudios serios que dicen que hay unas 100 000 cocinas solares en uso solo en China e India. Hay proyectos de cocinas solares en todos los países del mundo. La cocina solar comunal más grande del mundo se encuentra en Abu Road, India y está ubicada en las instalaciones de la sede central de la Academia Mundial Brama Kumaris y funciona satisfactoriamente desde 1999. Hay que decir que es una instalación híbrida, ya que dispone de un sistema de gasoil de apoyo que hace fiable al sistema bajo todas las condiciones climáticas. Está constituida por seis unidades con 14 concentradores parabólicos Scheffler, cada uno con 10 m² de área de superficie de reflector y 3,5 kW de potencia.

A pesar de que las cocinas solares son muy buenas, no son ampliamente usadas porque la gente no tiene conocimiento de la posibilidad de cocinar con el sol. Los proyectos que más se han extendido han sido los que han desarrollados en los sitios más necesitados, en los que el clima ha sido el idóneo y donde los promotores han profundizado más.

A causa de una excesiva publicación de los defectos de estos mecanismos y de sus desventajas, en algunos proyectos de desarrollo de los años 60, muchos aún creían que la cocina solar no era factible.

1.2.4 Uso en Cuba

Uno de los aspectos importantes para determinar la conveniencia del uso de los equipos solares, es el conocimiento de las características de la radiación solar en el lugar, tanto su variación diaria como horaria.

Como se sabe, la intensidad de la radiación solar en Cuba tiene un valor considerable entre 900 y 1 000 W por metro cuadrado (W/m²) cuando incide perpendicularmente sobre una superficie, lo que significa un promedio aproximado de 400 W/m² sobre la superficie de la tierra y más de 5 kW/h al día por metro cuadrado, como valor promedio anual.

Además, la variación de un lugar a otro del país no es significativa, debido a su posición geográfica, alargada de este a oeste y entre los 20 o y 23 o de latitud norte.

Tampoco es tan significativa la variación entre el verano y el invierno como en otros países, por lo que en Cuba se puede utilizar la radiación solar en cualquier lugar y en cualquier época del año.

Sin embargo, a diferencia de los países continentales secos, la nubosidad en Cuba es muy alta, debido principalmente a los mares que la rodean.

Esto hace que la radiación solar sea muy intermitente o, mejor dicho, variable en intensidad, como puede apreciarse en el gráfico de radiación solar de un día típico en Cuba, en el que se nota una tendencia a una curva regular que corresponde a la radiación directa y caídas bruscas que obedecen a la presencia de nubes.

La radiación difusa tiene un valor promedio mayor de 40 %. La cantidad promedio de días nublados por mes es mayor que 10, aunque es difícil encontrar un día que no salga el Sol aunque sea por un momento.

Las horas de mayor insolación son de 10 a.m. a 2 p.m. hora solar, esto es, aproximadamente, de 10:30 a.m. a 2:30 p.m. en La Habana (11:30 a.m. a 3:30 p.m. hora de verano) y de 10 a.m. a 2 p.m. en Santiago de Cuba (11 a.m. a 3 p.m. horario de verano). El clima cubano está acompañado también por una alta humedad y frecuentes lluvias en los meses de mayo a octubre.

Estas características de la radiación solar en Cuba permiten una ventajosa utilización de esta fuente energética en equipos que aprovechen tanto la radiación difusa como la directa y que acumulen la energía, tales como los calentadores, los secadores y los sistemas fotovoltaicos para producir electricidad, pero no así en equipos que no tengan acumulación y trabajen con la radiación directa, como es el caso de las cocinas solares.

1.2.5 Impacto socioambiental

El alarmante ritmo que sigue la explotación masiva de recursos naturales hace que, al día de hoy, el mayor problema al que se enfrentan los países en desarrollo sea avanzado deterioro y escasez de medios energéticos y la falta de alternativas renovables.

Ante toda esta situación límite, la opinión generalizada de utilizar energías alternativas renovables lleva a mirar al Sol, uno de los focos energéticos más potentes y menos aprovechado. En muchos países en desarrollo existen programas energéticos, los cuales van impulsando al propio país.

Estos proyectos que se van desarrollando son una herramienta para ayudar en la introducción de dispositivos de energía solar a las pequeñas zonas rurales, Estos dispositivos son los que se pueden hacer con materiales locales a costa de poco o ningún gasto y que la gente pueda entender de forma fácil, y que beneficie enormemente a la población local en estas regiones.

La energía procedente del Sol predomina en todo el mundo, es inagotable Cuba tiene como privilegio de contar con días soleados la mayor parte del año, y no hace falta almacenarla ni transportarla, es por ello que es la mejor alternativa.

Tanto los hornos solares como los destiladores solares son formas de bajo costo capaces de proporcionar agua limpia y sana, libre de parásitos, ya que la pasteurización del agua se puede lograr a partir de 65 °C y la de los alimentos en general en torno a los 80 – 85°C. Todo esto mejora la salud de todos aquellos que utilizan estos dispositivos, pero no sólo la salud se ve mejorada, sino la calidad de vida. Los beneficios que se han mencionado anteriormente, tanto para la salud como los beneficios ambientales, han hecho de las cocinas solares unas alternativas atractivas y reales en áreas desfavorecidas del mundo. Los proyectos humanitarios han introducido las cocinas solares en Darfur, Malí, Kenia y Tanzania en África y la India, Vietnam y Nepal en Asia. Y ahora se piensa porque no introducirlas.

Por tal motivo las cocinas solares son un instrumento que ayudara a los cubanos a cuidar del medio ambiente y también de la economía familiar. En un hogar se ahorraría dinero mensual si utilizara una cocina solar para preparar un tiempo de comida o dos. Y se podrían evitar enfermedades si se utilizara para la pasteurización de agua.

1.2.6 Materiales para la construcción de una cocina solar

- ❖ Materiales para la estructura
- ❖ Aisladores
- ❖ Materiales reflectantes
- ❖ Materiales transparentes
- ❖ Materiales con resistencia a la humedad

Capítulo 2: Métodos de construcción de las cocinas solares

2.1 Introducción al capítulo 2:

En este capítulo se expondrá la correcta construcción de una cocina solar parabólica, teniendo en cuenta bien delimitadas las mediciones para su mejor elaboración. También se plantea el sistema de ecuaciones que permitió dimensionar este prototipo.

2.2 Cocina solar parabólica

Este tipo de cocinas es fácilmente reconocible por su diseño característico, totalmente diferente del que se ha visto hasta este momento. La denominación que recibe esta cocina hace honor a la forma que presenta, una parábola.[5]

Es la que más atrae el interés de muchas personas alrededor del mundo debido a su rendimiento excepcional de dicho dispositivo es su gran semejanza a las más que conocidas antenas parabólicas que se encargan de captar la señal de televisión. Esta forma que toma la cocina solar no es coincidencia, ya que, al igual que estas antenas, la forma parabólica permite captar la mayor parte de ondas incidentes y que estas sean concentradas en un mismo punto común, que es denominado como foco.

