

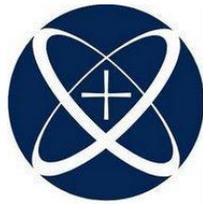
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

OIKOS Y TECHNÉ

Programa de edificación y vivienda



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

Oikos y Techné: Ecotecnologías para la transición

“Motor Solar”

PRESENTAN

Lic. en Ingeniería Ambiental
Lic. en Ingeniería Mecánica
Lic. en Ingeniería Mecánica

Héctor Javier García Baeza
Alfredo Enrique Andarcia Lezama
Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro

Profesor(es) PAP: Dr. David Vargas del Rio

Mtro. Jesús Enrique Cueva Lomas

Tlaquepaque, Jalisco, Mayo 2017

ÍNDICE

Presentación de los Proyectos de Aplicación Profesional.	2
Resumen ejecutivo (abstract).	2
Introducción.	2
Capítulo I. Identificación del origen del proyecto, de la problemática y de los involucrados.	2
1.1 Antecedentes del proyecto.	2
1.2 Identificación del problema.	2
1.3 Identificación de la(s) organización(es) o actores que influyen o son beneficiarios del proyecto.	2
Capítulo II. Marco conceptual o teórico del proyecto. Palabras clave (ver tesaurus de la UNESCO)	3
Capítulo III. Diseño de propuesta de mejora.	3
3.1 Enunciado del proyecto. Localización geográfica	3
3.2 Metodología.	3
3.3 Cronograma o plan de trabajo.	3
Capítulo IV. Desarrollo de propuesta de mejora.	3
Capítulo V. Productos, resultados e impactos generados.	4
5.1 Productos obtenidos.	4
5.2 Resultados alcanzados.	4
5.3 Impactos generados.	4
Capítulo VI. Aprendizajes individuales y grupales	4
6.1 Aprendizajes profesionales.	4
6.2 Aprendizajes sociales.	4
6.3 Aprendizajes éticos.	5
6.4 Aprendizajes en lo personal.	5
Capítulo VII. Conclusiones y recomendaciones.	6
7.1 Conclusiones.	6
7.2 Recomendaciones.	6
Referencias Bibliográficas (sistema APA).	6
Anexos. (Respetar confidencialidad).	6

Índice de Figuras

- Figura 1. Producción Primaria Global de Energía 2015
- Figura 2. Producción de Energía Renovable Global 2015
- Figura 3. Producción de Energía Solar y Eólica Global 2015
- Figura 4. Producción de Energía de Centrales Termoeléctricas en México 2014
- Figura 5. Instalación residencial de paneles fotovoltaicos
- Figura 6. Instalación residencial de calentadores solares
- Figura 7. Comparativa de tecnologías solares térmicas.
- Figura 8. Mapa de la radiación solar en México en KW/h
- Figura 9. Funcionamiento del Motor Stirling
- Figura 10. Ciclo Termodinámico y diagrama Presión-Volumen
- Figura 11. Elementos básicos de un sistema disco Stirling. Prototipo Eurodish
- Figura 12. Receptor de tubos iluminados directamente
- Figura 13. Esquema de receptor de reflujo.
- Figura 14. Imagen del motor Stirling V161 con receptor solar.
- Figura 15. Trabajo de equipo con la antena parabólica
- Figura 16. Cortes de lámina para la construcción del concentrador solar
- Figura 17. Lámina de acero galvanizado calibre 30, con 2.34 m de largo y 0.917 m de ancho
- Figura 18. 12 cortes triangulares de lámina de acero galvanizado, calibre 30
- Figura 19. Soldadura de punto a la lámina cortada
- Figura 20. Render del Motor Stirling (vista corte) del Manual de M. John

REPORTE PAP

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) del ITESO

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno.

A través del PAP los alumnos acreditan tanto su servicio social como su trabajo recepcional, por lo que requieren de acompañamiento y asesoría especializada para que sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

Resumen ejecutivo (abstract).

El siguiente trabajo muestra los resultados a los que llegó el equipo "Motor Solar" del Pap Oikos y Techné. La premisa del proyecto fue crear un prototipo capaz de bombear agua usando la energía del sol. Para esto se compró un motor Stirling y un lente fresnel y se trabajó en el diseño de una estructura capaz de sostener el lente concentrando el punto focal en la punta del motor. Se hizo una estructura que permitió dar un movimiento en 2 ejes al lente, suficientes para rastrear al sol en su recorrido diurno, se fijó el motor a la estructura y funcionó sin problema alguno. Se experimentó con el motor y se encontró que tiene una potencia promedio de 13 W, un torque de 0.102 N*m, un promedio de 1300 RPM o 135 rad/s. Se le implementó una flecha con propela al volante de inercia y se diseñó y construyó una cavidad sellada, en donde se metió la propela para el bombeo de agua. La bomba presentó fugas ya que el sistema de sellado no fue suficiente para contener el agua y el bombeo fracasó, sin embargo, también se mencionan las mejoras a hacer para que el prototipo funcione.

Introducción

En este reporte se desarrolla el sistema de bombeo alimentado con energía solar por medio de un motor Stirling y un lente fresnel, con el objetivo de satisfacer el requerimiento de flujo de agua de la pista tribológica; Así también, todos los procesos que se llevaron a cabo junto con los estudios realizados para su conclusión. Constó de tres diferentes etapas en las cuales se fueron desarrollando diferentes habilidades para llegar al producto final. A continuación, demostraremos como esto fue posible.

Capítulo I. IDENTIFICACIÓN DEL ORIGEN DEL PROYECTO Y DE LOS INVOLUCRADOS

1.1 Antecedentes del proyecto

En Jalisco solamente se produce el 3% de la energía que se consume. Ésta viene de una planta termoeléctrica en Amatitán llamada Santa Rosa (Informador, 2014). Lo cual lo ha convertido en un estado casi enteramente dependiente de otros estados cercanos para proveer de energía.

Esto abre la puerta a cubrir el déficit de producción de energía con energías renovables, y en particular la energía solar, puesto que la alta irradiancia que cae sobre el estado hacen que en Jalisco la energía renovable más factible de aprovechar sea la solar (Reyna, 2014). Afortunadamente el primero de julio del 2016 la Agencia Estatal de Energía de Jalisco dió a conocer sus objetivos que se basan en la eficiencia energética y el desarrollo de energías renovables en el estado. La agencia surge para promover la seguridad, eficiencia y sustentabilidad energética del estado de Jalisco, a través de la innovación tecnológica, la promoción económica, el aprovechamiento del potencial renovable y la especialización de recursos humanos. El organismo trabajará en el modelo de cuádruple hélice, donde colabora el sector académico, industria, organizaciones de la sociedad civil y gobierno. (SEMADET, 2016)

Es aquí donde el PAP *Oikos y Techné: Ecotecnologías para la transición*, puede contribuir como un actor importante en el aprovechamiento energético de Jalisco. El semestre pasado dicho Pap (Proyecto de Aplicación Profesional) se dió a la tarea de investigar diferentes maneras de aprovechar la irradiación solar, para poder resolver la demanda de bombeo de agua requerida por un prototipo de movilidad urbana en el que se encuentra trabajando actualmente.

El semestre pasado se concluyó que la premisa del equipo "motor solar" es trabajar en la manera de bombear agua usando al sol como fuente energética. El bombeo hidráulico significa un gasto de electricidad importante mientras México tiene un alto índice de incidencia solar. Al mismo tiempo existen muchas zonas rurales con la necesidad de elevar agua que no cuentan con infraestructura eléctrica. Sin embargo, no existe en el mercado mexicano un dispositivo capaz de bombear agua aprovechando la energía solar. La posibilidad de bombear agua con energía solar actualmente, implica la conversión de energía solar en eléctrica con paneles fotovoltaicos, y utilizar dicha energía eléctrica para hacer funcionar una bomba que mueva el agua; sin embargo esto generaría importantes pérdidas de eficiencia energética.

Posteriormente se bajaron fondos de COECYTJAL con la premisa de construir un prototipo que permita bombear un fluido a partir de la energía solar. Para lograr esto se propuso un sistema que consta de tres partes: un concentrador solar que convierte la energía solar en térmica, un motor Stirling que convierte la energía térmica en energía mecánica, y un sistema de bombeo integrado al motor que convierte la energía mecánica en energía potencial capaz de elevar el fluido.

1.2 Identificación del problema

Uno de los principales problemas de la ineficiencia energética en el país es la falta de interés por los tomadores de decisiones, al igual que en cierto modo un desconocimiento sobre las nuevas tecnologías disponibles y la apatía para ejercer su cargo. El desaprovechamiento de la energía solar en México es inaceptable ya que es un recurso que abunda a lo largo y ancho de su superficie, con un alto potencial de aprovechamiento. Sin embargo parece que los gobernantes del país se han dejado persuadir por las élites y un lobby petrolero, que ha generado en el mercado global una fuerte dependencia de la quema de hidrocarburos, haciendo que el mercado gire en torno a la extracción de un combustible que debería ser obsoleto en el siglo 21, un recurso fósil que ha sido protagonista de los últimos conflictos bélicos internacionales y que además compromete la salud del medio ambiente y es precursor del cambio climático.

1.3 Identificación de la(s) organización(es) o actores que influyen o son beneficiarios del proyecto

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) en el ITESO están conformados por departamentos que buscan influir en diferentes aspectos sociales. El departamento para la Sustentabilidad del Hábitat ofrece el programa de Edificación y vivienda; programa del cual forma parte el PAP Oikos y Techné; encargado de coordinar y dar enfoque a la visión y rumbo de las investigaciones y experimentaciones del proyecto.

Entonces los principales actores que influyen en el proyecto serían los mencionados en el párrafo anterior, sin embargo el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) se convirtió también en un gran aliado con una fuerte influencia en el proyecto, puesto que se hizo una solicitud para recibir fondos por parte del Consejo, y el COECYTJAL respondió con un apoyo de \$ 90,000.00 M.N para que el PAP pueda invertir en el desarrollo tecnológico de la propuesta, capital del cual se destinaron \$30,000.00 a la presente propuesta para bombear agua con un motor Stirling.

