



Universidad
Carlos III de Madrid

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
COCINA SOLAR DE BAJO COSTE.
IMPLANTACIÓN DE COCINAS
SOLARES EN PAÍSES
SUBDESARROLLADOS. COOPERACIÓN
CON HAITÍ.**



**Tutor: Jesús Meneses Alonso
(Ingeniería Mecánica)**

Alumno: Jorge Juan Olmo Alcázar

INDICE

AGRADECIMIENTOS E INTENCIONES

1. - OBJETIVOS DEL PROYECTO.

2.- RAZÓNAMIENOS QUE MOTIVAN EL INICIO DE ESTE PROYECTO. ANALISIS SOBRE EL SUBDESARROLLO Y LA ENERGÍA.

3. - ALGUNOS PROBLEMAS CONCRETOS DE HAITÍ.

4. - VOLUNTARIADO EN HAITI. DESARROYO DE LOS OBJETIVOS EN EL CAMPAMENTO MUDHA – AFDC. RESULTADO DE LA EXPERIENCIA.

4.1- INTRODUCCIÓN. PRESENTACIÓN DEL CENTRO.

4.2- LA INTEGRACIÓN EN EL CENTRO Y EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.

4.2.1- COOPERACIÓN EN LABORES COTIDIANAS.

4.2.2- REALIZACIÓN DEL CURSO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

4.2.3- MONTAJE Y PRÁCTICAS CON LA COCINA PARABÓLICA K14.

5. - NECESIDADES DEL CENTRO. ALGUNAS POSIBLES MEJORAS DEL FUTURO.

5.1- EL AGUA.

5.2- LA ALIMENTACIÓN.

5.3- EL TRANSPORTE.

5.4- PROFESIONALES DEL CENTRO.

6. - INVESTIGACIONES REALIZADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO SOLAR CON SEGUIMIENTO DEL SOL DE BAJO COSTE.

6.1- INTRODUCCIÓN.

6.2- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE HORNO SEGUIDOR SOLAR DE BAJO COSTE.

6.3- CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO DE SEGUIDOR SOLAR.

6.3.1- SISTEMA SENSOR

6.3.2- CIRCUITO ELECTRÓNICO SEGUIDOR.

6.3.3- ESTUDIO DE CARGAS.

6.4- RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS CON EL PROTOTIPO DE HORNO SEGUIDOR SOLAR CONSTRUIDO.

7. - CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

8. - COSTES DEL PROYECTO.

9. - EJERCICIO REFLEXIVO “Ineficiencia actual” “La miseria de los humanos”

10. - BIBLIOGRAFIA.

ANEXO I: SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEO DE ÁGUA DIRECTO.

ANEXO II: PARABOLAS SCHFFLER.

ANEXO III: HISTORIA DE HAITÍ.

AGRADECIMIENTOS E INTENCIONES:

Primeramente quisiera agradecer a mi madre y a mi padre la posibilidad de haber podido adquirir los conocimientos que tengo, dándome la vida, su esfuerzo y dedicación. Por su cariño. Gracias.

A mis hermanos y amigos por estar ahí, interesándose y animándome con mi trabajo. Gracias.

A todos los educadores que compartieron su tiempo conmigo, que me permiten escribir este documento ahora, que no es solo mío. Que me transmitieron lo que sabían. Algunos ni los conocí, tan solo leí su libro. A otros, como mi tutor Jesús Meneses, si he tenido el placer de conocer. Eres un amigo. Gracias.

Gracias a nuestros ancestros por dejarnos una vida más fácil. Que construyeron para el futuro lo mejor que pudieron. En nosotros viven, forman parte de nuestro pensamiento, nos influye su arte, leemos sus libros, llevamos sus genes y a algunos los recordamos en nuestra memoria. Gracias

Gracias a APERAM que donó material, e hizo posible este proyecto. Gracias por la inyección de moral con su apoyo. Me hizo coger el proyecto con más ganas y responsabilidad.

Gracias a Nou Barris que no solo donó dos cocinas solares por la causa de Haití sino que donó también la sensación de tener una gran familia detrás. Así como al cantante Huecco y su equipo que demostraron su compromiso social con la más pura acción y donación. Para quitarse el sombrero. Y también a Manuel Vilchez, miembro de Alsol y del positivo activismo social que hizo esta historia realmente posible.

Gracias a los Haitianos por su amigable y pacífico trato. Gracias por no disponer de ejército, sin duda todo un ejemplo de vida para el resto del mundo. Muchas gracias.

Gracias por sus esfuerzos a los compañeros con los que trabajé. Gracias a los niños por hacerme disfrutar jugando con vosotros.

Gracias a la vida y a la naturaleza, que es todo el universo donde vivimos y del que formamos parte. Gracias al sol, al viento, la lluvia y al agua, las plantas, los animales, la luna, las piedras, todas las estrellas, planetas y también gracias al espacio que habitamos, y las leyes que acontecen en él. Siento que soy un poco esa planta que comí, o esa agua que bebí o ese aire que respiré o esa energía del sol que recibí. Gracias a ese todo tan mágico.

Por eso mis intenciones que espero se hagan realidad a cada paso andado. Que yo también intento entregar mi esfuerzo y dedicación, mi cariño, estando ahí, enseñando lo que creo que se, haciéndolo lo mejor posible, aunque quizás a veces me equivoque o no pueda, mi intención es hacerlo bien. Para entregar una verdadera buena herencia.

Gracias.

1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto queda enmarcado en el ámbito del subdesarrollo, la cooperación y la generación y uso de energías limpias. Más concretamente con Haití y la energía solar.

La energía generada limpiamente y consumida responsablemente es un bien prácticamente necesario. Si la energía generada y consumida no se hace de la correcta forma, puede generar más inconvenientes que ventajas. En algún caso puede ser engañoso el obtener un beneficio a corto plazo que nos ciega a intuir los inconvenientes a largo plazo o peor aun, a despreciar conscientemente los efectos negativos.

En zonas ricas económicamente existen medios de sobra para evolucionar a un mejor sistema de energía y esto ha comenzado a transformarse, pero la aceleración del proceso se ve lastrada por los beneficios a corto plazo que generan las antiguas formas.

En las zonas pobres simplemente no se tiene o se usan las pocas opciones que existen. Es el caso de Haití, donde cerca de 10 millones de personas y desde hace siglos siguen cocinando con el carbón vegetal. Dejando su masa arbórea devastada. Pero el Haitiano no tiene muchas alternativas a su ya de por si, difícil vida cotidiana.

Pero este no es su principal problema, el hambre y las enfermedades, son fuertes generadoras de sufrimiento.

Bajo la breve exposición de lo anterior se inicia este proyecto que pretende llevar a cabo los siguientes objetivos:

1- Desplazamiento a Haití al campamento AFDC-MUDHA. Permanencia durante aproximadamente tres meses para comprender la situación en la que viven millones de personas en la miseria. Elevar la voz en denuncia de la situación a través de los posibles canales de comunicación.

2.- Aprovechar la estancia para apoyar como voluntario cooperante con los siguientes objetivos:

- **Dar un curso de formación básica en Haití de introducción a la energía solar fotovoltaica orientado a construir desde pequeños sistemas a instalaciones fotovoltaicas en hogares. Con clases prácticas y teóricas.**
- **Donar una cocina solar parabólica K14 al campamento AFDC-MUDHA como ejemplo de alternativa al carbón vegetal. Enseñar a construirla pieza por pieza y enseñar a utilizarla.**
- **En el campamento AFDC-MUDHA viven más de una veintena de niños, algunos huérfanos y otros con graves problemas familiares. Se buscará la integración en las tareas del centro para atender a los niños, lavar la ropa, fregar la vajilla, barrer, limpiar, jugar o cualquier actividad en beneficio del lugar donde se convive.**

3.- Hacer un estudio de las necesidades y deficiencias del campamento AFDC-MUDHA y del país, para en un futuro estudiar sus soluciones y procurar una nueva acción futura que permita seguir avanzando.

En un campo más técnico:

4.- Investigación sobre el diseño y construcción de un horno solar con seguimiento solar de bajo coste.

- **CONSTRUCCIÓN:**

- **Se construirá un primer prototipo de horno y seguidor solar demostrando que es sencillo y asequible económicamente para la gran mayoría de las personas. Lo haremos con piezas recicladas o de bajo coste. De esta forma cualquier persona puede aprovechar la energía limpia y gratuita que nos cae a todos.**
- **Este documento hará las funciones, entre otras, de manual de construcción y uso.**
- **Estudiaremos diferentes alternativas de construcción.**

- **ANÁLISIS DE EFICIENCIA :**

- **Se realizarán medidas para analizar el comportamiento del horno y seguidor. Veremos las temperaturas a las que se puede llegar a cocinar y su potencia. Probaremos su comportamiento con seguimiento solar y sin él. Con reflectores y sin ellos.**
- **Finalmente, tras la construcción y el análisis sacaremos las conclusiones que nos permitirán encaminarnos a fijar las futuras mejoras de los prototipos de horno y seguidor aquí construidos.**

2.- RAZONAMIENTOS QUE MOTIVAN EL INICIO DE ESTE PROYECTO. ANALISIS SOBRE EL SUBDESARROLLO Y LA ENERGÍA.

Cuando una sociedad tiene satisfecho de una forma cómoda sus necesidades de alimento, agua, vivienda, energía, salud, transporte etc., ésta pasa a disponer de tiempo para otras muchas tareas. Parte del trabajo de su población puede pasar al ámbito de la investigación, de la cultura, la pintura, filosofía, escritura, cine, ocio u otras actividades enriquecedoras para el individuo y el colectivo. Suelen ser las sociedades ricas económicamente las que disponen de un sin fin de medios e infraestructuras tales como bibliotecas, cines, museos, teatros, instalaciones deportivas, abundantes comercios de todos los tipos y tamaños, escuelas, universidades, centros de formación, aeropuertos, red de trenes y autobuses, Hospitales, clínicas y centros de salud, alcantarillados, redes eléctricas y de comunicación y sistemas sofisticados de recogida y reciclaje de basuras. Las personas o los materiales pueden transportarse a cualquier punto deseado de forma sencilla y rápida en vehículo, tren, metro, autobús, avión, barco, o bicicleta. La información esta en su mano, en su casa o cerca; televisión, radio, Internet, prensa, teléfono. Las máquinas le ahorran trabajo y tiempo facilitándole la vida (lavadora, lavavajillas, frigorífico, horno, cocina eléctrica o de gas...).

El agua potable se obtiene abriendo un grifo en su propia casa y los residuos generados en ella son expulsados por medio de un sistema complejo de alcantarillado con tan solo pulsar el botón de la cadena o abriendo un tapón del fregadero o bañera, lo cual facilita el mantenimiento de un entorno limpio y sano junto con la recogida de basuras y su reciclaje. Esto impide la aparición de enfermedades.

El individuo puede acceder en general a un amplio abanico de productos en el mercado de consumo, trabaja sirviendo a la sociedad y a su vez es servido por ésta, idealmente hablando. Se obtiene formación académica y atención sanitaria en los numerosos centros de forma sencilla. La mayor parte de la población dispone de un empleo y un salario digno que permite satisfacer las necesidades y caprichos individuales del empleado a cambio de entregar esa energía de trabajo a la comunidad. Esta es la cara rica del mundo, es innegable. Aquí existe, en general, organización social, infraestructuras y recursos abundantes.

La cara pobre se caracterizará por la ausencia de todo lo anteriormente expuesto pero principalmente las carencias relacionadas con la alimentación, el agua y la salud que traerán enfermedades, muerte y sufrimiento a las personas. Esta situación de miseria se da en la gran mayoría de la población mundial.

Unas preguntas interesantes por hacernos sería ¿Por qué hay países tan ricos y países tan pobres?, ¿tanta desigualdad? ¿Cuánto de este avance de la cara rica del mundo respecto a la cara pobre es robado a lo largo de la Historia?. Hablaremos más adelante de esto. Los principales causantes del subdesarrollo son:

- 1- **Guerras Militares.** Esclavismo, masacres, embargos, ataques, destrucción, hambre y muerte. Invasiones externas y guerras internas. Es indudable que las guerras llevan a la miseria ya que la gran parte de la fuerza de trabajo de su población es dedicada para producir destrucción por lo tanto escasearan los bienes. En corto espacio de tiempo, incluso zonas relativamente ricas, pueden convertirse en zonas de miseria. El conflicto armado puede durar en muchos

casos décadas, pero aun habiendo finalizado éste, el conflicto entre la población puede continuar en el seno de la sociedad durante muchos años generando un “efecto negativo escondido” basado en el odio generado durante el pasado conflicto armado. De alguna forma se cambia la guerra violenta armada por una guerra más sutil de no cooperación, sabotajes, racismo, marginación que es muy perjudicial para las sociedades.

- 2- Otro motivo que contribuye a conducir hacia la miseria es la **Corrupción económica** de los miembros de poder. Suele tratarse de búsqueda constante del enriquecimiento económico individual o de un pequeño colectivo. Cuando esa búsqueda de enriquecimiento económico es llevada a cabo por los poderes públicos políticos, los efectos son tremendamente graves ya que estos abandonan sus tareas de servicio al colectivo para el que fueron elegidos para servirse a si mismos. El efecto negativo suele ser doble para la sociedad, no solo se desatiende la necesaria organización de ésta por dedicarse a asuntos de corrupción sino que se la roba directamente.

Cuando desde el exterior se explota la zona de miseria tan solo teniendo en cuenta parámetros económicos, pueden crearse situaciones de incremento de la pobreza, ocupando la fuerza de trabajo de la población pobre en crear productos que después serán extraídos de la zona de pobreza a cambio de muy poco. Se reporta la mayor parte de la riqueza generada a países ya ricos. Se perpetua la pobreza en el tiempo en estas zonas ya que la fuerza de trabajo productiva interna están dedicadas al enriquecimiento exterior. Lo interesante para el explotador es precisamente el bajo coste del explotado por lo tanto le interesara perpetuar esto. El explotado tiene bajas exigencias, para él, disponer de alimento, agua y alojamiento muy básico es cuestión de supervivencia. El explotador solo mueve su dinero en base a los beneficios de unas acciones, por poner un ejemplo de una de las situaciones más típicas. El accionista es muy consciente de la realidad de los números aunque no lo es tanto de la realidad del explotado. El explotador ofrece lo mínimo y obtiene mucho. El explotado ofrece mucho y obtiene poco.

- 3- Se puede llegar a la miseria **Por odio**, a una raza, a un pensamiento, a una religión... Puede llevar a la pobreza a una parte o a ambas partes. Pudiendo desembocar el conflicto en guerra militar o no. Una de las estrategias será impedir el desarrollo del rival. Si una de las partes es muy poderosa, usará su poder para involucrar a todos en contra del grupo odiado. Podemos encontrar numerosos ejemplos en la historia como en la actualidad.
- 4- También se puede llegar a la miseria **Por causas naturales** tales como terremotos, huracanes, inundaciones, sequías constantes, suelo infértil y escasez de agua. Como ocurre en muchas partes de África donde el desierto supone un gran problema para la obtención de alimentos y agua. O los terremotos y huracanes continuados de Haití.

Actualmente en Somalia esta muriendo de hambre muchas personas. Se estiman que 400.000 personas se están desplazando a pie y en vehículos a las fronteras de Kenia y Etiopía para salvarse de la miseria. Los motivos: La guerra por motivos de odio y corrupción, la sequía, las tierras infértiles y falta de agua. Las cuatro condiciones

anteriormente descritas juntas. Este es actualmente una de las zonas de mayor miseria del planeta en la que debería intervenir con energía la bondad internacional.

Porque debemos intervenir en reparar la miseria actual como gran prioridad del ser humano, aunque también debemos luchar contra la posible miseria del futuro. Por esto merece la pena minimizar el impacto del cambio climático. Cuidar nuestro entorno alterándolo el mínimo posible es la responsabilidad de cada uno de nosotros y de nuestros gobiernos. El aumento de la temperatura global del planeta debido a la contaminación de la atmósfera y el efecto invernadero puede tener graves consecuencias en nuestra naturaleza, desertizando aun más. Esto puede suponer un gran problema para el abastecimiento de alimentación del ser humano. Disminuir la biodiversidad puede suponer mayor dificultad para encontrar soluciones a problemas de salud humanos, nuevos fármacos. El cambio climático podría traernos graves desastres naturales, con posibles futuros éxodos masivos por desaparición de las costas debido al deshielo de los polos. O aumento de lluvias torrenciales y Huracanes. Cada año que pasa somos más conscientes de ello. Cualquier anciano podrá explicarnos la diferencia del entorno natural en el que se desarrolló comparándolo con el ahora. Si a esto le sumamos el efecto del crecimiento exponencial de la población en el tiempo todo indica a que debemos hacer constantes cambios en nuestras formas de vida buscando el máximo respeto al entorno natural si queremos dejar un buen legado a las generaciones futuras. Y no un futuro mísero, quizás sin suficiente alimento, quizás sin suficiente agua y porque no, sin belleza natural.

Las ventajas de las centrales solares que se están construyendo actualmente para abastecimiento masivo a la población representan una buena alternativa a las centrales nucleares, que junto a la aparición de la potente eólica y demás renovables hace a los gobiernos competentes de Japón y Alemania a planificar el cierre de estas peligrosas y costosas formas de generación de energía.

La población mundial actual es de más de 6.000 millones de personas y las estimaciones más recientes de la Naciones Unidas indican que para el año 2025 será de 8.500 millones. Podemos ver la gráfica de esto en la Figura 1 basado en los datos históricos.

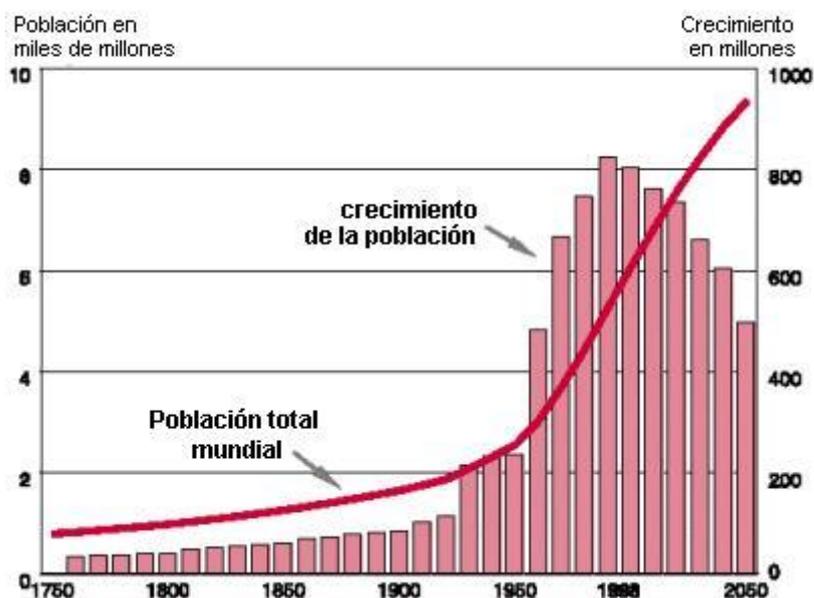


Figura 1

Pero, saber que trasladarnos en nuestras máquinas actuales no es limpio para el medio ambiente y por lo tanto hacerlo lo menos posible supone romper costumbres, lo cual parece ser que no es fácil para el ser humano, debemos seguir investigando nuevas formas de hacerlo limpiamente. Buscar el beneficio ecológico, así como el beneficio Humanitario. Y no tanto ya el económico, tan pesadamente resonante en el vocabulario de nuestra época y muchas ya pasadas. La sociedad debe transformarse, o al menos intentarlo, para buscar darle más peso a otros beneficios diferentes al económico. Porque quizás ha sido una obsesión, la del “beneficio económico”, la que ha hecho cometer muchos crímenes humanitarios y ecológicos, además de robos, asesinatos, guerras y esclavitud.

No parece ya muy buena idea talar 5000 robles para construir un galeón de los miles y miles que se construyeron durante varios siglos para la guerra y el robo de las riquezas de las colonias en Asia, África y América. En esta época la deforestación fue a un ritmo frenético, la leña era la fuente de energía, con ella se hacía carbón vegetal... Con nuestros árboles cocinábamos, hacíamos papel, casas, muebles, utensilios, barcos, nos calentábamos, alimentábamos los hornos para fabricar metal, vidrio... Los bosques casi desaparecieron y ahora tenemos la desertización que tenemos... Si el hombre no hubiera tocado nuestro entorno casi todo estaría plagado de árboles... Y para comprobar la desertización de nuestro entorno tan solo tenemos que mirar a nuestro alrededor cuando viajamos.

En la actualidad muchas partes del planeta siguen funcionando con leña y carbón vegetal principalmente, todo un error a las alturas en que estamos de conocimiento tecnológico, aunque no existen muchas alternativas para estas personas ya que esto suele ocurrir en lugares de extrema miseria. El mundo desarrollado comienza una esperanzadora transición entre energías perjudiciales y peligrosas como la combustión de combustibles fósiles, gas, nuclear a energías renovables como la eólica y la solar, entre otras muchas. Parece un buen camino seguir avanzando en este campo de pulcritud en la generación de energía limpia y extenderlo a toda la sociedad de nuestro planeta, especialmente a las zonas de miseria. Otra parte muy importante sería la concienciación en un uso razonable de la energía para no derrocharla. Cuanta más energía gastemos, más deberemos generar y por lo tanto contaminar.

A lo largo de este proyecto se hablara mucho de las cocinas solares y su forma de trabajar sin generación de CO2.

3.- ALGUNOS PROBLEMAS CONCRETOS DE HAITÍ.

En Haití, casi nadie ha visto una lavadora, o un frigorífico, un grifo, o una televisión en su casa, o un ferrocarril o una autopista, o una biblioteca, o un hospital decente, ni antes ni después del terremoto del 12 de enero de 2010 en la que muere el 3% de la población.

Se enumeran algunos problemas observados:

1. EL AGUA:

- La gran mayoría de las personas no tienen acceso a agua sanitaria y potable, con lo que las enfermedades se multiplican. Uno de los casos es el cólera, que se ha cobrado ya miles de vidas en Haití.
- La población carga la pesada tarea manual de transportar decenas de kilos de agua a cuestas desde la fuente a sus casas, debiendo recorrer distancias considerables con el peso a sus espaldas. La sociedad pierde mucho esfuerzo y tiempo en este tipo de tareas fácilmente automatizables mediante las debidas canalizaciones y apertura de un grifo. Gran parte de esta agua es dedicada para la higiene personal, cocinar y lavar la ropa. El lavado de ropa es a mano, un esfuerzo considerable que recae sobre la mujer. Muchas mujeres deben dedicar gran parte del día en este menester también fácilmente automatizable.

2. LOS ALIMENTOS:

- Buscar el alimento para subsistir forma parte del día a día de muchas personas. El sufrimiento que supone pasar hambre es por desgracia muy conocido por los Haitianos. Los datos de desnutrición y esperanza de vida es la más pesimista de todo el Sur, centro y Norte de América.

3. LA SALUD:



Figura 2

- El sistema sanitario es deficiente y en mayor parte privado e inasequible para la gran mayoría de los haitianos. La población no recibe una atención adecuada como es el caso de la niña de la figura 2.
- El sistema sanitario no dispone de medios. Faltan hospitales y los existentes son muy deficientes. Ausencia de material, faltan equipos médicos con tecnología avanzada, falta de suficiente formación a profesionales para alcanzar el objetivo.

4. LA VIVIENDA:

- La vivienda de cientos de miles de personas consta de 4 palos que sujetan un plástico, o es una chavola hecha de restos de chatarra, o una tienda de campaña. La lluvia es abundante, de esta forma se esta expuesto a las inundaciones constantemente o a volver a perder lo poco que se tiene ante un nuevo temporal. Normalmente viven familias completas en las tiendas que pueden estar ente 40 y 50 grados centígrados al mediodía. Dentro de este habitáculo y de todas las viviendas en general en Haití, normalmente no existe ninguna comodidad, ni llega el agua potable, ni la electricidad y no existen canalizaciones de aguas fecales. La vivienda es tan básica que el suelo suele ser la tierra directamente y los niños suelen estar sucios, con aguas fecales alrededor y basura generados por los propios habitantes del hogar. Una vivienda digna favorece un entorno saludable.



Figura 3

5. LA ENERGÍA:

- Efectivamente, uno de los principales problemas de Haití es el acceso a la energía. La mayor parte de la población vive sin electricidad. La única electricidad con la que cuentan millones de personas es la que se puede comprar en forma de pilas en los mercados para poder permitirse, de tarde en tarde, la posibilidad de escuchar un poco de radio, o música, o dar un poco de luz de emergencia a una linterna. Aunque en general se vive simplemente a oscuras.

- Los costes ecológicos y humanitarios del carbón vegetal son enormes. El haitiano actualmente no tiene otra alternativa energética que cocinar con carbón vegetal o leña. Buscar, cortar y transportar leña para cocinar, es un esfuerzo muy considerable. El que puede compra carbón vegetal aunque es caro para la economía domestica, unos 20 euros cada mes y medio o dos meses para una familia. Se analizará más adelante los inconvenientes del carbón vegetal.
- En lo cotidiano, el no disponer de energía impide por ejemplo tener frigorífico y por lo tanto ser muy valorado algo fresco en un lugar tan caluroso, es difícil conservar los alimentos. La falta de televisión y radio supone dificultades de coordinación entre su población para favorecer la información y la educación por estos canales.
- Haití dispone de un gran potencial por naturaleza en el aprovechamiento de energías renovables. En concreto la radiación solar que recibe Haití goza de valores privilegiados que no pueden desaprovecharse. Crear un buen sistema de abastecimiento de energía en Haití es necesario para seguir avanzando.

6. TRATAMIENTOS DE DESECHOS:

- Las enfermedades, la contaminación de las aguas y del entorno del hogar es preocupante para la salud. No se dispone de alcantarillados, recogida de basura y tratamiento de residuos. Esto se ve agravado en zonas de altas densidades de población por m² como son las ciudades. En los peores casos, en zonas de mercados callejeros la gente puede llegar a caminar sobre montañas de material vegetal, resto de hortalizas del mercado, en descomposición, donde suele haber un olor nauseabundo. Los ríos que atraviesan estas ciudades suelen tener aspecto de vertederos, con gentes utilizándolos para lavarse ellos mismos o sus utensilios. Esto aumenta las enfermedades y las muertes.



Figura 4

- Se apilan montones de desecho al lado de las casas. Algunos se queman como vemos en la Figura 4.
- Se ven pilas gastadas arrojadas en cualquier sitio, esto indica la necesidad de comenzar actuaciones en el ámbito del reciclaje y especialmente el reciclaje de materiales peligrosos como éste que pueden llegar a contaminar grandes cantidades de agua. Reciclaje necesario para poder decir que la energía solar fotovoltaica es una forma de generar energía aparentemente muy ventajosa.

7. LOS TRANSPORTES:

- Los medios de transporte, escasos y si los hay, son lentos, antiguos e incómodos. En la Figura 5 se aprecia un típico carro usado en Haití y que suele ser arrastrado por personas para el transporte de materiales pesados. Carros contruidos con restos de vehículos y madera.



Figura 5

Prioridades a solucionar:

- En general la prioridad máxima sería la correcta distribución de agua potable y alimentación junto con la mejora del sistema sanitario accesible a la población.
- Otras cosas a mejorar muy importantes son la vivienda, la energía, la educación, los transportes y el tratamiento de residuos.

La desigualdad social existente pudiera ser fruto de una mala o nula gestión política. No existe regulación y coordinación por parte del estado de casi ningún aspecto, por lo que no es capaz de organizar a su población. Son agravados los efectos por la escasez de medios. El desempleo es generalizado y algunos trabajan a cambio de muy poco. Los abusos sobre los trabajadores son frecuentes por la falta de regulación política, el trabajador pobre no dispone de alternativas y vende su mano de obra a cambio de un plato de comida y poco más, por lo que la esclavitud, en algún modo, sigue existiendo como un trauma del pasado. Se dan casos como por ejemplo niños de 8 y 9 años que sirven y trabajan ya de forma brutal, alguno maneja el fuego para cocinar para toda una familia, o llevan una jarra de agua para que el resto se lave las manos, limpian las casas y lavan la ropa, o trabajan duramente en la agricultura o atendiendo un pequeño negocio. Todo ello a cambio de ser mantenidos por la casa en la que sirven y

de esta forma poder ir a la escuela. Los padres que viven en zonas rurales sin escuela pueden llegar a dejar al hijo en otra casa con la esperanza de que pueda ir a la escuela. El niño en general en Haití, esta muy desvalorado, el castigo físico esta muy aceptado con ellos hasta el punto de producirse excesos. Algunos viven en la calle sin ningún adulto a su cargo, deambulan intentando ganar algo para comer, robando o limpiando botas, por ejemplo. Son denominados los “niños de la calle” ya que ésta, la calle, es su casa y en ella duermen. Su familia son otros niños en su misma situación.

La sociedad debe buscar soluciones a esta situación de sufrimiento de millones de personas de una forma global, es decir, la implicación debe ser internacional. Y además debe ser contundente ya que este tipo de problemas mundiales de alimentación y salud deben ser prioritarios en el abanico de trabajos a realizar por la sociedad. No tiene sentido dedicarse a hacer figuras de barro si nos vemos en la situación de no tener agua o alimento, habrá que trabajar prioritariamente en la búsqueda de esa agua y alimento.

Además, las soluciones deben intentar ser de la mayor calidad posible. Si se acerca la electricidad a un pueblo en situación de miseria esta será quizás más interesante en forma limpia de aerogenerador que de generadores de gasoil. La fuerza internacional puede hacerlo.

La búsqueda de la perfección social, de la que nos encontramos tan lejos y a la que debemos intentar tender, requiere de **soluciones globales** y **soluciones individuales**:

1.- Encontrar soluciones globales a graves problemas humanos. Estas soluciones en general no son fácilmente realizables por una persona o pequeño grupo de personas. Suele tratarse de dar solución de abastecimiento a toda una población de agua potable, o energía, o alimento, o asistencia medica, o realizar las canalizaciones de alcantarillado o de gestionar eficientemente los residuos generados y su reciclaje adecuados, un plan de agricultura y pesca, infraestructuras entre otros. Se trata de dar solución a quizás miles o millones de personas a un problema o problemas concretos. Deben ser impulsados por los organismos oficiales e internacionales, apoyados y exigidos por la población para llegar a una realidad. En general se necesitaran crear inmensas infraestructuras y/o reunir gran cantidad de esfuerzos humanos para conseguirlo.