La cocina solar parabólica se aleja de la visión que hasta ahora habían mostrado los otros dos grupos principales, la Cookit y el horno. Este modelo, de mayor tamaño y menos manejable, compensa cualquiera de sus defectos con su alto rendimiento térmico frente a cualquier cocina a iguales condiciones térmicas.

Este alto rendimiento se lo van a dar varios factores, como es la amplia área de superficie de captación que presenta, el alto factor de reflexión de los materiales que la recubren y, por encima de todo, la concentración de los rayos incidentes.

2.2.1 Tipos de cocina solar parabólica

Existen gran variedad de modelos, por un lado, se tienen las cocinas solares comerciales y las versiones caseras construidas a partir de diseños y materiales diversos.

Una clasificación útil, para elegir un modelo para comprar o construir, es en función de la geometría de la superficie parabólica de su reflector. De esta manera se encuentran dos grandes grupos:

1. Cocinas con superficie parabólica de foco expuesto.

2. Cocinas con superficie parabólica de foco profundo

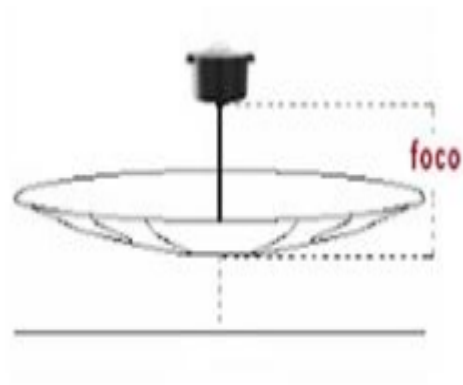


Figura 6. Superficie parabólica de foco expuesto

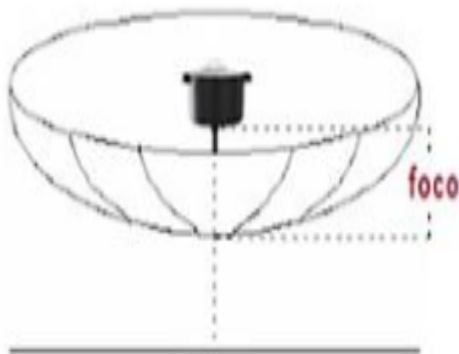


Figura 7 .Superficie parabólica de foco profundo

2.2.2 Partes principales de una cocina solar parabólica

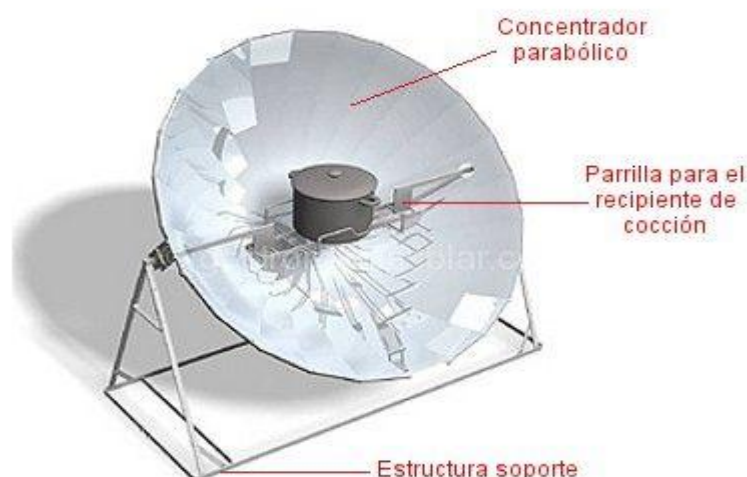


Figura 8. Partes de una cocina solar parabólica

- ❖ Parrilla para el recipiente de cocción o soporte: De diversas formas y tamaños, según el modelo de cocina, su función es ubicar de forma segura y estable el recipiente de cocción (olla, cazuela, sartén, plancha) en el foco de la superficie parabólica.
- ❖ Concentrador parabólico: En cuyo eje queda dispuesto el soporte del recipiente para cocinar. Debe estar fabricado con material óptimo, fácil de limpiar y de alto poder reflexivo. Varias piezas de este material, según el modelo de cocina, se unen uno a otro con la adecuada curvatura, para configurar la superficie parabólica.
- ❖ Estructura soporte: Fabricado de madera o metal según el modelo, tiene como función soportar los elementos de la cocina, aportando estabilidad al conjunto y facilitando la utilización. Está articulado al concentrador, permitiendo su giro, de este modo se puede reorientar o aplicar la función de encendido y/o apagado.

2.2.3 Captación de calor mediante principio de la parábola

La definición de parábola habla del “lugar geométrico de los puntos que equidistan de una recta (directriz) y un punto fijo (foco)”. Lo que esto quiere decir es que la forma que va a presentar la parábola hace que la distancia de cualquier punto de la misma, en línea recta al foco, va a ser de igual valor a la distancia de ese mismo punto a la directriz, trazando una perpendicular a la figura.

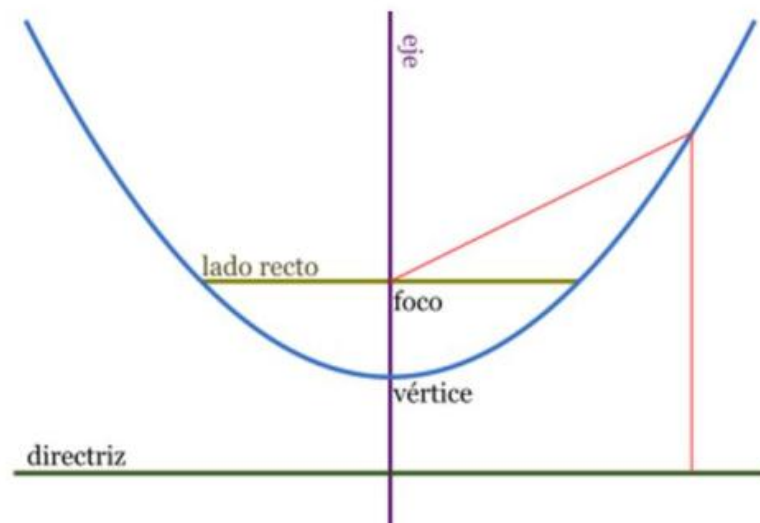


Figura 9 .Principio de la parábola

- ❖ Directriz: La Directriz es la recta perpendicular al eje de la parábola sobre la cual, si mide su distancia hasta un punto cualquiera de la parábola, esta debe ser igual a la distancia de este mismo punto al Foco.
- ❖ Eje Focal: El eje focal es la recta perpendicular a la directriz que pasa por el foco.
- ❖ Vértice: Es el punto en el cual la parábola corta el eje focal.
- ❖ Lado Recto: Es un segmento paralelo a la directriz, que pasa por el foco y es perpendicular al eje focal y sus extremos son puntos de la parábola (A, B).
- ❖ Parámetro: La distancia entre el vértice y la directriz que es la misma distancia entre el vértice y el foco de una parábola recibe el nombre de parámetro de la parábola (suele denotarse por p).

Según la óptica geométrica, los rayos de luz viajan en línea recta. Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie plana muy pulimentada (un espejo, por ejemplo) este experimenta un cambio brusco de dirección; un fenómeno llamado reflexión. En este fenómeno, los ángulos que forman el rayo que llega a la superficie y el rayo que sale de ella (rayo reflejado) con respecto a la normal de la superficie. Figura 10.