Por esto los principales beneficiarios de la puesta en marcha del proyecto serían el ITESO, el instituto de movilidad de Jalisco que espera que los fondos otorgados por el COECYTJAL den frutos, el propio COECYTJAL también espera ver un prototipo funcional, y cualquier otra organización, como Ingenieros Sin Fronteras, que pueda darle un uso al sistema de bombeo solar para comunidades rurales con escasa infraestructura eléctrica, o simplemente personas que quieran bombear agua utilizando únicamente la energía del sol.

Capítulo II. MARCO CONCEPTUAL O TEÓRICO DEL PROYECTO

Palabras Clave: Energías Renovables – Energía Solar – Lente Fresnel - Concentración de Energía Solar (CSP) - Motor - Stirling.

Contexto de la propuesta:

En el siglo XXI el desarrollo económico basado en fuentes de energía contaminantes y no renovables ha esquinado a la economía a recurrir hoy más que nunca a las energías renovables para conservar el estado actual de nuestros ecosistemas manteniendo el desarrollo económico desenfrenado del cual nuestra sociedad depende tanto (Lus, 2003). Se han realizado diversos esfuerzos por migrar a la generación de energía renovable la cual es una alternativa viable de producción de energía limpia.



Figura 1. Producción Primaria Global de Energía 2015 Fuente: Enerdata

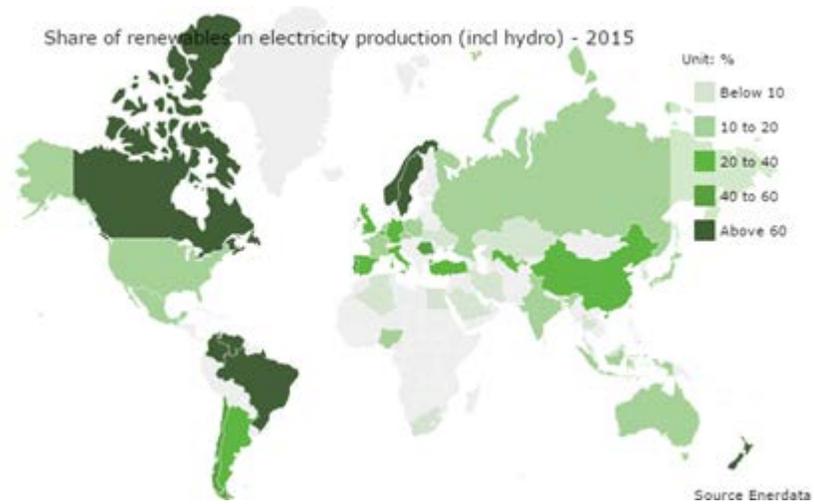


Figura 2. Producción de Energía Renovable Global 2015 Fuente: Enerdata

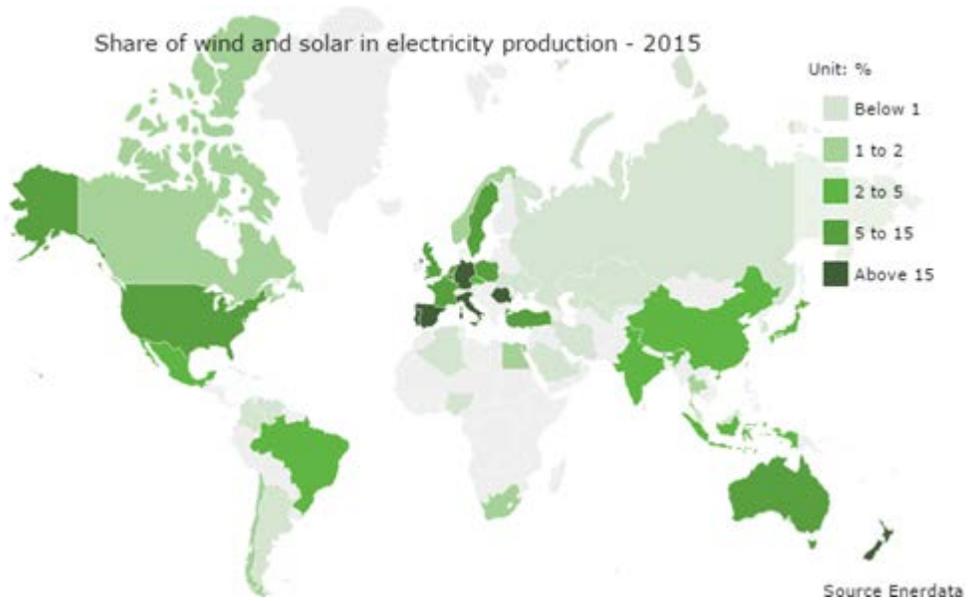


Figura 3. Producción de Energía Solar y Eólica Global 2015 Fuente: Enerdata

De acuerdo con lo presentado en las figuras anteriores, México produce alrededor del 14.9% de energías renovables y tan sólo el 4.5% proviene de energía eólica y solar. (IEA, 2015) Se puede notar que en países donde no abunda el sol como Alemania, la cantidad de energía eólica y solar producida sobrepasa el 20% poniendo de manifiesto que México (un país con abundante irradiación) no aprovecha su recurso solar. (IEA, 2015) Pero cómo se puede comparar con el mapa de la producción total, los porcentajes de producción de energía renovable aún no juegan un papel importante en la gran mayoría de los países. México cumple con los requisitos para abastecerse de energía solar en un porcentaje mucho mayor al de 4.5% y no está explotando tal ventaja. Tan solo con mencionar a Portugal y España, países donde sí tienen irradiación solar la mayor parte del año, producen 24.2% y 22.3% respectivamente de energía solar y eólica con sus capacidades limitadas de terreno por ser países pequeños comparados con México. (IEA, 2015)

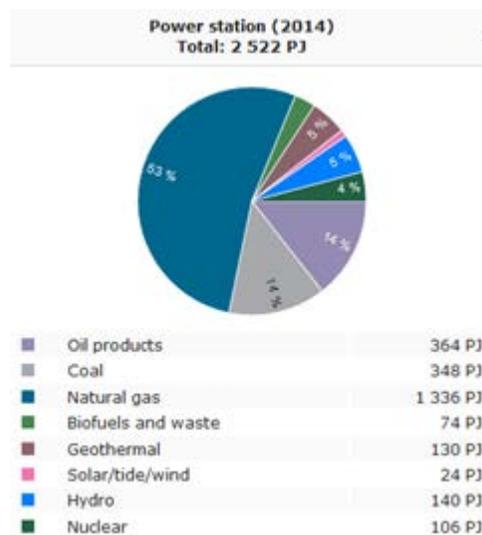


Figura 4. Producción de Energía de Centrales Termoeléctricas en México 2014 Fuente: IEA

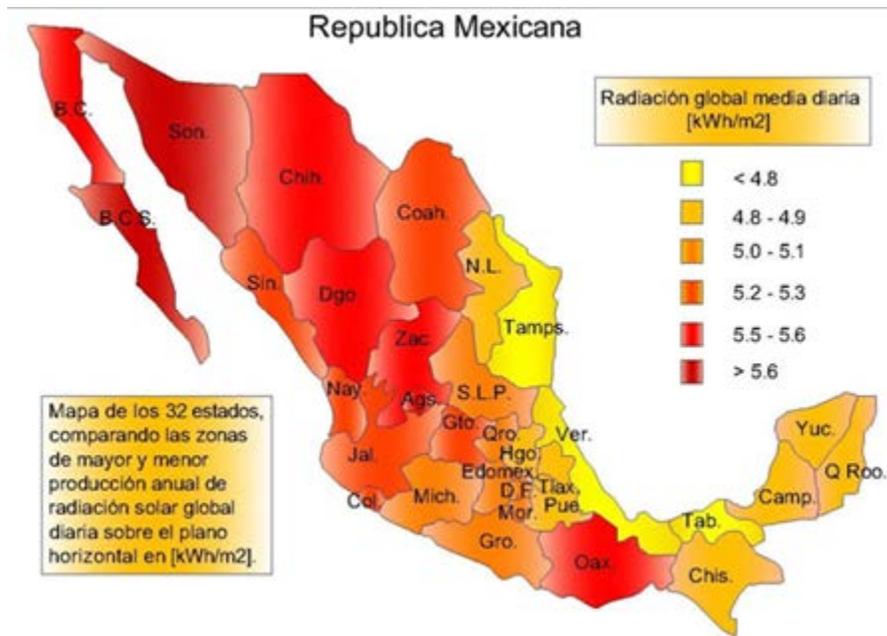


Figura 5. Mapa de la radiación solar en México en KW/h Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Cualquier sistema de bombeo requiere de una fuente energética capaz de mover los componentes mecánicos de una bomba y lograr vencer la resistencia de un fluido a ser desplazado. Los sistemas tradicionales se alimentan de energía eléctrica y la convierten en mecánica. Para darle un giro innovador y sustentable, el Pap Oikos y Techné se dió a la tarea de idear la forma de mover agua usando al sol como fuente energética; Para esto se propuso utilizar un motor Stirling, el cual funciona al aplicarle altas temperaturas, y para lograr esto se pensó en utilizar un lente fresnel, el cual concentra la energía del sol en un punto o foco, alcanzando altas temperaturas. Como el motor Stirling produce energía mecánica al recibir una fuente de alta temperatura, se pensó que podría ser factible adaptar algún dispositivo al motor que sea capaz de bombear agua.

A continuación se describen los componentes que conformarían el modelo prototipo de bombeo de agua con energía solar.

1. Concentración solar con lente Fresnel

El lente Fresnel, inventado en 1822 por Augustin-Jean Fresnel, es una lente convencional con forma ovalada, y está construida por moldeo (si se trata de plásticos) o puliendo su superficie (si se trata de materiales tipo vidrio) (Malacara, 2015).

Las lentes Fresnel recurren a un ingenioso sistema para dar esa forma cóncava (o convexa) sin necesidad de que éstas tengan ninguna curvatura, estas lentes no son tan planos como parecen.