2.- Encontrar soluciones individuales a graves problemas humanos. Los problemas se encuentran en nuestro entorno. Puede ser de abastecimiento de agua, educación, salud, alimentación etc. Esperar a que los gobiernos den una solución puede resultar una larga espera que no sabremos si terminará. Es aquí donde se debe buscar una solución individual o local al problema nosotros mismos o un pequeño grupo de personas.

Esto quiere decir que si no hay electricidad buscaremos la forma de traer la electricidad nosotros mismos, con paneles solares por ejemplo, o si no existe un buen abastecimiento de agua trataremos de hacer un pozo comunitario con sistema de agua potable para abastecer la pequeña comunidad. Lo haremos pero denunciaremos a los gobiernos, que tienen el deber de servir a las necesidades básicas de su población.

Se insiste en la importancia de buscar la calidad en las soluciones, por ejemplo, esta ausencia de electricidad lleva a la necesidad de utilizar **generadores de gasoil** para

tener luz, bombear agua de un pozo, para utilizar una sierra circular o incluso a encender este ruidoso, caro y contaminante motor en una imprenta para poder hacer fotocopias, por poner algunos ejemplos. Y esto ocurre en una gran ciudad de Haití, concretamente en Leogane. El generador de gasoil es un artículo que se pueden permitir unos pocos. Es claro que una solución de calidad es una pronta acción internacional para permitir generar de una forma limpia la energía y que sea correctamente servida en esta ciudad para que sus futuros hospitales, por ejemplo, dispongan de esta necesidad cubierta y de calidad. O para que millones de personas pasen a cocinar con la energía del sol y del viento en vez de con el 97 % de su masa arbórea ausente en la actualidad en su país.

Y ¿Cómo es posible llegar a esta situación? ¿Cómo es posible que un país casi entero no tenga prácticamente nada? ¿Cómo es posible que en medio del caribe entre arrecifes de coral, árboles de mangos y bananas, es decir, con una naturaleza generosa, cientos de miles de personas pasen hambre y sed?

¿Quizás es porque Haití era un almacén de 300.000 esclavos y apenas 12.000 personas libres hace tan solo 250 años?, ¿Quizás porque a lo largo de su historia fueron colonizados a la fuerza por Franceses, Británicos, Españoles y Estadounidenses creando conflictos y guerras destructoras e imponiendo sistemas opresivos y esclavistas dedicados a extraer riqueza hacia sus países de origen? ¿Quizás es porque un país de raza negra que se liberó de su esclavitud hace 200 años en una revolución única tuvo que vivir rodeado de un mundo extremadamente racista durante unos 100 años más después de su liberación? Tengamos en cuenta que Haití, en una revolución de esclavos, consigue su independencia en 1804 frente a Francia y que España pierde sus derechos de uso de esclavos en Cuba tras muchos conflictos en 1886 (82 años después de la auto-liberación de los esclavos Haitianos) y que Estados Unidos, tras su guerra civil, aplica abolición de la esclavitud en 1865 (61 años después de la auto-liberación de los esclavos Haitianos). Brasil es uno de los últimos países en abolir la esclavitud, en 1888 (84 años después de la auto-liberación de los esclavos Haitianos). La abolición no corta tajante el racismo de la sociedad hacia los negros o esclavos, perdurando durante muchos años después de esta fecha. ¿Quizás los países ricos-colonizadores tienen un buen porcentaje de su riqueza actual a costa de los países pobres-colonizados del pasado? ¿Estamos en deuda con ellos? Irónicamente y económicamente, son ellos los que tienen actualmente enormes deudas con los países ricos.

Por todo esto merece la pena repasar la Historia de Haití ya que posiblemente podamos encontrar algunas respuestas a algunas preguntas mirando al pasado. Por todo esto incluyo el “ANEXO III: HISTORIA DE HAITÍ” al final de este documento.

¿Quizás la pobreza de Haití se debe también a las tormentas tropicales, huracanes y terremotos constantes de la zona?. En el Terremoto de enero de 2010 muere un 3% de la población, 300.000 personas. 3 personas de cada 100. Y la capital y el país quedan destruidos.



Figura 6

Aparecen nuevas zonas ocupadas de hasta miles de afectados que perdieron sus casas como es el caso del asentamiento de Cannan a las afueras de Puerto Príncipe como podemos ver en la figura 6.

4.- VOLUNTARIADO EN HAITI. DESARROJO DE LOS OBJETIVOS EN EL CAMPAMENTO MUDHA – AFDC. RESULTADO DE LA EXPERIENCIA.

Durante el periodo del 04-dic-2011 al 19-feb-2012 se realiza cooperación voluntaria en el campamento de MUDHA – AFDC (Haití – Leogane) en una zona llamada Mithon. En los siguientes apartados se resumirá la experiencia vivida.

4.1- INTRODUCCIÓN. PRESENTACIÓN DEL CENTRO.

El centro acoge a 23 niños con diferentes problemas sociales, casi todos sin padre o madre, o abandonados, o sin posibilidad de ser mantenidos por las familias. En el centro también se realizan infinidad de actividades de trabajo con la comunidad local tales como operativos de limpieza, talleres de paternidad responsable, Derechos Humanos, discriminación de la mujer, por nombrar algunos. Se intenta que la mujer, muy desfavorecida en este lugar inicie, en pequeños grupos, microempresas que les permita mantener su independencia económica a la vez que le permitan tener unos ingresos para sus necesidades. Para ello se dan talleres de formación técnica a través de cursos como por ejemplo: Fabricación de champús, jabones, cremas hidratantes, elementos decorativos para la construcción, instalación de sistemas fotovoltaicos, entre otros muchos. Además el centro da asistencia sanitaria con médico, enfermero y psicólogo que ofrece atención y medicamentos gratuitos al entorno local. Se realizan muchas actividades relacionadas con la salud: Talleres informativos a la comunidad sobre el cólera, higiene en la familia, Autoestima, SIDA etc.

Las organizaciones que están apoyando constantemente este centro son:

- AFDC Association des femmes pour le développement communautaire. Association local haitiana inscrita legalmente en Haití.
- MUDHA que es una organización originalmente de Republica Dominicana pero internacional y de mayor envergadura que trabaja junto con AFDC en este lugar aunque dispone de infinidad de proyectos en muchos lugares del mundo. Surge como movimiento de apoyo a la mujer Dominico-Haitiana.

A continuación se ilustra el centro y algunas de sus actividades a través de las fotografías de las siguientes figuras:



Figura 7

En la Figura 7 la hora del desayuno en la cocina del centro.



Figura 8

En la Figura 8 el día 25 de diciembre, cuando los niños recibieron los regalos de navidad donados.



Figura 9

En la Figura 9 los constantes operativos de limpieza que se organizan desde el centro con la comunidad local de alrededor para recoger la infinidad de plásticos y basura. Normalmente la basura se apila y la gente los quema, por las calles arden montañas de basura, con sillas de plástico rotas, latas, bolsas, pilas, baterías, botellas etc. Nadie sabe que hacer con todo esto. La actividad trata de concienciar para elevar la responsabilidad al gobierno. Uno de los niños del centro sufrió quemaduras graves cuando introdujo un pie en una de estas montañas de basura que aun seguía ardiendo por debajo y que aparentemente ya no ardía por encima.



Figura 10

En la Figura 10 uno de los talleres de información sobre el SIDA del centro.



Figura 11

En la Figura 11 la asistencia sanitaria dada a la comunidad desde el centro.



Figura 12

En la Figura 12 se aprecia el reparto gratuito de medicamentos



Figura 13

En la Figura 13 los niños del centro preparados para ir a la escuela.

4.2- LA INTEGRACIÓN EN EL CENTRO Y EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.

En los siguientes apartados se describen las principales actividades desarrolladas en el centro Campamento MUDHA – AFDC con referencia a los objetivos del proyecto planteados inicialmente.

4.2.1- COOPERACIÓN EN LABORES COTIDIANAS.

El curso que se pretende dar de energía solar tan solo ocupará una hora y media al día y cocinar con el sol tampoco ocupará excesivo tiempo por lo que sobran muchas horas para ayudar a las labores cotidianas del centro.

Estas labores cotidianas son muy importantes. El voluntario debe cooperar en la medida de lo posible con las tareas caseras con el resto de personas del lugar. Debe ser una entrega diaria y constante mientras sea posible, al igual que lo hacemos en nuestra propia casa. Gracias a este trabajo codo a codo podemos estrechar los lazos. De esta forma nadie puede ser una carga. Esto es muy valorado y útil en el entorno.

En el periodo de cooperación voluntaria es importante tener una actitud de trabajo muy activa. Es importante observar alrededor y desempeñar el trabajo que esta por hacer para dar apoyo a los compañeros.

En la cocina se puede aportar apoyo fregando los platos. La limpieza del centro también es importante. Lavar y tender la ropa de 30 a 40 personas es una importante carga de trabajo.

Se ayuda en las compras que se hacen en el mercado de la ciudad para el aprovisionamiento de lo necesario, comida, material para los cursos u otros productos. Ir a la compra puede ser extenuante por las distancias a recorrer y los pesos que cargar. Es necesario colaborar cuanto sea posible.

Efectivamente, los niños del centro precisamente tienen falta de atención familiar por lo que es importante pasar todo el tiempo posible con ellos y aportar lo que esté en nuestra mano. La escuela orfanato a la que van a estudiar se encuentra enfrente del centro donde duermen. En esta escuela orfanato somos testigos del abandono de un niño recién nacido, este es depositado en una cesta frente a la puerta de entrada, seguramente por falta de medios de los padres. Algunos no tienen a ningún familiar que se pueda hacer cargo, como Nicodeme de 14 años, que se le seguirá cuidando todo lo posible.

4.2.2- REALIZACIÓN DEL CURSO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Se transportan en el avión algunos materiales que permitieron realizar un curso de energía solar fotovoltaica teórico-práctico.

- Dos paneles solares de 5w de potencia.
- Regulador de carga.
- Placas electrónicas para montaje de circuitos.
- Componentes electrónicos variados. Amperímetro, clavijas de conexión etc.
- Dos polímetros
- Documentación para entregar a los alumnos.

En Haití se adquieren algunos materiales para llevar a cabo el curso:

- Baterías de motocicleta de electrolito líquido.
- Cableado.
- Otros accesorios como tornillería, madera.

La duración del curso es de aproximadamente un mes y medio. La asistencia del alumnado es muy irregular y escasa. Aunque comienza con más de una decena de personas rápidamente baja la asistencia y va apareciendo gente nueva. Ningún alumno asiste más de 10 días. Posiblemente porque no están muy acostumbrados a este tipo de cursos. De esta forma, la improvisación cada día en el temario a impartir se hace inevitable dependiendo de las personas que aparecen, que en muchos días no son más de dos. Aun así los alumnos que más días asisten muestran un gran interés y son capaces de instalar por si solos un pequeño sistema solar fotovoltaico, además de poder visitar la instalación solar del centro que es capaz de generar 8,4 KW hora por día. Además aprenden a soldar en placa un pequeño circuito electrónico que permite variar el voltaje entre 1,25 voltios a 12 voltios que incluimos en el pequeño sistema solar fotovoltaico fabricado por los alumnos con los materiales anteriormente mencionados. Son capaces de ver importantes conceptos como los de conexiones serie y paralelo tanto de baterías como de paneles. Medimos con los polímetros los valores de corriente y voltaje en las diferentes configuraciones. La teoría básica de la Ley de Ohm y la potencia en continua es vista también en la práctica. Y muchos conceptos sobre energía solar han podido ser explicados a las personas interesadas en aquel momento de forma gratuita. El curso se anuncia en el entorno local con el temario siguiente:

CURSO DE ENERGIA SOLAR

1. COCINAS PARABOLICAS Y HORNOS SOLARES

- Principio de funcionamiento, mantenimiento y practicas de uso de una cocina solar parabólica.

2. SISTEMAS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

- Los paneles solares
- Las baterías
- El controlador
- El inversor
- Conexión del sistema fotovoltaico
- Sistemas de 12 y 24 voltios
- Prácticas de montaje de un sistema solar fotovoltaico

3. TEORIA DE CIRCUITOS

- CC y CA
- Ley de Ohm, corriente, voltaje y resistencia
- Practicas de electrónica, soldadura y montaje de circuitos.

Curso gratuito de formación

Comienzo del curso: 10 de enero 2012 de lunes a viernes 2:30pm a 4:00pm

Duración del curso: 3 semanas aprox.

Solamente hay que traer cuaderno y bolígrafo.

El curso se impartirá en: Campamento MUDHA

4.2.3- MONTAJE Y PRÁCTICAS CON LA COCINA PARABÓLICA K14

En el avión se transporta la cocina solar parabólica que es donada y que viene embalada por piezas ocupando un tamaño y peso reducido que la hace fácil de transportar. Una vez allí, dos personas la tienen montada en un día de trabajo máximo.

Las cocinas solares parabólicas K14 de Alsol que han sido donadas por Nou Barris y Huecco tienen una potencia de 500W bajo una insolación de 1000 W/m² y que hierve, bajo estas condiciones, 2 litros de agua en aproximadamente 16 minutos, tiene una superficie captadora de 1,5m².

Causa curiosidad en la gente comprobar que se puede cocinar al sol y la aceptación es bastante grande.

Los inconvenientes del carbón:

En Haití, con unos 10 millones de personas, la energía por excelencia para cocinar es el carbón vegetal. Los inconvenientes de utilizar esta forma de energía son enormes. Este consumo masivo de material vegetal durante siglos ha hecho de la isla un país tremendamente deforestado. Conserva el 3% de su masa arbórea solamente. De esta forma se pierde fertilidad del suelo al retirar la masa orgánica que pasara a enriquecer la tierra en el futuro con su muerte. El proceso de desertización se acelera con las lluvias que arrastran la capa más superficial o humus y que es básica para la fertilidad del suelo, este efecto es más acusado en zonas montañosas como lo es en general Haití. Los árboles y la vegetación hacen de sujeción de dicha capa. Haití sufre este problema en muchas zonas. Una buena tierra saludable, orgánica y fértil suele presentar un aspecto oscuro. Respetar la fertilidad natural de la tierra es importante riqueza que debe tenerse en cuenta en cualquier acción humana.



Figura 14

En la Figura 14 se puede ver la cocina y el saco de carbón vegetal que se utiliza en el centro. El saco cuesta 1000 gourdes que viene a ser unos 20 euros al cambio y tampoco dura mucho, los haitianos no tienen otras alternativas a su alcance. Una cocina solar que puede rondar los 200 a 300 euros queda económicamente amortizada rápidamente.

Los inconvenientes del carbón para el ser humano son muy grandes, deforestación, contaminación y mucho esfuerzo para tener el fuego encendido, hay que ir, cortar la madera, quemarla y transformarla en carbón, transportarla a los mercados (Hasta en barcos de vela y remos como vemos en las Figuras 15 y 17), para después que el usuario vaya a recogerla y transportarla a su casa, y encender el fuego. Cosa que con la cocina solar tenemos disponible al instante ahorrando todo este esfuerzo humano. Hay otros pequeños inconvenientes como que las manos y las ollas se tiñen del tizón que suelta el carbón y es muy incomodo lavarlos. Normalmente también se gasta gasoil ya que hay que ir y volver con el saco de carbón en moto al mercado que queda a unos 2 o 3 kilómetros. El humo es muy denso y perjudicial para el profesional cocinero que trabaja todos los días con él. La suciedad en la que habitan en el mercado de carbón los vendedores sobre montañas de tizón tampoco parecen condiciones dignas como vemos en la Figura 16.



Figura 15



Figura 16



Figura 17

Alternativas al carbón:

En la Figura 18 vemos la cocina de gas que se utiliza, además de la de carbón, aunque no siempre hay dinero para rellenar la bombona. Rellenarla supone unos 1500 gourdes o unos 30 euros al cambio. Muy caro y no dura mucho tiempo ya que hay que cocinar para unas 35 o 40 personas. De gas no dispone casi nadie en Haití, en este centro se puede utilizar de vez en cuando por el constante apoyo de las organizaciones humanitarias.



Figura 18

En la Figura 19 se está haciendo bizcocho al sol con una de las cocinas solares K14 donada por Nou Barris que tiene una potencia de 500W bajo una insolación de 1000 W/m² y que hierve, bajo estas condiciones, 2 litros de agua en aproximadamente 16 minutos, tiene una superficie captadora de 1,5m². Este aparato es líder en generar limpiamente tal potencia. Utilizando casi directamente la energía del sol, sin tener largas pérdidas en sucesivas transformaciones. Recordándonos que la cantidad de energía solar que incide sobre la superficie de la tierra durante el periodo de media hora es la misma cantidad de energía que consumimos los humanos en un año.



Figura 19

La cocina solar en combinación con cocinas eléctricas para completar la demanda en días nublados u otros momentos donde no este disponible el sol, es una alternativa aparentemente más económica, ecológica, saludable y eficiente para el ser humano. La electricidad es posiblemente la energía del futuro, por su potencia y posible limpieza en la generación, con el sol, el viento, las olas o las corrientes de agua por nombrar los más típicos.

Además de bizcocho se ha hecho pan y algunos platos típicos como Bouillie (que es una especie de arroz con leche pero que además de arroz también se hace con harina de maíz, harina de trigo o harina de patata). Aunque lo que más éxito ha tenido es cocer las judías, ya que necesitan de unas 2 o 3 horas al sol para una cazuela completa de 10 litros. Los haitianos han visto que es muy útil ahorrarse ese carbón para cocinar judías, que junto con el arroz es el alimento diario. Y estas pruebas se han realizado en la época más desfavorable de sol en Haití, en invierno, en diciembre, enero y febrero.



Figura 20

También se ha hecho pan al fuego de la forma que vemos en la Figura 20. La ventaja del fuego es que tiene mucha potencia y puede elaborarse más cantidad de pan al día, pero hay que sacarlo más rápido porque se quema y no termina de hacerse bien por dentro, hay que controlar constantemente el fuego y es molesto respirar el humo que hace toser, pican y lloran los ojos. Además hay que invertir mucho tiempo y esfuerzo hasta que el fuego está encendido. Sorprendentemente queda mucho más crujiente y bien hecho en la cocina solar y con mucho menos esfuerzo, molestias y peligro. El calor era más uniforme dentro de la cazuela, por lo que el pan se hacía mejor por dentro sin riesgo de quemarse. Por este motivo sale menos cantidad de producto pero más calidad que con el fuego. El pan se hace con harina, mantequilla, sal, azúcar, levadura y leche de coco. El coco se ralla y se mezcla con un poco de agua, se exprime con las manos y se cuele, así se hace la leche de coco.

Normalmente se cocina tres veces al día. Por la mañana muy temprano (sobre las 5:00 o las 6:00), a medio día y a la puesta de sol. Evidentemente de noche no funciona la cocina solar. Pero se cocinan judías incluso para el día siguiente. En el uso de hornos y cocinas solares es muy interesante el concepto de “cocinar con calor retenido”. Esto consiste en que poco rato después de que los alimentos comienzan a hervir o cocinarse con fuerza los quitamos del fuego y los introducimos en una caja aislada térmicamente o simplemente en una cesta de mimbre enrollamos el cazo de comida con mantas para que el calor no se pierda y se termine de cocinar los alimentos con el propio calor adquirido al principio. Esto también sirve para mantener los alimentos calientes durante

muchísimas horas y poder servirlos a punto en el momento que queramos, incluso de noche cuando no hay sol.



Figura 21

En la Figura 21, se muestra una fotografía del 12 de enero de 2012, fecha muy sensible puesto que es el aniversario de recuerdo a las víctimas del terremoto del 2010 en la ciudad de Leogane.

Un estudio realizado en noviembre de 1998 en los Andes de Argentina aporta unos datos muy importantes que realizó la Fundación Ecoandina con varias familias de pueblos indígenas que utilizaban la poca leña existente en su entorno para cocinar. Para el estudio utilizaron hornos solares y cocinas parabólicas. Se llegó a la conclusión de que las cocinas solares parabólicas eran más aceptadas y prácticas que los hornos solares, con lo que se está de acuerdo con los estudios realizados en el presente proyecto. Se cita a continuación un interesante resumen que hicieron de su estudio:

“Resumen:

Misa Rumi es un pueblo compuesto por quince familias, cada una de ellas está formada por un promedio de nueve integrantes. Tanto Misa Rumi como otros PUEBLOS ANDINOS utilizan la leña de la zona como material combustible en gran medida, esto se debe al bajo costo de la leña, que la mayoría de las veces es nulo, y a que es la forma más tradicional de cocinar sus alimentos. Cabe aclarar que cuentan con la posibilidad de utilizar gas pero por una cuestión de ahorro no lo hacen en gran medida.

El trabajo realizado consta de dos etapas, estando la primera destinada a medir y a conocer el consumo real de leña por familia. La segunda etapa consistió en promover la utilización del Horno Solar y la Parabólica. Estas dos etapas contaban a su vez con tres visitas diarias a cada familia para realizar las mediciones correspondientes y para enseñar el uso de los nuevos artefactos a la gente.

Como resultado de la primera etapa de estudio, podemos afirmar que existe un consumo promedio de leña por persona de 1,88 kg. En instituciones como el comedor vecinal, el consumo por persona es de 0,67 kg de leña, único combustible, utilizado solo en la elaboración del almuerzo de lunes a viernes. Para la escuela albergue, el consumo de leña por persona es de 1,78 kg consumidos en cuatro comidas diarias.

En la segunda etapa de estudio se propone a la ENERGIA SOLAR como una posibilidad en el ahorro de leña. Continuando o iniciando para tal fin experiencias con cocinas SOLARES en familias del lugar y escuela. Para su concreción participaron seis familias y la escuela primaria. Los datos obtenidos en esta etapa de uso de energías no convencionales, dan como resultado un consumo promedio por persona de 1,16 kg de leña al día. Esto implica un ahorro promedio de 38 % en la utilización de leña como combustible.

Cuando se agrega la cocina solar parabólica, la reducción promedio es de 1,70 kg por persona en el uso leña, evidenciando un ahorro diario del 89 % en el consumo de leña.

La experiencia en la escuela con cocinas solares denota una merma del 35,42 % del consumo de leña, siendo el gasto de combustible leñoso por persona de 1,15 kg. La cocción de pan en horno de barro es de gran incidencia en el consumo total de leña, mostrando en la realidad que un poblador necesita para elaborar 1 kg de harina aproximadamente 2 kg de tola, su principal combustible.

Finalmente, la investigación señala que en el pueblo de Misa Rumi, tienen un consumo total aproximado de 1700 kg por semana, el cual se reduciría a 400 kg de leña si todos los pobladores utilizaran cocinas solares y en menor medida combustibles convencionales en la preparación diaria de sus alimentos.”

En este documento se mostraba una **Cocina solar comunitaria** muy interesante que podemos ver en la Figura 22.

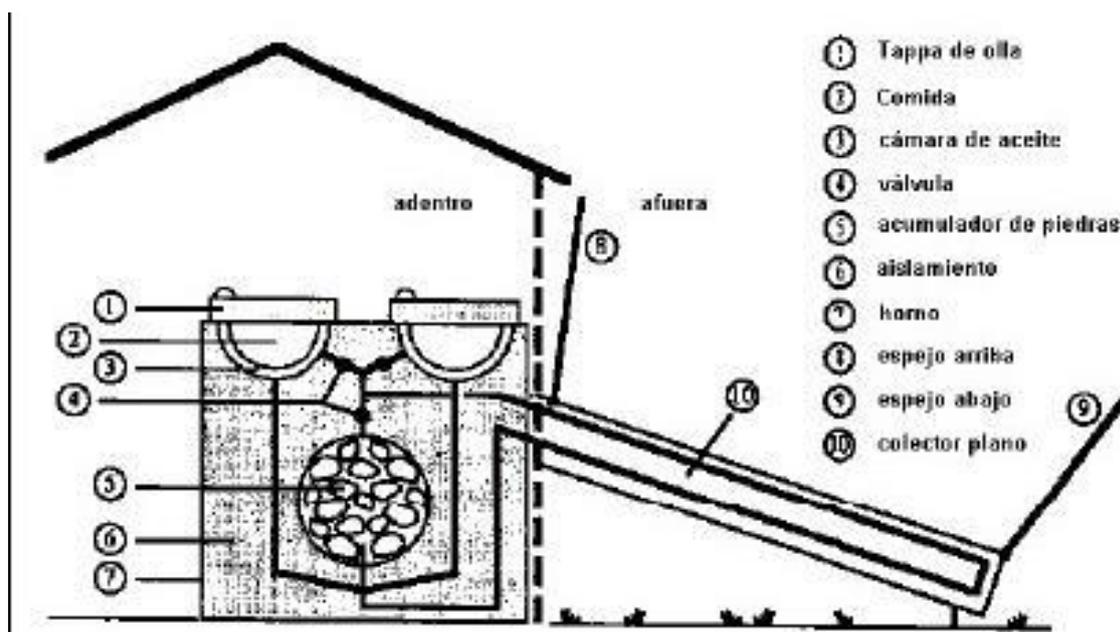


Figura 22

Es un colector plano con un acumulador de calor y dos ollas adosadas, la energía solar captada es llevada a un almacén térmico de una cama de rocas por medio de un circuito natural por gravedad (principio del termosifón). Como líquido de transporte se usa aceite de cacahuete, que alcanza unos 200° C durante la operación.

Principio de funcionamiento:

Los alimentos se cocinan dentro de una olla con doble fondo que funciona como intercambiador de calor entre el aceite y los alimentos por cocinar. El aceite empieza a circular cuando se abre la válvula en el tubo de acceso. La circulación además de hacerse por medio de la gravedad también funciona por convección. Las ventajas de este diseño de simple construcción son:

- Alcanza temperatura de más de 180° C.
- Capacidad de cocción para treinta personas.
- Permite la preparación de todo tipo de comidas.
- Tiene un almacén térmico, que permite su uso también en horas de la noche.
- Es posible instalar la cocina en lugares cerrados.
- Los tiempos de cocción y la manera de cocinar son comparables y parecidos a las cocinas tradicionales de leña o gas.



Figura 23

En la figura 23 vemos el colector y los reflectores en el exterior. En cambio el horno de la cocina solar comunitaria en el interior.

También me gustaría mencionar otro tipo de construcción muy valorado y extendido que por su potencia (se llega a los 300 ° C con 8 m² de reflector) y su capacidad de enviar la energía a un punto fijo fuera de la parábola puede tener aplicaciones interesantes. Son las denominadas parábolas de reflector scheffler. En la figura 24 vemos como la Parábola scheffler concentra el calor en la parte del horno que se encarga de enviar la energía en su interior. El calor es retenido por medio de aislamiento térmico del horno. La parábola necesita un seguimiento adecuado del sol.



Figura 24

Para más información ver el ANEXO II.

5.- NECESIDADES DEL CENTRO. ALGUNAS POSIBLES MEJORAS DEL FUTURO.

Las condiciones del centro han mejorado mucho con respecto al terremoto del 2010 gracias a las organizaciones que han apoyado en todo este tiempo. En ese año el antiguo centro se derrumbó causando varias víctimas de entre las cuales se encontraban algunos de los niños.

Ahora se encuentran en un nuevo centro que ha sido construido con ayuda de cooperantes Vascos e infinidad de ayuda internacional. En la actualidad aun quedan muchas cosas por hacer. En los siguientes apartados se proponen una serie de mejoras que pudieran ser de gran ayuda.

5.1- EL AGUA.

El agua se obtiene por medio de un pozo y un generador de gasoil que activa una bomba de agua que a través de tuberías se depositan en bidones como los que podemos ver en la Figura 25.



Figura 25

Esta agua es utilizada para ducharse, cocinar, para tirar de la cadena y lavar la ropa, todo ello de forma manual utilizando cubos más pequeños para recoger el agua desde los bidones grandes. Las comodidades para estos menesteres son mínimas. Desde el punto de vista de un haitiano medio esto es un lujo ya que generalmente ni se tiene pozo, ni bomba y deberá desplazarse distancias considerables hasta la fuente más cercana para transportar tan pesado pero apreciado bien.

El hecho de tener que encender todos los días en un par de ocasiones un motor de gasoil y hacer funcionar la bomba para llenar estas cubetas es un gasto de esfuerzo humano, un gasto de dinero importante en gasoil, es contaminante y el centro siempre corre el riesgo de no poder pagar el combustible. Más adelante se propondrá en este documento una mejora para esta situación.

Si seguimos fijándonos en la Figura 25, vemos que el pequeño habitáculo azul son los baños de los niños y los adultos, en el se hacen las necesidades y se duchan todas las personas en condiciones higiénicas claramente mejorables. Tirar de la cadena supone llenar de agua un cubo pequeño desde una de las tres cubetas grandes y arrojarlo en el retrete dentro del habitáculo azul. Ducharse supone la misma acción de llenar un cubo pequeño de agua desde cualquiera de los tres bidones y arrojarse al agua a mano sobre el cuerpo.

Aunque se compra agua tratada para beber, no suele ser suficiente, por lo que las personas terminan bebiendo agua de estos bidones debido a la sed. Éste agua no pasa por ningún filtro, llegando a estos recipientes directamente del pozo. Cruz Roja no recomienda esto ya que puede filtrarse al pozo agua contaminada que puede producir enfermedades y el consiguiente perjuicio para las personas.

Por este motivo se proponen las siguientes mejoras para este centro:

- Instalación del sistema adecuado de filtro y purificación para tratar el agua que sale del pozo para minimizar los riesgos para las personas.
- Elevar el agua a bidones situados en la altura adecuada que permitan caer por gravedad a la apertura de grifos por las debidas canalizaciones. Los bidones deberían estar sensorizados para detener la bomba cuando estén llenos. También se debe prever la expulsión canalizada de aguas residuales.
- Utilización de paneles solares en vez de gasoil como energía para extracción del agua del pozo. Un sistema solar como este no necesitaría baterías para funcionar, con lo que la instalación se hace mucho más simple, ecológica y económica.