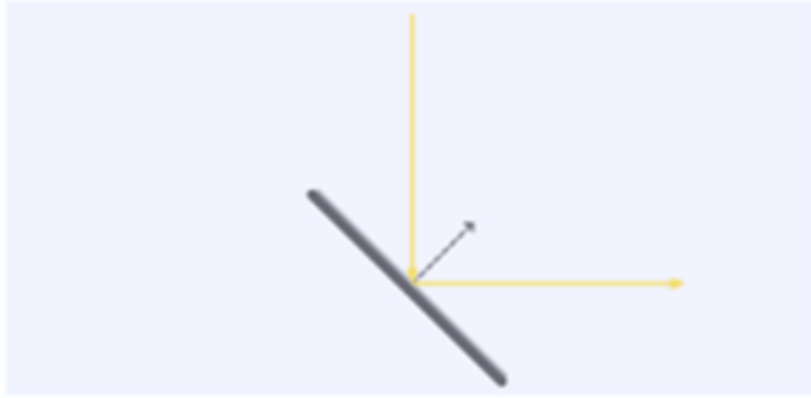


Figura 10. Incidencia de una rayo de luz

En una superficie lisa con forma curvada, un punto cualquiera de la superficie se comporta para un rayo de luz incidente en un punto, como un espejo plano que es tangente a la superficie en el punto figura 11. La tangente, es una línea recta que toca a la curva solo en el punto de interés. La tangente puede obtenerse a partir de una secuencia de líneas que pasan por el punto de interés y otro punto cualquiera sobre la curva que progresivamente se va acercando al punto de interés.



Figura 11 .Incidencia de un rayo de luz sobre superficie curva

La parábola es una curva plana de útiles propiedades. Todos los rayos de luz paralelos al eje de la parábola que inciden en el interior de esta son reflejados hacia un mismo punto, llamado foco. Un objeto geométrico tridimensional con las mismas propiedades de la parábola se conoce con el nombre de paraboloide.



Figura 12. Incidencia de los rayos sobre el foco de la parábola

En la práctica se puede asumir que todos los rayos de luz solar que inciden sobre la Tierra son paralelos entre sí. En realidad, el Sol irradia luz en todas las direcciones. La Tierra, sin embargo, solo recibe una fracción muy pequeña de estos rayos, que viajan en direcciones muy similares figura12, debido a la lejanía del Sol respecto de nuestro planeta. Las propiedades geométricas de los rayos de luz solar incidentes sobre la Tierra y la capacidad colectora del paraboloide son aprovechadas por la cocina solar. La cocina solar es una reproducción aproximada de un paraboloide; y como tal, es capaz de concentrar la energía portata por los rayos de luz solar en una zona muy pequeña.

2.2.4 Ecuación característica de la parábola

El concentrador solar parabólico figura 13, es un dispositivo que al concentrar en un solo punto o foco, todos los rayos solares incidentes en su superficie, orientado adecuadamente en la dirección del sol conseguirán alcanzar altas temperaturas en el foco que permiten cocinar alimentos. Las parábolas siempre van a presentar la misma forma característica tales como la vista en la figura anterior .El hecho que puedan verse diferentes tamaños de gráficas no significa que no sean iguales, ya que todas van a ser semejantes y lo único que va a cambiar entre ellas va a ser su escala. Esta escala, va a depender de los valores que se tomen en las ecuaciones características de la parábola. Estos valores son los que van a acompañar a las variables **x** o **y**, dependiendo si la parábola es vertical u horizontal. La ecuación general va a presentar la siguiente forma:

Parábola vertical: **Equation Section 2**

$$y = ax^2 + bx + c \quad (2.1)$$

Parábola horizontal:

$$y = ay^2 + bx + c \quad (2.2)$$

El valor de las constantes **a**, **b** y **c** dará la forma de la parábola, y el signo que les acompañe, dará la orientación. Aparte de la ecuación característica que encierra a todas las parábolas, también esta puede ser diseñada a partir de una distancia focal dada. El valor de esta distancia, que va desde el vértice al foco, va a estar representado por la variable **P** y la ecuación en función del foco con la que se va a trabajar va a tener la siguiente forma en función de **x**, **y**

$$(x-h)^2 = 4P(y-k) \quad (2.3)$$

Dónde h y k son los valores donde está ubicado el vértice y P es la distancia que separa el vértice y el foco.

Todas las cocinas parabólicas deben estar directamente sujetas a este principio de la parábola, puesto que directamente de ello depende no sólo su eficiencia, sino directamente su funcionamiento.

En este trabajo para un procedimiento más rápido se adecuará la ecuación 2.1 para que el vértice este ubicado en el origen, logrando que los valores de h y k sean iguales a 0. Por el momento se considera P de igual valor, con el objetivo de plantear las ecuaciones en los capítulos posteriores y reemplazarlo por los valores adecuados para el diseño de la cocina solar. Considerando los valores ya establecidos, la ecuación 2.3 se convierte en:

$$x^2 = 4P * y \quad (2.4)$$

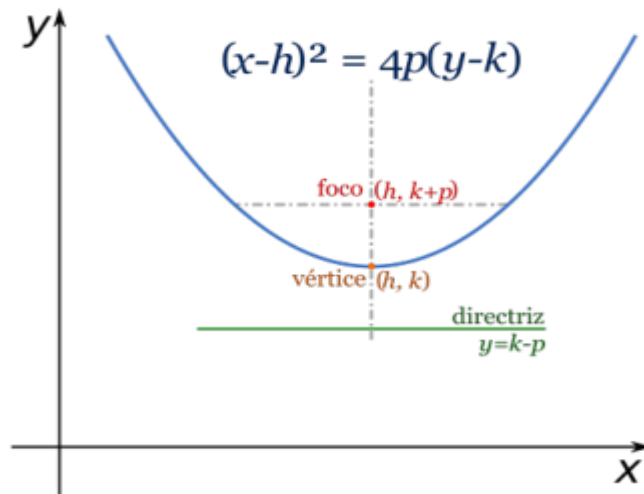


Figura 13. Representación matemática gráfica de la parábola

Las cocinas solares parabólicas son conocidas como colectores, concentradores o reflectores en el ámbito de las investigaciones a nivel mundial. Este procedimiento genera un calor útil mediante los reflectores. Los reflectores son superficies que funcionan como un espejo, también conocidas como superficies especulares, que reflejan lo que incide sobre ellos hacia un punto deseado. Las superficies reflectantes pueden ser de forma plana, cóncavo o una combinación de ellos. Por lo general los contornos pueden relacionarse con las figuras geométricas de la parábola, la esfera o la elipse, pudiéndose construir diferentes reflectores y que en la actualidad tienen diversas aplicaciones, este es el caso de los concentradores solares que se utilizan como estufas, hornos y secadores. Para lograr un funcionamiento correcto de la estufa solar parabólica, se debe garantizar que la radiación que llega a la pantalla parabólica sea completamente perpendicular a ella, por lo tanto, debe haber un seguimiento de la trayectoria del sol cuando se esté trabajando con la cocina solar. Para este proyecto este seguimiento se propone de forma manual. Algunos textos definen que haya una corrección de la ubicación de la pantalla reflectora cada 15 o 20 minutos.