Figura 6. Lente Fresnel Fuente: *Coscinassolares.blogspot.mx*

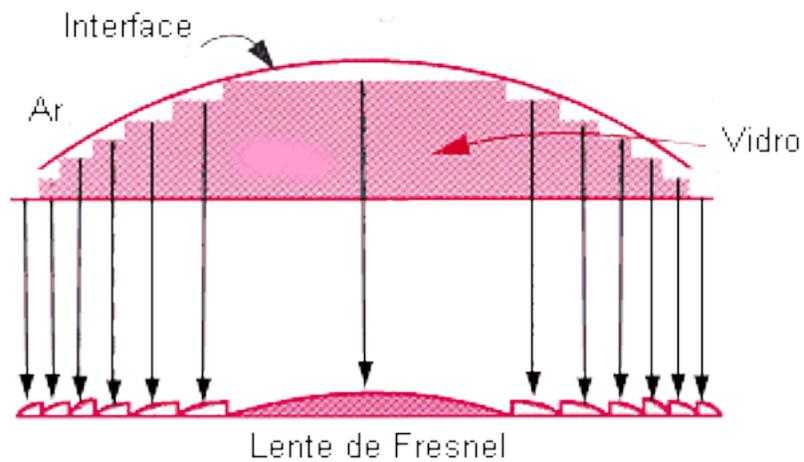


Figura 7. Diagrama lente Fresnel Fuente: *100ciaencasa*

En la parte inferior de la figura 7 se aprecia un diagrama que explica el diseño (vista de canto) de un lente Fresnel. El efecto lente consiste en recibir los rayos solares o cualquier tipo de fotones, y concentrarlos al centro de la interface, lo cual se consigue debido a que en el proceso de fabricación se le hacen una especie de microsurdos (algo parecido a los surcos en un disco de vinilo de los utilizados en los tocadiscos) (Terrazocultor, 2012).

Lo interesante de esta lente es que si se le proyecta algún tipo de luz, dicha luz atraviesa la lente y convergen en un punto (normalmente a pocos cm de la lente) que llamamos foco. Este punto es cientos o miles de veces más pequeño que la propia lente, por lo tanto, la densidad energética también debería de ser cientos o miles de veces mayor que una superficie igual en la lente. La cantidad de energía es la misma en el foco que en la superficie de la lente. Lo que cambia es la superficie implicada. (Malacara, 2015).

2. Motores Stirling

Otro concepto básico para entender la propuesta es el motor Stirling, el cual fue inventado en 1816 por el reverendo escocés Robert Stirling (Organ, 2001). Este motor difiere de los motores de combustión interna ya que el fluido de trabajo permanece dentro de la cámara de trabajo. Y el calor que se aplica al motor proviene de una fuente externa; pudiendo ser combustible nuclear, quema de fósiles, madera o cualquier fuente de calor como la concentración solar. Esto significa una gran ventaja pues el calor que puede provenir de una combustión de material puede ser manipulada para operar bajo condiciones óptimas. (Publishing, 2005)

Existen varios modelos del motor Stirling, aunque en esencia cuenta con dos pistones de trabajo que empujan al mismo en dos espacios de trabajo. Uno de los cuales se mantiene a baja temperatura y otro a alta, entre estos espacios se encuentra un regenerador cuya función es recibir y entregar calor al fluido de trabajo. Los pistones generalmente se encuentran conectados por un dispositivo el cual al ser calentado expande su volumen de aire caliente y al ser enfriado se contrae, este movimiento propicia el cambio de energía calorífica a energía mecánica. (Publishing, 2005)

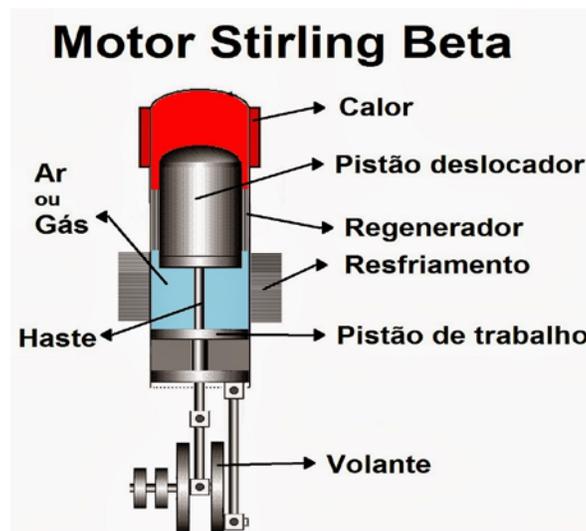


Figura 8. Funcionamiento del Motor Stirling Beta Fuente: Junta de Andalucía

El ciclo Stirling difiere del ciclo de Carnot (ciclo teórico ideal para un motor) en que los dos procesos isotrópicos son sustituidos por dos de regeneración, a volumen constante en el ciclo Stirling. La regeneración es un proceso en el que se transfiere calor hacia un dispositivo de almacenamiento de energía térmica (llamado regenerador) durante una parte del ciclo y se transfiere de nuevo hacia el fluido de trabajo durante otra.

De todas las tecnologías solares, los sistemas disco Stirling han demostrado el más alto coeficiente de conversión de energía solar a eléctrica (29,4%), y por tanto, el potencial para convertirse en una de las menos costosas fuentes de energía renovables. La modularidad del sistema le permite operar de manera individual para aplicaciones remotas, o agruparse en pequeños grupos y conectarse a la red (village power o granja). Los sistemas disco Stirling pueden funcionar también con un combustible fósil para proporcionar energía las 24 horas, conectando por ejemplo un quemador de gas al receptor. (Lozada, 2009)

3. Sistema de seguimiento solar

El seguimiento en dos ejes se puede realizar de dos maneras: (1) seguimiento de elevación acimutal, y (2) el seguimiento en coordenadas polares. Con seguimiento de elevación-acimutal, el plato gira en un plano paralelo a la tierra (acimut) y en otro plano perpendicular a ella (la altitud). Estos sistemas proporcionan al colector la capacidad de rotar a izquierda / derecha y arriba / abajo mediante el uso de un pequeño servomotor (Lozada, 2009).

4. Bombeo hidráulico

La ciencia de la hidráulica se ha considerado desde los primeros días de la civilización humana. A pesar de su antigüedad, la hidráulica se constituye en una de las ramas de la ingeniería civil con mayor influencia en el desarrollo de las sociedades, porque a diario su utilización es vital para vencer distintos obstáculos o para desarrollar diferentes actividades, sin importar que todavía presenta algún grado de incertidumbre.

Algunas de las actividades en las cuales se utiliza la hidráulica son por ejemplo la irrigación de cultivos y el suministro de agua para las comunidades en donde se hace indispensable el uso de algunos dispositivos, en los que se encuentra la bomba hidráulica.

La definición de una bomba hidráulica que generalmente se encuentra en los textos es la siguiente: "Una bomba hidráulica es un medio para convertir energía mecánica en energía fluida o hidráulica". Es decir las bombas añaden energía al agua.

Cuando se pretende desarrollar una clasificación de los diferentes tipos de bombas hidráulicas se debe tener claridad en algunos términos para así poder evaluar los méritos de un tipo de bomba sobre otro. Dichos términos son:

- Amplitud de presión: Se constituyen en los límites máximos de presión con los cuales una bomba puede funcionar adecuadamente. Las unidades son Lb/plg^2 .
- Volumen: La cantidad de fluido que una bomba es capaz de entregar a la presión de operación. Las unidades son gal/min .
- Amplitud de la velocidad: Se constituyen en los límites máximo y mínimo en los cuales las condiciones a la entrada y soporte de la carga permitirán a la bomba funcionar satisfactoriamente. Las unidades son r.p.m .
- Eficiencia mecánica: Se puede determinar mediante la relación entre el caballaje teórico a la entrada, necesario para un volumen específico en una presión específica y el caballaje real a la entrada necesario para el volumen específico a la presión específica.
- Eficiencia volumétrica: Se puede determinar mediante la relación entre el volumen teórico de salida a 0 lb/plg^2 y el volumen real a cualquier presión asignada.
- Eficiencia total: Se puede determinar mediante el producto entre la eficiencia mecánica y la eficiencia volumétrica.

Para que la clasificación de los diferentes tipos de bombas sea más amena se presenta a continuación una tabla donde se muestran los criterios de clasificación de cada una de estas.

BOMBAS	Amplitud Presión	Volumen	Amplitud Velocidad	Eficiencia Volum.	Eficiencia Total
Bomba de engrane Baja Presión	0 Lb/plg ²	5 Gal/min	500 rpm	80 %	75 - 80 %
Bomba engrane 1500 Lb/plg ²	1500 Lb/plg ²	10 Gal/min	1200 rpm	80 %	75 - 80 %
Bomba engrane 2000 Lb/plg ²	2000 Lb/plg ²	15 Gal/ min	1800 rpm	90 %	80 - 85%
Bomba Paleta equilib. 1000 Lb/plg ²	1000 Lb/plg ²	1.1 - 55 Gal/min	1000 rpm	> 90 %	80 - 85 %
Bomba Pistón Placa empuje angular	3000 Lb/plg ²	2 - 120 Gal/min	1200-1800 rpm	90 %	> 85 %
	5000 Lb/plg ²	7.5 - 41 Gal/min		90 %	> 80 %
Diseño Dynex	6000 - 8000 Lb/plg ²	2.9 - 4.2 Gal/min	1200 - 2200 rpm	90 %	> 85 %

Figura 9. Tipos de bombas

Capítulo III. DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Enunciado del proyecto

Desarrollar un dispositivo capaz de bombear agua empleando la radiación solar, buscando que sea sustentable y con un precio competitivo en el mercado. El producto de este Pap está dirigido principalmente a cubrir la demanda de agua de un prototipo de movilidad que funciona con agua con la finalidad de disminuir la fricción existente entre una pista y una placa de 8 mm de espesor, 15 mm de largo y 7 mm de ancho; sin embargo esta propuesta de bombea también tendría aplicación en cualquier lugar de difícil acceso o donde se tenga nula infraestructura de energía eléctrica, ya sea en zonas rurales, cultivos o incluso para casas habitación donde los usuarios opten por bombear agua con una fuente energética más sustentable. los ámbitos rurales sin infraestructura eléctrica y de los ámbitos urbanos interesados en disminuir su impacto ambiental.