Un ejemplo de instalación de este tipo la ofrece diferentes empresas y lo podemos ver en el siguiente esquema de la figura 26 (Todos los detalles vienen especificados en el ANEXO I):

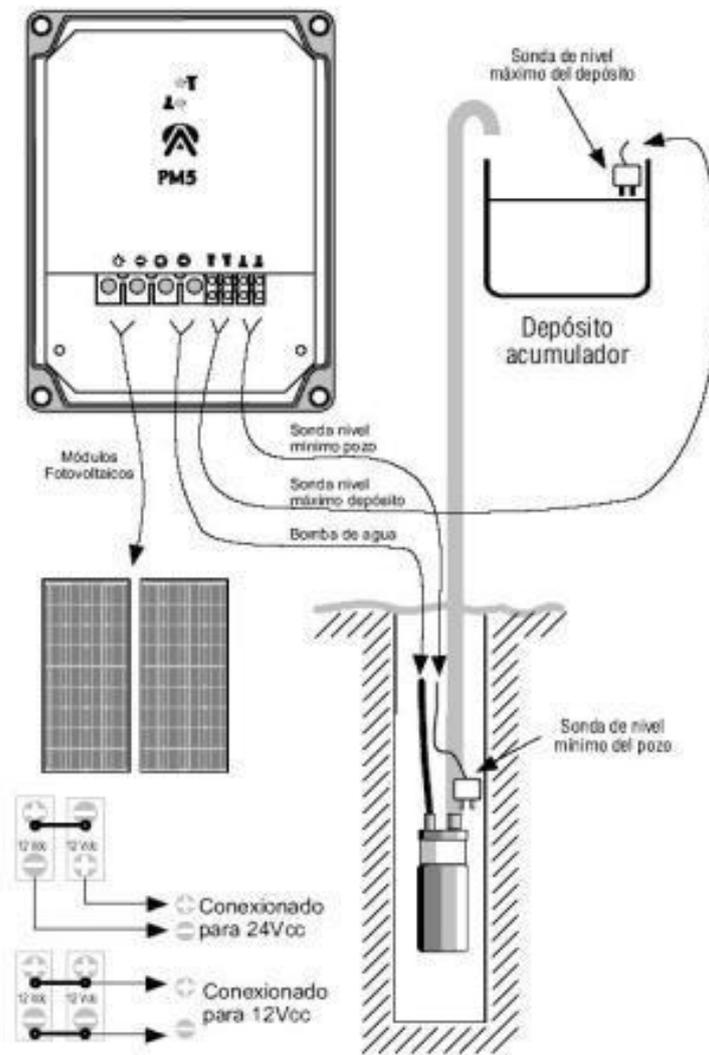


Figura 26

La bomba de agua de que dispone el centro es la de la Figura 27. La bomba habría que sustituirla por otra adecuada de corriente continua para funcionar con el sistema solar independiente sin baterías que se instalaría específicamente para el bombeo.

Aunque cabría la posibilidad de utilizar la bomba AC conectándola al sistema solar ya existente en el centro si se extendiera un cable lo suficientemente grueso desde el inversor directamente a la bomba y desconectarán el resto de consumos para no cargar el sistema, lo cual sería bastante engorroso. Actualmente se está haciendo funcionar esta bomba con un generador de gasoil a 230 voltios. En el periodo de estancia allí no se pudo encontrar la forma de cambiar la bomba a 115V (que es el voltaje del país y del inversor del que se dispone en el centro).

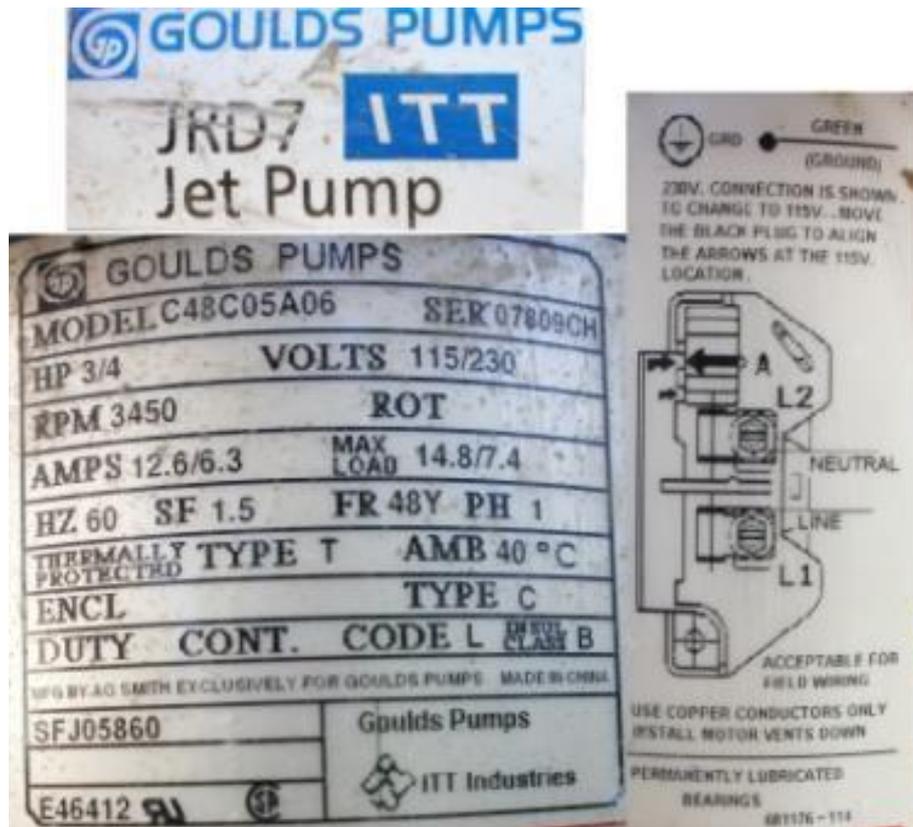


Figura 27

Ahora paso a describir el sistema solar del que se dispone en el centro, el cual se reparó y amplió por parte de un ingeniero alemán que se encargó de la donación de material nuevo, lo cual mejoró muchísimo el abastecimiento de energía del edificio, permitiendo la utilización de una lavadora y un refrigerador para los alimentos. Esto subsanó los constantes cortes de energía que se venían sufriendo durante meses. Se sustituyeron paneles solares rotos, y se cambio un regulador que dejaron sin funcionar más del 40% de campo generador de energía, además se añadieron 4 baterías de 100 Ah y un panel extra de 160 vatios. Se rediseñó la instalación debiendo cambiar casi todo el conexionado entre los diferentes componentes. Se trata de dos sistemas independientes.

El primer sistema de energía solar del edificio para uso diurno tiene aproximadamente una capacidad total de las baterías de 270 Ah, con un campo generador de paneles de 900 vatios, un inversor de 2500 vatios y podemos ver su esquema en la Figura 28.

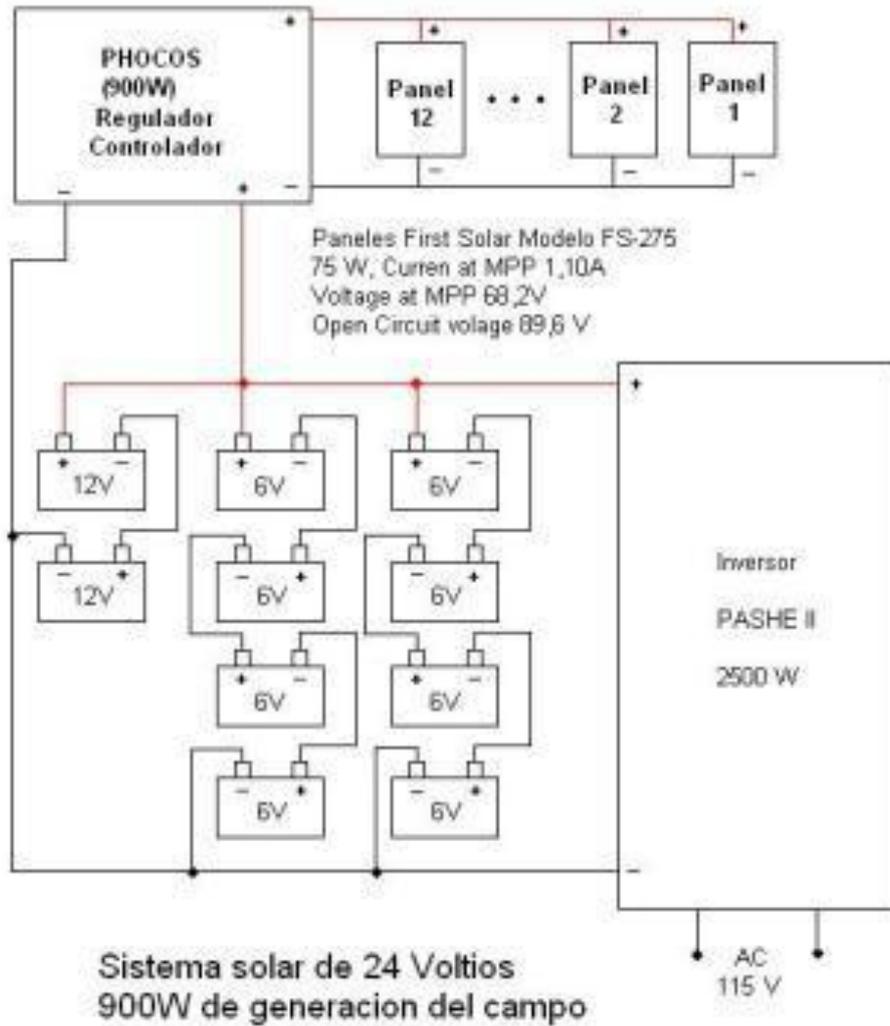


Figura 28

El segundo sistema solar para el funcionamiento nocturno tiene un campo generador de 500 vatios, con una capacidad total de baterías de 130 Ah, un inversor de 1100 vatios y podemos ver su esquema en la Figura 29.

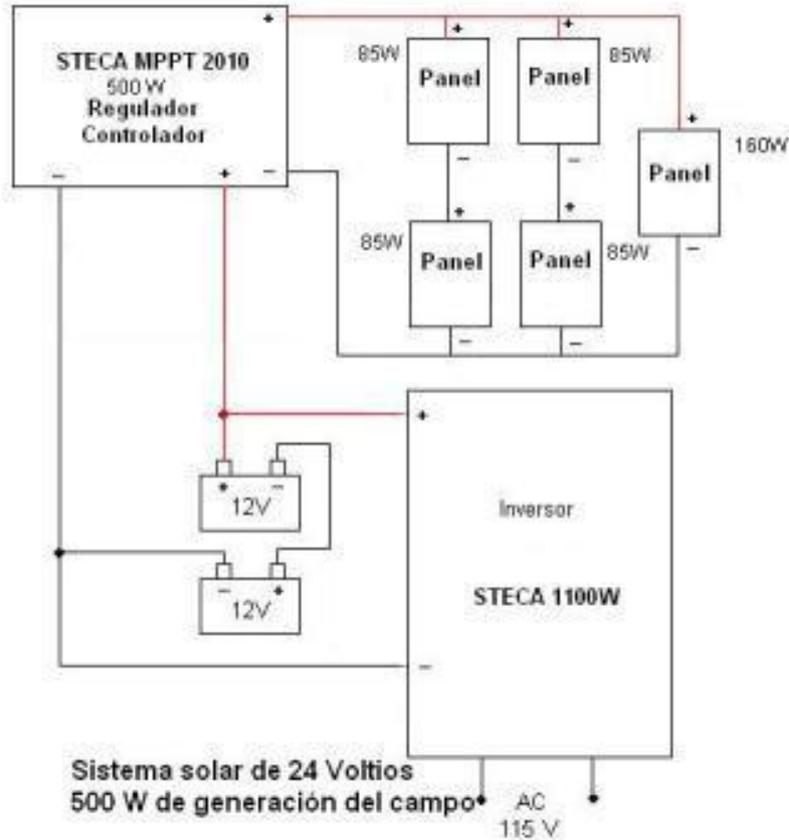


Figura 29

5.2- LA ALIMENTACIÓN.

La alimentación en el centro también es algo que debe mejorarse. A simple vista la dieta esta compuesta por arroz y judías casi en su totalidad. La leche, la fruta, la carne, el pescado y las verduras se tienen en contadas ocasiones y en cantidades muy reducidas.

La mayoría de los alimentos que llegan al centro provienen de donaciones por lo que la fragilidad ante recortes en tales donaciones supondría un grave problema. La alimentación depende de la donación en estos momentos.

En el entorno pueden ser interesantes las actividades que fomenten el trabajo en la agricultura y la pesca. El mar está a dos o tres kilómetros.

5.3- EL TRANSPORTE.

Se echa de menos un medio de transporte que permita la carga de personas, materiales y alimentos para el aprovisionamiento del centro.

5.4- PROFESIONALES DEL CENTRO.

La carencia de personal para atender las tareas de limpieza, restauración, aprovisionamiento y atención a los niños hace que la carga de trabajo de algunos trabajadores sea excesiva. Por poner un ejemplo, personal de cocina dedica desde las

4:30 el día completo a trabajar, sin descanso los fines de semana y sin casi parar en los 365 días del año.

6.- INVESTIGACIONES REALIZADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO SOLAR CON SEGUIMIENTO DEL SOL DE BAJO COSTE.

6.1- INTRODUCCIÓN

Los Hornos Solares son fáciles de construir por cualquier persona. Hay amplia información en Internet en este sentido. Los materiales que se necesitan pueden ser tan simples como cartón, papel de aluminio, cola blanca, papel, cristal o plástico, sin más herramientas que unas tijeras. Este tipo de hornos son muy interesantes en el campo educativo con escaso costo y pudiendo ser realizados por niños, que podrán realizar pequeñas practicas como cocer un huevo al sol, hacer pizza o arroz etc.

La cocina solar parabólica que se lleva a Haití es una cocina solar muy eficiente y práctica de gran potencia. El prototipo de horno solar que se ha construido en este proyecto no cocina a tanta potencia pero sus resultados no son nada despreciables. Se han podido hacer tortillas de patata, guisos, arroces etc. Los hornos solares disponen de la ventaja de poseer un tamaño menor y por lo tanto pueden ser la solución a viviendas con escaso espacio. Pudiendo realizar, aunque menos que las cocinas parabólicas, una amplia gama de platos gastronómicos y ahorrar mucha energía. Pueden ser utilizados para pasteurizar agua u otros productos.

Los hornos solares son cajas aisladas térmicamente por todas sus caras menos por una por las que se deja entrar los rayos del sol por un cristal. De esta forma se retiene gran parte de la energía que llega a su interior creando un efecto invernadero en su interior que puede llegar a elevar la temperatura a 120 o 150 grados fácilmente si se ayuda con reflectores externos que dirijan más cantidad de rayos dentro de la caja.

Este principio es la misma idea que los colectores térmicos que actualmente se están instalando a gran escala en el mundo para aprovechar la energía solar y generar de esta forma agua caliente sanitaria para las viviendas. Estos sistemas, bien conocidos actualmente, también constan de un colector que no es más que una caja aislada térmicamente por todas sus caras menos una de cristal expuesta al sol. En su interior se dispone normalmente una placa de metal de color negro que hace de absorbedor y transmisor de la energía al agua que se encuentra en el interior de un circuito de tuberías que la dirigen a un depósito también aislado térmicamente. Este depósito sirve de agua caliente sanitaria a la vivienda por su red normal de tuberías.

Se podrán realizar infinidad de aplicaciones con esta energía acumulada en una caja caliente dependiendo de para que queramos utilizar esa energía.

Podríamos construir un secador solar como el de la Figura 30 también con todos estos principios pero los requerimientos de la aplicación serían diferentes ya que el secado de frutos debe tener un entorno de aire renovado y seco por lo que el aire caliente generado por el colector deberá pasar al habitáculo donde están dispuestos los frutos y escapar para que la condensación no los pudra.

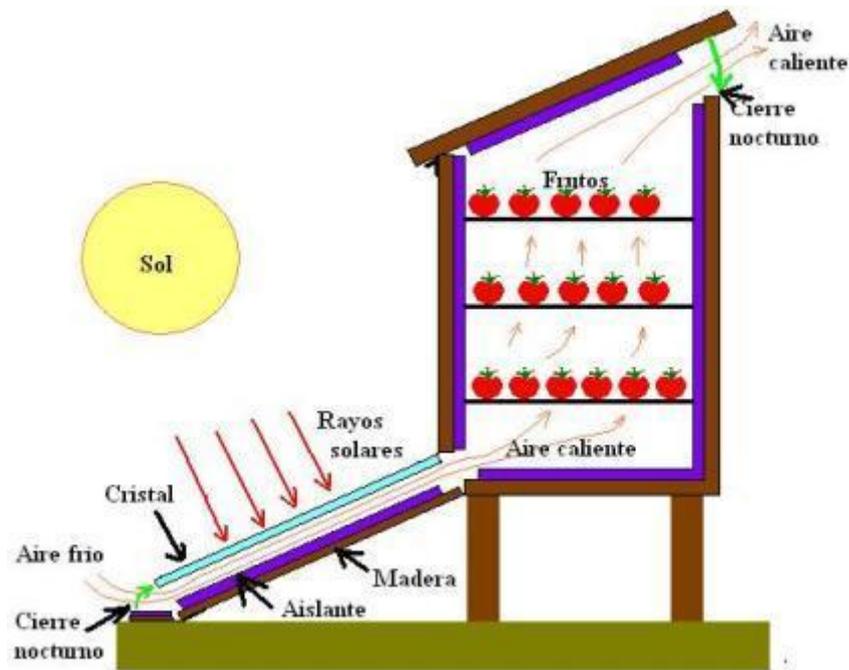


Figura 30

También se podría utilizar esta energía para mover un motor Stirling. El principio de funcionamiento del motor Stirling es el trabajo realizado por la expansión y contracción de un gas (que puede ser el aire). El gas caliente se expande y el gas frío se contrae haciendo mover uno o varios pistones. Existen aplicaciones para generar corriente eléctrica con este motor y utilizando energía solar.

En España, en la Plataforma Solar de Almería, se han construido equipos (conocidos como Distal y EuroDISH) formados por grandes discos parabólicos que reflejan y concentran la luz solar hacia un motor Stirling, el cual produce energía mecánica que mediante un alternador es transformada en energía eléctrica. Son modelos experimentales y demostrativos de gran rendimiento.

Es posible construir equipos con capacidad de producir unos 200 a 400 kWh al mes (equipos de 1 a 2 kW de potencia aproximadamente).

Con un Horno Solar podemos llegar fácilmente a temperaturas de entre 120 y 150° C que son temperaturas perfectas para cocinar.

El químico francés Luis Pasteur demostró como se podían llegar a eliminar innumerables gérmenes que producían enfermedades devastadoras para los humanos. Entre ellos el tifus y el cólera que es tan problemático hoy en día en lugares donde la miseria esta presente, como Haití. Para pasteurizar el agua, basta con calentar el agua hasta los 65° C, y si este proceso se repite en una o dos ocasiones se asegura aún más su efectividad. Hay que tener en cuenta que se eliminarán gérmenes pero no evitará el problema de que esa agua pueda estar contaminada por metales pesados, pesticidas, residuos perjudiciales u otras sustancias químicas.

Es fácil construir un pasteurizador simplemente con cartón, papel de aluminio, cola blanca, una botella de vidrio oscuro con su tapón y un plástico transparente. La Figura 31 lo muestra.

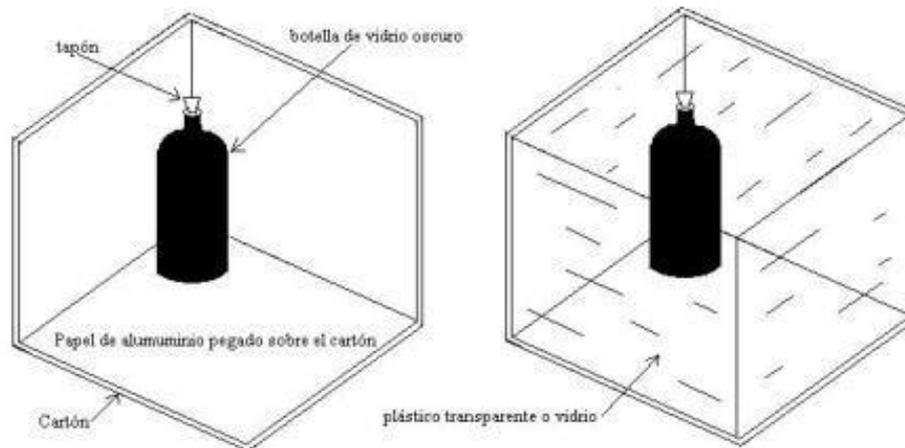


Figura 31

Este sencillo experimento es muy fácil de hacer en un taller con adultos o niños para poder experimentar la fuerza del sol. Podría ser interesante para fines educativos. Además, podría evitar muchas muertes por diferentes enfermedades provenientes de gérmenes en el agua. Miles y miles de personas mueren en el mundo por este motivo y especialmente en las zonas de mayor miseria.

El reflector consta de tres caras como podemos ver en los dibujos que puede ser recortadas de una caja de cartón. Cada cara puede ser de unos 50 X 50cm que nos bastarían para superar fácilmente los 65° C de pasteurización. A más área reflectante mayor energía recogeremos.

Si metemos un termómetro en el agua podremos comprobar la temperatura que alcanza. Existe un termómetro digital con un cable largo y un sensor fino en la punta que es muy útil para hacer estas medidas, deberá medir hasta 150 °C. En un día soleado tendremos 2 litros de agua pasteurizados en unas 2 horas aproximadamente de exposición solar. Si recubrimos con un plástico la estructura como podemos ver en el dibujo anterior de la derecha (también podría ser la propia botella) aceleraríamos el proceso significativamente.

El color oscuro absorbe mejor la energía solar, por esto los recipientes idealmente serían los de color negro mate (sin brillo), aunque pueden ser utilizados otros colores oscuros. Si la botella es de plástico puede derretirse o liberar sustancias que se mezclarán con nuestro agua, lo cual podría ser perjudicial para la salud y el sabor se ve alterado.

Con este simple experimento, podríamos llegar a hacer un huevo cocido o incluso arroz, o cocinar verduras blandas.

Aun así hay infinidad de hornos solares y los diseños son ilimitados, en Internet podrán encontrarse muchas formas de hacer un horno solar (Ver el apartado Bibliografía). Incluso en estados unidos SUN OVEN fabrica un horno solar muy eficiente, en España, es ALSOL la que realiza las cocinas solares de tipo parabólicas, las cuales son de una calidad excelente. Portugal y China tienen también sus diseños comerciales que ya se venden a gran escala.

6.2- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE HORNO SEGUIDOR SOLAR DE BAJO COSTE.

En nuestro caso, se ha realizado un horno solar con la estructura de madera, aislamiento de cartón, puerta de cristal y reflectores de acero donados por cortesía de APERAM.

También se ha realizado un seguidor solar que básicamente es una mesa giratoria sobre la que girará el horno solar. De los materiales utilizados, la mitad son reciclados. Los engranajes y la cadena son de bicicleta, la estructura es de madera, así como el eje que es un simple palo de madera de azada. El motor es de un taladro de batería de 12V. Los rodamientos son de la marca Timken, uno de rodillos cónicos y otro de bolas. La batería es de 44Ah antigua que no funciona para arrancar un coche pero que puede durar varios años en nuestro sistema y puede ser recargada con un pequeño panel solar. De esta forma el coste ha sido mínimo para realizar este prototipo.

La Figura 32 nos ayudara a comprender el esquema básico de diseño, montaje y funcionamiento y en la Figura 33 podemos ver una foto del resultado al construir el prototipo.

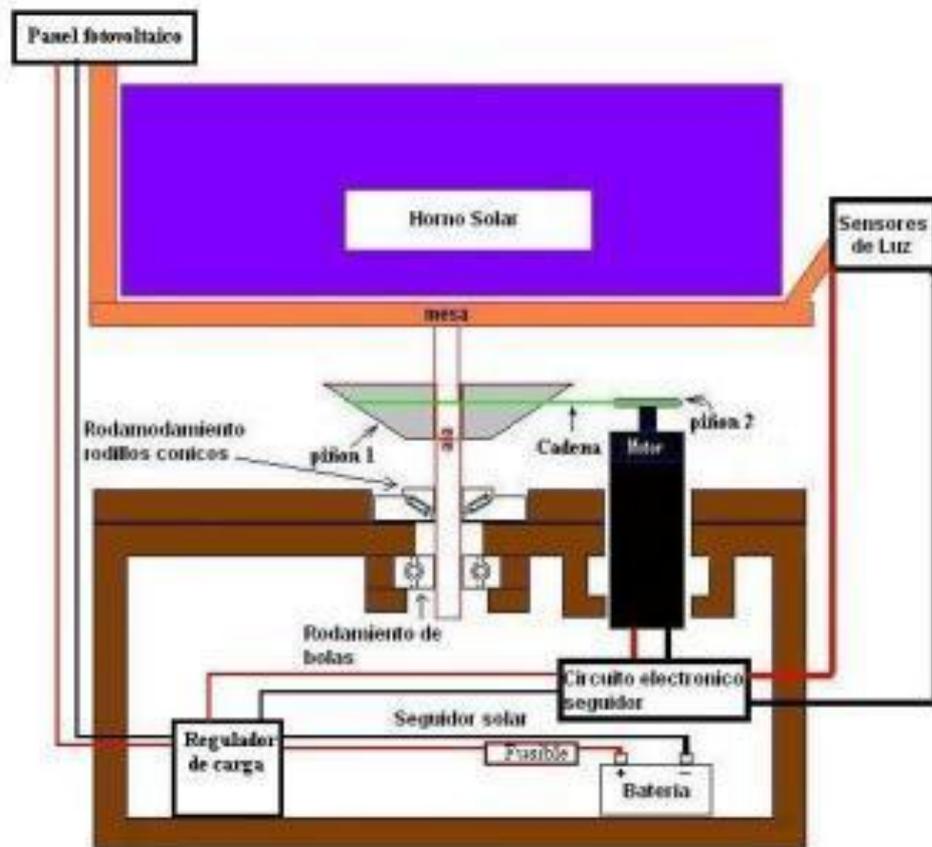
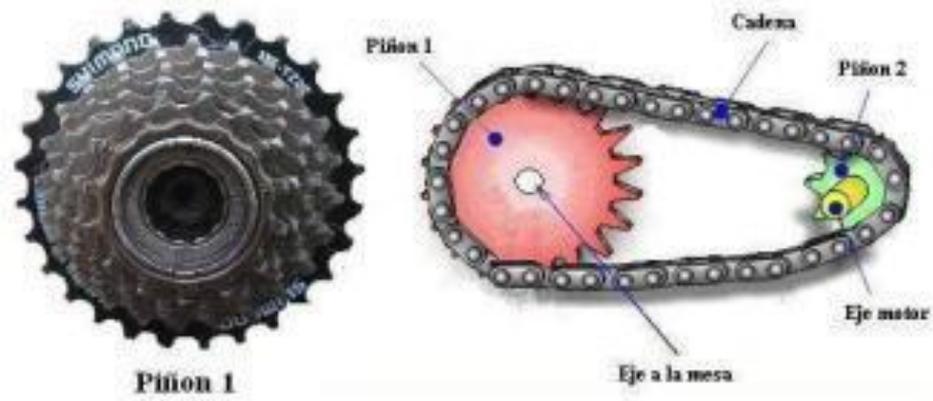


Figura 32



Figura 33

En este proyecto se ha construido un horno solar que se conoce como 30-60 que se acopla al seguidor solar. La denominación 30-60 se refiere a que el horno puede colocarse formando 30° sobre la horizontal para la época de verano, que es cuando el sol está más alto o puede colocarse formando 60° sobre la horizontal para la época de invierno, cuando el sol describe un recorrido más bajo sobre el horizonte. Esta última posición también es interesante para las primeras horas de la mañana o las últimas horas de la tarde por la cercanía del sol al horizonte. Se representa en la Figura 34.

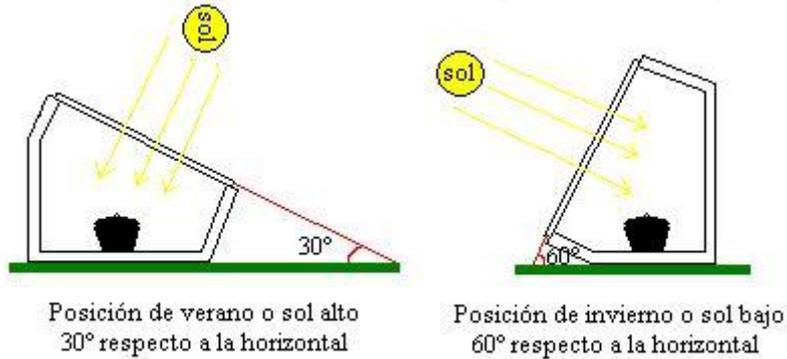


Figura 34

En la Figura 35 el horno está en posición de invierno con 60° sobre la horizontal. Con la puerta cerrada. Y el reflector aún sin colocar. Las escuadras metálicas en L que tiene adosadas a los lados servirán para acoplar el reflector.



Figura 35

En la Figura 36 vemos el horno colocado en posición de verano con 30° sobre la horizontal. La puerta está abierta preparada para introducir una cazuela para cocinar que deberá ser de color negro mate preferentemente y con tapa para captar la mayor parte de la energía e impedir que se escape, lo cual aceleraría el proceso.



Figura 36

En general, a mayor área de reflectores conseguiremos reflejar más rayos solares al interior y por lo tanto aumentar la temperatura interna lo que nos permitirá disminuir los tiempos de cocción de los alimentos haciendo hervir el agua en menor tiempo.

El reflector puede ser construido de cartón y pegar en sus caras papel de aluminio. Podría ser de aluminio anodizado o acero inoxidable tipo espejo. Resistentes a la intemperie. El aluminio es bueno por su ligereza y el acero por su robustez. Los cortes que se dan a cada cara del reflector están pensados para que se pueda abrir la puerta del horno sin tener que desmontar el reflector. En la Figura 37 se muestra el que se construido en este proyecto.



Figura 37

En la Figura 38 vemos como se ha unido el reflector a la caja del horno a través de las pestañas preparadas para ello. En este caso, el reflector esta construido a partir de una chapa de acero inoxidable 304 BA 0,8mm x 1000mm x 2000mm donada por cortesía de APERAM.



Figura 38

Lo ideal es que los rayos solares choquen perpendicularmente sobre el cristal para obtener la máxima energía posible. Esto lo podríamos conseguir con un seguimiento en la vertical y en la horizontal. Este primer prototipo que se construye dispone solamente de desplazamiento en la horizontal por lo que se pierde cierta energía.