2.2.5 Funcionamiento de la cocinas solar parabólica

Para comprender mejor el funcionamiento de la cocina solar parabólica es importante conocer antes las características geométricas de una parábola

Una parábola es una curva notable, es decir, su forma no es al azar, es una línea curva formada por un conjunto de puntos que cumplen determinadas propiedades

geométricas, la más importante de ellas y en la que se basa el principio de funcionamiento de la cocina solar parabólica es que la tangente en cualquier punto de la parábola, refleja los rayos paralelos a su eje siempre en dirección al foco. Lo anterior se puede apreciar mejor en el gráfico de la figura 14, el foco de la parábola está representado con la letra F.

Si hacemos girar la parábola 360° alrededor de su eje, obtenemos una superficie llamada paraboloide de revolución o superficie parabólica, cuyo foco también será F. Todos los rayos paralelos al eje del paraboloide, después de reflejarse en la superficie pasan necesariamente por el foco, en esta propiedad se fundamenta el diseño de los concentradores empleados en las cocinas parabólicas.

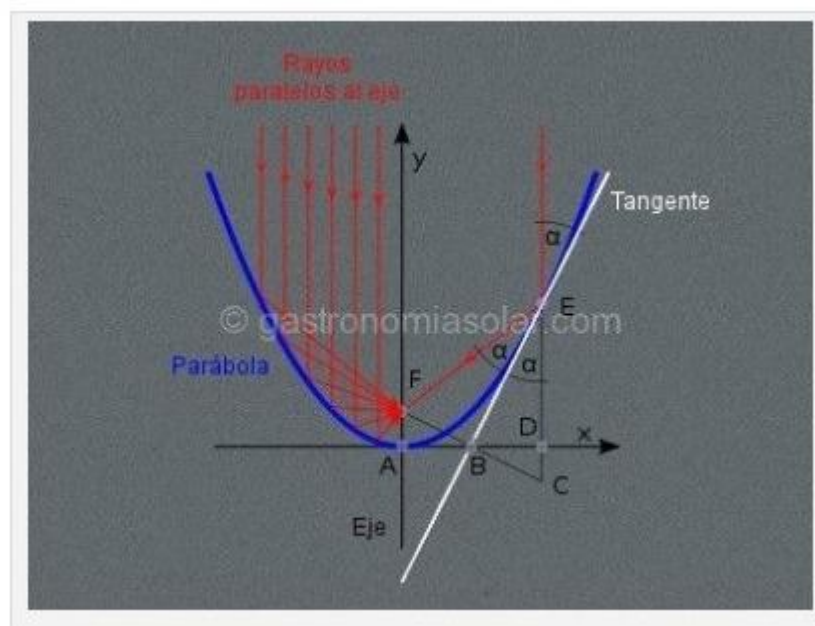


Figura 14. Principio de funcionamiento de una cocina solar parabólica.

El concentrador de una cocina solar parabólica figura 15, llamado también reflector parabólico, es un paraboloide de revolución fabricado con ciertos materiales, cuya cara externa tiene un alto índice de reflexión. Cuando el eje del concentrador está alineado en la dirección del sol, del modo en que se muestra en la imagen, todos los rayos solares que inciden en la superficie son reflejados hacia el foco, donde se encuentra convenientemente ubicado el recipiente para la cocción de los alimentos. Los rayos solares reflejados, provenientes desde toda la superficie del concentrador, al incidir en un recipiente de cocción de material apropiado, elevan de forma instantánea su temperatura a valores que permiten efectuar cualquier tipo

de preparación alimenticia de forma similar a como lo hace una cocina convencional.

En este tipo de cocinas es muy importante emplear recipientes de cocción metálicos, de color oscuro y sin brillo, siendo los ideales aquellos de color negro mate y paredes delgadas. Este tipo de materiales en ollas y cazuelas convierte con mayor eficiencia la luz solar en calor útil para cocinar.

A diferencia de los que hornos que utilizan la radiación solar directa y difusa, las cocinas solares parabólicas únicamente aprovechan la radiación directa, en este sentido es indispensable la presencia de buenas condiciones meteorológicas para lograr un óptimo funcionamiento. De otro lado, en vista que es necesario mantener el eje de su reflector siempre en la dirección de los rayos solares, es importante reorientar la posición del reflector de la cocina solar parabólica, cada 15 o 20 minutos de acuerdo al avance del sol

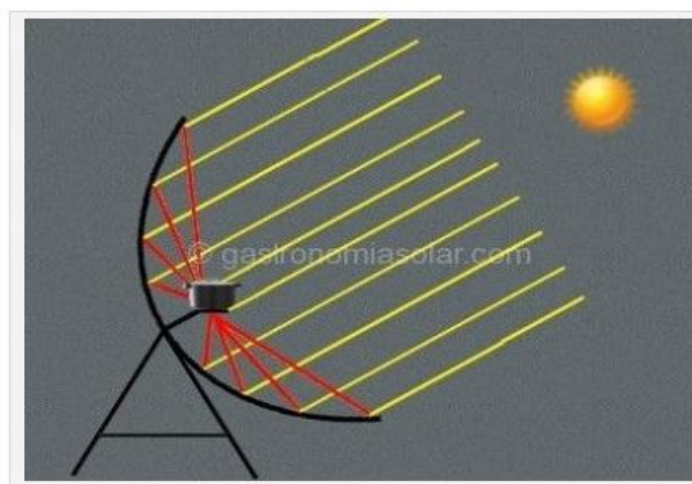


Figura 15. Esquema que muestra cómo funciona una cocina solar parabólica

2.3 Diseño de la cocina solar parabólica

Para el diseño de la cocina solar se tomará en cuenta factores no solo técnicos, sino también sociales, ya que se trata de un dispositivo que beneficie a las personas más necesitadas, contribuyendo a mejorar su nivel de vida, tanto económicamente como saludablemente.

Uno de los aspectos más importantes del diseño de la cocina es que no es una cocina para un día de campo, como se les encuentra a la venta en algunos lugares, sino que será una cocina para uso diario, construida con materiales resistentes y

con una forma sencilla pero que el cocinar en ella sea semejante al cocinar normalmente en una cocina de casa.

Otro aspecto que cabe señalar, es que el diseño de la cocina se basara en la utilización de materiales lo más económicos posibles y que se puedan encontrar en cualquier ferretería del país; pero sin afectar la eficiencia de la misma o materiales reciclables.

2.3.1 Requerimiento de diseño

Para establecer el diseño se tienen que estudiar dos tipos de requerimientos: los sociales y los técnicos. Esto ayudara a establecer el diseño más conveniente:

Sociales

- ❖ La cocina debe tener una altura adecuada, como una cocina normal.
- ❖ La estructura debe tener un peso adecuado para su traslado pero que no se la lleve el viento,
- ❖ La cocina tiene que ser suficientemente para cocinar alimentos para toda la familia
- ❖ Los materiales para su construcción deben de tener un costo accesible.
- ❖ El uso y la manipulación de la cocina debe ser de una forma sencilla.