3.2 Metodología

La mayor parte del semestre se utilizó el intelecto para diseñar las soluciones y propuestas mencionadas en el punto 3.1; con lápiz, papel, debates, puntos de vista de diferentes personalidades y experiencias, fue como llegamos a las conclusiones que nos fueron llevando a nuestro proyecto como tal.

Ya mencionado en el punto anterior, cada propuesta presentaba ventajas y desventajas que a su vez nos abrían un panorama sobre que opción sería mejor para su selección. La fundamentación por lo general nos trataba de temas meramente mecánicos. Fue así como pudimos descartar siempre más de una opción para la resolución ingenieril del mismo.

Una vez definida la propuesta se realizaron prediseños que resultaron en un diseño final, el cual fue primeramente elaborado en el software *sollidworks* que sirvió para evaluar su funcionalidad. Después se adquirieron las partes y se construyó

3.3 Cronograma o plan de trabajo

PAP Oikos y Thecné		
Primavera 2017		
Tipo de actividades	Recursos necesarios	Periodo
Elección del motor	Humanos Tecnológicos Económicos	3 semanas
Planteamiento de supuestos	Humanos Tecnológicos	1 semana
Elección de sistema de bombeo	Materiales Económicos	3 semanas
Diseño de base con componentes	Tecnológicos Humanos Tiempos	1 semana
Manufactura y ensamblaje	Tecnológicos Materiales Humanos Tiempos	4 semanas
Retroalimentación	Tecnológicos Materiales Humanos Tiempos	3 semanas

Figura 10: Cronograma o plan de trabajo Fuente: Propia

Capítulo IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En un principio se pensaba diseñar y manufacturar un motor Stirling con la finalidad de certificarlo a nombre de ITESO, y así posteriormente replicarlo y escalarlo a las necesidades del equipo y de la institución.

Este proceso requería de mucho estudio y tiempo empleado en la ingeniería que necesitaría un proyecto de tal magnitud, y que evidentemente un semestre no sería suficiente. Bajo este escenario, y para dar solución al problema (abastecimiento de agua), se resolvió por adquirir uno ya manufacturado y certificado para ahorrarnos tiempo; por lo que surgieron varias alternativas de motor a elegir:

* Alpha: Tipo de motor con cámaras de enfriamiento y calentamiento por separado, descartado por el alto índice de fugas que representa conectar ambas cámaras.

* Gamma: Al igual que el Alpha, son más propensos a las fugas y puesto que son escasos y exóticos, también son difíciles de encontrar en el mercado.

* Beta: Motor unicilíndrico que comparte las características de calentamiento y enfriamiento dentro de la misma cámara, optimizando las fugas y el espacio. Fue seleccionado después de buscar varias opciones por económico y su pronta entrega.

Habiendo resuelto la problemática del motor faltaba la fuente de alimentación energética, que como en un principio se había diseñado, sería una fuente solar, ampliada por un concentrador tipo Fresnel que aumenta el delta de temperatura en el punto focal entre 200 y 400 °C; sin embargo, la temperatura máxima solo es alcanzada cuando el lente se encuentra completamente perpendicular a la radiación solar, y es ahí donde absorbe los rayos y estos son focalizados en un solo punto. Por lo que también fue necesario el diseño de un seguidor solar.

Mientras se seleccionaba el motor y sus componentes, se fueron planteando varias alternativas sobre la propuesta de adecuación, y como alimentarían directa o indirectamente la bomba que finalmente bombearía el agua.

Para poder empezar a plantear propuestas de bombeo, se tenían que establecer diferentes supuestos:

* La alimentación de torque del motor a la bomba jamás será continua por las variaciones adversas en el clima. Por lo que se propone un rango de trabajo en un estado estable del motor.

* La energía generada por el motor se refleja mermada al finalizar el sistema por los diferentes procesos de cambio que se puedan producir dentro de él. Por lo que se establecerá un porcentaje de seguridad de trabajo.

* La radiación concentrada, así como la posición del punto focal variarán siempre, por lo que se realizarán corridas experimentales que arrojen un promedio de cuanta energía neta se absorbe en un día de verano en Guadalajara.

Una vez planteado el escenario, se propusieron 4 alternativas para adaptar el motor a un sistema de bombeo:

1. Bombeo mecánico directo: Con la misma producción de torque generada en el volante de inercia del motor, se adaptará una para alimentar directamente la bomba. Esta tiene la ventaja de ahorrar componentes alternos en el proceso, sin embargo se cree que el cual alcanza altas revoluciones y entrega un bajo índice de torsión disponible para alimentar cualquier dispositivo.

2. Motor-Generador-Bomba: Al pensar en lo complicado que pudiera ser manufacturar la conexión directa del volante de inercia del motor al eje de la bomba, y viendo que la mayoría de las bombas trabajan eléctricamente, se propuso que el motor alimentara a un generador, este a un convertidor de corriente y así alimentar a la bomba para realizar el trabajo necesario.

3. Motor-Generador-Batería-Bomba: Como la revolución y torque del motor en la propuesta 1 serían variados al igual que la generación de energía eléctrica del punto 2; se propone un variador que alimentado del generador, este a su vez alimentado del motor, descargue su energía en una batería que estará suministrando corriente sólo cuando esta se demande. De este modo se tendría un flujo continuo, con la desventaja de las bajas de potencia que en cada proceso de cambio se requieren, y el número y precio de los componentes.

4. Bombeo mecánico indirecto: Bajo el mismo principio de la propuesta 1, y tratando de descartar el mayor número de procesos en cambio de energía que proponían el punto 2 y 3, así como la contemplación de que el flujo no necesariamente tiene que ser continuo; este punto adiciona una relación de engranajes que vaya del volante de inercia del motor, al eje de giro de la bomba, y así maximizar el torque para levantar la potencia necesaria de trabajo de una bomba pequeña hábil en el

mercado. Con esto se evitan los 3 componentes adicionales establecidos en los puntos anteriores, y se maximiza el aprovechamiento de la energía.

Después de elaborar diferentes propuestas de bombeo se buscó en diferentes fuentes de mercado hasta que se encontró a una compañía en Florida, Estados Unidos que fabrica y comercializa con motores Stirling, llamada Green Power Science. Entonces se realizó la compra de un motor Stirling, del cual no se proporcionaron datos técnicos de operación óptima por lo que estos tuvieron que ser calculados con experimentación. También se adquirió de Green Power Science un lente fresnel y un sistema de captación solar, productos que fueron adquiridos gracias a los fondos brindados por COECYTJAL a los siguientes precios:

* Motor Stirling tipo Beta. \$ 285 USD

* Concentrador solar Fresnel. \$ 220 USD

* Seguidor solar. \$ 250 USD

El total en USD fue de \$ 845 que para el tipo de cambio de ese momento fue un total de \$ 17,745 MN.

IV.I Lente Fresnel

Este lente cuenta con una dimensión de veintiún pulgadas por veintiún pulgadas, está hecho de una lámina de cristal maquinada con círculos concéntricos y un cierto ángulo para lograr así que todos los rayos solares se localicen en un solo punto focal.



Figura 11 Lente Fresnel comprado Fuente: Greenpowerscience

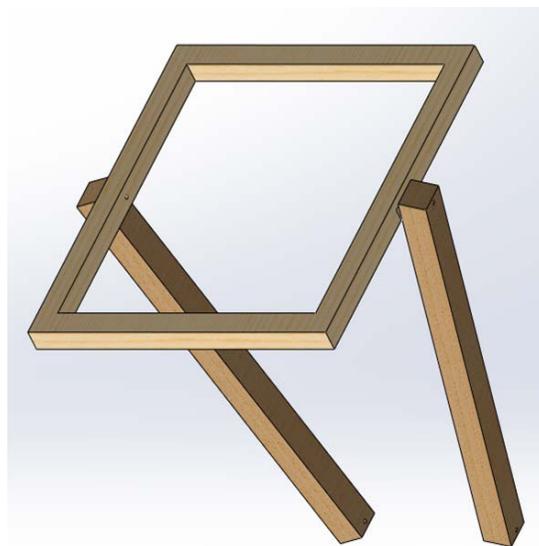


Figura 12 Lente Fresnel con brazos en Solidworks Fuente: Propia

IV.II Motor Stirling

Se replanteó la idea de diseñar un motor Stirling a escala porque este toma demasiado tiempo para lograr obtener un modelo matemático que nos sustente que el motor Stirling diseñado funcionara y mucho más tiempo lograr manufacturarlo hasta que quedara trabajando como se supone que lo diseñamos, ya que siempre salen complicaciones, después de discutir con muchos profesores sobre el motor Stirling optamos por buscar dichos motores en internet, de preferencia desensamblados o en su defecto ensamblado.

Se buscó un motor desensamblado ya que de esta manera íbamos a poder dimensionar las piezas en Solidworks, estudiarlas y en un futuro rediseñarlas para poder aumentar esa potencia a algo más acorde a lo necesitado y así tener una mayor eficiencia en la producción de energía.

Se encontró dos proveedores de diferentes países (Alemania y Estados Unidos), el proveedor alemán fabrica un motor Stirling muy estilizado, estilo Alpha, ilustrativo y con la característica que buscábamos, que fuera un motor desensamblado, pero lamentablemente no alcanzaba a tener una potencia que nos convenciera (cinco Watts) aparte que el tiempo de envío sería muchísimo decidimos que lo mejor era buscar otro motor. El proveedor de Estados Unidos vende un motor muy sencillo estilo Beta, ensamblado, con un menor tiempo de envío y alcanza una potencia mucho más atractiva para nuestro prototipo, cuyo rango de potencia es de cinco a diez Watts, todo dependerá de que tanto sol irradie sobre el lente Fresnel.