Construcción del horno:

La idea es construir una caja aislada térmicamente con una cara transparente que permita la entrada de los rayos solares. Para hacernos una idea de cómo se construye este horno será mejor exponerlo con dibujos. Necesitamos recortar las piezas que se muestran en la Figura 39

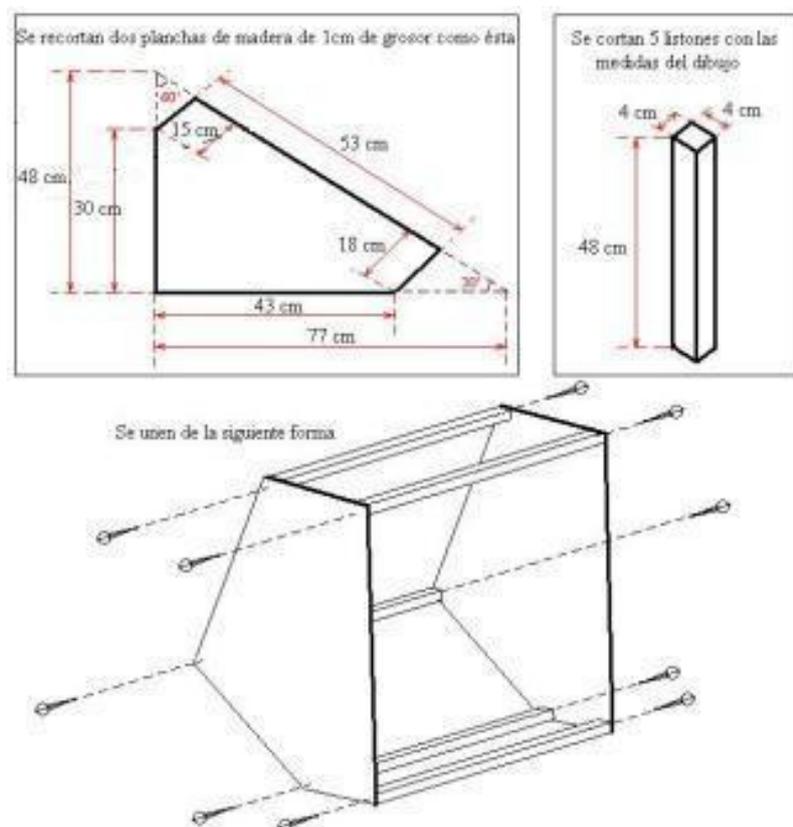


Figura 39

A continuación, como muestra la Figura 40, se recortan listones a medida para rodear las dos caras. De esta forma nos queda un armazón fuerte.

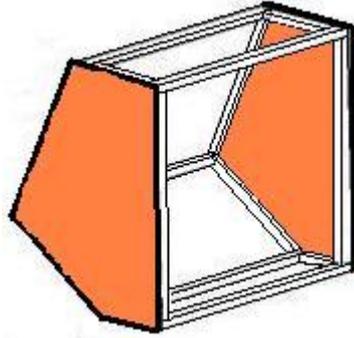


Figura 40

En la Figura 41 se representa el forrado de las cuatro caras restantes con planchas de madera de menor grosor que las principales (Contrachapado de grosor 3 mm). La cara frontal sobre la que se montará la puerta de cristal no se recubre. Se aconseja además de atornillar, pegar con cola blanca para evitar pérdidas de calor por las ranuras que pudieran quedar. No utilizar productos tóxicos ya que cocinaremos alimentos en el interior.

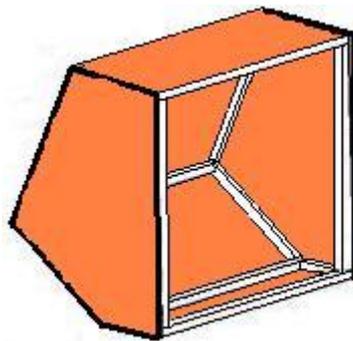


Figura 41

En la Figura 42 se representa el siguiente paso que consiste en cortar a medida planchas de cartón para forrar las caras interiores y aislarlas térmicamente. Como los lados de los listones eran de 4cm disponemos de este buen grosor para aislar la caja y por lo tanto deberemos pegar varias capas de cartón hasta cubrir los 4cm. Utilizaremos cola blanca rebajada al 50% con agua para unir capa con capa de cartón. Recordemos que vamos a cocinar alimentos dentro y no tenemos que utilizar sustancias peligrosas. Aunque podríamos utilizar muchos materiales diferentes de aislantes, el cartón tiene muy buenas características térmicas aislantes y es de bajo costo. Finalmente forraremos el interior con una capa de papel de aluminio ya que éste reduce las pérdidas por radiación.

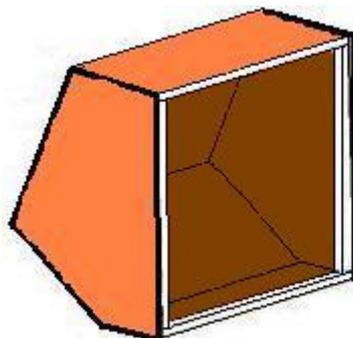


Figura 42

En la Figura 43 se prepara el marco de la puerta del horno al que a continuación le añadiremos el cristal y por último lo uniremos con una bisagra de piano a la caja térmica. Unimos los 4 listones de las medidas indicadas con cola y dos tornillos en cada unión. Cada ángulo debe formar 90° y nos podemos ayudar con una escuadra.

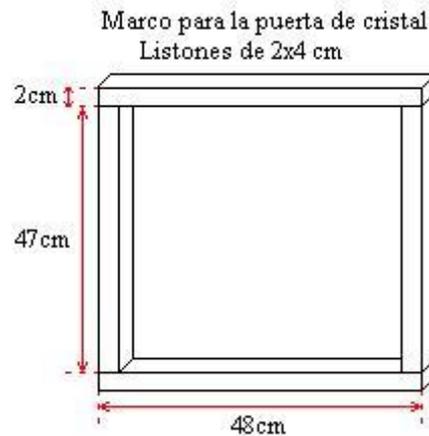


Figura 43

Alrededor del marco creado anteriormente pegaremos con cola y clavaremos con clavillos unos listoncillos de madera para poder montar el cristal como muestra la Figura 44.

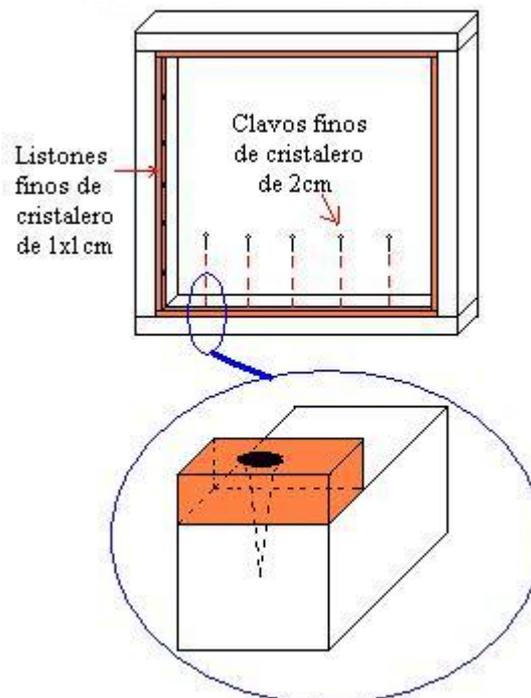


Figura 44

A continuación untaremos de silicona todo el perímetro de listones finos tal y como muestra la Figura 45 depositaremos el cristal sobre la silicona. Con las medidas que estamos utilizando nos valdría un cristal de 43 x 46,5cm.

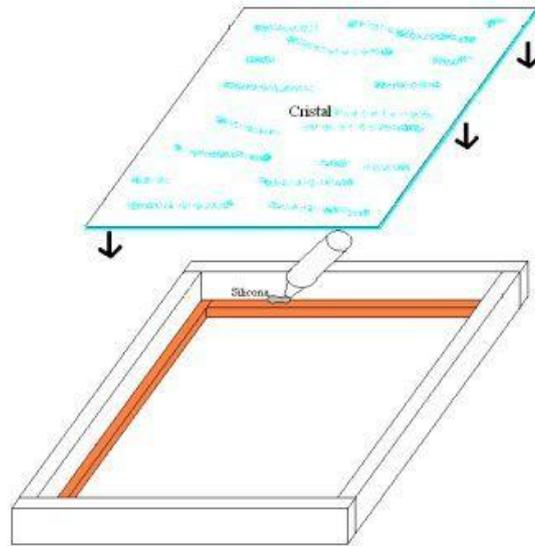


Figura 45

Volveremos a rodear todo el perímetro con listoncillos de madera de 1x1cm por la parte del cristal que daría al interior del horno de tal forma que el cristal quede entre los dos listones. Para mayor claridad se expone lo anterior en la Figura 46.

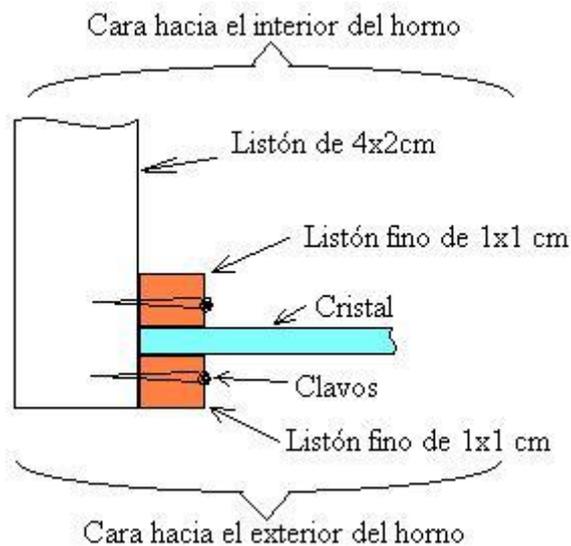


Figura 46

Ya finalizada la puerta la uniremos con tuercas o tornillos a la caja mediante una bisagra de piano en la Figura 47.

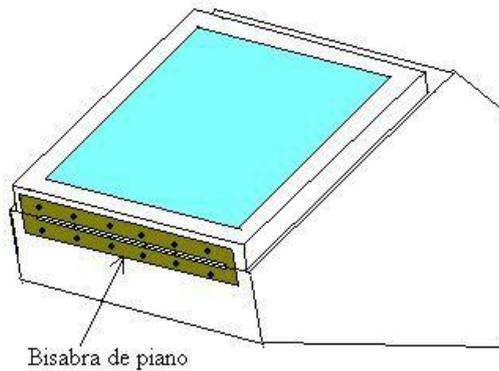


Figura 47

A continuación, al lado opuesto de la bisagra de piano, tendremos que poner dos tacos de madera en la puerta para que nos quede a nivel de la superficie donde instalaremos los cierres de cartola de Figura 48. Con estos cierres y pegando alrededor del perímetro de la ventana un burlete auto-adhesivo de caucho conseguimos un cierre hermético que nos impedirá perder mucha energía hacia el exterior.

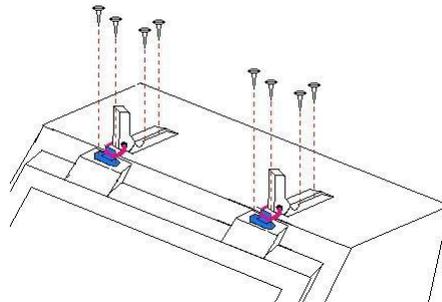


Figura 48

Ahora crearemos un rectángulo de chapa o aluminio u otro metal de color negro mate y lo doblaremos por la línea indicada con un ángulo de 90° como se ve en la Figura 49. Esta chapa la introduciremos dentro del horno y sobre ella apoyaremos la cazuela y los cazos para cocinar, que deben ser también de color negro mate preferentemente por tener una mayor absorción de la energía solar. La chapa ayuda a absorber mejor la energía solar y reparte el calor uniformemente por toda ella. El metal es un buen conductor térmico. La chapa debe ser fina para poder plegarla fácilmente, inferior a 1mm.

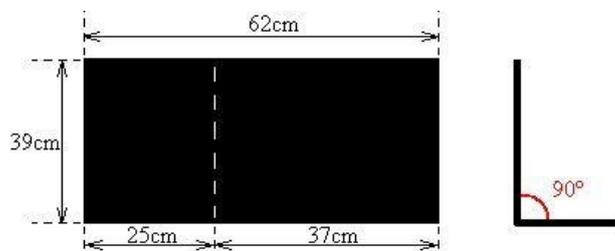


Figura 49

Ahora pasaremos a describir la construcción del panel reflector. Este puede ser construido de muy bajo costo con cartón y papel de aluminio aunque esta opción es menos eficiente ya que el cartón se arruga mucho al utilizar cola blanca rebajada con agua para pegar el papel de aluminio. Las arrugas hacen que algunos rayos del sol no

sean reflectados hacia el interior del horno y reboten en otra dirección. Aun así el cartón sigue siendo una buena opción y aumenta la potencia significativamente, además pesa poco, es muy barato y es más fácil de trabajar. Otra opción es hacerlo con contrachapado de madera y papel de aluminio que nos hace una superficie más lisa y por lo tanto los rayos quedan mejor dirigidos. También podremos, si económicamente es posible, hacer los paneles reflectores de aluminio o de acero. La ventaja del aluminio es su ligereza y del acero es que es más robusto. Para que sean resistentes a la intemperie tienen que ser de aluminio anodizado o de acero inoxidable. Además, dentro del gran número de tipos, tendremos que elegir uno que sea con acabado tipo espejo. De echo un espejo común también nos podría valer aunque su fragilidad, peso y dificultad para trabajarlo se deben tener en cuenta.

A continuación se describirán dos alternativas de construcción del panel reflector.

CONSTRUCCION DEL REFLECTOR. ALTERNATIVA PRIMERA

Uno de los inconvenientes de este diseño es que hay que quitar el reflector y ponerlo cada vez que tenemos que abrir el horno ya que el mismo reflector impide que la puerta del horno se abra por dos motivos. Uno es porque el reflector se apoya con su peso sobre la misma puerta del horno. Y dos porque una de las caras del reflector impide hacer el juego de bisagra de la puerta. Si se ha diseñado el reflector con cartón o con madera de contrachapado de grosor fino (de unos 3 o 4mm máximo), el reflector será liviano y por lo tanto no será demasiado pesada esta acción de quitar el reflector cada vez que se abre la puerta del horno.

Para la construcción de los reflectores primeramente recortamos cuatro piezas con las medidas de la Figura 50. Dos de cada pieza representada.

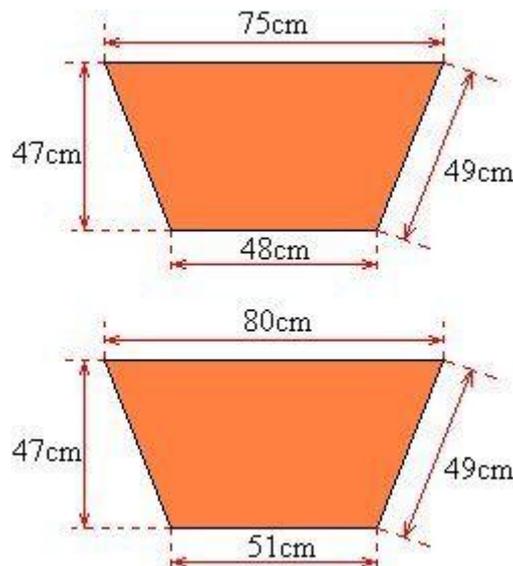


Figura 50

Se unen las piezas formando la figura que se muestra en la Figura 51 utilizando bisagras o simplemente pegando tela vaquera que nos hace la misma función de bisagra. En este caso se han utilizado planchas de contrachapado de madera con bisagras de tela vaquera y se han pintado para proteger de la intemperie.



Figura 51

Tendremos que hacer dos muescas a medida en el reflector para que al acoplar el reflector a al horno se salve el obstáculo que suponen los tacos A y B de la Figura 52.

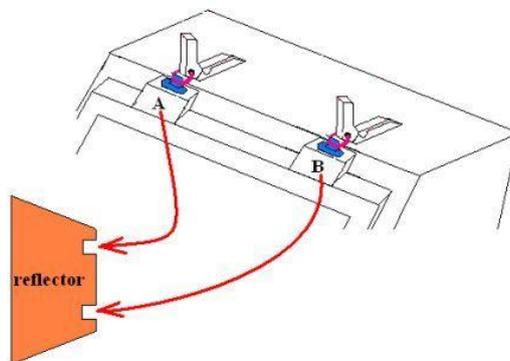


Figura 52

Las caras internas del reflector deben de ser recubiertas de papel de aluminio con la parte más brillante hacia fuera para obtener el mejor efecto reflector. Lo podemos unir con cola blanca rebajada con agua al 50%.

CONSTRUCCION DEL REFLECTOR. ALTERNATIVA SEGUNDA

Es posible hacer un diseño que nos permita abrir la puerta del horno sin tener que quitar el reflector y así poder fijar éste a la caja.

En esta alternativa se utiliza una plancha acero inoxidable 304 BA de 0,8mm x 1000mm x 2000mm donada por cortesía de APERAM. Tendremos que realizar cortes de las caras ligeramente diferentes a la alternativa primera para poder hacer las pestañas que nos permitan unir el reflector al horno y poder abrir la puerta sin tener que quitar el reflector. El resultado al que hay que llegar es al de la Figura 53.

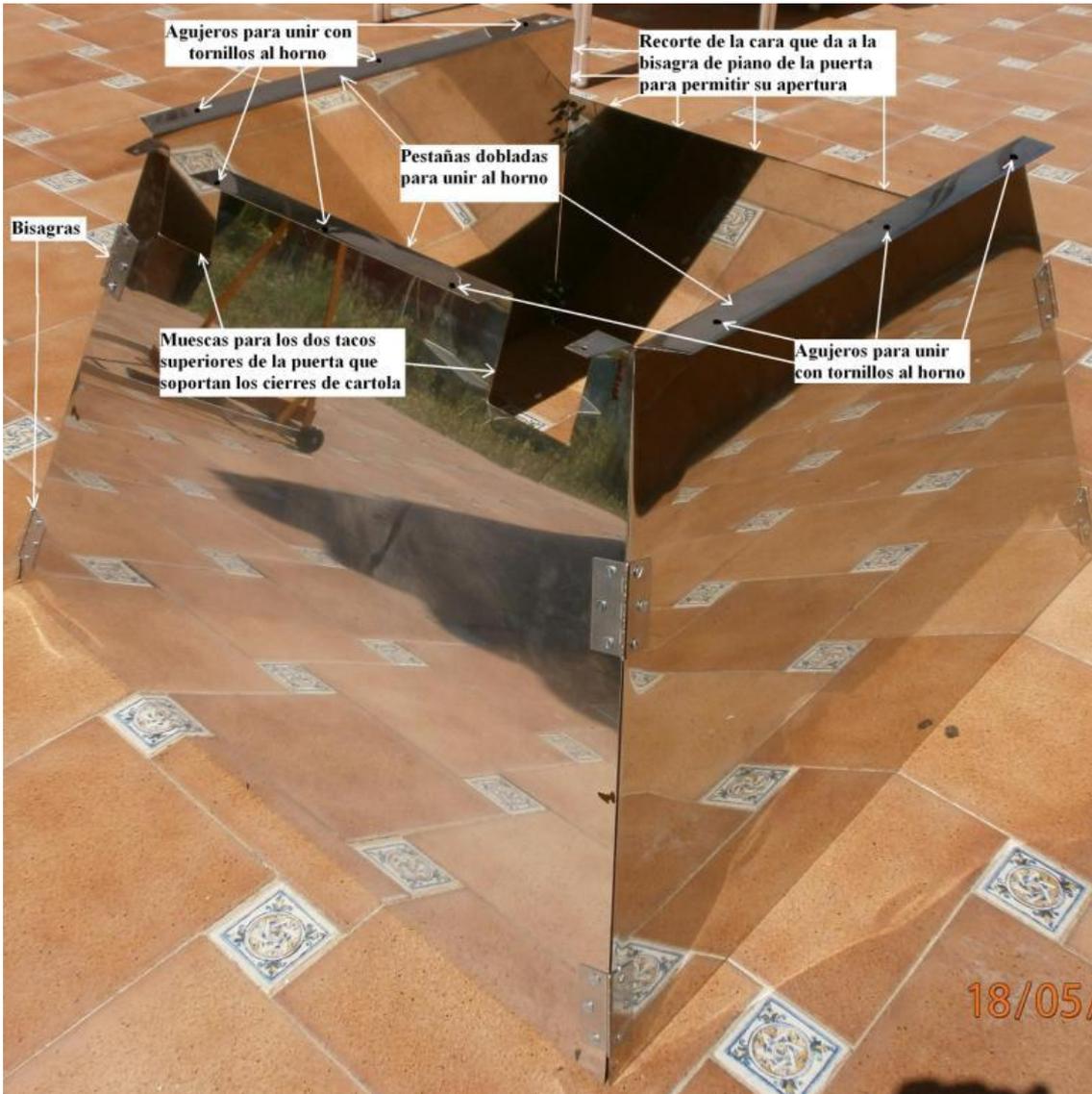


Figura 53

Para hacer este reflector deberemos hacer una pieza como la que viene en la Figura 54.

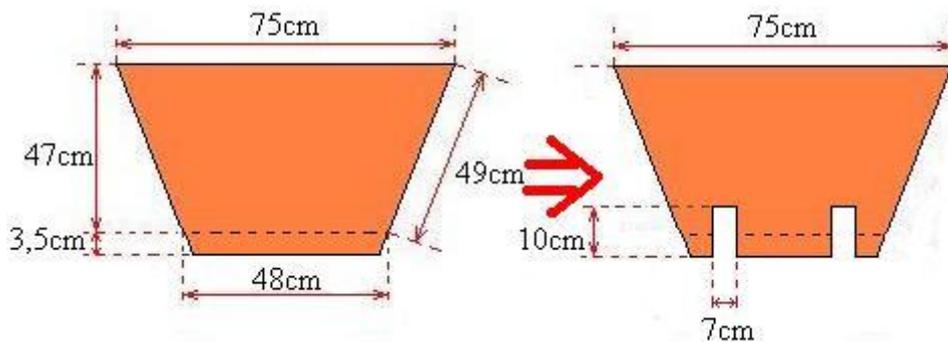


Figura 54

Las dos muescas de 10x7cm son para superar el obstáculo de los tacos de la puerta (Ver Figura 52). Las medidas correctas deben calcularse y pensarse bien antes de cortar la chapa ya que esta es un elemento valioso.

Deberemos de doblar la chapa por la línea de puntos con un ángulo de 90° . Este corte y doblado se ha realizado en una cerrajería profesional. Como la chapa es de 0,8mm de grosor, después podremos ajustar el ángulo con la mano a la posición que necesitemos para que apoye bien sobre la puerta.

De esta forma ya disponemos de una pestaña de 3,5cm para la unión posterior del reflector al horno. Esta pestaña deberá llevar agujeros para insertar las tuercas que hacen posible la unión tal y como se ve en la Figura 53 de la página anterior.

Ahora haremos otra pieza como la que vemos a continuación en la Figura 55:

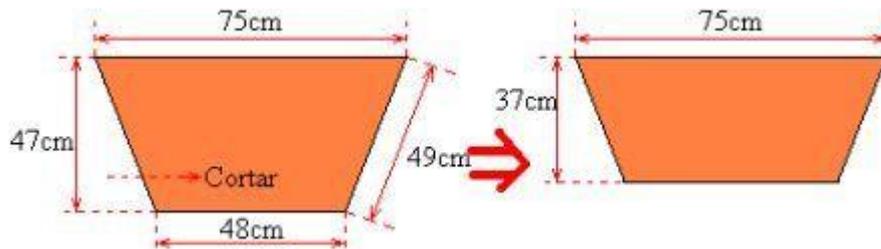


Figura 55

Cortando 9 o 10 cm sobre los 47cm verticales nos puede ser suficiente para permitir la apertura de la puerta.

Ahora procederemos a cortar dos piezas iguales como las de la Figura 56:

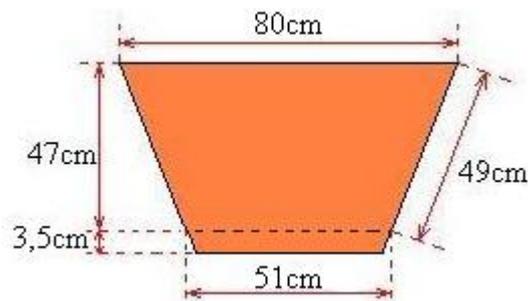


Figura 56

Doblabamos las dos piezas por la línea de puntos a 90° para obtener las pestañas. Ahora ya podremos unir las cuatro piezas con 8 bisagras (dos a cada lado) tal y como se veía en la Figura 53. También se puede optar por soldarlas pero las bisagras permiten el desmontaje y el transporte fácil. Las bisagras deben de ser de acero inoxidable u otra opción que resista la intemperie. Hay que tener en cuenta que tendremos que hacer agujeros en las chapas para poder instalarlas.

Ahora instalaremos en el horno 3 barras en "L" para poder unir el reflector a los tres lados del horno tal como se ve la Figura 57.

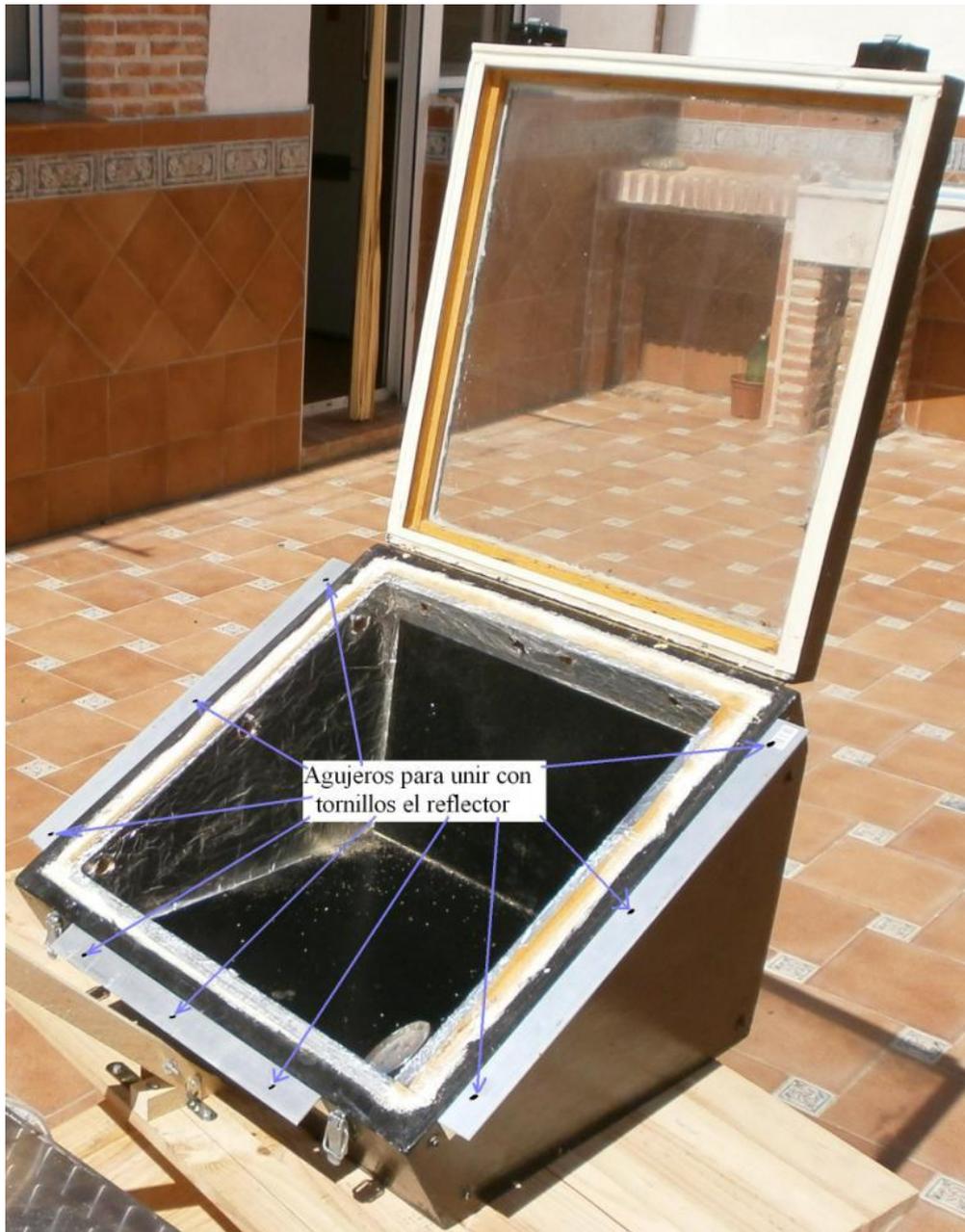


Figura 57

Realizaremos los agujeros a medida para que coincidan tanto en las 3 barras en “L” del horno como en las pestañas del reflector para que la unión pueda realizarse.

Finalmente uniremos reflector y horno. Con 9 tuercas es suficiente.

6.3- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE SEGUIDOR SOLAR.

Como hemos dicho anteriormente el seguidor solar es una mesa giratoria donde ira depositado el horno solar. Por lo tanto, la altura de la mesa debe ser la adecuada para poder abrir la puerta del horno e introducir los alimentos con comodidad. Los principales elementos incluidos en este primer prototipo se enumeran en la Figura 58.

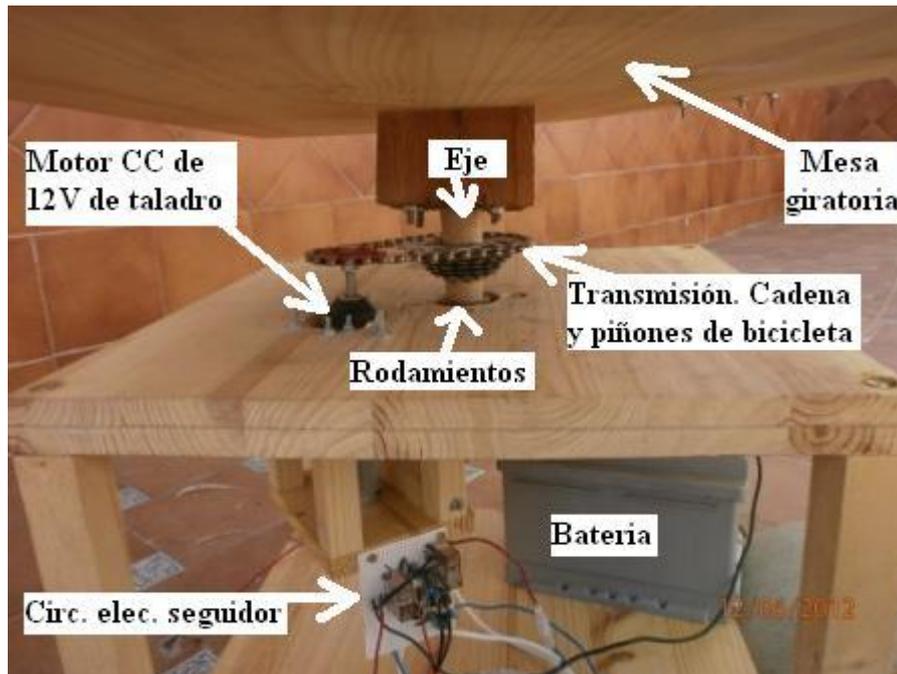


Figura 58

Aunque se ha podido comprobar que en esencia funciona correctamente, necesita de muchas mejoras para evitar algunos fallos, principalmente del sistema transmisor, además de muchas otras mejoras que analizaremos más tarde.