Técnicos

- ❖ La parábola de la cocina debe tener un área adecuada que permita concentrar el calor necesario para la cocción de los alimentos.
- ❖ El material reflejante debe tener un buen factor de reflexión para aumentar la eficiencia de la cocina.
- ❖ La geometría de la parábola debe ser lo más exacta posible, para no tener pérdidas en la concentración de calor.
- ❖ Los materiales deben ser resistentes a las inclemencias del tiempo y fáciles de reemplazar.

2.3.2 Propuesta de diseño

La primera decisión que tenemos que tomar es escoger entre las cocinas de acumulación y las de concentración. Las de acumulación tienen como ventajas que son muy sencillas, fáciles de construir y baratas. Sin embargo la potencia es escasa, pudiendo cocinar casi únicamente en las horas punta de sol además de ser mucho más frágiles y corruptibles en medios húmedos ya que la mayoría tiene cartón en su fabricación.

Las de concentración son más caras y más complejas en su diseño y construcción pero por el contrario tienen mucha más potencia, lo que te permite cocinar incluso en condiciones seminubladas y ahora no puntas de sol; es más cómoda de utilizar (el fogón está a la altura de las cocinas normales) y más duradera. El tipo de cocina elegido es de concentración parabólica con una potencia de captación aproximada de 1000 KW.

2.3.3 Cálculos teóricos

Lo primero que se debe tener en cuenta es el tipo de cocina al que nos abocaremos, y conocer cómo es posible determinar las dimensiones óptimas para la estructura. Por eso es que entraremos en un poco de cálculos matemáticos muy básicos, que son necesarios para nuestro diseño.

La idea principal es que es una cocina parabólica, porque la zona de reflexión de la luz La función principal de una parábola, que tiene la particularidad de concentrar toda la energía incidente del sol (idealmente) en un foco, o punto, determinado por la geometría de la misma y siempre que los rayos incidentes lleguen a la parábola perpendiculares.

A partir de este punto, el cual elegiremos nosotros su ubicación, determinaremos los demás parámetros de la parábola.

Y es obvio que el foco o punto de concentración le situaremos en nuestra cocina justo en el hueco en el que se va a situar la cazuela o sartén. Donde se situarán el material reflectante de la parábola.

$$y = \frac{x^2}{4 * F} \quad (2.5)$$

Dónde las variables se definen como:

y : Altura de la parábola.

x : Ancho de la parábola medido del vértice (radio).

F: Foco o punto de concentración (lugar donde se ubicará la olla).

2.3.4 Construcción de la cocina solar parabólica

- ❖ Construcción de la mesa y del soporte para el cajón con la parábola.
- ❖ Realización de la forma de la parábola con el cartón.
- ❖ Construcción del cajón de la parábola y de los mecanismos para su giro y soporte.
- ❖ Colocación del papel aluminio.

2.3.5 Ventajas y desventajas de las cocinas solares parabólica

La utilización de la cocina solar parabólica aporta muchos beneficios por su forma de funcionamiento y por ser un artefacto que no consume electricidad ni combustible alguno durante su funcionamiento.

Desde el punto de vista práctico, la utilidad a escala doméstica de una cocina solar parabólica en función de sus prestaciones. Con un equipo de buena potencia, en un día soleado de invierno o verano, se pueden preparar los alimentos para una familia de forma similar a como se hace en una convencional.

Ventajas

- ❖ En una cocina solar parabólico se puede realizar todo tipo de recetas y preparaciones.
- ❖ Su utilización permite un importante ahorro económico ya que funcionan con energía totalmente gratuita.
- ❖ Su empleo no lleva asociada ninguna emisión contaminante a la atmósfera.
- ❖ El tiempo de cocción de los alimentos es muy similar al tiempo que se emplea en una cocina convencional.

Desventajas

- ❖ Su costo es relativamente elevado, sin embargo, su precio se amortiza con el ahorro económico que implica su utilización habitual.
- ❖ Necesitan atención constante, es necesario orientarlas adecuadamente hacia el sol con bastante frecuencia cada 15 o 20 minutos.
- ❖ Para su utilización es necesario disponer de un espacio que reciba sol, por lo menos durante las horas centrales del día.
- ❖ Solo tienen un punto de calor, por lo cual no se puede utilizar más de un recipiente de cocción.
- ❖ Para cocinar adecuadamente solo son válidos recipientes metálicos de color oscuro.
- ❖ Es algo voluminosa, ocupa un espacio relativamente importante durante su uso y almacenamiento.
- ❖ La mayoría de los modelos no son fácilmente transportables. Su montaje y desmontaje, presenta en general cierto grado de dificultad.
- ❖ Para funcionar aprovecha únicamente la radiación solar directa, por lo cual no trabajan apropiadamente en cielos nublado.

- ❖ Algunos modelos suelen ocasionar molestias en los ojos, debido al deslumbramiento causado por la superficie del reflector.

2.3.6 Comparación de cocinas solares teniendo en cuenta:

Tabla 2.1

Valoración del uso de las cocinas solares de acumulación y de concentración		
Características	Cocina de acumulación	Cocina de concentración
Necesidad de reorientación	Media	Alta
Facilidad de manejo	Sencilla	Regular
Estabilidad frente al viento	Buena	Baja
Temperaturas alcanzadas	Regulares	Altas
Velocidad de cocción	Baja	Alta
Necesidad de vigilancia	Reducida	Elevada
Riesgo de incendio	Nulo	Posible
Precio	Bajo	Más elevado
Mantenimiento	Muy reducido	Regular
Facilidad de acceso a ellas	Reducido	Fácil
Autoconstrucción	Fácil	Más complicada
Limpieza de las ollas	Sencilla	Normal
Facilidad de almacenaje	Buena	Regular
Permite freír y/o asar	No	Si

Capítulo 3: Pasos constructivos para una cocina solar parabólica

3.1 Introducción al capítulo 3

En este capítulo se expondrá de forma completa la forma de construcción de un concentrador solar teniendo en cuenta, los pasos y las mediciones descritos en los capítulos anteriores. Utilización de los materiales específicos, y el correcto uso de las mismas.

3.2 Descripción de la cocina solar parabólica

La cocina solar de concentración consta generalmente con tres partes, concentrador parabólico, parilla, y el soporte, de aquí parte su tipo el de foco profundo. Las cocinas solares parabólicas que utilizan reflectores de foco profundo son más recomendadas por razones de eficiencia y seguridad. Al estar el foco en el interior del concentrador, se conserva mejor la temperatura en la zona de cocción, debido a que esta se encuentra mejor protegida del viento. También son más seguras, ya que minimizan el deslumbramiento del utilizador y evitan situaciones peligrosas como quemaduras fortuitas o un posible incendio en las zonas adyacentes. Como se muestra a continuación.[3]



Figura 16. Cocina de concentración de foco profundo en su forma de utilización

Disponibilidad de los materiales

Teniendo en cuenta los criterios económicos se seleccionaron, el cartón y el papel aluminio debido a su facilidad de adquisición y disponibilidad como desecho para reciclaje.