Los motores Stirling a pesar de ser muy veloces no generan nada de torque, siendo esa una de nuestras complicaciones al momento de instalar un sistema de bombeo. El motor expulsa la energía producida mediante el giro de su volante de inercia, que se encuentra en el rango de 1200-2400 RPM, esta velocidad angular será utilizada para bombear agua mediante una relación de engranes que mediante una banda dentada se alimentara un engrane cinco veces mayor a nuestro volante de inercia, para poder generar un torque mayor y lograr así bombear agua sin que se detenga el volante de inercia por falta de fuerza.



Figura 13 Motor Stirling americano (adquirido) Fuente: Greenpowerscience

IV.III Seguidor solar

Para poder seguir el sol desde las primeras horas del día hasta el momento en el que se oculta es necesario el uso de un Suntracker, que es un pequeño aparato con cuatro terminales foto sensibles que cuando en ellos incide la luz solar mandan pulsos eléctricos a una tarjeta madre, está la traduce y envía la información necesaria para mover la estructura y no perder el rastro del sol, teniendo así una cantidad constante de flujo de energía en el motor Stirling.

Este seguidor deberá estar empotrado en un lugar alto y fijo, para evitar así des calibraciones que nos puedan afectar el funcionamiento de nuestro prototipo, al igual de evitar así sombras innecesarias.

Para trabajar con el seguidor solar es importante dominar el lenguaje de programación de C++ por lo menos, ya que el seguidor deberá ser calibrado según la zona donde vaya a ser utilizado, por ser un aparato americano tiene las coordenadas del lugar donde fue manufacturado, este fué calibrado a la zona geográfica del ITESO, cuyas coordenadas son 20.604235, -103.414889.



Figura 16 Seguidor solar Fuente: Greenpowerscience

IV.IV Estructura

Para que todo esto funcione es muy importante que este muy bien ubicado cada componente, en un lugar sólido, resistente y liviano, para lograr así armonía necesaria para que el prototipo funcione.

Se pensó en una estructura que fuera capaz de seguir el sol en los dos ejes principales de movimiento del sol, el eje X y el eje Y sin perder el punto focal.

Se diseñó una primera propuesta cuadrada, la cual constaba del lente Fresnel sujetado a una bisagra la cual es articulada y cuenta con un motor con alto torque para poder mover de manera vertical el lente Fresnel, cuyo peso es de dos kilogramos. Esta bisagra esta empotrada a un polín de madera de

dos pulgadas por dos pulgadas por veinticinco pulgadas. Este brazo tiene el movimiento en horizontal, de igual manera será impulsado con un servo motor, con este primer prototipo se pensaba resolver el problema de como captar el movimiento del sol, pero no resultó ser así ya que cuando se moviera el lente Fresnel se perdería el punto focal.

Se realizó una segunda propuesta donde ya contaba con una base giratoria de setenta y cinco centímetros de diámetro la cual iba a girar concéntrico a el punto focal, haciendo que la base fuera circular y giratoria se pudo lograr seguir el sol en todas direcciones, en cualquier temporada del año, la base giratoria contaba con dos ranuras en el cual irían los polines que sujetan al lente Fresnel, ahora era dos polines en vez de uno, haciendo así que el lente Fresnel fuera rígido y solo pudiera girar 180° y poder así siempre seguir el sol, esta propuesta por mejor que se veía se rechazó ya que era aún muy grande y estorbosa, aunque cumplía con los requisitos pedidos, nos sirvió de guía para el diseño de la tercera propuesta la cual fue la definitiva.

En esta tercera propuesta ya teníamos una idea más clara de que es lo que teníamos que hacer para poder minimizar el prototipo y que se viera más estilizado y no tan estorboso, por lo que se decidió hacer varias modificaciones al prototipo número dos. Esta propuesta contaba con una base circular de cincuenta centímetros de diámetros, con distancia entre los polines de 25 centímetros y un Angulo de corte interior de 14.3° , necesario para poder disminuir el área de la base, esta base es de madera con un recubrimiento en su alrededor de un cucho con alto coeficiente de fricción, ya que al estaría en contacto un pequeño motor de corriente directa alto en torque para poder deslizar la base sobre unas canicas metálicas que reducirán la fricción al momento de que esta base gire, con este movimiento logramos seguir a el sol en cualquier época del año y al mismo tiempo nunca perderíamos el punto focal del motor Stirling.

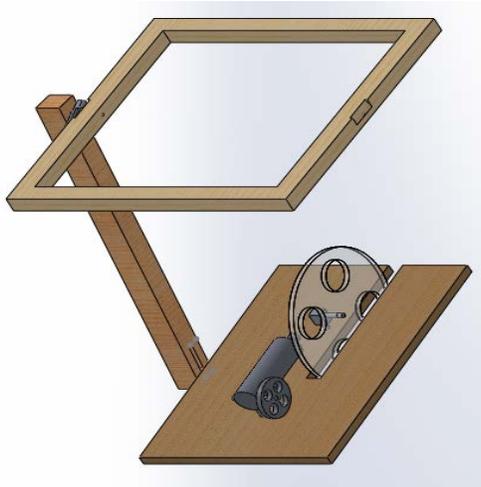


Figura 17 Propuesta numero 1 Fuente: Propia

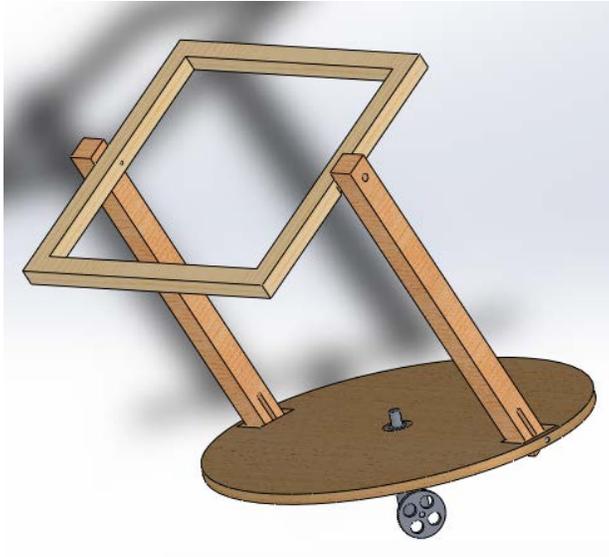


Figura 18 Propuesta numero 2 Fuente: Propia



Figura 19 Propuesta numero 3 Fuente: Propia

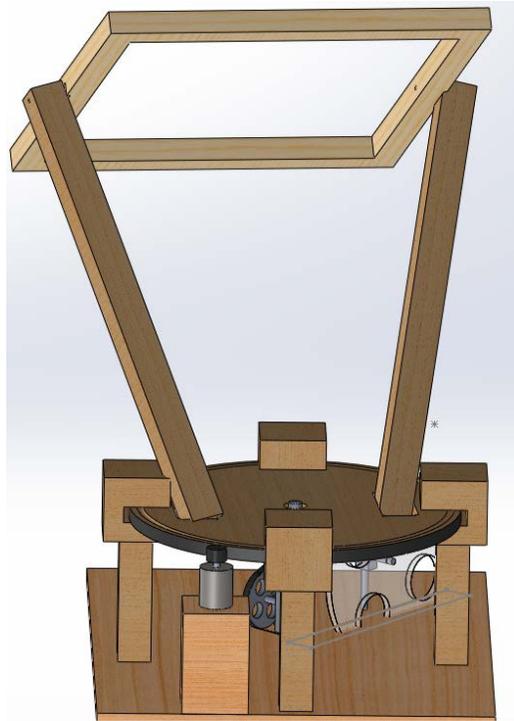


Figura 20 Vista de perfil propuesta 3 Fuente: Propia

Capítulo V. PRODUCTOS, RESULTADOS E IMPACTOS GENERADOS

5.1 Productos obtenidos.

Nuestro producto final en este pap fue la realización de una estructura funcional que fuera capaz de seguir el movimiento del sol en sus dos ejes, en el traslacional y el rotacional, concentrando siempre su punto focal en el top cap del motor Stirling.



Figura 21 Vista de perfil prototipo Fuente: Propia

Para la realización de dicha estructura se llevó a cabo diferentes pruebas en Solidworks para ver cómo sería su mecánica entre materiales y así poder evaluar pros y contra del diseño que se realizó, un reto muy crucial fue hacer que todas las piezas quedaran a la perfección una con la otra, pero todo eso fue posible ya que nuestra dedicación al proyecto fue muy alta.

Nuestro prototipo cuenta con un disco que puede girar los 360 grados sin ninguna dificultad, cuenta con una película de 2mm de espesor de caucho, se escogió este material ya que tiene alto coeficiente de fricción. Este disco tiene este recubrimiento así porque junto con su motor DC hacen una relación de engranaje, donde el motor se encargar de hacer el, movimiento rotacional del disc, tiene que ser así ya que el sol no siempre sigue el mismo movimiento en todo el año, con esta opción podemos captar la energía solar todo el año.



Figura 22 Vista del disco principal Fuente: Propia

Este disco fue cortado de un material llamado MDF (madera de fantasía), en una máquina de CNC para tener así un corte perfecto según las especificaciones que contábamos. Cuenta con una canaleta de 3mm de profundidad y con un perfil circular para que pudiera resbalar así más fácil el balín, también cuenta con dos ranuras rectangulares, del tamaño óptimo para poder sujetar el lente

fresnal y seguir el sol en su trayectoria a lo largo del día. de la misma manera cuenta con una apertura en el centro del círculo que es de 3 cms, pero el sol se ira comiendo el alrededor hasta que quedar de su manera más óptima.



Figura 23 Vista de la flecha torneada Fuente: Propia

Hicimos una flecha la cual está conectada entre el volante de inercia del motor Stirling y la propela de la bomba, tiene una longitud de 30 cms, se hizo de esta manera porque así la propela podía tener más torque y palanca a la vez y esto sirve como Backup de energía en caso que tener menos irradiación de la necesaria.