La batería alimenta el motor y el circuito electrónico. Se debe tener en cuenta la instalación de un fusible de 20 Amperios entre la batería y el resto de elementos como protección.

Se ha utilizado una batería de coche usada que ya no vale para arrancar un vehículo pero podría estar varios años funcionando en un sistema como éste. Se puede recargar con un simple sistema solar. Bastaría con conectar un regulador y panel de 5 W como en la Figura 59.

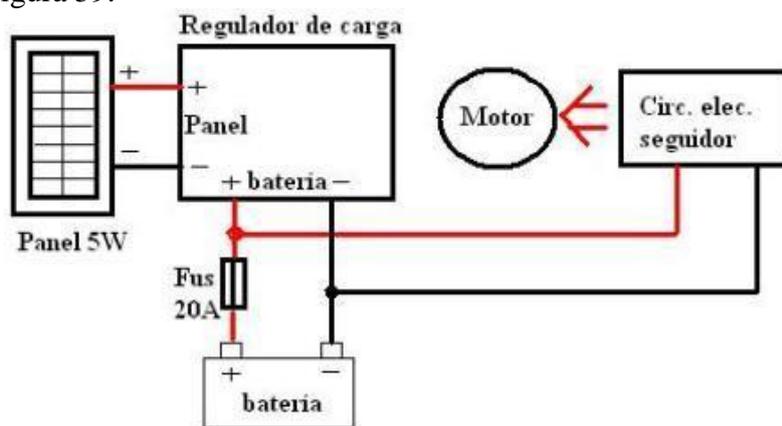


Figura 59

El motor CC pertenece a un taladro con fuerza de sobra para mover la mesa, este taladro lleva un reductor y un selector de par. Este selector de par deberemos ponerlo al mínimo para limitarlo a 1 N m, que es el valor que nos dice el fabricante que obtenemos en esta posición. De otra forma la fuerza es excesiva y el sistema se hace inestable.

En los cálculos teóricos se obtiene que pudiera valer incluso con un motor de 0,13 N m. Veamos como hemos realizado este cálculo:

CALCULO DEL PAR MOTOR:

En e laboratorio se somete la mesa giratoria a diferentes cargas y se mide con el dinamómetro la fuerza que se necesita para que la mesa comience a girar. Los resultados son indicados en la Tabla1.

<i>CARGA DE LA MESA (Kg)</i>	<i>FUERZA DE ARRANQUE (N)</i>
0	0,15~0,2
20	0,25~0,9
40	0,7~1,4
60	1,1~1,7
80	1,5~2

Tabla 1

Como la carga no va a pasar de 60Kg cogemos el valor promedio de 1,4N para hacer los cálculos.

Las medidas se han realizado clavando un clavo a 21cm del centro de la mesa y por medio del dinamómetro que hemos unido al clavo hemos tirado hasta que la mesa ha comenzado a moverse. En ese momento anotamos el valor de fuerza. Hay que tirar del dinamómetro de forma que la fuerza se haga perpendicular a la línea que forma el centro de la mesa con el clavo. Lo cual se representa en la Figura 60.

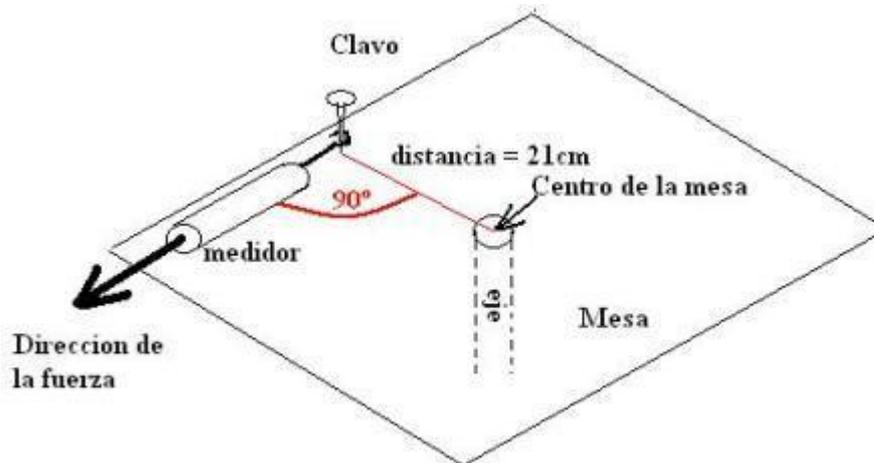


Figura 60

Por lo tanto ya podemos decir que el par que necesitamos es:

$$M = F \times D = 1,4N \times 0,21m = 0,3 \text{ N m}$$

Los diámetros de los piñones transmisores son de 4,75cm para el pequeño y de 11cm para el grande por lo que tendremos finalmente que el par motor es:

$$M_{\text{motor}} = (4,75 / 11) \times 0,3 \text{ N m} = 0,13 \text{ N m}$$

Se debería escoger un motor algo superior a este valor por seguridad.

En la Figura 61 se representa la disposición de los dos rodamientos.

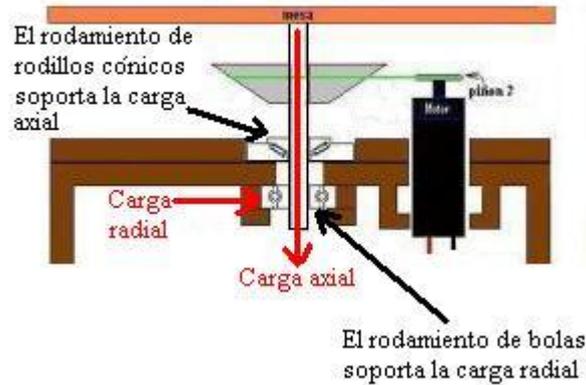


Figura 61

El rodamiento de rodillos cónicos soporta el peso de la carga en el sentido axial además de contribuir algo a soportar la carga radial. Ha sido necesario incluir un segundo rodamiento de bolas, sin el, la mesa y su carga se pueden caer hacia los lados. Por esto el rodamiento de bolas tiene la principal función de mantener en posición vertical la mesa y sobre él recae la mayor parte de la carga radial. Los dos rodamientos tienen que instalarse centrados para insertar el eje y siempre atendiendo a que el sistema quede correctamente nivelado con la horizontal, por lo que deberemos ayudarnos de un nivel en los trabajos.

El eje utilizado es un palo de madera (palo de azada, herramienta de la agricultura) que tiene cierta conicidad.

El diámetro del anillo interno de los rodamientos es de 30mm por lo que el eje debe elegirse con cuidado para que al insertarlo en el rodamiento este haga tope y no permita seguir avanzando, dejando un sobrante para instalar el piñón grande y el resto de elementos por encima. El montaje se muestra en la Figura 62:

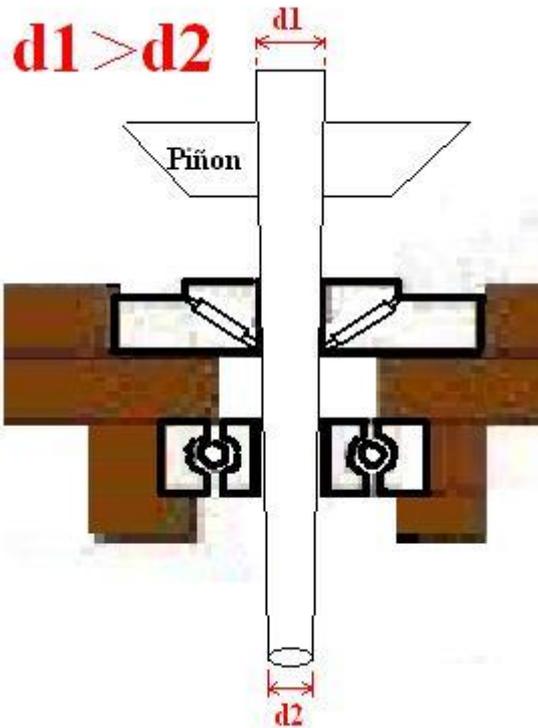


Figura 62

Para la unión de la mesa al eje se ha tenido que fabricar una pieza de madera de encina que es suficientemente resistente y da estabilidad a la unión. Se tiene en cuenta que se podrá depositar 50 Kg sobre la mesa. La construcción debe ser resistente. En la Figura 63 podremos ver los detalles de las uniones y la fabricación de la pieza:

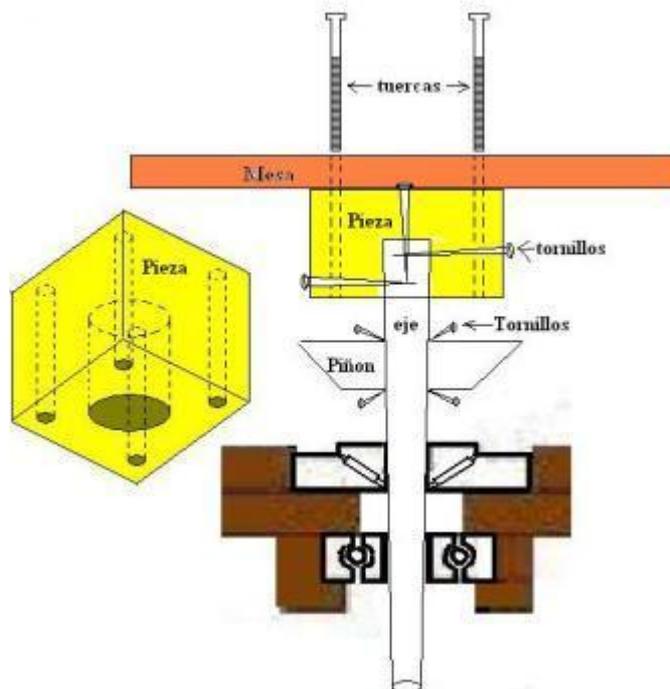


Figura 63

El diámetro interior del piñón de bicicleta es algo mayor a los 30mm del diámetro interno del rodamiento. Esto es perfecto ya que el eje de madera escogido, que

es coniforme, se encaja al piñón sin poder seguir avanzando por encima del rodamiento. Para hacer más fuerte la unión piñón-eje se han incrustado numerosos tornillos en el eje además de fortalecer la unión con un buen pegamento tal y como muestra el dibujo de arriba.

La pieza de encima se une al eje con pegamento y tornillos por el agujero más grueso del centro que se ha hecho con ayuda de una pala y un taladro. Hay que prestar atención a mantener la perpendicularidad del eje a la mesa, por eso es importante que la pieza quede bien posicionada. Posteriormente uniremos la mesa a la pieza por medio de cuatro tuercas. Las medidas de la mesa son de 49x86x1.5 cm.

El chasis o caja donde se alojara la batería, el circuito electrónico seguidor, los rodamientos y el motor se ha construido de la siguiente forma:

Como se puede apreciar en la Figura 64, se han cortado 3 planchas de madera de pino de de 49x49x1.5cm y 4 listones de 3.7x3.7x30cm. A una de las planchas se le ha cortado en su centro una circunferencia del diámetro del anillo exterior del rodamiento de rodillos cónicos y a otra plancha se le ha cortado por su centro un diámetro algo inferior para que este anillo exterior pueda apoyarse, como se ve a la derecha de la Figura 64. Es en esta cavidad donde ira alojado dicho rodamiento que será atravesado por el eje. Estas dos planchas deben pegarse con pegamento poniendo pesos encima para que queden bien unidas.

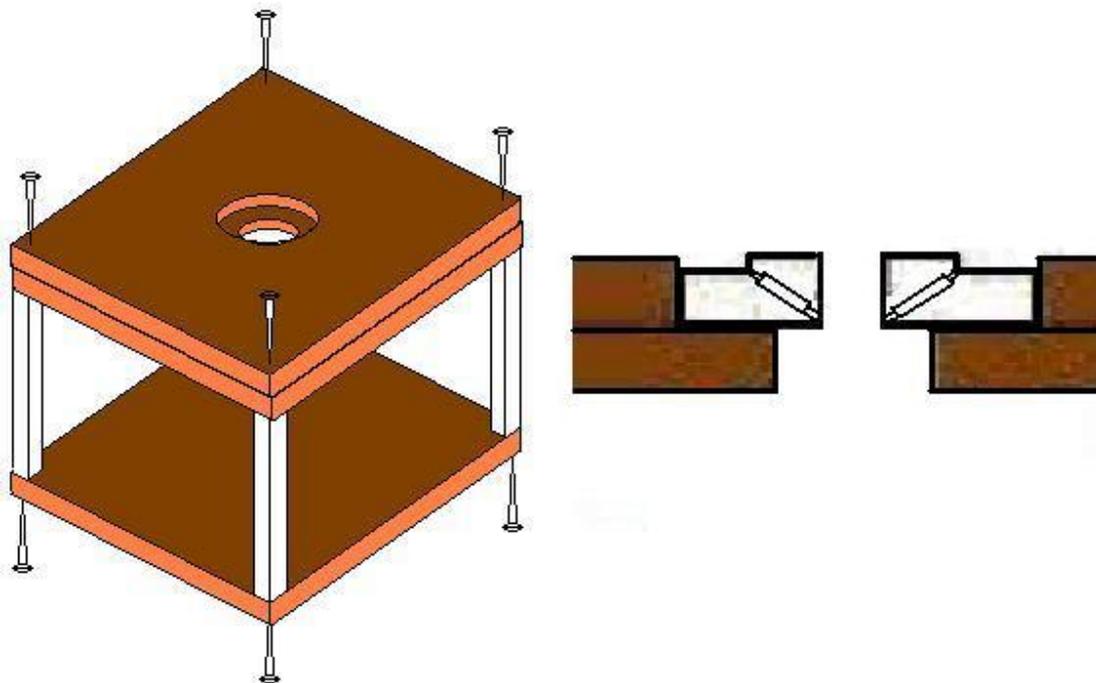


Figura 64

Para formar el chasis uniremos los cuatro listones a la tercera plancha con tornillos y pegamento. Después haremos la unión con la cara doble que ha sido pegada.

El rodamiento de bolas puede adquirirse con estructura para fijar al chasis. Para el prototipo construido no se disponía de dicha estructura por lo que se ha fabricado una de madera para posteriormente unir el conjunto que viene expuesto en la Figura 65, al chasis fabricado anteriormente.

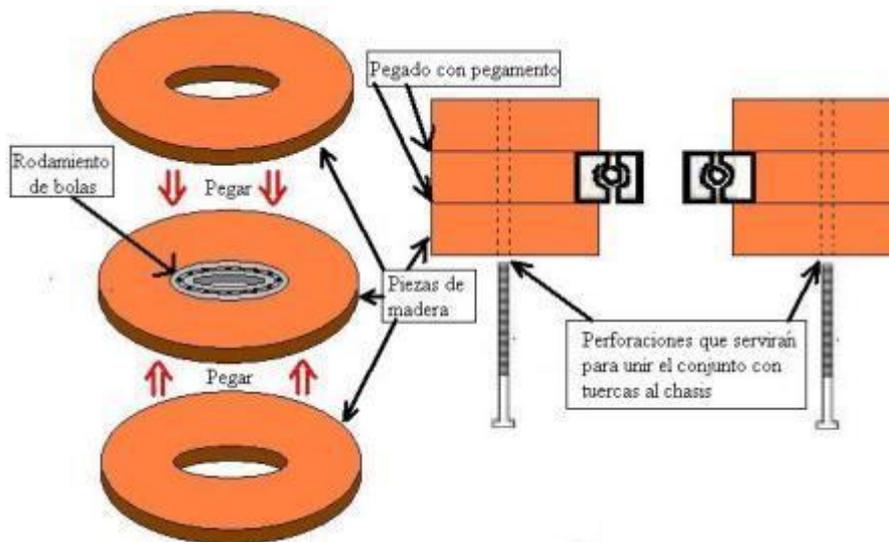


Figura 65

Para el motor hay que hacer una pieza de metal lo más robusta posible que ayudará a unir el motor al chasis. Esta placa hay que taladrarla con cinco agujeros uno en el centro para que pase el eje del motor, dos más pequeños a los lados para unir la placa al motor y final mente, en los extremos, otros dos para unir el conjunto placa y motor al chasis. Para instalar la placa al motor hay que usar un destornillador para sacar el cabezal de apriete. Todo esto lo podemos ver representado por la Figura 66.

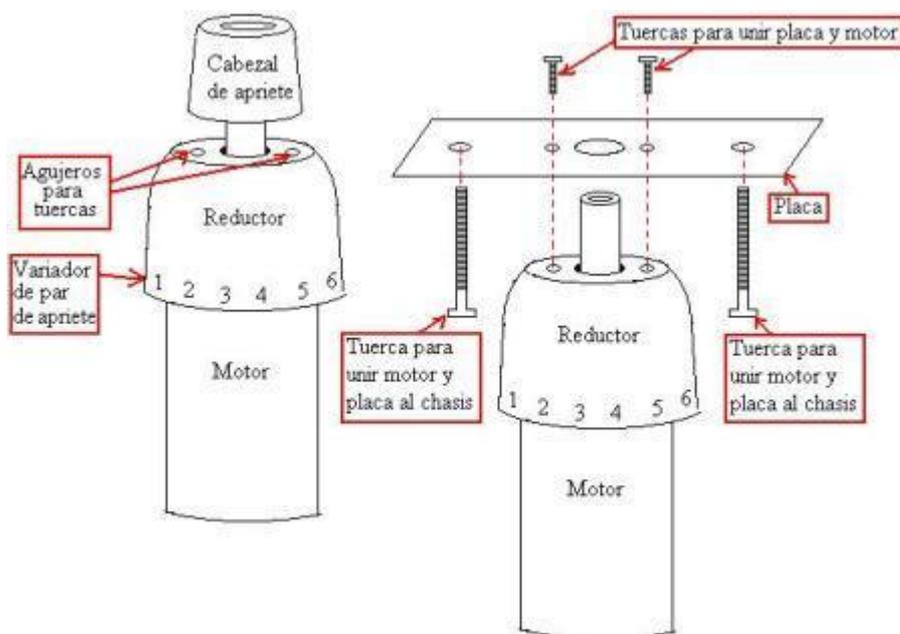


Figura 66

Ahora podemos unir el rodamiento de bolas al chasis centrando cuidadosamente éste con el rodamiento de rodillos cónicos. También tendremos que perforar la cara superior del chasis para poder instalar el motor. Lo cual queda representado en la Figura 67.

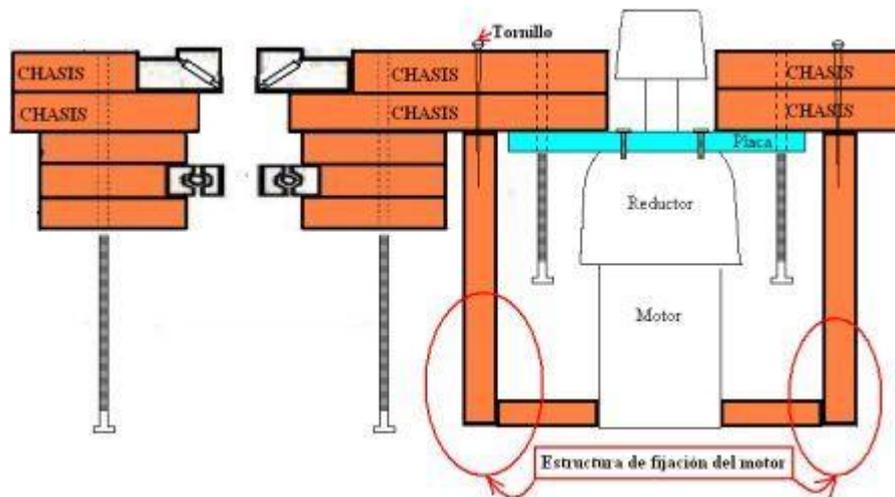


Figura 67

En la Figura 67 también se representa la estructura de fijación del motor para transmitir la menor vibración posible que esta hecha de madera.

Finalmente, representado en la Figura 68, se ve que el piñón pequeño se ha insertado en una tuerca y que ésta se ha limado lo mejor posible en forma hexagonal, este extremo será agarrado por el cabezal de apriete y de esta forma hará que no se deslice. Uno de los errores observados hasta ahora es que el cabezal de apriete que se ha utilizado es de baja calidad por lo que de vez en cuando hay que apretar de nuevo la pieza que sujeta su pinza, que es el piñón pequeño, el fallo rompe el sistema de transmisión por lo tanto se pierde la conexión con de la mesa y convendría también prever una desconexión de la batería cuando se producen estos fallos. La cadena, es material reciclado y se ha cortado a la longitud adecuada para abrazar correctamente los dos piñones teniendo en cuenta la distancia entre ellos y su perímetro. Además se ha dispuesto de un tensor para que la cadena quede tensa y no se suelte. Este tensor es un alambre sujeto a una abrazadera de goma de riego que permite, con un destornillador, tensar y destensar el alambre. El alambre abraza la tuerca del piñón y la abrazadera a la tuerca dispuesta en el chasis tal y como puede verse en la Figura 68.

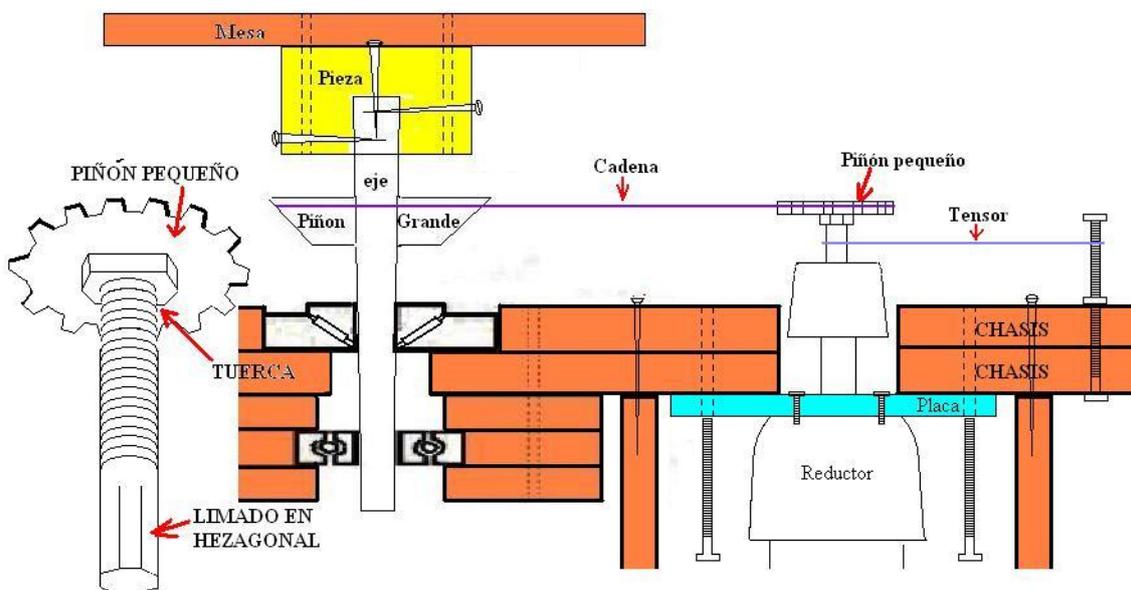


Figura 68

6.3.1- SISTEMA SENSOR

El sistema sensor de luz consta de dos LDR's que al recibir la misma cantidad de luz deja parado el motor ya que la orientación de la mesa frente al sol es correcta. El circuito electrónico seguidor no entregara corriente al motor.

Si uno de los sensores recibe luz solar y el otro queda a la sombra el motor girará en un sentido u otro dependiendo de a cual de los dos sensores le caiga la sombra.

En la Figura 69 siguiente podremos ver más claramente la idea:

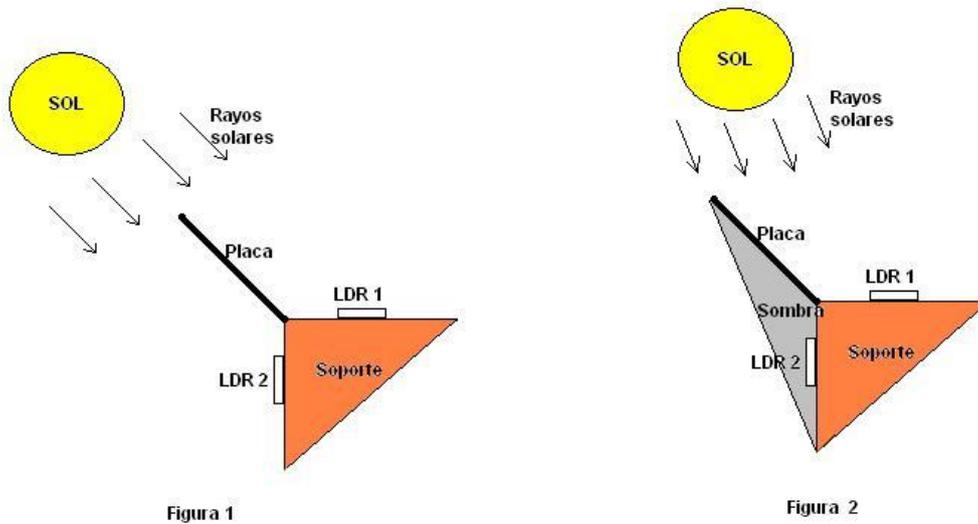


Figura 69

El dibujo de la izquierda es el estado de reposo, la luz incide en los dos LDR's por igual y por lo tanto la mesa no debe girar, cuando el sol se desplaza en el horizonte llegamos a la situación que aparece en el dibujo de la derecha. La sombra caerá sobre el sensor LDR 2 y el motor, mediante el circuito electrónico seguidor, activará el motor en sentido de las agujas del reloj hasta llegar al estado de reposo del dibujo de la izquierda. Si la sombra cae sobre el LDR 1 el giro del motor debe ser contrario al de las agujas del motor.

Hay que instalar una placa entre los dos sensores para la generación de una sombra correcta. Ver figura 70.



Figura 70

La ventaja de este diseño es que es muy simple de construir y sin elevados costes. Los inconvenientes son varios. Por un lado, si el motor gira a alta velocidad se producirá una oscilación del sistema hasta que se llega al estado de reposo ya que el soporte girará en exceso y llegará a caer la sombra sobre el LDR 1 activando el sentido de rotación contrario para corregir el excesivo giro realizado. Una pequeña oscilación en el sistema no es problema, por ejemplo que se pase una vez, pero que tenga que corregir demasiadas veces es ineficiente.

En esta oscilación del sistema entran en juego muchas variables: El par con el que se arranca y la velocidad adquirida, la inercia de todo el conjunto, la longitud de la placa, el ángulo que forman los LDR's, la distancia de los LDR's a la placa.

Es evidente que si la placa es más larga el sistema es más sensible al desplazamiento del sol, haciendo un seguimiento más preciso. De esta forma a desplazamientos más pequeños del sol, el sistema corregirá su posición para reorientarse. El mismo papel juega el ángulo que forman los LDR's y la distancia de los LDR's a la placa. Veamos las siguientes figuras 71, 72 y 73.

VARIACIÓN DE LA LONGITUD DE LA PLACA

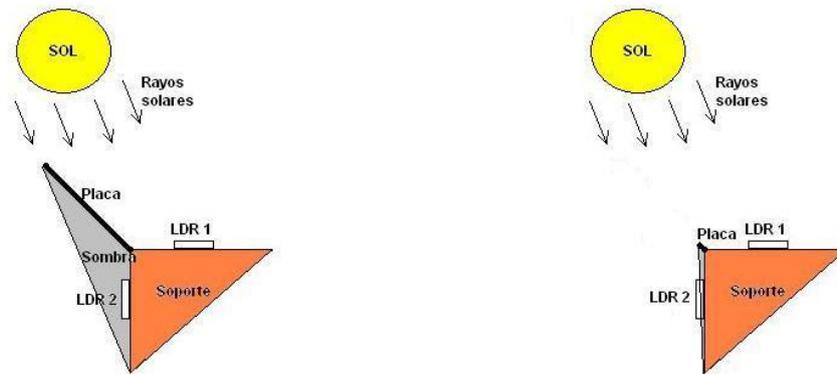


Figura 71

VARIACIÓN DEL ANGULO ENTRE SENSORES

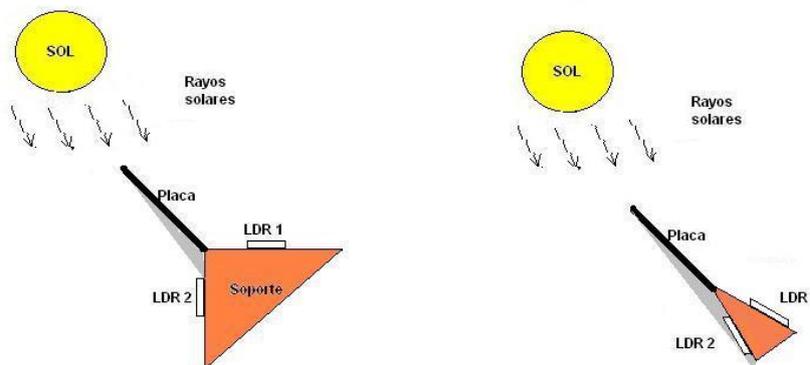


Figura 72

VARIACION DE LA DISTANCIA ENTRE LDR'S Y PLACA

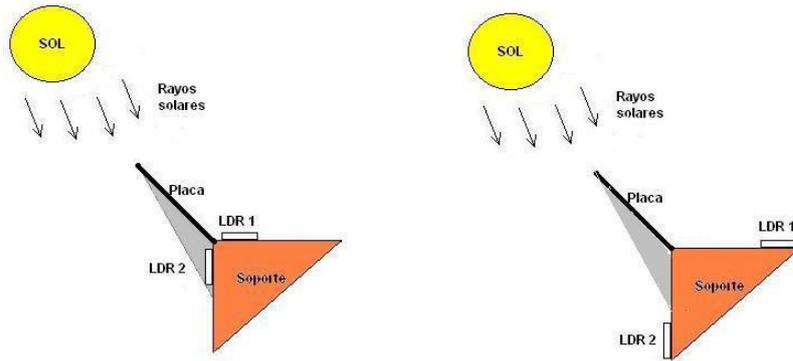


Figura 73

Por lo tanto podremos hacer más preciso el seguimiento reduciendo la distancia, el ángulo o la longitud como anteriormente ha quedado expuesto. Es importante no hacer demasiado preciso el seguimiento ya que el sistema se puede hacer inestable sin llegar a la posición de reposo si el motor es veloz y potente. Además no es necesaria una precisión excesiva ya que no conseguiremos una mayor cantidad de energía significativa. Se considera que es bueno reorientar, si es de forma automática, el horno solar frente al sol cada 5 o 10 minutos (pudiendo ser valido cada 20 minutos).