3.3 Diseño de la estructura de la base de la cocina

3.3.1 Dimensiones del soporte:

- ❖ 850 mm de altura
- ❖ 1180 mm de ancho
- ❖ 300 mm de profundidad superior y 600 mm de profundidad inferior.
- ❖ La parrilla para la colocación de la olla será de 250 x 250 mm.

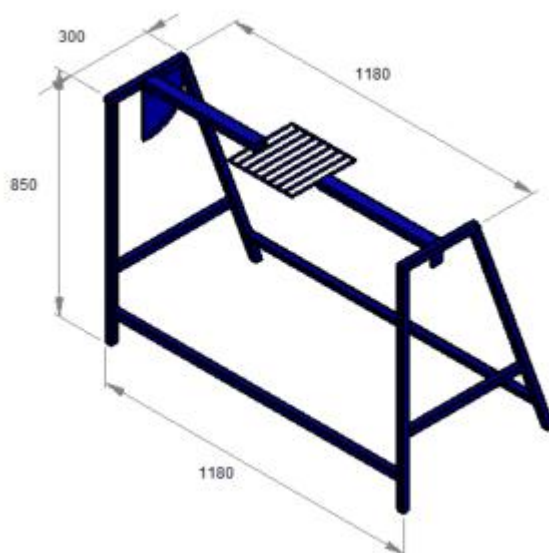


Figura 17. Soporte del concentrador solar

3.3.2 Colector

El colector parabólico es quizá la parte más importante de la cocina ya que de ello depende en gran medida la eficiencia que poseerá. La cocina se diseñara, como antes se mencionó, de foco expuesto, con diámetro de 100 cm ya que según investigaciones previas, en sitios especializados y comercios en el área de energías renovables, los diámetros encontrados son desde 100 cm hasta 140cm y tienen capacidades para cocinar alimentos para 4 a 6 personas.

Utilizando la ecuación de la parábola con un punto focal de 50 cm, se determinaron los puntos de la parábola. Estos puntos serán de mucha importancia a la hora de construir el paraboloide ya que servirán de guía para poder dar la curvatura correcta.

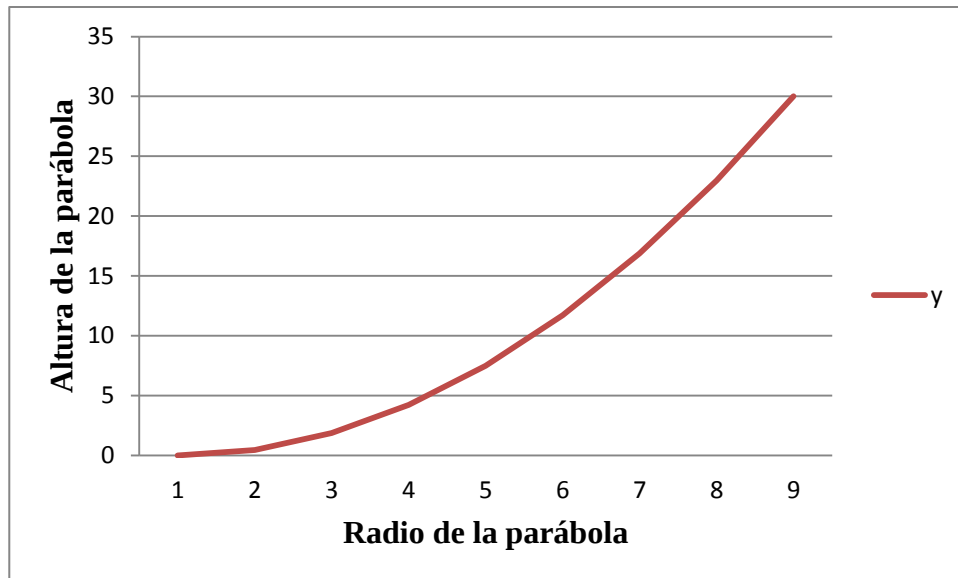
Para la obtención de los datos se utilizó el software Microsoft Excel.

En la siguiente tabla 3.1 se muestran todos los valores correspondientes a cada punto de la gráfica, coordenadas para x y para y, que describe la parábola de foco expuesto que utilizaremos posteriormente para construir el paraboloide que será el colector solar para la cocina.

Tabla 3.2Coordenadas de la parábola

x	y
-50	30
-43,75	22,96875
-37,5	16,875
-31,25	11,71875
-25	7,5
-18,75	4,21875
-12,5	1,875
-6,25	0,46875
0	3,7119E-15
6,25	0,46875
12,5	1,875
18,75	4,21875
25	7,5
31,25	11,71875
37,5	16,875
43,75	22,96875
50	30

Gráfico 1 Parábola de la cocina



Dimensiones:

Diámetro 100 cm

Profundidad 30 cm

Recubrimiento del área del reflector

El recubrimiento cada una de las secciones del paraboloide figura 18 de la cocina solar será de láminas de papel aluminio. Este está entre los materiales que presentan una reflectividad mayores al 95%, aparte de esto se decidió usar papel aluminio porque es un material fácil de encontrar, de precio accesible, de poco mantenimiento y fácil de sustituir en caso de dañarse.

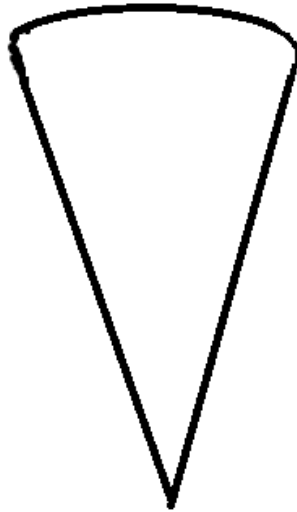


Figura 18. Secciones del concentrador solar

3.3.3 Pasos para la construcción

1. Tomando la superficie de la parábola que se le asignaron las medidas de 100 cm de diámetro y 30 cm de profundidad.
2. Se asumieron 12 piezas para la construcción de la base del concentrador, cada una de las piezas con 30 cm el lado exterior y 6 cm el lado interior y el área de apoyo de 50 cm. Las dimensiones de la estructura fueron determinadas mediante el estudio de los requerimientos. Se tomó en cuenta que la altura de la mesa fuera similar a la altura de las cocinas convencionales y el ancho de la misma tiene que ser adecuado al diámetro del paraboloide ya que este último se ubicara por debajo de la mesa a 850 mm.
3. Cada una de las piezas antes mencionadas se pegaron a un centro con una separación de 30°, el pegamento utilizado fue una combinación de polespuma y gasolina.
4. Se colocan cada una de las secciones del concentrador teniendo en cuenta el área de la sección parabólica. **Equation Section 3**

$$A = \int_a^b x^2 dx \quad (3.1)$$

5. Luego se cubre esa área con el papel aluminio.

6. Se ensamblan cada una de las piezas.
7. Se comprueba la convergencia hacia la zona focal.
8. Colocar la parrilla en la zona de convergencia.
9. La olla debe colocarse con respecto al foco de manera tal que reciba la mayor radiación.