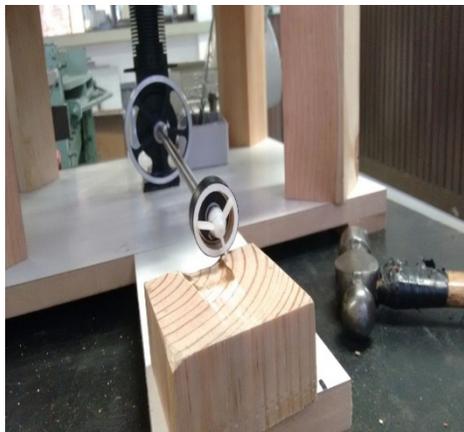


Figura 24 Vista del interior de la bomba Fuente: Propia

Se construyó una bomba mediante un socket de exterior de un bombillo, se diseñó con un socket ya que la cantidad de agua necesaria a bombear era muy poca porque nuestro motor tiene poca potencia, pero para nuestra prueba de concepto el motor esta sobrado para la bomba, por lo tanto se podría aumentar mucho más la eficiencia de bombeo.

5.2 Resultados alcanzado

El proyecto resulto con mucha más información de lo esperada; además de haber construido un prototipo donde todo iría ensamblado, se conocieron muchos datos y resolvieron más problemas que esperamos al principio. Uno de ellos son la base de dato experimentales que obtuvimos con las corridas que realizamos para conocer las características del motor.

Ya que estas no eran especificadas al principio de la compra del motor, dedujimos ecuaciones que nos ayudarían con los datos que se requerían para poder seguir trabajando con el motor y conocer en base a ellos distintas relaciones que nos gustaría hacer énfasis en el proyecto.

Una de ellas lo eran conocer la constante de elasticidad para la ley de Hooke en la cual el resorte que compramos ir a trabajar, de este modo a hacer la prueba con el dinamómetro casero sabríamos con exactitud el torque que está manejando el motor.

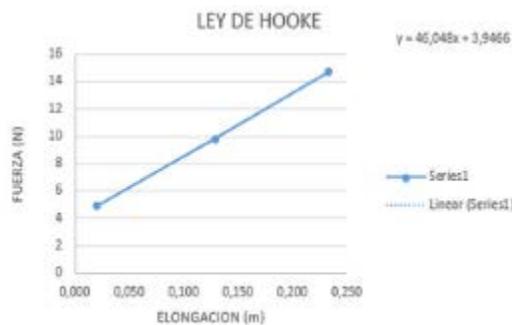


Figura 25 Ley de Hooke Fuente: Propia

c						
CORRIDA	PESO (gr)	PESO (N)	MEDIDA INICIAL	ELONGACION (cm)	DELTA ELONGADO (m)	k (N/m)
1	40	0,3924	21,5	0	0	0
2	100	0,981	21,5	0	-0,064402363	0
3	500	4,905	21,5	23,5	0,02	245,25
4	1000	9,81	21,5	34,4	0,129	76,0465116
5	1500	14,715	21,5	44,8	0,233	63,1545064

Figura 26 Tabla de la ley de Hooke Fuente: Propia

Así como la fórmula que relacionaba la irradiación, temperatura, revoluciones, torque y potencia. Esta nos daba los datos reales que existían en una simulación que resultaría con el prototipo ya elaborado.

la gráfica fue la siguiente:

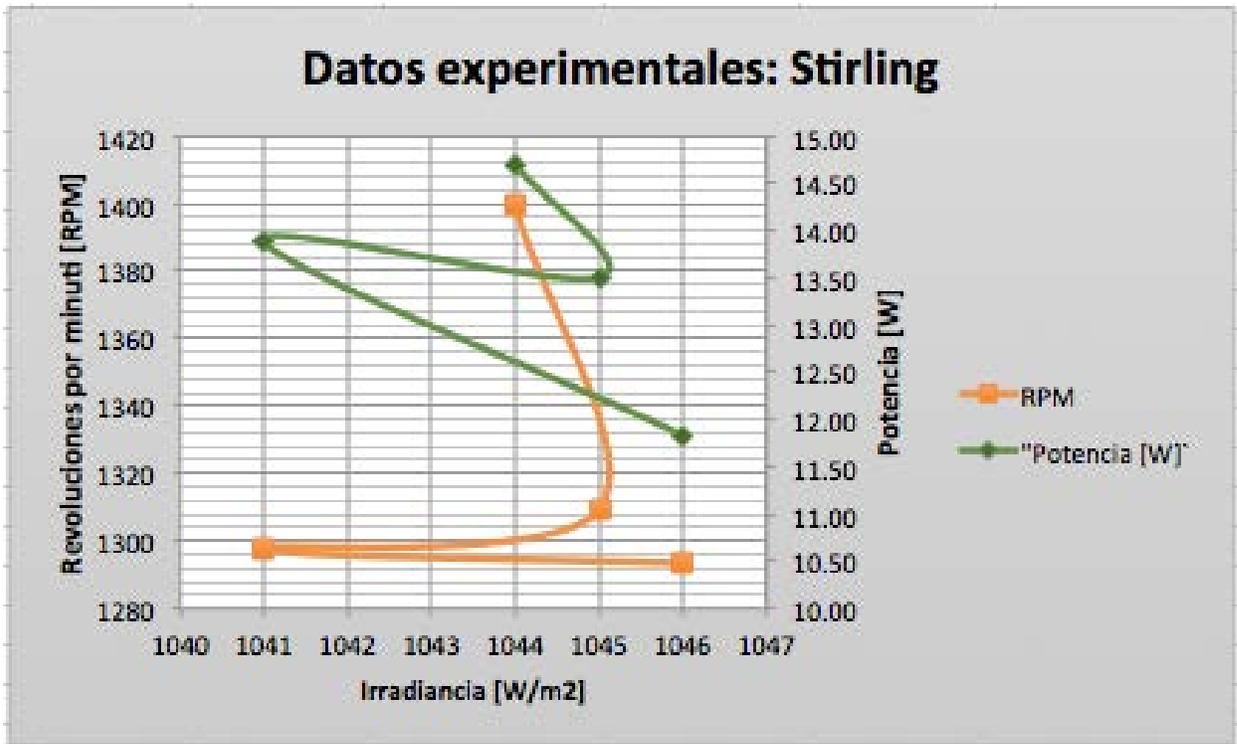


Figura 27 Tabla de datos experimentales Fuente: Propia

TEMPERATURA DE CONCENTRACIÓN, LENTE FRESNEL		TORQUE EXPERIMENTAL, MOTOR STIRLING		POTENCIA MOTOR	
Hora	Corrida	RPM (tacómetro)	RPM	[rad/s]	POTENCIA (w)
11:06	Prueba				
	1033				
	28				
	265				
	45				
	0.294				
	17.48				
	2				
	0.005				
	0.087				
	6466				
	1293.				
	2				
	135.4				
	2				
	11.84				

12:19	12:19	12:18	12:17	12:17	12:17	12:15
7	6	5	4	3	2	2
1052	1052	1048	1044	1045	1041	1041
29	29	29	30	30	30	30
233	273	254	295	302	234	234
15	15	20	15	20	25	25
1	1	1	0.35	0.342	0.358	0.358
49.98	49.98	49.98	20.06	19.69	20.42	20.42
7	7	7	1	2	9	9
0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
0.250	0.250	0.250	0.100	0.098	0.102	0.102
6666	6698	6538	6997	6547	6489	6489
1333.	1339.	1307.	1399.	1309.	1297.	1297.
2	6	6	4	4	8	8
139.6	140.2	136.9	146.5	137.1	135.9	135.9
1	8	3	4	2	1	1
-	.	13.48	14.70	13.50	13.88	13.88

Figura 28 Tabla de potencia Fuente: Propia

5.3 Impacto generado

Con este proyecto, realizamos el esperado prototipo abriendo un parte aguas que servirá como pilar de a siguiente experimentación que será para poder seguir investigando sobre como la energía solar, por otros métodos ajenos a los paneles solares también nos pueden otorgar diferentes beneficios.

Creemos que con un poco más de investigación y trabajo se le pueden encontrar muchas otras funcionalidades a este tema.

En el ramo social, todo el proyecto va en relación a una solución social de lo que conocemos como desastre de movilidad en la ciudad. De este modo no solo ciencia que se encontró es el impacto junto con su seguimiento, si no también propuestas universitarias con un peso en el valor del conocimiento y la innovación.

Capítulo VI. APRENDIZAJES INDIVIDUALES Y GRUPALES

6.1 Aprendizajes profesionales

Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro Ing Mecanica

La construcción de prototipo en si como todo el desarrollo y la elaboración de la experimentación son lo que como ingeniero mecánico me hicieron sacar a luz. La construcción de todo el prototipo también requirió de conocimientos en procesos d manufactura, así como los diferentes conceptos de mecánica de fluidos, transferencia de calor que pudieron interferir en esta exposición.

Socialmente como el proyecto lo enuncia, es para solventar una problemática que la población de Guadalajara sufre constantemente. Aparte e esto, generado nuevo campo de investigación, tambien abrimos paso al desarrollo de conocimiento que esperamos vaya a abrir camino para las generaciones futuras.

Alfredo Andarcia Ing Mecanica

Mis competencias desarrolladas en el PAP fueron principalmente el diseño y la capacidad de hacer que unos conjuntos de piezas embonaran para poder construir un prototipo funcional.

Desde distintas disciplinas creo que el aprendizaje fue muy poco, porque la mayoría que se hizo en el semestre tenía que ver con la rama de mecánica, desde el diseño, la estructura y la fabricación de los componentes

La problemática principal de nuestro proyecto fue encontrar un motor que se adecuara con lo que necesitábamos nosotros, algo que fuera eficiente (que produjera mucho toque), para así poder bombear agua y poder cumplir el objetivo del proyecto, este proyecto tendrá un gran impacto en el ámbito sociopolítico y económico porque se puede utilizar para muchas cosas aparte de bombear agua, quitándole así campo a la energía eléctrico producida mediante minerales fósiles, al fin al cabo esta energía es una alternativa limpia y que vale la pena seguir estudiando.