6.3.2- CIRCUITO ELECTRÓNICO SEGUIDOR.

El circuito que se ha instalado en el seguidor es el de la Figura 74. En el apartado de mejoras hablaremos de un posible rediseño de este circuito para un mejor funcionamiento.

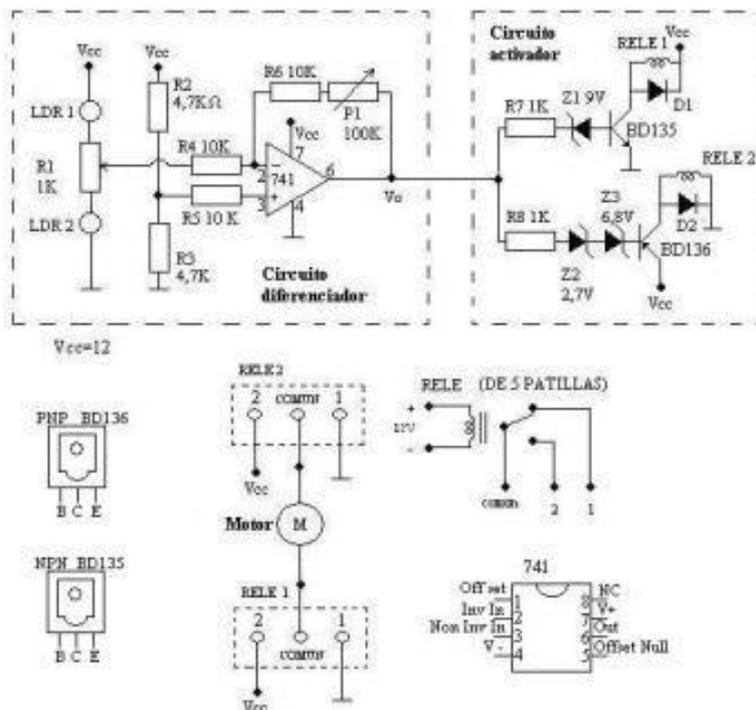


Figura 74

Realizar este circuito con componentes sencillos y de bajo costo no resulta muy complicado. El **circuito diferenciador** nos dará un valor V_o de aproximadamente la mitad de V_{cc} que será aproximadamente 6 voltios cuando los dos LDR's reciban la misma luz aproximadamente. Si comenzamos a tener diferencia de iluminación entre un LDR con respecto al otro, V_o irá yéndose hacia los 12 voltios o hacia los 0 voltios dependiendo de cual es el que más luz recibe. Nuevamente, si la luz vuelve a ser aproximadamente la misma para los dos LDR's el voltaje de V_o ira yéndose hacia los 6 voltios. De esta forma podemos diferenciar entre los tres estados que necesitamos.

El circuito activador nos hará encender el Relé1 si V_o tiene un elevado voltaje cercano a los 12 Voltios, es decir, uno de los LDR's recibe más luz que el otro. O no encenderá el Relé2 en el caso contrario, es decir, ahora es el otro LDR el que recibe más luz y V_o ronda los 0 voltios. La activación de un Relé hace girar el motor en un sentido y la activación del otro Relé lo hará girar en el otro sentido.

Si los dos LDR's tienen la misma luz, es decir V_o ronda los 6 voltios, no se activa ningún transistor, por lo tanto no se activarán los Relés y el motor permanecerá parado.

Nunca se dará el caso de activación de los dos Relés en el mismo instante.

Los potenciómetros R1 y P1 nos servirán para ajustar el correcto comportamiento del circuito. Los calibraremos para obtener 6 voltios en V_o cuando los dos LDR's tienen la misma luz o sombra y para que V_o tenga el valor más alto y más bajo de voltaje posible cuando dejamos a uno de los sensores a la sombra y el otro al sol directo e intercambiamos la situación entre ellos.

Los diferentes casos de conmutación de los Relés se representan en la Figura 75.

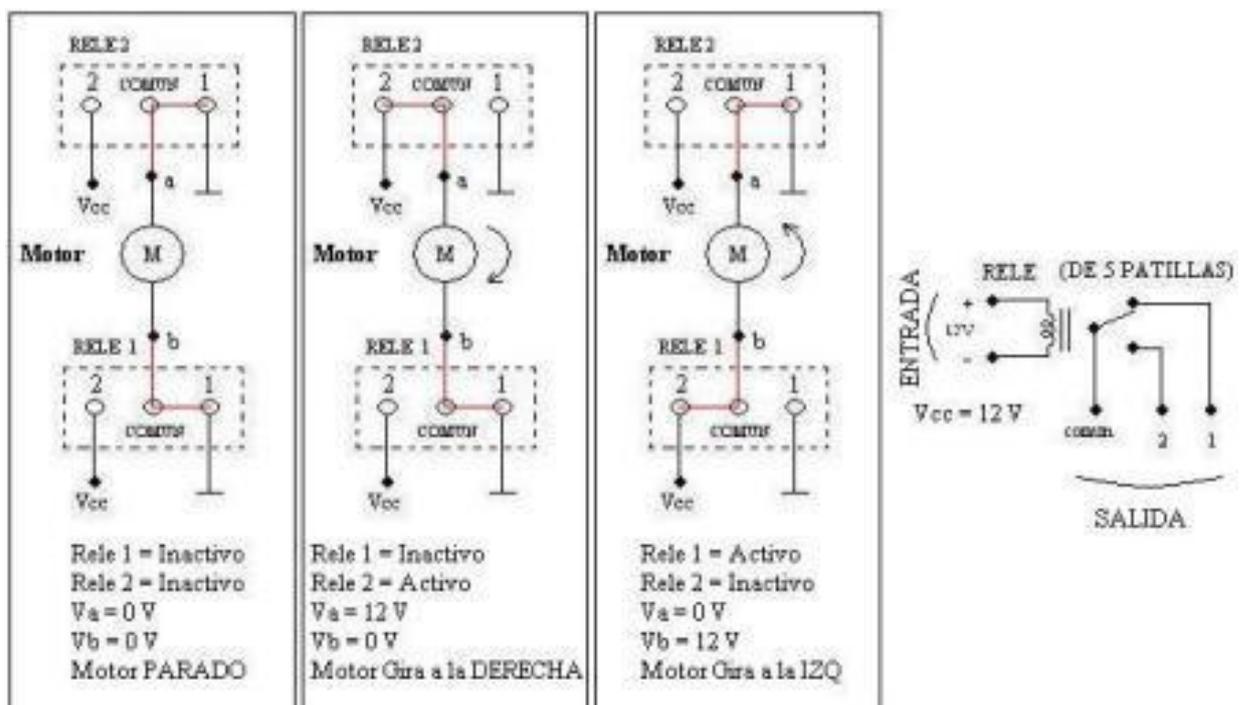


Figura 75

La patilla COMÚN del RELE 1 esta conectada a uno de los cables de alimentación del motor y la patilla COMÚN del RELE 2 al otro cable de alimentación del motor.

Estas tres patillas de salida del Relé funcionan como un interruptor. Si aplicamos 12 Voltios a la entrada del Relé, este se activa y la patilla COMUN hace conexión con su Patilla 2. Si aplicamos 0 V a la entrada del Relé este pasa a su estado de reposo conectando la patilla COMÚN con la patilla 1.

Si nos fijamos en la Figura 75, en el cuadro de la izquierda veremos que estamos en el caso de que ninguno de los Relés recibe 12 V en su entrada, es decir, su bobina no recibe excitación (está a 0 voltios). Por lo tanto los dos COMUNES conectan cada uno con su patilla 1, que a su vez están conectados a masa (es decir 0 V). Por lo tanto el motor tiene en sus dos terminales a y b un voltaje de 0 V que harán permanecerle parado.

Si nos fijamos en el cuadro del centro veremos que el RELE 2 se ha activado por una excitación de 12 Voltios en su entrada y reacciona conectando el COMÚN con su Patilla 2 y conectando, por lo tanto, la patilla (a) del motor a Vcc (12V). La patilla (b) del motor esta a masa porque el RELE 1 esta inactivo y por lo tanto el motor girará en un sentido.

En el cuadro de la derecha el giro del motor se producirá en el otro sentido al anteriormente expuesto ya que la conmutación de los Relés ha invertido la polaridad del motor haciendo pasar su patilla (a) a masa y su patilla (b) a Vcc.

6.3.3- ESTUDIO DE CARGAS.

Definimos como especificación técnica que el peso máximo que podremos depositar en la mesa giratoria será de 50 kg como máximo. El peso de la cocina solar 30-60 puede rondar entre los 10 a 20Kg dependiendo de los materiales que utilicemos, si añadimos los soportes de los paneles y los paneles fotovoltaicos rondaremos los 25 a 30 kilogramos de peso para nuestro diseño, aun así, hemos puesto un límite de carga máxima en 50kg como especificación técnica del seguidor solar por posibles modificaciones y ampliaciones de los aparatos que conforman dicha carga. Esta ampliación podría ser unos paneles solares más grandes acoplados al giro del seguidor solar que nos dieran energía para aprovecharla en la casa o en el jardín, para luz, radio, carga de aparatos como móviles, PDA's, Mp3, un pequeño taladro o incluso una televisión de bajo consumo (LED), por poner algunos ejemplos que se han podido montar y comprobar con dos paneles fotovoltaicos de 20W, un regulador y una batería usada de coche.

La carga axial vendrá dada por la multiplicación de la carga máxima que puede soportar el sistema, es decir 50Kg, por la aceleración de la gravedad $9,81 \text{ m/s}^2$. El resultado es 500N aproximadamente. Multiplicamos por seguridad este valor por 4 y tenemos 2000N que deberán ser soportados por el rodamiento de rodillos cónicos que es el que soportará toda la carga axial.

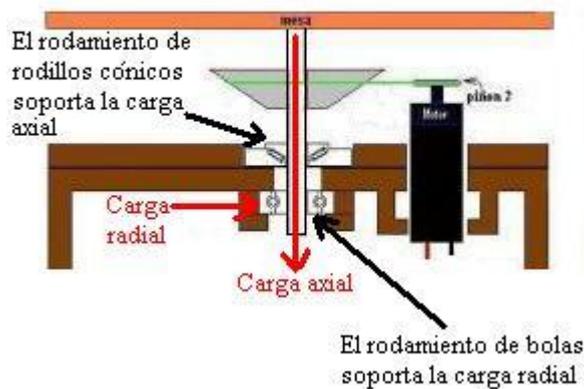


Figura 76

Ahora pasaremos a analizar la carga radial que vendrá dada por las fuerzas que el viento ejerza sobre la estructura y que pasaremos a cuantificar aproximadamente para hacernos una idea de su magnitud apoyándonos en el “Documento Básico SE-AE de seguridad estructural y acciones en la edificación”.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, **qe** puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

qb la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 KN/m². Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D del “Documento Básico SE-AE de seguridad estructural y acciones en la edificación”, en función del emplazamiento geográfico. Puede calcularse más precisamente con la siguiente formula:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot (v_b)^2$$

Siendo **δ** la densidad del aire. Depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m³. En emplazamientos muy cercanos al mar, en donde sea muy probable la acción de rocío, la densidad puede ser mayor.

Vb es el valor básico de la velocidad del viento. En España y dependiendo de localidad puede obtenerse del mapa de la Figura 77.



Figura 77

En definitiva, la presión dinámica q_b es, respectivamente de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa. La zona C es el peor caso en la que se calculan las estructuras para velocidades de viento de 29 m/s (104,4 Km/h). Para nuestro diseño consideramos correcto los cálculos para velocidades de viento de 29 m/s. De hecho los rodamientos elegidos superan con mucho las cargas calculadas. En Haití, las velocidades alcanzadas por el viento en situaciones de huracán obligarían a poner a buen resguardo tanto a las personas principalmente, como a los materiales valiosos como esta cocina solar.

Por lo tanto, de la ecuación inicial $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$, de la cual intentamos encontrar la solución podemos decir, después de lo expuesto anteriormente, que q_b es 0,52 kN/m².

Con lo que respecta al coeficiente de exposición c_e , este es variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en la siguiente tabla de la Figura 78.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e .

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Bordo del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 78

En nuestro caso cogemos el valor marcado en rojo (2,1) de zona rural llana y altura 3 metros.

Y finalmente, **cp**, el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, que según el SE-AE podemos cogerlo de la tabla de la figura 79:

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Figura 79

En nuestro caso cogemos el valor más alto que sería el peor caso (0,8). Por lo tanto ya podremos despejar la fórmula inicial de la presión estática con los valores anteriormente escogidos $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1 \cdot 0,8 = 0,8736 \text{ kN/m}^2 = 873,6 \text{ N/m}^2$

Como la Fuerza es la presión por el área y la presión ya la conocemos que es 873,6 N/m². El área podremos calcularlo al alza suponiendo que colocamos 3 paneles solares de 20 W. Cada panel tiene un área de 0,2m² por lo tanto serían 0,6m² sumando los 3 paneles. A esto habría que sumarle el área de la cara más grande de la cocina solar que aproximadamente es 0,68 m² midiendo al alza. Por lo tanto el área es de 0,6 m² + 0,68 m² = 1,28 m². Ver figura 80.

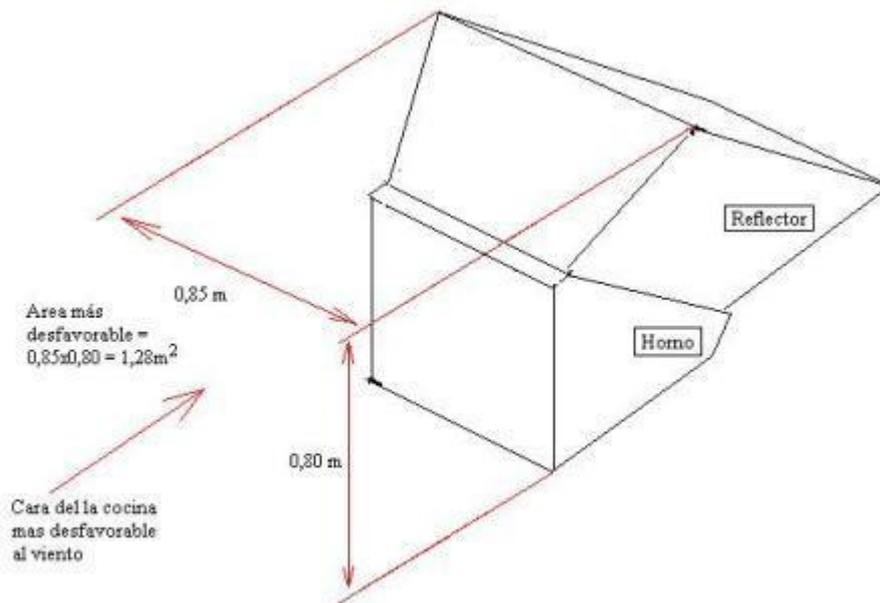


Figura 80

$$F = q_e \cdot \text{Area} = 873,6 \text{ N/m}^2 \cdot 1,28 \text{ m}^2 = 1118 \text{ N}$$

Para el rodamiento de bolas es importante que pueda soportar esta carga radial que puede ejercer la fuerza del viento sobre la estructura ya que sobre él recaerá esta fuerza.

Por lo tanto concluimos con todo lo expuesto en el estudio de cargas, que el rodamiento de rodillos cónicos tiene que soportar una carga axial de 2000 N y que el rodamiento de bolas debe soportar una carga radial de 1118 N.

Los rodamientos que elegimos son los de Timken modelos 32006X y 6006 C3 que superan enormemente estas cargas y que en total no han superado el precio de unos 15 euros.

6.4- RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS CON EL PROTOTIPO DE HORNO SEGUIDOR SOLAR CONSTRUIDO.

Se han realizado una serie de medidas de temperatura en tres días diferentes. Se han elegido días de cielo despejado para que las condiciones sean parecidas y se puedan comparar los datos. Las medidas de temperatura exterior realizadas en los tres días muestran que estos son muy parecidos. En uno de los días se ha expuesto el horno con el reflector al sur pero sin el seguidor, es decir fijo. En otro de los días se ha hecho las pruebas con el reflector y el seguidor en funcionamiento. En el último caso se han hecho las pruebas sin el reflector pero sí con seguimiento.

El lugar donde se realizan las pruebas es en la localidad de Cazalegas, provincia de Toledo, España, con una latitud de aproximadamente 39°58' Norte.

Para hacer las pruebas se utilizó un litro de agua dentro de una cazuela que a su vez será introducida en el horno. Para medir la temperatura del agua se utiliza un termómetro digital de hasta 150 grados con el sensor en la punta de un cable largo de tal forma que este quede introducido en el agua y la pantalla con el resultado de la medida pueda quedar fuera del horno. También se pone otro termómetro en el interior del horno para medir la temperatura del aire adentro. Además se utiliza un tercer termómetro para medir la temperatura exterior a la sombra.

En la Tabla 2 vemos los resultados de la primera prueba. Que se obtienen sin seguidor, es decir, que se realizan con el horno orientado al sur y fijo durante todo el día. Además, en este caso el reflector esta puesto en el horno. Veremos que desde las 10:00 del comienzo de las pruebas hasta las 13:30 no comienza a hervir el agua con fuerza. Esto es debido la no reorientación del horno al sol. Se han necesitado 3 horas y media para comenzar a hervir 1 Litro de agua.

Pruebas 23-mayo-2012. Sin seguidor, horno fijo orientado al sur. Con reflector.				
Hora	Temperatura del agua. 1 litro en la cazuela (° C)	Temperatura del aire dentro del horno. (° C)	Temperatura exterior a la sombra. (° C)	Observaciones
10:00	19,5	Inferior a 50	18	
10:30	20,5	Inferior a 50	18	
11:00	25	45	19	
11:30	34,5	55	19.5	
12:00	49,1	70	20.5	
12:30	67,6	100	21	Burbujas débiles al fondo de la cazuela
13:00	85,5	115	22	Burbujas débiles al fondo de la cazuela
13:30	90	120	23	Hierve con fuerza
14:00	90	125	24.5	Comienza la condensación en el cristal
14:30	89,9	125	25.5	
15:00	89,9	125	27	
15:30	89,9	125	28	
16:00	90,9	125	30	
16:30	89,1	115	30.5	El agua ya no hierve con fuerza
17:00	84,8	110	32	
17:30	77	80	33	La sombra es mayoritaria dentro del horno
18:00	67	65	34.5	
18:30	59,2	60	34	
19:00	53	55	33	
19:30	48,6	50	32	

Tabla 2. Medidas de temperatura del horno orientado al sur sin seguidor y con reflector.

En la Tabla 3 vemos los resultados de la segunda prueba. Que se obtienen con seguimiento del sol durante todo el día. Además, en este caso el reflector esta puesto en el horno. Se aprecia que desde las 10:00 del comienzo de las pruebas hasta las 12:00 no comienza a hervir el agua con fuerza. El horno ha necesitado dos horas para comenzar a hervir con fuerza en este caso. Hay que tener en cuenta que las primeras horas de la mañana son más débiles en cuanto a cantidad de energía solar recibida.

Pruebas 14-junio-2012. Con seguidor. Con reflector.				
Hora	Temperatura del agua. 1 litro en la cazuela (° C)	Temperatura del aire dentro del horno. (° C)	Temperatura exterior a la sombra. (° C)	Observaciones
10:00	22.5	20.5	20.5	
10:30	40.2	85	21	
11:00	74.4	95	21.5	
11:30	80.1	105	22	
12:00	89.8	115	23	Hierve con fuerza
12:30	89.6	105	24.5	Comienza la condensación en el cristal
13:00	89.7	120	25	
13:30	89.7	120	26	
14:00	89.6	110	27.5	
14:30	89.8	115	29	
15:00	89.6	118	29.5	
15:30	89.7	110	30.5	
16:00	89.5	115	32	
16:30	89.8	110	32.5	
17:00	89.6	110	33.5	
17:30	89.5	110	34	
18:00	89.5	105	33.5	
18:30	89.2	105	33.5	
19:00	88.3	95	33	
19:30	84.8	70	32	
20:00	77.5	65	30.5	

Tabla 3. Medidas de temperatura del horno con seguidor y con reflector.

En la Tabla 4 vemos los resultados de la tercera prueba. Que se obtienen con seguimiento del sol durante todo el día y en este caso sin el reflector puesto en el horno. Observaremos que no se ha llegado a ver en todo el día hervir el agua con fuerza en esta configuración por lo que aparentemente queda demostrada la mejora técnica que supone añadir el reflector.

Pruebas 15-junio-2012. Con seguidor. Sin reflector.				
Hora	Temperatura del agua. 1 litro en la cazuela (° C)	Temperatura del aire dentro del horno. (° C)	Temperatura exterior a la sombra. (° C)	Observaciones
10:00	22.8	20.5	20.5	
10:30	33.1	55	21	
11:00	45.8	70	22	
11:30	57.1	75	23	
12:00	66.9	80	24	
12:30	74.2	85	25	
13:00	79.5	90	25.5	
13:30	83.1	90	26.5	
14:00	85.2	95	27.5	
14:30	86.4	95	28.5	
15:00	87.2	95	29.5	
15:30	87.6	95	30.5	
16:00	88	95	31.5	
16:30	88.1	90	32.5	
17:00	88	90	33.5	
17:30	87.8	90	34.5	
18:00	87.3	85	34	
18:30	86.1	80	34	
19:00	83.8	80	33.5	
19:30	80.5	75	33	
20:00	76.3	70	31.5	

Observación: No se ha llegado a ver en todo el día hervir el agua con fuerza

Tabla 4. Medidas de temperatura del horno con seguidor y sin reflector.

Los resultados los podemos presentar resumidos en las gráficas de las Figuras 81 y 82.

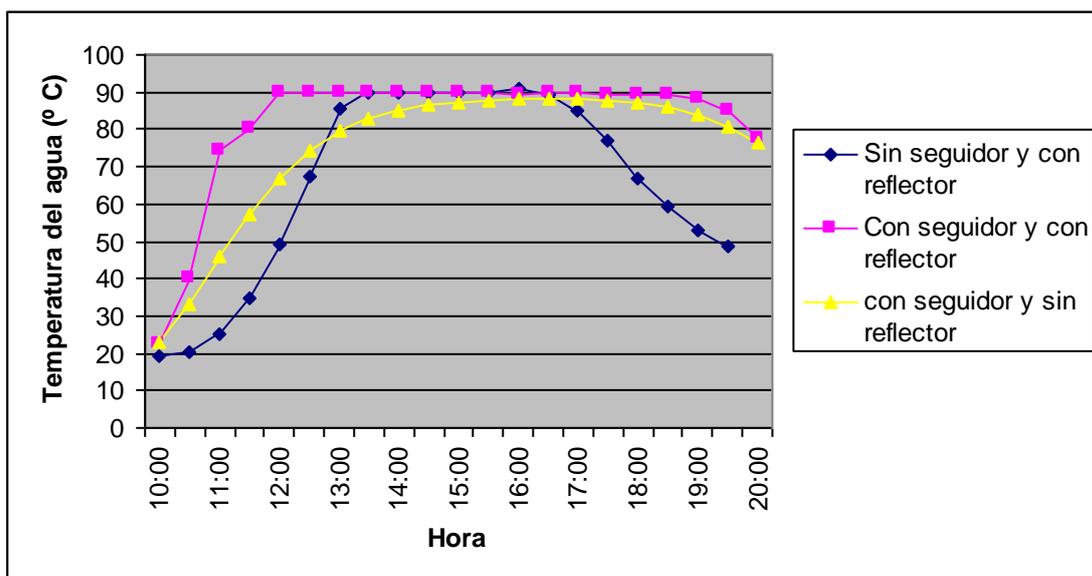


Figura 81. Grafica de la temperatura del agua en el interior del horno.

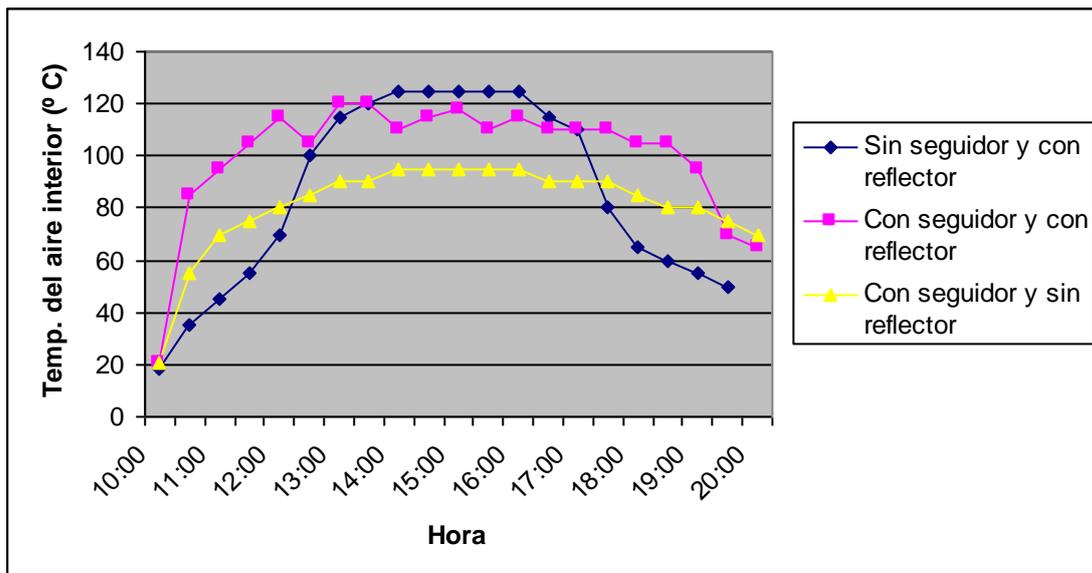


Figura 82. Gráfica de la temperatura del aire en el interior del horno.

De los resultados anteriores podemos sacar algunas conclusiones muy importantes.

1. Que el reflector es en si un “seguidor solar pasivo”. Esto quiere decir que, si nos fijamos en la gráfica azul donde las pruebas se han hecho sin seguidor pero con el reflector puesto y se ha dejado el horno solar expuesto al sur, la temperatura permanece en el máximo durante tres horas. En tres horas el sol varía mucho su recorrido en la horizontal y aunque el horno no este totalmente orientado a la perpendicular de los rayos no se llegan a hacer sombras en el interior de éste ya que el reflector dirige los rayos a su interior. Esto quiere decir que si no tenemos seguidor, gracias al reflector, tan solo tendremos que reorientar el horno manualmente de 3 a 5 veces al día para sacarle un buen rendimiento.
2. En las tablas de datos vemos en las observaciones cuando comienza a hervir el agua. Sin seguidor y sin reflector no llega a hervir con fuerza. Con el seguidor y el reflector tenemos el litro de agua hirviendo a las 12:00 del mediodía si pusimos el agua a las 10:00, en dos horas.
3. Que el máximo de temperatura alcanzado en el agua es de unos 90 ° C mientras que el aire llega a los 120°.
4. Que si vemos la gráfica de la temperatura del aire podremos decir que con seguidor, la diferencia entre tener y no tener reflector se ve clara. Si nos fijamos en su grafica rosa y amarilla veremos que con el reflector la pendiente de subida es mucho más pronunciada, esto quiere decir que hay un calentamiento más rápido. Y que con el reflector llegamos a los 120 ° C de temperatura del aire mientras que sin él a unos 88 ° C. Es evidente el aumento de potencia que implica el tener más superficie captadora de rayos solares. La importancia del reflector también lo podemos ver en la grafica de la temperatura del agua donde las graficas amarilla y rosa nos presentan una pendiente mucho más diferenciada que

en la temperatura del aire y vemos que en vez de unas dos horas para llegar al máximo de temperatura del agua necesitamos más del doble de tiempo sin reflector. Esto no quiere decir que no podamos hacer alimentos sin reflector, pero necesitaremos más tiempo quizás el doble de tiempo. Algunos alimentos como el arroz o muchas de las verduras pueden hacerse lentamente sin reflector. Para cocinar no es necesario que el agua llegue a hervir. Eso sí, con alimentos como garbanzos o judías si podemos tener problemas ya que tardan mucho y en días semi-nublados será difícil llegar a cocinar estos alimentos que requieren tanto tiempo. Sin reflector, además de cocinar alimentos de “rápida cocción” también podremos pasteurizar ya que con 65° es suficiente. El reflector nos da potencia y rapidez, por lo que en días semi-nublados podrá funcionar mejor y amplía la posibilidad de hacer más tipos alimentos. En el horno se han podido cocinar alimentos como tortilla de patata, potaje de lentejas, pollo asado o paella.

7. - CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

Conclusiones:

Repasando los objetivos del proyecto podemos decir que se ha llevado a cabo acciones importantes en relación con la cooperación con Haití, lugar de enormes dificultades.

Que se ha conseguido impartir un breve curso técnico de energía solar fotovoltaica que ha sido muy útil para introducir a los alumnos Haitianos en una tecnología creciente en su entorno. Se han debatido asuntos tan interesantes como la importancia de reciclar los residuos de estas tecnologías.

Se han introducido, por medio de generosa donación, las cocinas solares para demostrar la potencia del sol. Energía abundante para todos. Se ha enseñado a instalarlas y se ha explicado su funcionamiento durante un largo periodo. Se ha comprobado que la aceptación de éstas es bastante positiva.

Se han conocido las necesidades generales y locales de personas que viven en la miseria y se ha promovido la acción ante tales sucesos.

Se ha conocido la amistad del afectado.

Se han dado pautas para construir un horno solar de bajo coste que puede ser muy útil como herramienta para generar parte de la energía que necesitamos cada uno de nosotros al día. Generando energía sin emisiones de CO₂ en su vida de uso. Además, se le ha diseñado un seguidor, también de bajo coste, como búsqueda de mejorar la potencia y usabilidad del conjunto. Se ha realizado un análisis técnico estudiando las cargas del viento, un estudio del par motor necesario para el seguidor, se ha estudiado el comportamiento de la temperatura en el interior del horno.