A partir de los resultados se requieren entonces

Tabla3.3

Material	Área
Cartón	10 m ²
Papel aluminio	1 m ²

Valoración de costos

Tabla 4.3

Material	Costos	Total
Cartón	0.10 centavos	1.00 peso
Papel aluminio	15 cuc	375.00 peso

3.3 Experimentación con la cocina solar teniendo en cuenta:

Método estático con respecto a:

❖ Orientación

El mecanismo de orientación de la cocina es muy sencillo pero funcional. La orientación de la cocina de cara al sol sobre la vertical se hará manualmente halando el paraboloide hasta lograr una inclinación deseada respecto al sol y luego se pondrá un pasador que atravessara el balancín y el mecanismo de fijación, quedando la cocina fija en la posición deseada. La orientación al Sol de este a oeste se hará por medio de rodos soldados al banco de la cocina, esta orientación se hará manualmente, rotando la cocina cada vez que sea necesario.

❖ Tamaño de la olla

El tamaño de la olla no influye tanto como el material y el color de la misma, para este se recomienda ollas de material de esmalte y los colores mate oscuros y sin brillo.

❖ Área focal

El área focal tiene que estar bien definida, para un mejor aprovechamiento.

Método dinámico con respecto a:

❖ Tiempo

En las cocinas de concentración el tiempo es rápido al igual que en las tradicionales.

❖ Recetas

En las cocinas solares parabólica se puede realizar cualquier plato, sin ningún impedimento, ya que al alcanzar altas temperaturas se puede azar y/o freír.

❖ Y otros factores que impacten en el comportamiento

También cabe destacar las pérdidas de calor por la influencia del viento, ente otros.

3.4 Valoración medio ambiental

Un punto importante que hay que destacar, es que el método de construcción de la cocina es de forma manual y casera, ya que como antes se mencionó la cocina tiene que ser de bajo costo y teniendo en cuenta que este proyecto se realiza con la finalidad de ayudar a comunidades de bajos recursos económicos y en muchos de los casos las personas ignoran el estudio de las energías renovables, se pensó en un método en el cual la comunidad puede contribuir con la construcción de las cocinas y a la vez aprender mucho de la energía solar térmica.

3.5 Pruebas de la cocina solar

Procedimiento de ensayo

Para la realización del ensayo, se registra la temperatura promedio dentro de una olla con agua, mientras que la cocina es operada bajo un conjunto de directrices que figuran en el procedimiento estándar en cuanto el seguimiento, carga térmica. Las mediciones de temperatura promedio del agua se toman en intervalos de 10 minutos cada uno, también se toman los valores de la temperatura ambiente, velocidad del viento e irradiación directa (flujo de energía solar por unidad área

Para llevar a cabo el ensayo hay que seguir los siguientes pasos:

1. Colocar la olla en la cocina y orientarla al sol.
2. Colocar la masa de agua a ensayar en la olla, precalentar a 35°.
3. Medir la temperatura inicial del agua, velocidad del viento radiación solar y temperatura ambiente.
4. Registrar los valores obtenidos en intervalos de 10 minutos hasta la temperatura de estancamiento o una hora específica deseada.

5. El ensayo se invalidara si se presentan las siguientes condiciones:
6. Si el viento es mayor de 2 m/s por más de 10 minutos.
7. Si la irradiación solar es menor o igual a 100 W/m².
8. Si la temperatura ambiente es menor de 20 °C.

Debido a las condiciones anteriores las mediciones realizadas en el ensayo pueden variar de un tiempo a otro debido a que son magnitudes físicas que no se puede controlar, como por ejemplo la baja radiación, que es consecuencia entre otras cosas de la nubosidad y ese fenómeno provocara que la temperatura de la olla disminuya. El viento por su parte dará variaciones también en la temperatura, ya que la cocina estará al aire libre, y esto ocasionara pérdidas de calor por convección. La baja temperatura ambiente no afectará en las mediciones ya que en Cuba casi todo el tiempo la temperatura ambiente ronda los 30 grados centígrados.

Obtención de datos

En la obtención de datos se mostraran todos los valores obtenidos de los diferentes parámetros necesarios para la caracterización de la cocina. La recopilación de datos se ha basado en los parámetros necesarios según la norma Sociedad americana de ingenieros agrónomos (ASAE s580).

Otra modalidad que se tomó, aparte de lo indicado por la norma, fue la realización del ensayo con una masa de aceite vegetal en vez de agua. Este ensayo se realizó con el fin de conocer la potencia de la cocina con un fluido que alcance mayor temperatura sin cambiar de fase.

A continuación se muestra un ejemplo de la tabla a utilizarse para la recolección de datos, con el fin de tener conocimiento de que unidades de medidas y magnitudes físicas se utilizaran para la realización del ensayo de la cocina.

La tabla de obtención de datos tendrá que llenarse en el momento del ensayo los días de las pruebas, posteriormente los datos obtenidos servirá para conocer el comportamiento térmico de la cocina.

Tabla 3.5 Tabla recolectora de datos de ensayo

Recolección de datos					
Hora de ensayo	Velocidad del viento	Radiación global	Temperatura inicial (T1)	Temperatura final (T2)	Temperatura ambiente (T)

(horas, min)	(m/s)	W/m ²	°C	°C	°C
--------------	-------	------------------	----	----	----

Tabla 3.6 Contenido de la tabla de registro de datos

Descripción de la tabla 3.5	
Registro	Descripción
Hora de ensayo	De 11:00 a 14:00 horas en intervalos de 10 minutos cada medición
Velocidad del viento	La velocidad del viento no debe de sobrepasar de 2 m/s por más de 10 min
Radiación horizontal global	Radiación obtenida por la unidad meteorológica
Temperatura ambiente	Temperatura ambiente durante el intervalo de tiempo
Temperatura inicial	Registro de temperatura al inicio de cada medición en intervalos de 10 minutos
Temperatura final	Registro de temperatura al finalizar el intervalo de 10 minutos

Realización del ensayo

Los ensayos se realizaron teniendo en cuenta las respectivas medidas de seguridad.

- ❖ Uso de lentes oscuros de seguridad industrial contra rayos ultravioletas
- ❖ Uso de guantes de cuero para la manipulación de la cocina
- ❖ Las pruebas se realizaron en un área segura, sin tránsito de personas y fuera del alcance de los niños

Los dispositivos de medición utilizados fueron:

- ❖ Termómetro analógico DMEC de 250°C
- ❖ Termómetro laser SUPCO LIT 11TC
- ❖ Anemómetro digital KESTREL

El ensayo se realizó con una olla de aluminio y una tapadera pintada de negro mate. Estas fueron realizadas en diferentes modalidades que son:

1. 2.5 litros de agua con la olla destapada.
2. 2.5 litros de agua con la olla tapada.
3. 750 ml de aceite vegetal de girasol con la olla tapada.

Radiación normal directa

Como se ha especificado a lo largo de las normativas anteriormente expuestas, la radiación que va a participar en todos los cálculos que se realizan en adelante va a ser su componente normal (a la superficie de la cocina). Esta componente no es facilitada directamente por la estación meteorológica, ya que esta proporciona el valor de la radiación horizontal global existente en el intervalo especificado.