Mis saberes puestos a prueba fueron la estática y dinámica , para poder diseñar toda la estructura sin sobre dimensionarnos y así comprobar que todo fuera físicamente correcto, la resistencia de materiales , para saber si nuestra estructura aguantaría el peso y si estaba apta para la aplicación con la que la necesitábamos, análisis de mecanismo, al momento de hacer el cálculo de la relación de engranes y así comprobar si nuestra hipótesis era correcta, diseño mecánico, por el manejo del software de Solidworks, ya que sin esta herramienta no se hubiera podido tener una pre visualización de lo construido, l, ingeniería eléctrica , para poder saber cómo calcular cuánta energía estaremos entregando y que componentes me hacían falta para que el prototipo nunca se quedará produciendo energía en vano.

Lo que aprendí en este proyecto es que soy capaz de investigar y llevar a cabo un proyecto que pudiera tener un cambio a gran escala, si es que todo sale tal cual pensamos que pasará, a trabajar en equipo con personas que piensan muy diferente a mí, pero que ayudan a generar entre toda una buena idea. Aprendí que tengo buenos conocimientos sobre mi carrera y soy capaz de diseñar y construir un prototipo funcional, diseñados a base de cálculos

Javier García Baeza

Participar en este Proyecto de Aplicación Profesional ayudó a ampliar nuestros horizontes de búsqueda de información; así como a crear un filtro y un criterio para identificar más rápidamente la información que pueda contribuir a la investigación en curso. La continua búsqueda de información agilizó nuestras estrategias para encontrar documentos científicos, patentes, tutoriales, y cualquier información relevante al proyecto empleando distintos buscadores.

Trabajar en la planeación de un sistema energético requirió la aplicación y un estudio más a fondo de los temas sobre energía solar; temas que se estuvieron abordando a la par que cursaba la asignatura de "Fuentes Alternas de Energía", lo cual permitió indagar en la temática de los concentradores solares para generar calor, así como en las celdas fotovoltaicas y diversos tipos de tecnologías que se utilizan actualmente en el aprovechamiento de energía solar. También se aplicaron conocimientos de transferencia de masa y calor para hacer cálculos de eficiencia en el motor Stirling.

Debido a que el diseño de un motor no es propiamente una aplicación directa o una competencia desarrollada durante la formación de un Ingeniero Ambiental del Iteso, el trabajo en este proyecto requirió del aprendizaje del software "Solid Works" para modelar la estructura del prototipo. Lo más enriquecedor al momento de desarrollar el PAP fue aplicar el método científico en la experimentación del Torque, Revoluciones y Potencia del motor, ya que se aplicaron diferentes metodologías que fueron aprendidas a lo largo de todos los laboratorios cursados en la carrera.

También hubo un gran aprendizaje en cuestiones de diseño de prototipos, puesto que comenzamos con lluvia de ideas para diseñar la estructura que soporta al motor, lente fresnel y los demás componentes del sistema de bombeo, y nos dimos a la tarea de construirla de principio a fin, generando un gran aprendizaje en cuestiones de manufactura a prueba y error.

6.2 Aprendizajes sociales

Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro Ing Mecanica

Principalmente los maestros son los principales que cooperaron para la promoción de esta idea que piensa cambiar la forma en la que conocemos el transporte. Aunque reamente las habilidades de liderazgo no fueron creadas en este semestre, si fueron necesarias para algunos ámbitos de la manufactura. Ya que con estos generaremos un verdadero cambio en la población del municipio.

Alfredo Andarcia Ing Mecanica

Por ser un proyecto que involucra personas de diferentes carreras tiene un impacto grande en la sociedad , porque todos estamos comprometidos con el medio ambiente y sabemos que el camino por el que va la humanidad no es el correcto y aún hay muchas formas de remediarlas, pero el cambio tiene que comenzar ya, mediante tecnologías verdes que nos ayuden a revertir el impacto que ya hemos generado, esto es posible mediante la creatividad de los grandes pensantes, donde siempre buscan la manera de eficientar algo, ya sea algún proceso o alguna nueva tecnología en nuestro caso.

Los impactos que esperábamos era que funcionara , que se dejara de ser dependiente de grandes compañías que contaminan para tener electricidad, de no tener que invertir tanto para poder tener tu propia fuente de energía ,como es en el caso de los paneles fotovoltaicos, que tienen una inversión grande y no son tan eficientes , pero al final valen la pena ya que no hay más formas de aprovechar la energía solar, y este proyecto tiene la ventaja que se puede hacer con materiales fáciles de conseguir y su precio no es tan elevado.

Me siento capaz de poderlo hacer, siempre y cuando cuente con personas también comprometidas que les interese el proyecto y no se den por vencido aunque no suene tan convincente el proyecto al principio, pero para saber que vamos en dirección correcta es importante organizarnos, para no estar dispersos y poder llevar el proyecto a cabo, en nuestro caso comenzamos utilizando una plataforma (Asana)que nos ayudó a estar organizados, creando cronogramas de trabajo para ver cómo íbamos avanzando según fuera pasando el tiempo. de esta manera nos pudimos dividir el trabajo y poder trabajar con más facilidad según lo que más fácil se nos hiciera, por nuestras habilidades

Este proyecto beneficiaría principalmente a la clase baja y media, ya que por ser una tecnología barata se podría implementar en comunidades rurales para que puedan abastecerse de electricidad y ya no estará en oscuridad por las noches, no tendrían que ir a pueblos para comunicarse por teléfono, y podrían tener mejor servicio médico.

Beneficiaria a la clase media en la inversión, ya que es poca y sus beneficios son grandes, tendrían un ahorro grande en su economía familiar, ya que no se tendrían que preocupar por pagar facturas de luz, sino por darle mantenimiento al equipo.

Javier García Baeza

El proyecto en el que se trabajó busca resolver el suministro energético de un modelo de transporte público que beneficie a la mayor cantidad de personas posibles, disminuyendo los tiempos de traslado de la mayor cantidad de personas posibles, por lo que cada decisión que se tomó se hizo pensando en los posibles impactos que pudieran tener en la sociedad, siempre buscando el mayor bien para la mayor cantidad de personas posibles. Lo mismo se hizo en el diseño del sistema energético; en donde se tomó la decisión de crear un prototipo con el menor impacto ambiental y social posible que además de alimentar al sistema de transporte, pueda ser escalado a otros aspectos de la vida diaria de las personas.

Es obligación de toda persona que piense innovar, o que trabaje en cualquier tipo de prestación de servicio, tener como premisa el bien común; motivarse para trabajar pensando en como satisfacer las necesidades del mayor número de personas tratando de erradicar las externalidades.

Este proyecto busca beneficiar a la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara que se ve afectada por la mala calidad del aire que ha generado el incremento desmedido de automóviles, así como a las personas que se ven afectadas por los largos tiempos de traslado debido a que no tienen otra alternativa a los deficientes sistemas de transporte colectivo de la ciudad aunado al alto índice de motorización de la metrópoli.

Trabajar en este PAP me ayudó a ver la capacidad de crítica y observación que me ha dejado la carrera de Ingeniería Ambiental, la cual me permite tomar decisiones para prever o resolver externalidades e impactos al medio ambiente, que repercuten en problemas sociales y mala calidad de vida de las personas

6.3 Aprendizajes éticos

Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro Ing Mecanica

En base a las decisiones que tome, siento que fueron muchas, y por la cantidad hubo cuales en las que no tome la mejor opción. Tuvieron consecuencias como ligeros desajustes en lo movimientos de los brazos, por ejemplo. Así también como las fugas que se presentaron al calarlo con agua. Sin embargo creo que se realizó un excelente avene y trabajo; se desarrolló bastante en el poco tiempo que se nos otorga para entregar resultados.

Mis planes son diferentes completamente a lo que la mayoría de los universitarios que se deciden como por elegir una maestría, sin embargo, el saber que se pueden complementar la teoría de los cursos con la experiencia que da el trabajo en campo es gratificadora.

Alfredo Andarcia Ing Mecanica

El diseño de la estructura, la tome porque era la más fácil de construir, muy versátil, compacta y muy eficiente, una de sus consecuencias podría ser que no es el mejor material para esta aplicación.

Me vi muy involucrado en todo lo relacionado a la manufactura de la estructura, por lo mismo me toco tomar muchas decisiones a lo largo de la construcción, ya que teníamos que revisar si dicho cambio nos podía afectar en otros componentes.

Me motiva a seguir estudiando, a no darme por vencido, a saber, que tengo buenas ideas y que se pueden llevar a cabo, a no subestimar y a no darme por vencido, que, aunque yo crea que no conozco mucho de mi carrera aún me falta un largo trayecto donde en el seguiré estudiando para ser un mejor ingeniero, y poder ayudar a mitigar nuestra huella de carbono en el mundo, ya que este proyecto me ayudó a saber lo que me gusta y a lo que me pudiera dedicar el resto de mi vida.

Ejercer mi profesión de manera paralela con el medio ambiente, sin afectar de manera negativa, solo para bien, ya que quiero vivir en un lugar donde el aire sea limpio, y donde todas las personas tengan acceso a los servicios públicos, generando un cambio de conciencia y vean que estaban equivocados, vean que la economía no solo gira alrededor de petróleo, que se puede vivir en armonía, aprovechando los medios que nos brinda las fuerzas naturales como la energía solar, eólica, mareomotriz, etc. y así sean utilizadas en pro de la vida.

Javier García Baeza

Las decisiones que se tomaron en este PAP fueron sobre el tipo de colector solar y el motor a emplear para bombear agua, y se tomó la decisión de experimentar con un motor Stirling para el bombeo de agua. Se tiene la intención de escalar este proyecto al uso residencial o agrícola, lo cual tiene un alto potencial de disminuir el consumo energético a la red pública de un gran número de personas; lo cual beneficiaría directamente a sus bolsillos y disminuiría el gasto de energías que perjudiquen al medio ambiente.