Se ha dejado un manual de construcción que inicia el camino hacia lo que puede ser un mejor prototipo en el futuro.

Trabajos futuros:

En ámbito de la cooperación es posible seguir haciendo actuaciones futuras para mejorar el **CAMPAMENTO MUDHA – AFDC**. En el apartado 5 de este documento se habla sobre las necesidades del centro y algunas posibles mejoras. Pero concretamente se destaca la situación del agua. Un trabajo futuro podría ser:

- Instalación del sistema adecuado de filtro y purificación para tratar el agua que sale del pozo para minimizar los riegos para las personas.
- Elevar el agua a bidones situados en la altura adecuada que permitan caer por gravedad a la apertura de grifos por las debidas canalizaciones. Los bidones deberían estar sensorizados para detener la bomba cuando estén llenos.
- Utilización de paneles solares en vez de gasoil como energía para extracción del agua del pozo. Un sistema solar como este no necesitaría baterías para funcionar, con lo que la instalación se hace mucho más simple, ecológica y económica.

Algunos aspectos técnicos sobre esta instalación se encuentran indicados en el apartado 5 de este documento.

En el ámbito técnico sería constructivo hacer los siguientes trabajos futuros:

- Se puede hacer una “olla a presión solar”. La idea es construir un prototipo de pruebas para evaluar el resultado que daría integrar dentro del horno una olla a presión cuya válvula de escape tenga salida por un tubo al exterior de la caja térmica u horno. De esta forma podríamos eliminar el inconveniente del empañamiento del cristal por la condensación del agua. Por otro lado el aumento de presión en el interior de este tipo de ollas hace disminuir los tiempos de cocción. De esta forma ganaríamos potencia en el sistema por dos efectos y sería interesante compararlo con las medidas ya realizadas. Recordemos que la olla a presión debe ser negro mate, es importante ya que este color absorbe más la energía del sol y a ser posible sin componentes de plástico ya que estos se pueden derretir.

Este aparato sería una especie de electrodoméstico quizás muy interesante para muchas personas que disponen de un lugar en su vivienda con buena exposición al sol.

¿O podría valer simplemente con usar directamente la olla a presión directamente en el horno?

- Otra mejora es la de construir un horno 20-70 para Haití ya que el horno 30-60 es más óptimo para latitudes más altas. La latitud de Haití es aproximadamente 20° y en España 40° (aunque varía algún grado dependiendo si estamos en el norte o más al sur).
- Se pueden mejorar los materiales constructivos. La condensación interior hace que se oxiden parte de la tornillería utilizada, hay que buscar la forma de protegerla o cambiarla por material inoxidable. También la madera y el cartón interior se deterioran por este hecho. Hay que tener en cuenta que la madera se deteriora por el proceso de cambio de humedad, de pasar de húmeda a seca repetidas veces. La solución podría ser recubrir todas las caras internas del horno solar con una chapa de color negro mate sin fisuras para que el material aislante y la estructura no estén en contacto con la humedad. Si se utilizan pinturas para esta chapa debe tenerse en cuenta que los alimentos estarán en contacto.
- El peso del horno es considerable, en la posición 60° el horno vence hacia delante. Si el reflector es de cartón con papel de aluminio no existe este problema.
- Hay que mejorar la comodidad de uso del horno, primeramente con un asa en la puerta para abrir el horno con la mano más fácilmente. Así como un sistema mecánico que permita que la puerta se quede abierta de par en par, sin que tenga que sujetarla el usuario y de esta forma pueda tener libres las dos manos para introducir o extraer los alimentos.

- Los materiales constructivos también se pueden mejorar para las partes que dan al exterior y que sufren intemperie. Estos aspectos son importantes ya que un buen diseño nos dará una vida útil mayor del aparato.
- Sería bueno realizar un estudio más meticuloso sobre que materiales de construcción tienen menos impacto para el medio ambiente y usarlos cuando sea posible la construcción del siguiente prototipo.
- Podría ser bueno estudiar si compensa la inclusión de un doble cristal con cámara de aire intermedia para disminuir las pérdidas por el cristal.
- Los bordes de las chapas del reflector deben redondearse o incluir algún tipo de protección para evitar accidentes por cortes.
- Para el seguidor solar hay que decir que este es un primer prototipo, que funciona pero hay que realizar mejoras considerables para llegar a obtener un mejor funcionamiento. Por ejemplo, el sistema de transmisión es frágil, se detecta que la cadena se sale con facilidad por lo que se ha tenido que añadir un tensor para que ésta no se salga. Además el cabezal de apriete del taladro es de baja calidad y en alguna ocasión se suelta por lo que sería necesario adquirir en el mercado un cabezal de apriete de mayor calidad, que permita apretar la tuerca que esta unida al piñón pequeño con más fuerza y que no pierda esa fuerza con el tiempo. Puede ser interesante rediseñar el sistema de transmisión utilizando engranajes en vez de piñones de bicicleta.
- Si se sustituye la madera por acero, aluminio o hierro, la vida útil del seguidor aumentará, como por ejemplo el eje y la mesa.
- En cuanto al circuito electrónico seguidor sería bueno diseñarlo de nuevo para una mayor sensibilidad ya que en ocasiones, cuando se nubla un poco, este no tiene sensibilidad adecuada para detectar la diferencia de luz. Se propone la realimentación positiva del operacional en vez de negativa para incluir un ciclo de histéresis. Además de incluir una fuente de alimentación fija en voltaje para alimentar el circuito electrónico seguidor y así evitar las fluctuaciones en voltaje de las baterías, que son utilizadas en este momento como alimentación directa a dicho circuito seguidor.
- Además sería bueno instalar un límite de carrera para que, si existiera algún problema, el seguidor no se quede dando vueltas sin parar en un sentido, lo cual enredaría los cables que van desde los sensores al circuito electrónico seguidor. Esto podría ocurrir si uno de los sensores quedara ensuciado opacamente.
- Podría ser interesante poder medir la velocidad del viento para que cuando exceda del tolerable, desactive el sistema. O estudiar la posibilidad de instalar unos frenos para que cuando el viento sea excesivamente fuerte, el seguidor quede frenado en la posición adecuada.
- Un sensor de luz para que al llegar la noche se desactive la alimentación de corriente y se vuelva a activar al amanecer puede ser un buen sistema de seguridad para que por la noche no se ponga en funcionamiento el seguidor despistado por la luz de una farola, coche o linterna.

- Añadir dos paredes y dos puertas a la caja que protege la batería y la electrónica.

8. - COSTES DEL PROYECTO.

Los costes del proyecto en el ámbito de la cooperación se asumen por Nou Barris y Aperam como donantes de material, además de los costes normales de viaje y manutención.

En el ámbito técnico, la construcción de los prototipos de horno y seguidor ha supuesto el coste indicado en la Tabla 5 y Tabla 6. Estos en forma aproximada, sin contar los gastos del material reciclado y donado como son los reflectores de Aperam (los cuales hubieran supuesto un coste mucho más abultado del horno) o como cadenas y piñones de bicicleta que fueron obtenidas sin coste en una tienda de reparación de bicicletas por ser material para desechar o las baterías de coche inservibles para arrancar el coche pero perfectamente aprovechables, por poner algunos ejemplos.

Costes del horno:

<i>Material</i>	<i>Coste (Euros)</i>
Madera	40
Bisagra de piano para la puerta	1
Bisagras acero inoxidable para reflectores	8
Tuercas y tonillos	5
Burlete aislante para la puerta	2
Chapa aluminio negro mate	12
Termómetro	6
Cierres de cartola	2
Cristal	5
Perfiles en L de aluminio anodizado	12
Cola blanca	1
Pintura de protección al exterior	4
Total:	98 Euros

Tabla 5. Costes del Horno.

Costes del seguidor:

<i>Material</i>	<i>Coste (Euros)</i>
Madera para la estructura	30
Rodamientos	20
Componentes electrónicos	8
Tuercas y tonillos	5
Motor + Reductor de taladro de 12VDC	10
Eje de madera	2
Total:	75 Euros

Tabla 6. Costes del seguidor.

Los costes de las numerosas mejoras futuras en Haití son innumerables, la alimentación debe ser de mayor calidad, las infraestructuras del agua, la vivienda, la energía.... Un objetivo realizable a corto plazo podría ser seguir dando apoyo al centro **MUDHA – AFDC**. El edificio avanza lentamente en su construcción siendo el agua, quizás, uno de los principales asuntos a mejorar. El presupuesto incluiría los profesionales adecuados para instalar un sistema potabilizador de agua, las canalizaciones de aguas residuales y sanitarias del edificio, el sistema fotovoltaico para

bombeo de agua. Además hay que contar con gastos de transporte y manutención. La fijación de los costes necesita de un estudio técnico adecuado que dimensione las instalaciones. Estudio aun no realizado en su totalidad.

9.- EJERCICIO REFLEXIVO

Ineficiencia actual:

A través de la siguiente situación podremos entender uno de los principales problemas podrían existir en la actualidad:

Aparentemente será más ecológico consumir 20 magdalenas que le compramos al pastelero de nuestro pueblo, que utiliza harina y productos generados localmente que 20 magdalenas que vienen de Francia hechas con harina que viene de China y que cada magdalena viene envuelta en un plástico que a su vez todas ellas son envueltas con otro plástico y que nos la llevaremos a nuestra casa en una bolsa de plástico que nos dan el supermercado al que nos hemos desplazado consumiendo gasoil.

La ineficiencia de esta situación es aplastante, ¿Cuánto CO2 consumió el barco, camión y nuestro propio coche para que estas magdalenas estén en nuestra casa?, ¿Cuánto trabajo y esfuerzo derrochados?

Si en el cielo de estados unidos puede haber en un instante dado 5000 aviones en el cielo y cada vuelo transatlántico consume la misma energía que 7000 viviendas durante un año, siendo este medio de transporte un gran contaminador de nuestra atmósfera. ¿Es viable el ritmo que estamos siguiendo? ¿Se puede inventar otra forma de viajar sin contaminar?

Para ahora mismo parece que la única solución sería vivir como lo hacían muchos de nuestros ancestros: No movernos excesivamente de nuestro lugar y consumir preferentemente lo que generamos en nuestro entorno. Aprovechar el sol y el viento que cae sobre nosotros mismos para generar nuestra energía que permita realizar nuestros usos domésticos e industriales. Generar los productos que necesitamos y consumirlos en nuestro entorno. No es más que darle la importancia a la forma tradicional de hacer las cosas.

La miseria de los humanos:

El apoyo económico, si no se hace efectivo llevando profesionales, tecnología, materiales y fuerza de trabajo a las áreas afectadas no sirve de nada. Es como pasar en medio del mar con un yate y encontrarse a un naufrago flotando en un madero y al decir que tiene hambre y sed, le damos dinero y nos vamos. O le damos una botella de agua y un bocadillo y nos vamos dejándole en medio del océano. O le miramos pero no hacemos nada por algún motivo. Bien, tampoco creo que el ser humano en general sea tan malo, en esta situación estoy seguro que el 99,9999% de las personas recogerían a un naufrago que se encuentran en medio del mar al verle directamente la cara de sufrimiento y su situación. El problema es ese, millones de personas sufren, pero no les vemos la cara de cerca o no pasamos por su sufrimiento, están muy lejos, y decimos “y que puedo hacer yo”. Efectivamente esto requiere una solución global y también de cada uno de nosotros.

El apoyo debe ser en medida de lo posible contundente, amigable y desinteresado. No tiene sentido aparecer con metralletas repartiendo bocadillos un día y balas o bombas otro día, como es el caso del supuesto concepto de “ejército humanitario” que se quiere ofrecer actualmente, aun estamos lejos de esto, de un

verdadero “ejecito Humanitario”. Millones de ingenieros se dedican a diseñar armas para matar, millones de personas se dedican a la guerra, millones de personas dedicadas a competir violentamente y todo esto nos involuciona, como ocurrió en las guerras mundiales, casi todo esfuerzo se dispuso para la destrucción, inercia que quizás llega hasta nuestros días. Mientras que las prioridades deberían ser dar solución inmediata al hambre y la salud mundial, millones de personas realizamos trabajos superfluos tan solo pensando en enriquecernos, que es para lo que se nos ha educado los últimos siglos, buscar el beneficio económico y privado, o simplemente nos acomodamos en la parte rica del mundo y realizamos algún trabajo, nos da igual cual mientras nos llegue nuestro sueldo, y trabajamos para una estructura que valora ante todo el beneficio económico, sin valorar beneficios humanitarios u ecológicos. Aunque creo que estamos viviendo un cambio radical en todo esto. Mucho esfuerzo humano desaprovechado nos lleva a una ineficiencia en las prioridades de alimentación y salud actuales, mucho esfuerzo dedicado a la destrucción nos involuciona. Nos vemos impedidos a dar solución rápida a prioridades de alimentación y salud globales “muy importantes” por solucionar. Quizás tan solo necesitamos tiempo para frenar esa inercia negativa que necesita de todas nuestras fuerzas para frenarla y actuar cuanto antes ante el problema.

Quizás para empezar a actuar de forma práctica, para mi humilde opinión y aunque suene a idea irreal de un niño pequeño, sería modificar las constituciones de los diferentes países para transformar los ejércitos armados con herramientas de destrucción en ejércitos armados con herramientas útiles para luchar por la adecuada alimentación y salud mundial. Fundiendo el material armamentístico para construir cocinas solares por poner un ejemplo simbólico. Solo entonces existirá un verdadero ejército humanitario, mientras tanto seguiremos sin superar las guerras, la destrucción, la miseria, el hambre, la pobreza y las demás cosas que conlleva. Un ejercito humanitario sin armas que se traslada con sus profesionales en los buques y aviones con las únicas armas de los materiales necesarios para construir y equipar hospitales y escuelas, con los equipos tecnológicos necesarios para dar electricidad y energía renovable, para llevar soluciones de alimentación y de agua potable con la tecnología avanzada existente, materiales para impulsar la pesca y agricultura, trasladar la tecnología y el conocimiento del reciclaje de residuos, e impulsar las infraestructuras básicas, dar la formación a las personas necesaria para el mantenimiento. Esta sería la única misión de todo ejercito, desarmado, constructivo, con la única misión de acabar con las zonas deprimidas de este planeta, igualando riquezas. Quizás un sueño de un niño.

10.- BIBLIOGRAFIA

- **INGENIOS SOLARES. José Manuel Jiménez, Súper.** *“Este libro es un manual práctico para la construcción de aparatos sencillos relacionados con la energía solar. En él, además del Horno solar 30-60, se describen otros muchos más aparatos solares”*
- **<https://sites.google.com/site/mudhaweb/légal>** *“Pagina WEB de la ONG MUDHA que participa activamente en el centro donde se ha desarrollado el trabajo de cooperación de este proyecto en Haití”*
- *“Paginas Web de los donantes”*
 - **<http://www.huecco.com/>**
 - **<http://www.aperam.com/>**
 - **<http://www.noubarris.net/>**
- **<http://alsol.es/>** *“colaboradores y proveedores de la cocina solar parabólica K14 de cooperación”*
- **<http://solarcooking.org/espanol/>** *“Esta página WEB dispone de información interesante de autoconstrucción de diversas cocinas solares”.*
- **“USO DE COMBUSTIBLE VEGETAL Y SU DISMINUCIÓN MEDIANTE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR. Caso ejemplar de MISA RUMI, PUNA JUJEÑA, NW – ARGENTINA”** *“Informe de la Fundación ECOANDINA”.*
- **La enciclopedia libre en Internet Wikipedia** *“Se incluye de esta fuente de información el Anexo III Historia de Haití”*

ANEXO I: SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEO DE AGUA DIRECTO.

ATERSA



CONVERTIDOR DC/DC PARA BOMBEO DIRECTO SOLAR
PM5 12/24V
INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO



MADRID 28045
C/ Embajadores, 187-3º
tel. +34 915 178 580
tel. +34 915 178 452
fax. +34 914 747 467

CATARROJA (VALENCIA) 46470
Polígono Industrial
Camí del Bony, 14
tel. +34 961 278 200
fax. +34 961 267 300
e-mail: atersa@atersa.com

CÓRDOBA 14007
C/ Escritor Rafael Pavón, 3
tel. +34 957 263 585
fax. +34 957 265 308

(www.atersa.com)



Fecha de edición: 11/0000
Fecha última revisión: 25/05/04
Referencia: MU-15C

1. INTRODUCCIÓN

El equipo electrónico de bombeo directo de agua mediante energía solar PM5 de ATERSA, hace posible el acoplamiento directo de un generador fotovoltaico con un motor de corriente continua para instalaciones domésticas de bombeo de agua que no precisan potencias superiores a los 200W (equipos náuticos, caravanas, aguas subterráneas, etc.).

El PM5 dispone de un circuito de control que trabaja de modo similar a un convertidor DC/DC, transfiriendo la energía de entrada del panel hacia el motor, regulando la tensión e intensidad de salida suministradas, para que permanezcan dentro del margen adecuado para el motor.

El efecto global obtenido mediante este modo de funcionamiento es directo: a mayor energía de entrada de panel, mayor energía suministrada al motor y, por tanto, mayor caudal de agua, para una altura determinada.

2. LA INSTALACIÓN DE BOMBEO

2.1 LA BOMBA HIDRÁULICA

Toda instalación de bombeo de agua requiere de un elemento capaz de suministrar la energía necesaria al agua para producir su impulsión. Este elemento es la bomba hidráulica.

Para las aplicaciones típicas de bombeo doméstico, se trabaja con bombas volumétricas, las cuales realizan el desplazamiento del agua en compartimentos cerrados, lo que permite su funcionamiento prácticamente a cualquier

régimen de giro. Podemos encontrar en el mercado diferentes diseños de este tipo de bombas: de membrana, de paletas, de pistón, de tornillo, etc...

Las principales características de este tipo de bombas son las siguientes:

- Permiten realizar la impulsión prácticamente desde el inicio del giro del eje de la bomba.
- Su rendimiento se mantiene en un rango de velocidades muy amplio.
- El ajuste de sus componentes constructivos provoca desgaste lo que hace necesario realizar un mantenimiento.

2.2 EL MOTOR ELÉCTRICO

Para realizar el accionamiento del eje de la bomba se emplea un motor eléctrico de corriente continua. Las bombas sumergibles llevan en un mismo bloque el impulsor hidráulico y el motor, de este modo, la propia agua del pozo sirve como elemento refrigerante de la bomba.

A medida que varíe la velocidad del eje de la bomba, variará el caudal obtenido. Para modificar esta velocidad en el motor de corriente continua, se realiza una regulación de su potencia de funcionamiento, lo cual se consigue trabajando con valores de tensión e intensidad variables. Para las aplicaciones de bombeo directo se emplean generalmente motores de 12 o 24 Vcc de una potencia máxima del orden de los 200W.

Los motores eléctricos de corriente continua precisan de mantenimiento, ya que cada cierto tiempo es necesario revisar el estado de las escobillas y el colector para limpiar las delgas de impurezas o, depende del caso, para sustituir el motor. Este dato es importante a la hora de mantener el correcto funcionamiento de la instalación.

2.3 EL CAMPO FOTOVOLTAICO

El campo fotovoltaico es el generador de energía de la instalación. La potencia que se genera en cada instante en el campo fotovoltaico es directamente proporcional a la radiación solar existente. Los módulos suministran una tensión e intensidad de corriente continua. Al amanecer, y a medida que va en aumento la radiación, aumentará la potencia suministrada por el panel: la tensión de los paneles se mantiene prácticamente estable y el aumento de la potencia se traducirá en un incremento paulatino de la intensidad del panel.

2.4 EL CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control del PM5 trabaja de modo similar a un convertidor DC/DC. A partir de una tensión de entrada de corriente continua, mediante una modulación de tipo PWM se consigue una tensión de salida de corriente continua adecuada para el motor de la bomba. El control del PM5 ajusta la potencia de salida hacia el motor de la bomba, elevando o reduciendo la tensión según la potencia de panel aumente o disminuya respectivamente. El circuito de control ajusta el punto de funcionamiento del panel de modo que se

mantenga en una tensión constante; una variación en la potencia de entrada, se traducirá por tanto en una variación de intensidad en el lado del panel, y en una variación de tensión en el lado del motor.

Al realizar este acoplamiento de potencias entre panel y motor, se consigue trabajar con un rendimiento global elevado de la instalación, dado que el motor requiere precisamente de tensiones de alimentación bajas e intensidades elevadas para trabajar con pequeñas potencias y viceversa para el caso de potencias crecientes.

Cuando amanece, el módulo fotovoltaico suministra un valor de tensión alto y una intensidad muy baja. El PM5 permite transferir esta potencia de entrada hacia el motor en forma de baja tensión e intensidad elevada, lo cual permite el funcionamiento del motor a baja velocidad.

Conectando directamente el panel al motor, sin intercalar el PM5, el módulo necesitaría de una mayor radiación para conseguir suministrar la intensidad que necesita el motor de la bomba para iniciar el arranque. Es decir, con conexión directa se retarda la conexión de la bomba, lo cual reduce la eficiencia de la instalación de bombeo.

3. SONDAS DE NIVEL

El PM5 dispone de terminales de entrada para la conexión de una sonda de nivel para el depósito y de una sonda de nivel para el pozo. Se pueden emplear sondas comerciales que dispongan de un contacto libre de potencial, o bien se pueden utilizar sencillamente un par de conductores para cada sonda. El PM5 hace pasar una mínima corriente (del orden de 1µA) entre los terminales de la sonda y es capaz de detectar así la conductividad eléctrica de los conductores a través del agua. De este modo, únicamente con el empleo de dos conductores, el PM5 puede detectar el nivel del agua.

Al emplear conductores en contacto directo con el agua, se produce un efecto galvánico que puede deteriorar los contactos sumergidos. Para minimizar este efecto galvánico se recomienda el empleo de sensores de acero inoxidable, así como invertir la conexión de las sondas en el equipo con una periodicidad no superior a los dos meses. En todos los casos se deben revisar de forma periódica los contactos de los conductores.

3.1 SONDA DE NIVEL DEL POZO

Esta sonda permite limitar el descenso de nivel del agua en el pozo donde se encuentra la bomba, de este modo se impide el funcionamiento en seco y protege frente a descebados de la bomba. Se puede emplear una sonda comercial que disponga de un contacto libre de potencial de salida, o bien dos conductores.

Cuando el nivel de agua del pozo sea el adecuado para que la

bomba trabaje correctamente, el contacto debe permanecer cerrado o en el caso de emplear conductores, los contactos deben estar sumergidos en el agua. El *led de protección de nivel del pozo* permanece iluminado indicando así funcionamiento normal.

Cuando el nivel de agua del pozo no sea suficiente para garantizar que la bomba aspire únicamente agua, el contacto de la sonda debe abrirse o en el caso de emplear conductores, alguno de los dos conductores debe quedarse fuera del agua. Al detectarse este estado, se produce el paro del motor de la bomba, además, se apagará el *led de protección de nivel del pozo*.

En el caso de que la instalación no disponga de sonda, es necesario realizar un puente en los terminales de entrada de este sensor.

3.2 SONDA DE NIVEL DEL DEPÓSITO

Esta sonda permite limitar el llenado de un depósito acumulador, para evitar que el agua rebese. Se puede emplear una sonda comercial que disponga de un contacto libre de potencial de salida, o bien dos conductores.

Cuando el nivel del depósito esté por debajo del límite máximo, el contacto debe permanecer abierto, o en el caso de dos conductores, al menos uno de ellos no debe estar en contacto con el agua. El *led de protección de nivel del depósito* permanecerá apagado.

Cuando el nivel de agua del depósito alcance el límite

máximo, el contacto de la sonda debe cerrarse, o en el caso de emplear dos conductores, ambos deben estar sumergidos en el agua. Al detectarse este estado, se produce el paro del motor de la bomba y se ilumina el *led de protección de nivel del depósito*.

4. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

4.1 UBICACIÓN

- Temperatura ambiente máxima menor de 45°C
- Protegido frente a la luz directa del sol
- Protegido de la lluvia
- Lugar con ventilación
- Lugar seco, sin humedad que pueda producir condensaciones.

4.2 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

La sección de los conductores es importante para evitar posibles caídas de tensión que pueden provocar un mal funcionamiento del sistema. Como referencia, no se debe admitir una caída superior a un 3% de la tensión nominal en condiciones de intensidad máxima. Para calcular la sección necesaria en mm² se puede emplear la siguiente expresión:

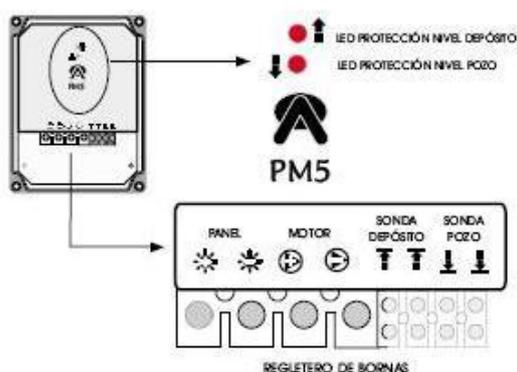
$$Sección = \frac{2 \cdot L \cdot I_{max}}{56 \cdot c}$$

L : Longitud de la línea (m)
I_{max}: Intensidad máxima (A)
C : Máxima caída de tensión (V)

La intensidad de salida hacia el motor del PM5 puede ser tres veces mayor que la intensidad de entrada del generador fotovoltaico, por lo que se aconseja ubicar el equipo lo más próximo posible a la bomba para evitar caídas de tensión en la línea PM5-Bomba.

3. Conectar el generador fotovoltaico a los terminales de + y - de PANEL, respetando la polaridad indicada.
4. Si la radiación solar es suficiente, la bomba debe ponerse en funcionamiento y el *led de protección de nivel del pozo* debe permanecer iluminado.
5. Realizar una prueba de verificación de las sondas, simulando la situación de nivel mínimo del pozo y nivel máximo del depósito. Comprobar que la bomba se para y que los leds del PM5 indican el estado de las sondas correctamente. Volver a colocar las sondas en su lugar adecuado y comprobar que la bomba arranca de nuevo.

4.6 INDICADORES DE EQUIPO



Se puede emplear como referencia rápida la siguiente tabla en la que se relaciona la distancia y la sección en mm² necesaria para cada línea:

	10m	20m	30m	40m	70m
Panel-PM5 12V	4	6	10	16	25
PM5 12V-Motor	6	10	16	25	35
Panel-PM5 24V	2,5	4	6	10	16
PM5 24V-Motor	4	6	10	16	25

4.3 FIJACIÓN DE LA BOMBA

Seguir las indicaciones del fabricante respecto de la instalación y funcionamiento de la bomba. En todo caso, nunca suspender la bomba utilizando los cables de conexión o la tubería de impulsión. Generalmente, la bomba dispondrá de un anclaje en su parte superior para realizar la instalación de un cable inoxidable que permita su fijación.

4.4 SONDAS DE NIVEL

Se recomienda instalar la sonda de nivel mínimo en la parte superior de la bomba, justo a la salida de los cables de potencia. La sonda de nivel máximo del depósito colocarla de modo que detecte el nivel con tiempo suficiente para evitar el rebose del depósito.

4.5 PUESTA EN MARCHA

Seguir el siguiente procedimiento para realizar la puesta en marcha del equipo:

1. Sumergir en agua la sonda de nivel del pozo (o poner en cortocircuito) y colocaren circuito abierto la sonda del depósito.
2. Conectar el motor de la bomba a los terminales de + y - de MOTOR, respetando la polaridad indicada.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

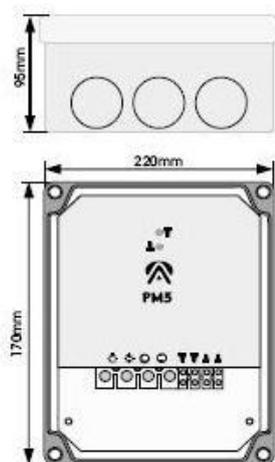
5.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	PM5 12V	PM5 24V
Potencia máx. pino panel	140W	175W
Tensión punto máx. potencia panel	16V	32V
Tensión nominal	12V	24V
Potencia máxima a motor	128W	160W
Sondas de nivel	2	2

5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

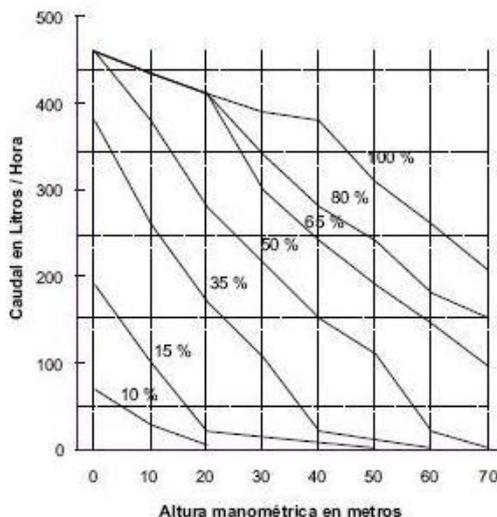
Material de la caja	Policarbonato
Grado de protección	IP-55
Dimensiones	220x170x95 mm
Peso	1'3 Kg
Prensaestopas	Se incluyen 3 PG13

5.3 DIMENSIONES DEL EQUIPO



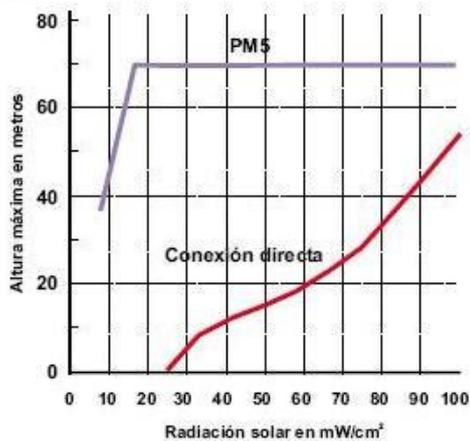
5.4 RELACIÓN CAUDAL/PRESIÓN-RADIACIÓN SOLAR

El siguiente gráfico permite obtener el caudal en función de la radiación solar y de la altura manométrica de la instalación para una bomba Shurflo modelo 9300:

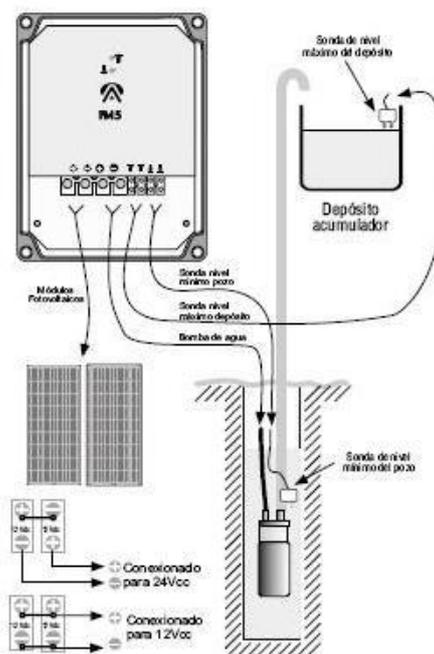


5.5 RADIACIÓN MÍNIMA DE ARRANQUE

En el siguiente gráfico se puede obtener la diferencia entre la radiación mínima de arranque que es necesario alcanzar en un generador fotovoltaico que dispone de PM5 comparado con la conexión directa del panel al motor sin el PM5. Se considera que la potencia de panel instalada es similar a la potencia de la bomba.



6. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN



ANEXO II: PARABOLAS SCHFFLER.

Design of a solar bakery oven in Tilcara /Argentina 2003
Christoph Müller (chris@hc-solar.de)

General description

The project was financed by the cooperative PIRCA in Tilcara/Argentina. The bakery oven, which is described in this report, is powered by a 8 m² Scheffler reflector. The latitude of the site is 22° south. Using this reflector a maximum power of 3500W was measured. At a temperature of 300 degrees the efficiency of the system consisting of the reflector in conjunction with the zic-zac receiver is found to be between 45-50 percent. So the power available at the oven is 1700 W. The baking chamber measures 60 x 60 x 60 cm³. The whole system is built completely out of materials which are available in Argentina. The oven operates without active ventilation. A convective airflow is accomplished by a 1 meter long chimney, which lets the airflow in at the top of the baking chamber. From there the air flows through the baking product and leaves the chamber at the bottom. There the air partially transfers its heat to a pebbled storage to store some thermal energy for one to two hours of independent baking. This is mainly to insure that the baking product isn't spoiled when the sun is hidden by clouds. In this case the airflow would reverse and enter at the bottom and leave at the top. When the air passes through the pebbled it re-enters the receiver of the Scheffler reflector. This receiver is constructed from iron sheet which is bent in a zic-zac profile. This improves efficiency since the radiation losses are minimized. The temperature measured inside the oven rises to 310 degrees.

To achieve working temperature, 45 to 60 minutes are needed (depending on the storage capacity of the stones). The performance can be seen in the diagram in the chapter 3, measurement results.

Construction

The following pictures show the stages of construction of the oven.



The picture shows the interior of the baking chamber with an aligned zic-zac receiver. All edges have to be welded carefully to insure that there is no contact with the isolation material, which would contaminate the baking product. The chamber is made of 0.8 mm thick steel sheet.



When the inner chamber is finished, the outer protective cover can be attached. This cover is made of galvanised steel. Each side of the oven is one single piece, which will be connected so that it is rain proofed. Rivets are used to connect the individual pieces.



The hole in the bottom of the baking chamber serves as an air outlet for the chamber. From there it flows into the ebbled. To prevent the oil or other material polluting the pebblebed, it is protected with a cover.



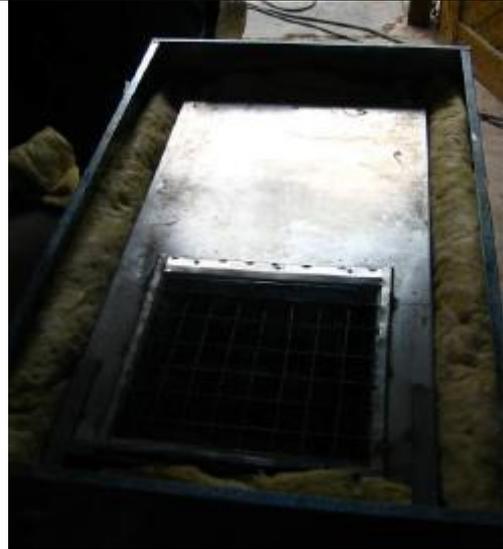
This picture shows the back of the oven with the receiver window. A few connection points are needed to support the weather protection. Four corner profiles are used as a stand for the complete oven.



The receiver is protected by a glass window. To prevent the glass breaking with heat expansion, it has to be cut in stripes. To make the glass easily replaceable it slides into a U-profile, which is welded to the oven.



The back cover of the oven has to be adapted for the receiver window.



After all parts are finished the oven can be insulated with mineral or rock wool. The spacing between inner and outer wall is 10 cm. All in all 8 m² of mineral wool is needed.



The receiver window is left open.



Finally the cover is placed on the box and is riveted.



Through the bottom cover the pebbled chamber is filled with stones.



Final test of the oven.

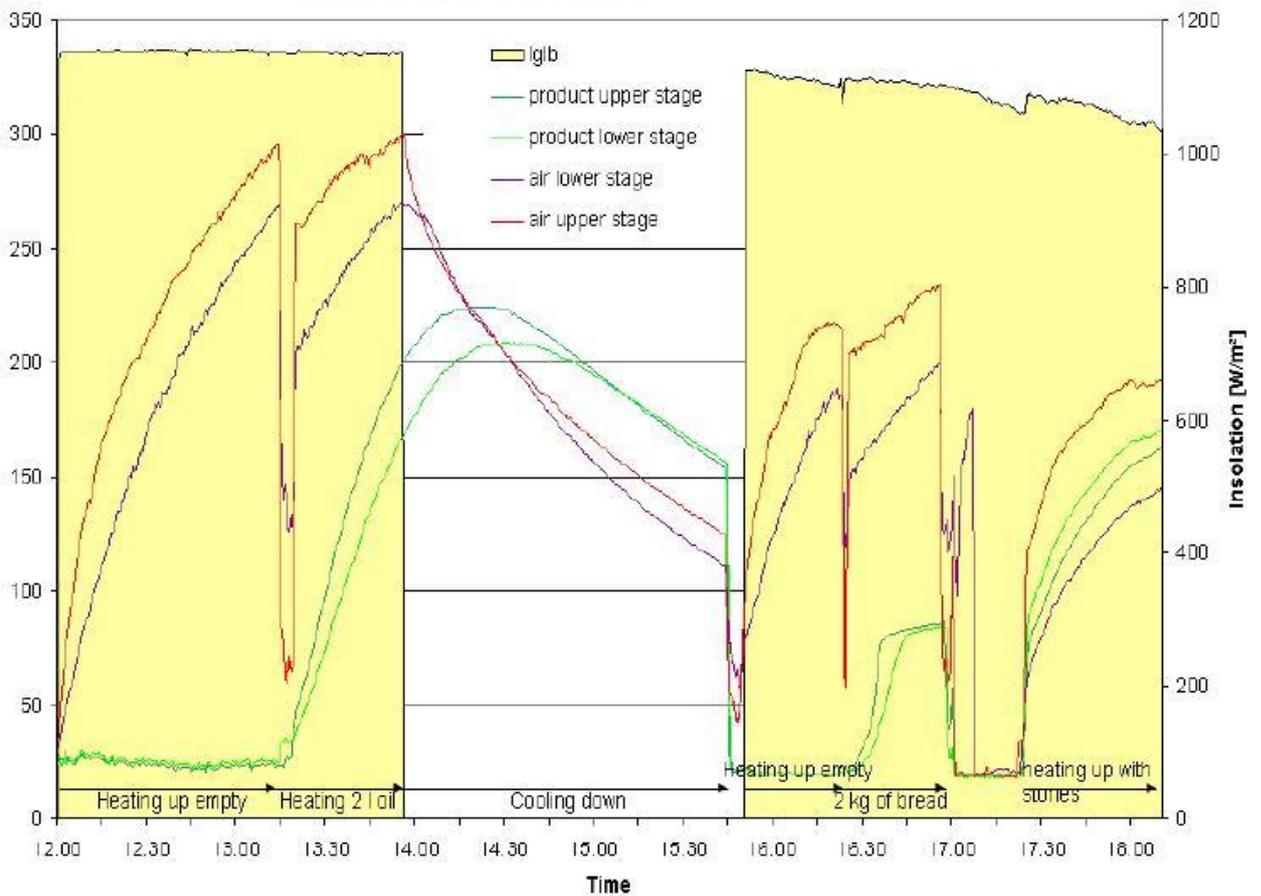


View of the front side with the oven door.

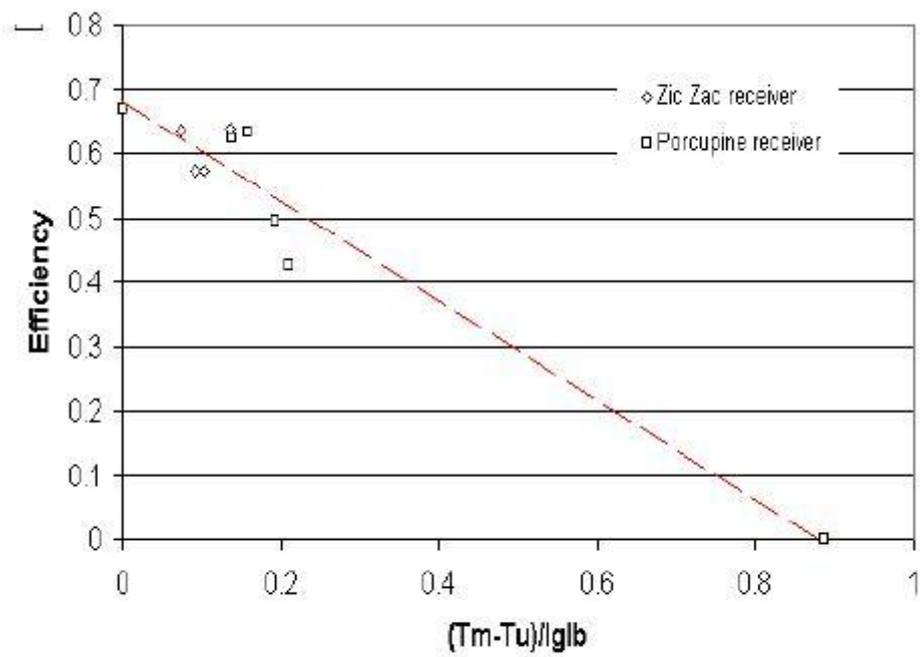


Bread rolls and croissant in a first test. This result was achieved within 25 minutes of baking time.

Measurement results



Measurement of different operating conditions



Characteristic efficiency curve of reflector and zic-zac-receiver

ANEXO III: HISTORIA DE HAITÍ.

La República de Haití tiene una población de aproximadamente 11.000.000 habitantes. Su capital y ciudad principal es Puerto Príncipe. Comparte isla con República Dominicana en el mar caribe (océano Atlántico).

Haití está constituido en forma de república semipresidencialista según la Constitución aprobada en 1987, pero cuya vigencia quedó suspendida desde entonces en varias ocasiones por la violencia política, particularmente tras dos golpes de estado, organizados los dos para deponer al presidente democráticamente electo Jean-Bertrand Aristide, primero el golpe de Estado de 1991, luego el golpe de Estado de 2004 que forzó la intervención de Naciones Unidas mediante el destacamento de la Misión de Estabilización de las Naciones Unidas en Haití (MINUSTAH). Tras un proceso electoral tutelado por la comunidad internacional en 2006, el Jefe del Estado, elegido por sufragio universal, es René Préval que designó en 2009 a Jean-Max Bellerive como primer ministro.

La economía de Haití es la más pobre de todo el continente americano y una de las más desfavorecidas del mundo. Alrededor del 80% de su población vive bajo el umbral de pobreza y dos tercios de ella es dependiente de un sector de la agricultura y pesca, tradicionalmente organizado en pequeñas explotaciones de subsistencia, fragilizadas por la carencia y empobrecimiento del suelo disponible. La sobreexplotación y la erosión del terreno son consecuencia de una intensiva y descontrolada deforestación que ha llevado la superficie arbolada de Haití del 60% en 1923 a menos del 2% en 2006. Las devastadoras tormentas tropicales que se sucedieron a lo largo de 2008, afectaron a las escasas infraestructuras de comunicaciones. El sector industrial más importante es el textil, que representa más del 75% del volumen de exportaciones y 90% del PIB pero que es fuertemente dependiente de la demanda y ayudas arancelarias exteriores, particularmente la de los Estados Unidos. Haití está incluido en el programa del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial para los Países en vías de desarrollo altamente endeudados.

Haití proclamó su independencia el 1 de enero de 1804, siendo el segundo país del continente americano y primero de América Latina en acceder a ella tras un singular proceso revolucionario de carácter abolicionista iniciado en 1791 que desembocó en una prolongada lucha armada contra Francia, la potencia colonizadora desde finales del siglo XVII. Este proceso convirtió a Haití, cuya base étnica poblacional tiene en un 95% su origen en habitantes del África subsahariana, en escenario del primer caso en la Historia Universal por el que la rebelión de la población sometida al sistema de esclavitud condujo a su emancipación y a la abolición de esta forma de explotación de forma autónoma y perdurable en el tiempo, sentando un precedente definitivo para la supresión del comercio transatlántico de personas. Este episodio es específicamente recordado por las Naciones Unidas mediante la Resolución 29/C40 para la constitución del Día internacional del recuerdo de la trata negra y de su abolición celebrado cada 23 de agosto, y la institución de la medalla Toussaint Louverture, en homenaje a uno de los líderes de la revolución haitiana.

El 5 de diciembre de 1492 Cristóbal Colón llega a La Española, parte de las que serán llamadas Antillas Mayores, y la isla pasa a formar parte del Imperio español. Antes de la llegada de los españoles, estaba habitada por las etnias arawak, caribes y taínos; su población estimada entonces era de unos 300.000 habitantes.

A comienzos del siglo XVII, debido al auge que había adquirido el comercio informal de los colonos criollos de la isla y que iba en contra del monopolio que pretendía la metrópoli, el gobernador español Antonio de Osorio ordenó entre 1605 y 1606 la despoblación de las bandas septentrional y occidental de la isla con el fin de frenar esa práctica. Con el tiempo, en las zonas despobladas de la parte oeste se fueron asentando los bucaneros, hombres que vivían de la caza de reses y cerdos cimarrones, el comercio de pieles y el cultivo de tabaco, así como los filibusteros, ambos de origen francés. Primeramente ocuparon la Isla de la Tortuga y más tarde estos poblamientos determinaron que la parte occidental de la isla fuera reclamada por Francia. En 1697, España cedió a Francia esa parte de la isla por el Tratado de Ryswick, constituyéndose el Saint Domingue francés.

A mediados del siglo XVIII, el Haití colonial, ocupado por Francia bajo un férreo y cruel sistema esclavista, contaba con una población de 300.000 esclavos y apenas 12.000 personas libres, blancos y mulatos principalmente.

El 14 de agosto de 1791 se habría producido en Bois-Cayman una ceremonia del sacerdote vudú Boukman, que es considerada como el punto de partida de la Revolución Haitiana. En noviembre del mismo año, decenas de miles de esclavos se sublevan. El largo proceso emancipador tiene por protagonista a François Dominique Toussaint-Louverture, quien entre 1793 y 1802 dirige la revolución haitiana con sagacidad, enfrentando a españoles, ingleses y franceses, hasta su captura, destierro y muerte en Francia.

En 1803, Jean Jacques Dessalines vence definitivamente a las tropas francesas en la batalla de Vertières y en 1804 declara la independencia de Haití, proclamándose emperador. Después de la derrota de los franceses, Haití fue obligado a pagar una indemnización a la antigua metrópoli a cambio del reconocimiento de su independencia, que se concretó hasta 1838. El gobierno francés indujo un bloqueo contra el azúcar haitiano, de modo que la economía de la pequeña república se vio muy perjudicada.

Tras unas revueltas populares en la parte oriental de la isla de La Española (República Dominicana) en 1821, entonces bajo dominio colonial español, las tropas haitianas invadieron ese país en 1822, y lo ocuparon hasta que recobrase su independencia en 1844. La gran inestabilidad política del país sirvió a Estados Unidos como pretexto para invadirlo en 1915 y ejercer así un control absoluto hasta 1934.

Los sucesos siguientes reflejaron la pugna entre las élites políticas y económicas, y las masas populares empobrecidas.

En 1957 fue elegido como Presidente François Duvalier, conocido popularmente como Papa Doc, que gobernó dictatorialmente con ayuda militar y financiera de Estados Unidos y que en 1964 se hizo proclamar presidente vitalicio. Su hijo Jean-Claude Duvalier (Baby Doc) le sucedió en 1971. En enero de 1986 una insurrección popular le obligó a exiliarse y el ejército se hizo con el control del poder, mediante la formación de un Consejo Nacional de Gobierno, presidido por el general Henri Namphy.

En enero de 1988 ascendió a la Presidencia Leslie François Manigat, pero fue depuesto en julio del mismo año por Namphy, a quien derrocó Prosper Avril. Tras una presidencia provisional de Ertha Pascal Trouillot, depuesta por un golpe de Estado,

Jean-Bertrand Aristide fue presidente electo a partir de febrero de 1991, siendo también depuesto, tras una grave crisis interna en el año 2004, que incluyó violentos episodios, que culminaron con la ocupación de Haití por parte de los "Casos Azules" de la ONU. En el 2006, René Préval es elegido presidente del país. El 12 de enero de 2010 tuvo lugar un terremoto de magnitud de 6,9 a las 21:53 UTC (16:53 en el horario local) Haití fue golpeado por un terremoto de magnitud 6.9 en la escala Richter, el terremoto más severo del país en 200 años. El epicentro del temblor fue cerca de la capital Puerto Príncipe. Se ha estimado que el número de muertos llegó a más de 300.000 personas y más de 1 millón quedaron damnificados.

Haití comprende la tercera parte de la isla La Española, al oeste de la República Dominicana y entre el Mar Caribe y el Atlántico Norte. Las coordenadas geográficas de Haití son 72° 25' longitud oeste y 19° 00' latitud norte. El área total es de 27.750 km², de los cuales 27.560 km² son tierra y 190 km² agua. Haití tiene 1.771 km de costas y 360 km de frontera con la República Dominicana.

El punto más bajo de Haití es al nivel del mar. Su punto más elevado está en la sierra Chaîne de la Selle a 2.680 m. No hay ríos navegables. El lago más grande es Etang Saumâtre, una laguna de agua salada ubicada en la región sur.

Medio ambiente

En 1925, Haití tenía el 60% de sus bosques originales destruidos, hoy en día la cifra es ya del 98%, al haber sido utilizadas estas zonas para procurarse combustible de cocina, destruyendo además en este proceso multitud de suelos fértiles. Además, la erosión a causa de la deforestación ha causado inundaciones periódicas como la ocurrida el 17 de septiembre de 2004. La tormenta tropical Jeanne acabó con la vida de más de 3.000 personas y destruyó carreteras, sobre todo en la ciudad de Gonâve.

Clima

El clima de Haití es tropical. La estación más lluviosa se extiende de abril a junio y de octubre a noviembre, y con frecuencia el país es azotado por tormentas tropicales y ciclones.

El 18 de septiembre de 2004, el huracán Jeanne alcanzó Haití. Una semana después, el balance no definitivo era de más de 1.160 personas muertas y otras 1.250 desaparecidas. Los efectos de esta tormenta agravaron las ya difíciles condiciones de vida del país, ya que dejó 170.000 personas sin alimentos ni agua.

El clima es tropical en las costas y frío en las montañas. El calor disminuye gracias a las brisas marinas.

Economía

Haití tiene la renta per cápita más baja de todo el hemisferio occidental, y es el país más pobre de toda América. Los indicadores sociales y económicos colocan a Haití en puestos descendentes detrás de otros países en vías en desarrollo de bajos ingresos (particularmente en el hemisferio) desde los años 80. Haití está en la posición 145 de 177 países en el Índice de Desarrollo Humano de la ONU.

Aproximadamente un 70% de la población vive en la pobreza. Cerca del 70% de los haitianos depende de la agricultura, que consiste principalmente de agricultura de subsistencia a pequeña escala y emplea cerca de las dos terceras partes de la población económicamente activa. El país ha tenido muy pocos puestos nuevos de trabajo desde que el Presidente René Préval tomara posesión en febrero de 2006, aunque la economía informal está en crecimiento.

La pobreza resulta extrema en gran parte de la población, tanto que sus ingresos no les alcanza para adquirir un poco de arroz u otros alimentos básicos, debiendo alimentarse para subsistir con una especie de galletas hechas de lodo (barro), manteca vegetal y sal, que es vendida a bajo precio, lo que acarrea secuelas de desnutrición y otros males físicos. La FAO estima que la mitad de la población se encuentra en situación de extrema pobreza, con menos de 1 dólar al día.

Tres cuartas partes del territorio haitiano están constituidas por suelos montañosos, y las llanuras están formadas por tierras deforestadas y actualmente estériles. La causa principal del empobrecimiento del territorio es la explotación forestal excesiva por una población que cada vez aumenta su demanda de leña y madera, lo que ha provocado la erosión del suelo y una tremenda escasez de agua potable. Esta situación contrasta con la de la vecina República Dominicana, que con un clima similar y unas condiciones de partida similares practicó una política forestal adecuada y actualmente tiene una cubierta vegetal sostenible.

Un factor extra que podría hacer que la economía no mejore es la falta de empuje por parte de los profesionales, pues se cree que un 80% de los haitianos con niveles educativos elevados han emigrado en busca de otras alternativas promoviendo la fuga de cerebros. También es importante señalar la fuerte emigración ilegal hacia la República Dominicana a través de la frontera. Aunque su carácter informal no permite un cálculo preciso, la población inmigrante haitiana en la nación vecina se estima en más de un millón de personas.

Los puertos más importantes para el intercambio comercial son Port-au-Prince, Gonaïves y Cap Haitien. El puerto privado de Gonaïves es particularmente apto para buques de hasta 6 metros de calado.

Haití recibe anualmente cooperación y ayuda humanitaria de países desarrollados tanto de América como de otras partes del mundo, siendo de importancia mencionar a Estados Unidos (mediante el programa de la USAID), la Unión Europea (mediante el programa FED (Fond Européen de Développement) en el que Francia es el mayor donante con 19,55 % del total aportado), Canadá, Argentina, Brasil, Chile, México, Colombia, Venezuela y Cuba.

La ayuda extranjera compone aproximadamente el 30–40% del presupuesto nacional del gobierno. El mayor donante son los Estados Unidos, seguidos de Canadá y de la Unión Europea. Desde 1990 a 2003, Haití recibió más de 4.000 millones de dólares en ayudas. Los Estados Unidos solos, han proporcionado 1.500 millones de estas ayudas. Venezuela y Cuba también contribuyen con algunas ayudas a la economía de Haití, especialmente después de renovar sus alianzas en 2006 y 2007. En enero de 2010, China prometió aportar 4.2 millones para ayudar en la reconstrucción de la isla tras el terremoto sufrido, y el presidente estadounidense Barack Obama prometió cien

millones de dólares en ayuda. Las naciones de la Unión Europea prometieron más de 400 millones de euros (616 millones de dólares) en ayuda de emergencia y fondos para la reconstrucción de Haití.

La ayuda de los Estados Unidos al gobierno haitiano fueron totalmente cortadas entre 2001 y 2004 tras las elecciones disputadas en 2000 y que el presidente Aristide fuera acusado de varios asesinatos. Tras la marcha de Aristide en 2004, se volvieron a enviar las ayudas, y el ejército brasileño lideró la Misión de paz de las Naciones Unidas en Haití. Tras al menos cuatro años de recesión que concluyeron en 2004, la economía creció en un 1,5% en 2005.

En 2005 la deuda externa total de Haití estaba cifrada en 1.300 millones de dólares que significa una deuda per capita de 169 dólares. En septiembre de 2009, Haití alcanzó las condiciones marcadas por el FMI y el programa de países pobres con una elevada deuda del Banco Mundial para poder cancelar su deuda externa.

Población

Al año 2007 Haití tenía una población de 8.706.497 habitantes. Más del 90% de los haitianos son principalmente de ascendencia africana y el restante está compuesto por descendientes de europeos. La esperanza de vida es de 61 años. El promedio de hijos por mujer es de 4,86 (el promedio más alto del continente americano). La tasa de crecimiento poblacional es del 1,7% por año. Aunque Haití promedia cerca de 270 personas por km², su población está concentrada más fuertemente en las zonas urbanas, planicies costeras y valles.

De los haitianos que viven en el exterior, la mayoría está en la República Dominicana, Estados Unidos, Canadá (principalmente en Montreal) y las Bahamas, también pero en menor cantidad viven en Francia, Antillas francesas, Turcos y Caicos, Jamaica, la Guyana Francesa, Cuba, Venezuela, México y Panamá.

En la República Dominicana viven 11.000 haitianos de forma legal y 1.100.000 de forma ilegal, esto hace que la diáspora haitiana represente el 11% de la población de la República Dominicana, y el 25% de la fuerza laboral total, destacándose en los sectores de la agricultura y la construcción, donde representan el 60% y el 80% de la fuerza laboral respectivamente. Se estima que unos 200.000 haitianos emigraron hacia la República Dominicana durante los 10 meses posteriores al terremoto de enero de 2010.

En los Estados Unidos hay aproximadamente 600.000 haitianos; la mayoría de ellos habitan en el sur de la Florida, principalmente en Miami. Nueva Orleans y Luisiana tienen muchos lazos históricos con Haití, que remontan a la Revolución Haitiana. La ciudad de Nueva York tiene la segunda mayor población haitiana de los Estados Unidos; otras ciudades estadounidenses que cuentan con significantes haitianos son Boston, Nueva Jersey, Washington D.C. entre otras.

Se estima que hay más de 100.000 en Canadá, principalmente en Montreal y Quebec, y cerca de 80.000 haitianos viven en las Islas Bahamas.

Hay también grandes comunidades haitianas en París, La Habana, Kingston, Miami y Ciudad de México.

Idiomas

Los dos idiomas oficiales de Haití son el francés y el criollo haitiano. El francés es el más escrito, estudiado en escuelas y la lengua administrativamente autorizada. Es hablado por la mayoría de los haitianos cultos y el más usado en el sector de negocios.

El criollo haitiano es lengua co-oficial desde 1961, y es hablado prácticamente por la población entera del país. El criollo haitiano es una de las lenguas criollas basadas en el francés, que contiene influencias africanas y vocabulario del español. El español también es hablado y comprendido por parte de la población, así como el inglés. Haití pertenece a la Organización Internacional de la Francofonía.

Salud

La mitad de los niños de Haití están vacunados y solamente el 40% de ellos tienen acceso a la asistencia médica básica. Incluso antes del terremoto del 2010, casi la mitad de las causas de muertes eran atribuidas al VIH/SIDA, infecciones respiratorias, meningitis y enfermedades de diarrea, incluyendo el cólera y la tifoidea. El 90% de los niños del Haití sufren de enfermedades hídricas y de parásitos intestinales.

Aproximadamente el 5% de la población adulta sufren del VIH. Los casos de tuberculosis son de diez veces más altos que el promedio del resto de América Latina.

Educación

De los 8.700.000 habitantes de Haití, el 52% es alfabetizado, el más bajo de la región. Haití cuenta con 15.200 escuelas primarias, de las cuales el 90% son privadas, manejadas por las comunidades, organizaciones religiosas u organizaciones no gubernamentales. La cifra de inscritos en las escuelas primarias es del 67%, las escuelas secundarias matriculan solamente al 20% de la población elegible. Los idiomas de estudio son oficialmente el francés y el criollo, desde la implantación de la reforma Bernard en 1982.

Música

La música de Haití es influida sobre todo por los lazos europeos coloniales y la migración africana (por la esclavitud), por sus vecinos República Dominicana y Cuba. El compás (en francés) o kompas (en el criollo haitiano), proveniente de ritmos africanos y el baile de salón europeo, surtida con la cultura de la burguesía haitiana. Uno de los artistas haitianos más populares es Wyclef Jean, de estilo hip hop.

Patrimonio arquitectónico

Los más famosos monumentos de Haití son el Palacio de Sans Souci y la Ciudadela, inscritos como lugares de Patrimonio de la Humanidad en 1982. Situado al norte del Macizo de la Hotte, en uno de los parques nacionales de Haití, la estructura data de comienzos del siglo XIX. La edificación fue una de las primeras en ser construidas tras la independencia haitiana de Francia.

Jacmel, la ciudad colonial que se encontraba en trámites para convertirse en otro lugar Patrimonio de la Humanidad, ha quedado seriamente dañada a consecuencia del Terremoto de Haití de 2010.

Gastronomía

Su influencia principal deriva de la gastronomía francesa, y la gastronomía africana, con derivaciones notables de la técnica culinaria de los nativos taíno y de los españoles. Al igual que otros estilos culinarios de la región, le da un gusto nativo por sí sólo y que parece atraer a muchos visitantes a la isla. Los haitianos a menudo usan pimientos y otros sabores fuertes. La cocina haitiana es considerada como moderadamente picante, no muy sabrosa y no muy picante.

El arroz y las judías en sus diferentes presentaciones son consumidos en todo el país, y componen la base de la alimentación haitiana. Su dieta básica consiste por lo tanto en alimentos con un alto contenido en almidón y en carbohidratos. En las zonas más rurales se comen otras comidas como el realmente apreciado maíz molido; un compuesto parecido a la harina de maíz que puede ser comido con salsa pois, una salsa de judías hechas con uno de los muchos tipos de judías como la riñon, la pinta, o con garbanzos, o con los frijoles.

El maíz molido puede ser comido con pescado (a menudo huachinango), o sólo dependiendo de las preferencias personales. El tomate, el orégano, el repollo, el aguacate o el pimiento morrón son algunos de los varios tipos de plantas utilizados en los platos haitianos. El Banane Pésée, es un plato típico con la carne del bananito frito en aceite de girasol (conocidos como tostones en la República Dominicana y en Puerto Rico), es comido frecuentemente en Haití tanto como comida-aperitivo o como acompañamiento de un plato. Se suele acompañar con cortezas o fritos, que son productos del cerdo o cabra freídos durante mucho tiempo. Una de las preparaciones más populares en la celebración del Día de la Independencia (1 de enero) es la sopa Joumou (sopa de calabaza) que se toma ese día como desayuno.

Religión

En Haití 55% de los habitantes profesan el catolicismo romano y los protestantes componen algo más de un 20% de la población. El vudú haitiano, una tradición asociada a la llegada de esclavos desde África a América. También existen iglesias baptistas.