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se debe tener en cuenta el tipo de radiación incidente sobre la cocina, ya que para este caso específico y a diferencia de los hornos solares, las cocinas parabólicas funcionan únicamente con la parte de radiación directa, por lo que se debe despreciar el aporte difuso de la misma. De no ser despreciado, se estaría cometiendo un error que haría de los cálculos unos valores inválidos para la caracterización de la cocina.

Lo primero que se debe tomar en cuenta para encontrar la radiación normal es restar la radiación difusa del valor de radiación global obtenida en la unidad de meteorología de la facultad. Este valor de radiación difusa, que casi siempre se usa en porcentaje. Este valor se puede utilizar de forma aproximada, según libros especializados puede variar de 15% en los días de verano y hasta 30% en los días de invierno.

Análisis de resultados

Los resultados a obtener de todos los ensayos realizados en el proyecto, en función de las normas, obteniendo los valores de potencia que detalla la norma americana y algunos otros parámetros que contribuyan al estudio y determinación de la capacidad de la cocina.

Los datos y resultados experimentales para las hojas de datos mostradas, cabe esperar que los resultados para cualquier prueba realizada en las condiciones climatológicas óptimas (que permitan el estudio de caracterización) y mismo lugar y época del año respecto a los dispositivos semejantes sean más que parecidos, y que con la experiencia en este campo, se puedan obtener intervalos de valores constantes en el tiempo.

Coeficiente de concentración

La capacidad que tiene la cocina solar de concentrar la luz del Sol, viene directamente relacionada con la proyección del área del captador, perpendicularmente a la radiación incidente.

La función básica del concentrador es recoger la radiación en esa área y concentrarla en otra área más pequeña, en este caso en la olla, para elevar su temperatura y poder cocinar. Respecto a esto se define el coeficiente de concentración geométrico como la relación entre la superficie total de captación y la superficie de recepción de la radiación.

$$C = \frac{A_C}{A_T} = \frac{A_{captación}}{A_{olla}} \quad (3.2)$$

Ac: Área total de captación de la energía solar, que es el área del espejo.

At: Área de recepción del calor, considerándose esta área como la superficie inferior de la olla, que recibe el calor directamente a través de la radiación normal incidente.

Área de captación solar de la cocina

Como área de captación solar se utilizara la proyección generada por el colector parabólico que es una circunferencia.

Área de transmisión de la cocina

Como área de transmisión se utilizara la base de la olla porque es la superficie donde incidirá los rayos solares.

Potencia de calentamiento

La ASAE S580 desarrolla su propia norma desde el punto de vista de la potencia que desarrolla la cocina durante el proceso de calentamiento. La potencia de calentamiento no va a ser constante, puesto que tenderá a disminuir según se acerque a su temperatura de estancamiento o ebullición del líquido que se encuentre en el recipiente (la primera en llegar), siendo su valor cero cuando se

alcanza dicho punto debido al efecto de las pérdidas de calor. Por esta misma razón, se tomara como potencia base la potencia que se registra en el primer intervalo de tiempo desde que se empieza a registrar la temperatura y que será el valor de potencia mayor de la cocina.

Los valores de potencia que se van a mostrar a continuación son intervalos de potencia representativos de dispositivo de cocción que permite hacerse una idea de su funcionamiento y de su capacidad de cocinar cualquier alimento.

Conclusiones

Al diseñar y construir una cocina solar parabólica hay que tomar en cuenta factores sociales que ayuden a determinar el mejor diseño. Para lograr la aceptación de la misma entre la sociedad. La construcción del paraboloide debe efectuarse de la manera más exacta posible para no tener dispersiones de los rayos solares.

La cocina solar parabólica es efectiva para la cocción de alimentos, cuando se cuenta con un clima sin nubes y los valores de radiación solar elevados , entre 700 y 1000 W/m².

Las temperaturas alcanzadas por la cocina solar son suficientes para preparar casi cualquier tipo de alimentos, oscilando entre 85 y 175 °C según las pruebas en los ensayos.

Dadas las mediciones se logró la correcta construcción de la cocina solar parabólica.

Recomendaciones

Se recomienda que:

La construcción del paraboloide de la cocina solar debe de hacerse lo más exacta posible en un taller especializado, para no tener problemas de mala geometría que causara perdidas de calor en la cocina por la dispersión del punto focal.

Que los ensayos se realicen en días que se cuente con un buen clima, con poca nubosidad, velocidades de vientos bajos y niveles altos de radiación, para poder tener mayores valores de potencia y temperatura en la cocina.

Que se cuente con todos los dispositivos necesarios para la realización de los ensayos para tener valores más exactos y caracterizar de la mejor manera la cocina.

A la hora de pegar el papel de aluminio en la estructura del colector, asegurarse que no queden partes con relieve o residuos de pegamento, esto podría causar dispersión en el punto focal.

Recomendaciones para el uso de la cocina

Utensilios de cocina:

Se deben utilizar preferentemente recipientes oscuros, totalmente metálicos, mejor si son negros esmaltados u ollas de hierro fundido. Los recipientes metálicos oscuros absorben mejor la radiación solar, convirtiéndola en energía térmica. Debe evitarse ollas o cazuelas con asas de plástico, o proteger éstos con papel aluminio, el calor que genera la cocina solar parabólica es capaz de dañarlos seriamente.

Los recipientes de aluminio brillante reflejan la luz por lo cual no son recomendables y los cazuelas de barro cocido o cerámica conducen mal el calor.

Orientar la cocina parabólica correctamente:

La necesidad de reorientar depende en gran medida de lo que está cocinando, la hora del día, y la temperatura que se desea mantener. Una buena regla es reorientar o alinear la cocina solar parabólica cada 15 o 20 minutos hacia el sol para mantener la temperatura máxima, mientras por una parte se gira la base de la cocina siguiendo al sol, por la otra se inclina el colector hasta que la sombra de la olla se encuentre en el centro del colector o que el foco este directamente incidiendo en la base de la olla. Al mediodía el sol está alto en el cielo y se mueve rápidamente respecto del punto de enfoque, creando la necesidad de reorientar con mayor frecuencia. A medida que avanza el día no será necesario variar la orientación con tanta frecuencia.

Bibliografía

- [1] S. S. Nandwani, "ENERGIA SOLAR-CONCEPTOS BASICOS Y SU UTILIZACION," Junio del 2005.
- [2] I. e. I. m. Irradiancia - Wikipedia. (2015). *Irradiancia*.
- [3] J. S. C. PINEDA, "DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE USO DOMESTICO," INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, 2014.
- [4] <https://www.mediawiki.org/>. *Wikipedia, la enciclopedia libr.htm*.
- [5] E. G. G. CARLOS GONZÁLEZ MOZO, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA COCINA SOLAR," INGENIERIA Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid, 2014.

Sitios visitados

Sitios web google.com

Wikipedia

Programas utilizado

Excel

Focal point calculator 3

Anexos

Yuca con Mojo



Ajiaco



Vaca frita

Este es un plato típico cubano, debido a su textura crujiente. Es muy parecido a la Ropa Vieja, pero sin tomates. Lleva cebolla, ajo, limón, sal y res.



Congrí

Una receta de la cocina de Cuba que mezcla de arroz y caraotas negras. Tiene algunas variaciones, depende en la región que lo pidas y del cocinero. Su origen parece ser africano.