Esta experiencia me invita a luchar para que otras personas hagan conciencia acerca de las externalidades sociales y ambientales que una simple actividad de la vida cotidiana, como como la compra de un producto o algo más complejo como la fuente de energía que utilizamos, puede tener. También soy más consciente de la importancia de formar personas críticas que se pregunten acerca de lo que en verdad implica seguir viviendo con el modelo energético actual, y que se den cuenta de cómo el sacrificar un poco de su comodidad podría beneficiar a muchísimas personas, (dejar el coche en casa por ejemplo).

6.4 Aprendizajes en lo personal

Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro Ing Mecanica

Se trabajó en equipo con muchos compañeros, no solo los del motor solar, si no que tambien con diferentes personalidades a las cuales tuve que aprender a llevarme con ellos para poder trabajar mano a mano y avanzar juntos. Por lo que creo que la paciencia con trabajo a presión fue un muy buen aprendizaje que me llevo: a aprender cómo controlarlo y salir satisfactoriamente de las diferentes problemáticas que se presentan.

Alfredo Andarcia Ing Mecanica

Este PAP me enseñó a que me puedo acostumbrar a trabajar con personas de distintas carreras que piensan diferente a mí, pero que por medio de la comunicación se puede salir adelante, integrando como piensan los demás para así poder resolver problemas en común, que en este caso era la realización de un prototipo estructural que ayuda a alimentar el motor Stirling.

Me sirvió para ver la realidad social, donde no solo nos tenemos que casar con una sola forma de obtener energía solar a través de los paneles fotovoltaicos, sino que hay otros métodos como es el caso de los concentradores solares para la producción de energía eléctrica, que al final es mucho más eficiente y mucho más económico que los paneles fotovoltaicos. Estas tecnologías son al final una manera alterna de generar electricidad a partir de un recurso renovable y que nos ayudan a deslindarse de la quema de minerales fósiles para la obtención de dichas energías.

Me ayudó a no cerrarme solo en una manera de ver las cosas, que todo se puede ver de diferentes ángulos, que aunque uno esté trabado con un problema porque pensaba que es más complicado que lo que en realidad parece está bien, y hay personas que lo ven más sencillo o le saben dar la vuelta, eso lo aprendí en este proyecto, que no solo hay un punto de vista, y que en el trabajo en equipo se puede

contar para poder llevar algo a cabo , un proyecto, una misión, siempre y cuando exista una organización y una buena comunicación.

Que no me tengo que dar por vencido, que siempre se puede investigar y aprender más todos los días, y esos recursos te harán rico de conocimiento, algo que vale mucho si lo puedes utilizar en tu proyecto para q todo se pueda solucionar y llevar a cabo.

Javier García Baeza

El PAP me permitió conocer y acoplarme con la forma de trabajo de personas con aptitudes, cualidades y personalidades diferentes a la mía, requirió que prestara atención a lo que mis compañeros aportaran para después discutir sin faltarle el respeto a nadie. También me ayudó a comprender los perfiles de trabajo que adquieren otras ingenierías y que el enfoque social que tiene la Ingeniería Ambiental no lo tienen las demás carreras, pero es posible hacerle ver a otros profesionistas como cualquier problema puede abordarse para que beneficie a la mayor cantidad de personas, sin descuidar la economía y el medio ambiente.

Capítulo VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Este PAP comenzó con objetivos muy distintos a los que terminó. Se comenzó con tres proyectos, el prototipo de movilidad tribológica, el motor solar Stirling y de adecuación urbana. Después se decidió centrarnos en un sólo objetivo, prototipo de movilidad el cual iba a ser impulsado por el motor Stirling. El equipo del motor Stirling se documentó durante todo el semestre acerca de esta tecnología y se construyó un modelo semifuncional, tanto en computadora como en físico

Trabajar en el diseño de una propuesta tan innovadora como utópica desde cero es más complejo de lo que parece. Y buscar dar la energía necesaria a un proyecto del que aún no se conoce mucho puede ser aún más complicado. Pero con arduo trabajo es posible llevar un proyecto de esta magnitud a cabo, con dedicación, compromiso e interés.

El pap requirió de mucha dedicación en la búsqueda de soluciones, para distintos problemas a la hora de diseñar y construir dicho prototipo, esto funciono para aumentar nuestro conocimiento sobre materiales y como es la programación en las máquinas de control numérico, donde se llevó a cabo los cortes laser de la madera.

Esta parte del PAP se trabajó con materiales que no son de exposición permanente al sol, pero hay que tomar en cuenta que esta fase solo es la prueba de concepto, una vez que se haya puesto en

prueba que lo que plantea en la hipótesis es correcto se podrían seleccionar nuevos materiales que ahora ya sean más resistentes a la exposición solar.

Durante este PAP se decidió comprar componentes ya que diseñar es muy complicado y lleva mucho tiempo, por lo que se decidió comprar esos componentes para poder experimentar y aprender más acerca del mismo, para poder en un futuro rediseñar a nuestra necesidad un motor Stirling.

Se realizó una memoria de cálculo la cual tomó datos de la estación meteorológica del ITESO, datos de irradiancia solar con los cuales se estableció la cantidad de energía que puede determinar la potencia

teórica del motor Stirling por medio de ecuaciones de transferencia de calor, cuya potencia sin estructura llegó a ser de 13 W, pero con la estructura y el seguimiento solar no dudamos que la potencia aumente.

Se terminó de diseñar una estructura capaz de concentrar la energía solar a la punta de un motor Stirling, del cual se encontró que tiene una potencia de 13 Watts funcionando con la energía concentrada por un lente Fresnel. La estructura es capaz de seguir al sol, sin embargo no fue posible experimentar con el sistema de seguimiento solar puesto que la bomba no quedó bien sellada. Se dejó el prototipo listo a un 90% y habrá que reajustar los materiales que sostienen la bomba y resolver el problema del sellado de la flecha al balero de la bomba para bombear agua, y posteriormente conectar el sistema de seguimiento solar a la estructura.

7.2 Recomendaciones

Hugo Armando Ruiz Velasco Navarro Ing Mecánica

El proyecto en sí constó de un verdadero trabajo en elaboración de diseños computacionales, teóricos y descritos a mano alzada en cuaderno, y formalizado hasta presentar un prototipo funcional. Aunque sabíamos que este sistema de bomba no era el más eficiente, lo desarrollamos como antecedente del proyecto en el semestre pasado que refería a bombear dicha agua con el motor solar.

Aunque el desarrollo del mismo tiene que continuar, se necesitan de ingenieros con bastante idea de lo que se llama trabajar y con ideas innovadoras para resolver los problemas que esto refiere, se necesitara bastante trabajo en la mejora del diseño, en su experimentación, en la programación del seguidor, así como en la prometida escalabilidad.

Javier García Baeza

- Destinar más del 70 % del tiempo de PAP a trabajar en laboratorio, talleres o fuera del salón de clase, prácticamente desde la segunda o tercera semana, con la intención de avanzar más en los entregables.
- Para el prototipo que se entregó este semestre recomiendo rediseñar la flecha que sale del volante de inercia para que quede sellada a la bomba y cambiar la propela. También recomiendo rediseñar la cavidad que funciona como bomba con la intención de dejarla bien sellada para que no tenga fuga de agua.
- Una vez sellada la bomba y el balero que la sostiene y permite el giro de su flecha, el motor Stirling debe ser capaz de bombear agua sin problema. Una vez bombeando el agua, recomiendo hacer mediciones del gasto o litros por minuto que bombea el prototipo y terminar de instalar los motores de paso que van conectados al sistema de seguimiento solar.
- Si al momento de ajustar todos estos detalles hay buen bombeo de agua, recomiendo replicar la estructura del prototipo con algún otro tipo de material más resistente al sol y otras condiciones climáticas.

Referencias bibliográficas (sistema APA). [Los documentos bibliográficos utilizados para la elaboración de los marcos conceptuales y demás apartados del reporte].

Informador, E. (2014). Obtenido de <http://www.informador.com.mx/economia/2014/517321/6/jalisco-importa-97-de-su-electricidad.htm>

Enerdata. (2015). Yearbook Enerdata. Obtenido de <https://yearbook.enerdata.net/#energy-primary-production.html>

IEA. (2015). Obtenido de <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/mexico/name-38698-en.php?s=dHlwZT1jYyZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjcnVtYil-PGEgaHJIZj0iLyl-SG9tZTwwYT48c3Bhbj4gJmd0OyA8L3NwYW4-PGEgaHJIZj0iL3BvbGljaWVzYW5kbWVhc3VyZXMvIj5Qb2xpY2llcyBhbmQgTWVhc3VyZXM>

IEA. (2016). Obtenido de <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/mexico/name-153753-en.php?s=dHlwZT1jYyZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjcnVtYil-PGEgaHJIZj0iLyl-SG9tZTwwYT48c3Bhbj4gJmd0OyA8L3NwYW4-PGEgaHJIZj0iL3BvbGljaWVzYW5kbWVhc3VyZXMvIj5Qb2xpY2llcyBhbmQgTWVhc3VyZXM>

Perlin, B. a. (2000). A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology.

Popular Science Monthly. (1929).

SEGOB. (2014). Obtenido de
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342501&fecha=28/04/2014

Meléndez, V. (2012, 09). Contaminación de Guadalajara, la más riesgosa para la salud pública. El Informador. Obtenido 09, 2016, de
<http://www.informador.com.mx/jalisco/2012/407886/6/contaminacion-de-guadalajara-la-mas-riesgosa-para-la-salud-publica.htm>

"Solar Energy Technology | ESW Renewable Energy Study." 2014. 22 Sep. 2016
<<https://eswrenewableenergystudy.wordpress.com/2012/06/07/solar-energy-technology/>>

Monreal Cruz, Jorge Alejandro. (2012). DISEÑO DE UN CONCENTRADOR SOLAR LINEAL TIPO FRESNEL DE BAJA ENTALPÍA PARA CALOR DE PROCESOS. Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana.