

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science  
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela  
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET,  
DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar /  
www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

# COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR THE INDUSTRIALIZATION OF THE TROPICAL FRUIT PRODUCT: PINEAPPLE<sup>1</sup>

Acoplamiento de un concentrador solar escalonado, como fuente de energía para la industrialización del producto frutícola tropical: Piña.

Gianpaolo Fontana Llerandi<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The General objective of this work is to develop a methodology to build a team of solar concentration for the generation of thermal power required for the tropical fruit product industrialization: pineapple. We identified the stages where the thermal power was the main energy required, in addition to the quantification of energy demand, estimating the cost of implementation of the coupling of a solar concentrator with one reflecting surface less than 11 m<sup>2</sup> and considering a financing option. It intends the coupling of a segmented solar concentrator, allowing its theoretical capacity of solar concentration to obtain temperatures close to 650 °C, sufficient for the needs of some teams that take part in the process of "two diameters" to obtain processed pineapple.

**Keywords:** industrialization, pineapple, thermal energy, solar concentrator.

## RESUMEN

El Objetivo General de este trabajo es desarrollar una metodología para acoplar un equipo de concentración solar para la generación de la potencia térmica requerida para la industrialización del producto frutícola tropical: piña. Se identificaron las etapas donde la potencia térmica era el principal energético requerido, además de la cuantificación de la energía demandada, estimando el costo de implementación del acoplamiento de un concentrador solar escalonado con una superficie reflejante menor a los 11 m<sup>2</sup> y planteando una opción de financiamiento. Se propone el acoplamiento de un concentrador solar segmentado, ya que su capacidad teórica de concentración solar permite obtener temperaturas cercanas a los 650°C, suficientes para las necesidades de algunos equipos que intervienen en el proceso de los "dos diámetros" para la obtención de piña procesada.

**Palabras clave:** Industrialización, piña, energía térmica, concentrador solar.

<sup>1</sup> Tesis 2011 para optar al Grado de Master of Science in Mechanical Engineering, de Tecana American University (TAU).

<sup>2</sup> Profesor-investigador; Ingeniería Ambiental, Instituto de Industrias; Universidad del Mar, campus Puerto Ángel; Distrito de San Pedro Pochutla, Oaxaca, México.  
e-mail: fontana@angel.umar.mx, fontanall@gmail.com

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, tiene como finalidad la elaboración de una propuesta para implementar una mejora energética en una planta agroindustrial, cuyo estudio forme parte del acervo desconocimientos del área de la industria alimenticia y de las energías alternativas. Unos de los problemas más recurrentes que fueron observados en las industrias conserveras existentes en México, fueron en su generalidad:

La falta de metodología para seleccionar equipos.

- 1) El no considerar factores regionales para el aprovechamiento adecuado de los recursos energéticos disponibles.
- 2) Baja eficiencia en la producción.
- 3) La falta de investigación en nuevos productos y nuevas tecnologías.

Como aspectos fundamentales, para solucionar estos problemas se proponen los siguientes puntos:

- 1) Considerar factores regionales importantes como son: económicos, culturales, condiciones atmosféricas, condiciones de insolación, etc., para poder aprovechar los avances tecnológicos empleados en la manufactura de alimentos.
- 2) Aumentar la eficiencia de los procesos de producción, sugiriendo sistemas para reducir los desperdicios, y los gastos infructuosos.

Se presenta el análisis, estimaciones, evaluaciones y conclusiones referidas al propósito de acoplar un concentrador solar escalonado, para obtener la energía requerida en el procesamiento industrial de la piña, (*Ananas Comosus L.*). Se ha seleccionado a este fruto, debido a que el equipo y maquinaria utilizados para procesarlo son utilizables también para el procesamiento de otros tipos de frutas tropicales, (Coronado, 1980). En México, el cultivo de la piña se concentra mayoritariamente en algunas regiones de los Estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Nayarit, y en menor escala en Chiapas, Jalisco, Guerrero, Quintana Roo y Tamaulipas (SIAP, 2009); es ahí donde se localizan la mayoría de las industrias que la procesan. La variedad más cultivada es la Cayena Lisa (*Smooth*).

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Estas amplias zonas de clima tropical y subtropical, permiten suponer que el cultivo de la piña es susceptible de extenderse hasta cerca de 60,000 hectáreas, además de introducir o incrementar su cultivo en otros Estados de la República Mexicana

## ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El problema se planteó como la determinación de la cantidad de energía térmica que requiere la industria conservera para realizar sus procesos de aprovechamiento de la fruta tropical: piña, a fin de evaluar una alternativa para suministrarla mediante el acoplamiento de un concentrador solar de tipo escalonado con una superficie reflejante no mayor a los 11 m<sup>2</sup>. Se considera fundamental aprovechar el factor geográfico regional para cuantificar la radiación global incidente en las localidades mexicanas donde se cosecha piña, por lo que se empleó el método empírico deducido por Jeevananda (1971), el cual, además de los datos de insolación, se emplea parámetros específicos de la localidad, tales como latitud del lugar, longitud promedio del día, y número de días lluviosos en el mes, así como la humedad relativa promedio por día. Debido a que todos los datos pueden obtenerse directa o indirectamente para diferentes partes de la República, se considera que los mapas de insolación elaborados por Almanza (1994), usados como referencia estarán dentro de  $\pm 10\%$  de precisión, verificándose que las principales zonas de producción de piña en México, están ubicadas en zonas con una alta insolación y por lo tanto la opción solar podría ser una alternativa eficiente para sustituir el aprovisionamiento energético tradicional.

## JUSTIFICACIÓN

Debido a que la fruta tropical: piña tiene un bajo tiempo de disponibilidad en anaquel para consumirse fresca, se requiere del procesamiento industrial de este producto, para que pueda suministrarse a los centros de consumo, lo que representa una alternativa de comercialización para los productores, obteniendo mejores ingresos, ya que las zonas rurales de México, presentan un índice de marginación y pobreza superior a los que se presentan en las zonas urbanas; se pretende que este trabajo contribuya a la

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

transferencia de tecnología que requiere el sector agrario, aprovechando, la energía obtenida por el sol - una fuente de abastecimiento completamente limpia, sin desechos, gratuita y prácticamente inagotable- que no es utilizada en nuestro país de manera intensiva. El interés por lograr que México utilice la energía solar más intensamente, motiva este trabajo; teniendo la posibilidad de desarrollar una aplicación de uso inmediato en las comunidades rurales costeras del País.

Se propone incorporar al proceso de industrialización del producto frutícola tropical: piña, un dispositivo que permita la concentración de la energía solar, que permita la generación de potencia térmica y obtener vapor de agua a la temperatura requerida en alguna de las diferentes etapas del proceso.

## Delimitación

Se llevaron a cabo investigaciones de campo en áreas de cultivo y plantas procesadoras de piña. Se llevaron a cabo visitas, a las zonas de Villa Isla, Playa Vicente, Los Tuxtlas, y Rodríguez Clara, en el Estado de Veracruz; y en Loma Bonita en el Estado de Oaxaca, México. Estas visitas se desarrollaron en diversas temporadas a lo largo de diez años de experiencia profesional. Se recopiló y revisó información disponible en medios electrónicos e impresos, tomando como fuentes publicaciones de instituciones oficiales mexicanas, vigentes y extintas; además se consultó información de boletines especializados.

## OBJETIVOS

- 1) Identificar los avances teóricos y tecnológicos que permitan la implementación de fuentes alternas de energía en procesos que la industria alimenticia emplea cotidianamente, incidiendo en una reducción de los gastos de operación de una planta agroindustrial, donde la materia prima sea: piña.
- 2) Analizar la aplicabilidad de un concentrador solar segmentado para la generación de la potencia térmica requerida para la industrialización de la piña.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

- 3) Justificar la propuesta del aprovechamiento de la energía solar, en la determinación de un potencial competitivo de insolación empleando el método empírico deducido por Jeevananda (1971), constatando que las principales zonas de producción de piña en México, están ubicadas en zonas con una alta insolación.
- 4) Establecer la secuencia de construcción de un concentrador solar de 5 KW/hr, el cual permita el ajuste individual de cada uno de los espejos planos que lo constituyan, permitiendo obtener un bajo costo de construcción y mantenimiento.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PIÑA Y SU INDUSTRIALIZACIÓN

La piña o ananá, está considerada como una de las frutas más representativas de las regiones tropicales, es originaria de América. El nombre de “piña”, le fue dado por los españoles, debido a la semejanza externa que existe con las piñas de las coníferas. Los indígenas nahuatl de México llamaban esta fruta “Matzatli” y los indígenas tahínos del Caribe “Ananá”. En los países tropicales, el cultivo de la piña se ha desarrollado progresivamente, primero para satisfacer las necesidades alimenticias de las localidades nativas. Posteriormente, con la mejora de los transportes, ahora es posible que el fruto se disfrute en todo el mundo. Sin embargo, el tiempo que requiere el transporte del producto, condiciona la posibilidad de consumirlo fresco. Es por esto, que la piña en conserva, sea la presentación más común en los centros de consumo internacional. Actualmente, las más grandes industrias empacadoras de piña, pertenecen a grandes transnacionales, y se localizan principalmente en las zonas productoras de Veracruz y Oaxaca. Sin embargo, también existen pequeñas fábricas, que se encuentran localizadas en estos mismos Estados e inclusive en la Ciudad de México, en Nuevo León, Jalisco y Nayarit, las cuales abastecen de piña semiprocesada (pelada, partida y congelada) a las grandes compañías que generalmente destinan su producto final a la exportación.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## REGIONES PIÑERAS EN MÉXICO

Las regiones de México donde se cultiva piña, tienen por lo general precipitaciones anuales de 2000 mm, con lluvias distribuidas durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre. El periodo de sequía comprende de Marzo a Junio. Las temperaturas de esas zonas son de 17°C a 40°C, con temperaturas medias de 31°C en Primavera y Verano y de 22°C en Invierno, (Coronado, 1980; SMN-CNA, 2010). En México existen varias regiones tropicales, localizadas principalmente en la zona del Golfo de México, que ofrecen condiciones ideales para el cultivo de la piña. Se tienen referencias de que esta fruta ya se desarrollaba en forma silvestre en diversas zonas de esta región desde épocas prehispánicas, y posteriormente su cultivo adquirió importancia comercial en Amatlán de los Reyes, cerca de Córdoba, Veracruz.

## VARIETADES QUE SE CULTIVAN EN MÉXICO

La piña pertenece a la familia de las bromeliáceas, género *anana* y especie *sativa*.

Las variedades que nuestro país cultiva son las siguientes:

- a) Española roja.- Se caracteriza por su alto contenido de azúcar, pero no reúne las condiciones para su comercialización e industrialización intensiva; su demanda cada vez es menor.
- b) Cabezona.- Es una variedad de color casi blanco y sumamente aromática; característica que la hacen muy solicitada en la industria refresquera.
- c) Esmeralda.- Variedad con un exquisito sabor y un color atractivo, pero poco resistente a las maniobras comerciales. Se considera la mejor variedad para su consumo como fruta fresca, pero debido a que su transportación es difícil, generalmente se descarta su industrialización y exportación.
- d) Cayena Lisa.- Esta variedad es la que reúne las características físicas y organolépticas apropiadas para la industrialización; su elevado rendimiento y hojas no espinosas, además de su relativa resistencia para el manejo comercial, genera una gran demanda dentro de la industria conservera, lo que justifica el interés sobre esta variedad, en relación con las demás.

## **NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## **INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PIÑA**

Actualmente el fruto de la piña se consume en estado fresco, refrigerado y en conserva. Esta última forma de consumo es la que generan las plantas procesadoras, y cuyas producciones están enfocadas a obtener principalmente rodajas enteras y troceadas, los desechos que se generan al elaborar estos productos son aprovechados en la elaboración de jugo de piña y piña molida –este producto es equivalente a la pulpa, debido a que la piña presenta alto contenido de fibras, no se obtienen consistencias similares a la pulpa de otros frutos.

## **PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS**

Como se indicó anteriormente, durante la industrialización del fruto se pretende obtener rodajas enteras y troceadas (medias rebanadas y triángulos), jugo y piña molida. Sin embargo, con el aprovechamiento integral de la materia prima, es posible la obtención de otros subproductos, como son: alcohol, vinagre, ácido cítrico, jarabe, bromelina, fertilizantes, celulosa, alimento para ganado y otros. De estos subproductos, se analizará únicamente el método de obtención del alimento para ganado (salvado de piña), ya que para su obtención no se requieren de complejos procesos químicos que serían necesarios para elaborar los otros subproductos, (Coronado, 1980).

## **Equipo que requiere potencia térmica en el método de “los dos diámetros”**

### **Equipo para preparación del almíbar**

La preparación del almíbar se realiza utilizando las pailas o marmitas; para disolver el azúcar en el agua y lograr que la solución presente condiciones homogéneas, se emplea un agitador de propelas accionado por un motor eléctrico que gira a 1750 rpm y que se puede retirar una vez que el almíbar está listo para envasarse.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

### **Equipo para dosificación y deareado del almíbar**

Las latas que han sido cargadas con las rodajas de piña, ingresan a la máquina dosificadora de almíbar mediante un transportador alimentador sincronizado con un tornillo helicoidal, el cual proporciona el espaciado adecuado entre cada lata. Este recipiente cuenta en su interior con un serpentín con circulación de vapor, que permite conservar caliente el almíbar a surtir, a temperaturas controladas por un termostato. En la siguiente sección de proceso, se realiza un precalentado de las latas para conseguir la temperatura de cierre requerida y eliminar las burbujas en el almíbar y en las rodajas. La temperatura de cierre se logra por medio de la adición de calor antes de pasar al engargolado de envases; esto se puede conseguir surtiendo un chorro de vapor proporcionado por la máquina engargoladora, sin embargo el procedimiento normalmente usado consiste en hacer pasar los envases a través de un túnel con una atmósfera a alta temperatura provocada por una tubería de vapor. A este equipo se le conoce con el nombre de “*exhauster*”. Dentro del túnel deareador.

### **Equipo para esterilizar y enfriar el producto**

El equipo actualmente utilizado en el método de los “dos diámetros”, es el esterilizador/enfriador continuo. La máquina recibe las latas provenientes del “*exhauster*”, y a través de su alimentador las introduce en la unidad esterilizadora. El esterilizador, es de sistema abierto a la atmósfera, normalmente lleno con agua a 2/3 de su capacidad total, la cual es calentada por inyección directa de vapor a través de una tubería localizada en el fondo del recipiente y que va a todo lo largo del depósito.

### **Generador de vapor**

El método de “dos diámetros”, emplea un generador de vapor con capacidad de 150 CC, con todos sus accesorios y controles que le permiten operar automáticamente. El equipo incluye un quemador para combustible diesel o gas L.P.; esta unidad conforma un paquete integral que puede operar de forma inmediata al ser conectada a las líneas de abastecimiento de combustible, electricidad, agua de alimentación y de vapor de descarga.



## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

### Cuadro 1.

**Especificaciones y dimensiones de una unidad generadora de vapor, empleada en el método de “los dos diámetros”.**

Capacidad	176 CC Suministrados a una presión de 7 Kg/cm <sup>2</sup>
Suministro de calor	1,265,305 Kcal/ hr
Evaporación equivalente	2,347 Kg/hr
Presión máxima de vapor	19.3 Kg/cm <sup>2</sup>
Consumo de Combustible líquido	174 lts/hr con suministro máximo de vapor
Consumo de combustible gaseoso	165.7 m <sup>3</sup> /hr con suministro máximo de vapor
Eficiencia térmica a mínima capacidad	80 %
Abastecimiento de agua	3, 111 lts/hr
Contenido de agua en operación	68 lts
Motor eléctrico	15 HP 3 fases, 220 Volts @ 60 Hz.
Superficie de calentamiento	22.5 m <sup>2</sup>
Largo total	2.16 m
Ancho total	1.39 m
Altura total	2.46 m
Peso	2,132 Kg

### **Concentrador solar como generador alternativo de potencia térmica**

En este apartado, se pretende ofrecer una introducción a los aspectos tecnológicos relativos a la utilización de la energía solar como fuente de energía para obtener calor transformable directamente en vapor de agua para el proceso de enlatado de piña. Algunos de los temas tratados en esta sección del capítulo son todavía objeto de investigación continua, lo que pone de manifiesto la actualidad e interés de los mismos.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

### Radiación solar en la República Mexicana

Al elaborar mapas climatológicos de radiación solar, es común emplear mediciones de radiación total en su forma directa más difusa, medida en unidades de energía por unidad de tiempo por unidad de área sobre un plano horizontal, mediante un piranómetro, sin embargo, en usencia de éstos es factible emplear relaciones empíricas para estimar la radiación global a partir de las horas de insolación, porcentaje posible de insolación o nubosidad. Al emplear datos de insolación para obtener empíricamente, mediante varios métodos la radiación total, se estima su aproximación con un error de un  $\pm 10\%$ , (Almanza,1994).

### Descripción del método de medición

Se ha demostrado que las sumas diarias de radiación solar, son función de la duración de insolación para una localidad particular (Angstrom, en Almanza, 1994). Procedimientos similares han sido desarrollados por Fritz, Page, Black y Sivkov, donde la relación, entre ellas es:

$$H = H'_0 ( a' + b' S / S_0 ) \quad (1)$$

Donde:

$H =$  Radiación global diaria promedio horizontal para el periodo encuestión (por ejemplo: mensual).

$H'_0 =$  Radiación global diaria promedio horizontal para un día claro del periodo en cuestión;

$a', b' =$  Constantes que relacionan la radiación y la insolación , las cuales dependen de la localidad y del clima;

$S =$  Horas promedio diarias de insolación para el mismo período;

$S_0 =$  Horas diarias máximas de insolación que serían posibles, estimando que no existe obstrucción en el horizonte para el periodo en consideración

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Sin embargo como  $H_0'$  no puede obtenerse sin mediciones de radiación local, y ante el inconveniente de definir lo que es un *día claro*, Page (1964) modificó este método para no requerir  $H_0'$ . Con base en la radiación extraterrestre sobre una superficie horizontal, a fin de obtener la radiación global diaria promedio:

$$H = H_0 \square (a + b S / S_0) \quad (2)$$

Donde:

$H_0'$  = Radiación fuera de la atmósfera para la misma localidad, promediada para el periodo en cuestión; su valor puede ser calculado o deducido de gráficas;

$a, b$  = Constantes que relacionan la radiación y la insolación, las cuales dependen de la localidad y del clima;

$S, S_0$  = Mismo significado que en la ecuación (1).

El método general para obtener radiación a partir de datos de insolación consiste en determinar los coeficientes  $a$  y  $b$  para una localidad donde los dos tipos (insolación y radiación) de datos se encuentren disponibles. En el caso de México, debido a la ausencia de datos de radiación para las diferentes localidades, su aplicación es difícil; sin embargo, puede utilizarse en aquellas donde el clima y tipo de vegetación son conocidos; al respecto, Lof (1966) llegó a obtener las constantes  $a$  y  $b$  para diferentes localidades del mundo, inclusive con climatología y vegetación muy diferente entre sí; a pesar de ello, un problema importante al aplicar estas constantes es que México tiene regiones montañosas que causan variación sustancial en la nubosidad entre localidades relativamente cercanas; además, existen zonas donde la topografía y el clima cambian bruscamente. Un ejemplo muy palpable, se puede corroborar en la zona del Estado de Oaxaca, México, donde debido a la abrupta orografía no es posible aplicar estas constantes de forma generalizada para todo el país. El método que se emplea para dar soporte a este trabajo, consultado de Almanza (1994), es el empírico deducido por Jeevananda (1971), que obtiene la radiación global con desviaciones menores del 10%.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Este método, adicionalmente de los datos de insolación, emplea parámetros tales como latitud del lugar, longitud promedio del día, y número de días lluviosos en el mes, así como la humedad relativa promedio por día. Debido a que todos los datos pueden obtenerse directa o indirectamente para diferentes partes de la República (en 38 localidades): de 30 años o más para 14 localidades, en 11 localidades promedios que abarcan más de 25 años, 3 localidades con promedios superiores a 15 años, 2 con diez o más años y las cuatro restantes presentan promedios con al menos siete años; por lo que se considera que el mapeo estará dentro de  $\pm 10\%$  de precisión, (Almanza, 1994). La expresión deducida por Jeevananda para estimar la radiación global total, en ly/día (1 ly = 1 Langley = 1 cal/cm<sup>2</sup> = 4.186 J/cm<sup>2</sup>) con datos medios mensuales, está dada por:

$$H = K \frac{(1 + 0.8p)(1 + 0.2 \lambda)}{\sqrt{h}} \quad (\text{ly/día}) \quad (3)$$

Donde:

$K = (\lambda N + \Psi_{ij} \cos \Phi) 10^2$ , en ly/día;

$\lambda = 0.2 / (1 + 0.1 \Phi)$ , (factor de latitud)

$N =$  Longitud promedio del día durante el mes, (se puede obtener con la ecuación (4));

$\Phi =$  Latitud del lugar, en grados;

$\Psi_{ij} =$  Factor de estación que depende del mes y localidad;  $j = 1$  paratierra adentro y  $j = 2$  para la costa;  $i = 1, \dots, 12$  que corresponde a los meses de Enero a Diciembre con los siguientes valores:

**NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science  
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela  
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET,  
DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar /  
www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

**Factores de estación según mes y localidad.**

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\psi_{11}$	1.28	1.38	1.54	1.77	2.05	2.30	2.48	2.41	2.36	1.73	1.38	1.17
$\psi_{12}$	1.46	1.77	2.05	2.15	2.05	2.05	2.10	2.17	2.14	1.96	1.60	1.43

**Tabla 23. Factores de estación según mes y localidad, según Jeevananda (1971).**

- p = n/N
- n = Horas promedio de insolación por día durante el mes
- t = r/M
- r = Número de días lluviosos durante el mes
- M = Número de días en el mes;
- h = Humedad relativa media por día en el mes

La longitud del día se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$N = 2 / 15 \cos^{-1} (- \tan \phi \tan \delta) \quad (4)$$

Donde:

$\delta$  = Posición angular del sol al mediodía solar con respecto al plano del ecuador (Cooper, 1969 en Almanza,1994).

**Mapas de radiación solar en México**

Consultando el anterior método, se decidió usar como referencia el mapa que elaboró (Almanza,1994); ver Gráfico 1; donde es posible conocer la radiación solar global media diaria, en ly/día, mediante el empleo de datos de horas de insolación. En el mapa correspondiente al promedio anual, se observa que las regiones de mayor radiación en la República son las del norte de Sonora y Chihuahua, que serían las más propicias para la ubicación de instalaciones que requieran de una

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

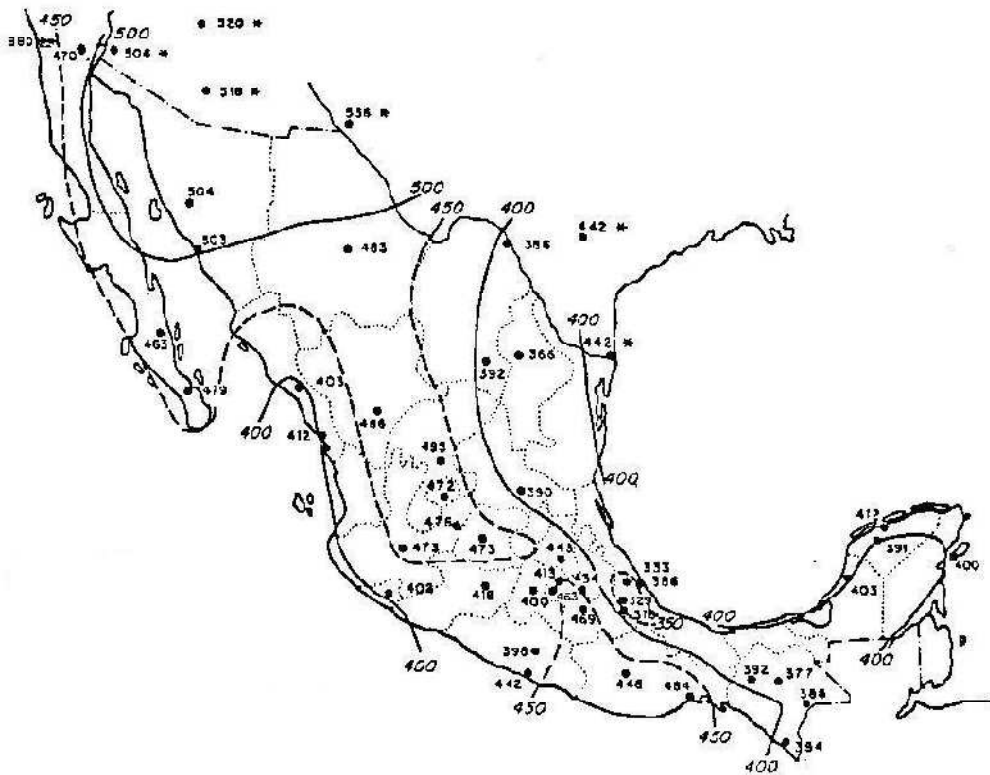
Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

incidencia alta de energía solar. Adicionalmente, se aprecian dos regiones bastante definidas, con más de 450 ly/día en el año; la primera, que abarca Durango, Zacatecas, Aguascalientes, la mayor parte de Guanajuato y el noroeste de Jalisco; y la segunda, que comprende una extensión bastante amplia de Puebla y Oaxaca. Es en la región de la Costa (Bahías de Huatulco – Puerto Ángel) de este último estado, donde se realiza este trabajo de investigación. Es importante indicar que los valores marcados sobre los Estados Unidos de América, fueron tomados de I. Bennett (1965) y J. Keyes (1974).

**Gráfico 1. Mapa de radiación solar anual de la República Mexicana.**



### Intercambiador de calor

Se espera que a medida que aumenta el tiempo de incidencia solar, también aumenta la penetración de calor a través de la pared hacia la

## **NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

cara fría. Esto ocurrirá si el mismo flujo de calor se remueve de la cara más alejada de la pared en la forma que ordinariamente fluiría a través de un plano en una pared infinita localizada a la misma distancia de la superficie caliente.

### **Sistema de generación de vapor**

El equipo de transferencia de calor se define por las funciones que desempeña en un proceso. El vapor y el agua de enfriamiento son servicios y no se consideran en el mismo sentido que las corrientes de proceso recuperables, por tanto el intercambiador de calor que se propone recuperará calor por parte del fluido de trabajo y generará vapor de agua requerido para el proceso de “dos diámetros”.

### **Zona de concentración**

La Zona de concentración, es el espacio físico donde se ubicará el colector solar; construido con dos placas de acero por entre las cuales se hará circular el líquido de transferencia de calor, dando como resultado un arreglo en forma de pared cuyo espacio entre las placas sea el sitio de intercambio de calor por conducción y convección forzada. El dispositivo debe ser resistente a la incidencia de la radiación solar concentrada y capaz de soportar una eventual reducción del caudal del líquido recirculado, en cuya eventualidad de flujo nulo, se calentaría a un máximo de 640 °C. Se deberá dimensionar para controlar la tasa de flujo de fluidos y la presión para satisfacer su aplicación.

### **Evaluación cuantitativa de captadores solares de placa plana**

Para la evaluación cuantitativa de captadores solares de placa plana o de enfoque, se puede considerar el modelo simplificado donde una placa plana se coloca de manera que incidan sobre ella los rayos solares. Para el análisis se supone que la temperatura del captador es uniforme y constante, y que la energía útil se extrae de la parte trasera de la superficie mediante un fluido en circulación. (Almanza, 1994).

Se observa cómo puede mejorar la eficiencia al usar una superficie selectiva (óxido de cobre) en lugar de pintura negra. En esta misma

**NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVICIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

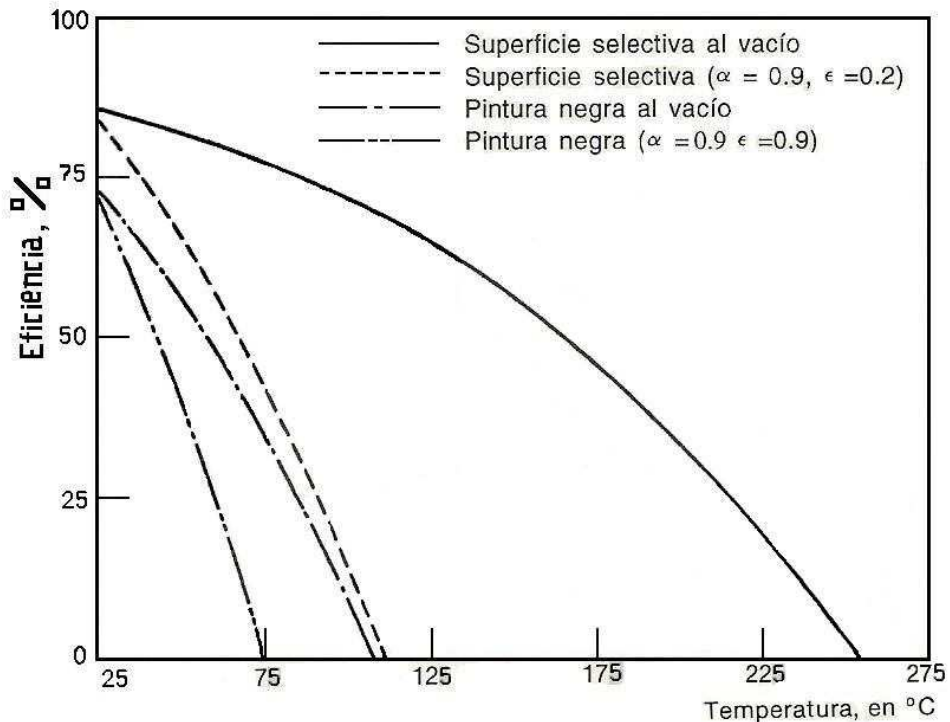
Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

figura se muestra cómo mejorarán las eficiencias si se evitan las pérdidas por convección al envolver el absorbedor en una cubierta sometida a presiones muy bajas, del orden de 10-2 mm de Hg. En el Gráfico 2 se muestran las eficiencias de un colector plano que recibe un flujo de radiación de 900 W/m<sup>2</sup>, siendo esta una radiación representativa de regiones con alta insolación durante el año, tal y como las zonas costeras de los Estados de Veracruz, Oaxaca, Nayarit o Jalisco.

**Gráfico 2.**  
**Eficiencia de un colector plano con radiación incidente de 900 W/m<sup>2</sup>.**





**NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

La materialización de esta etapa será mediante el empleo de un intercambiador de doble tubo. Cuyas partes principales son: dos juegos de tubos concéntricos, dos conexiones “tipo t”, un cabezal de retorno y un codo en “U”. El intercambiador de doble tubo es extremadamente útil y versátil, ya que puede ser ensamblado a partir de tubería estándar, proporcionando superficies de transferencia de calor a bajo costo. Los tamaños estándar de conexiones “tipo t” y cabezales de retorno se enlistan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Conexiones para intercambiadores de calor de doble tubo.**

Tubo exterior IPS	Tubo interior IPS
2	1 ¼
2 ½	1 ¼
3	2
4	3

Los intercambiadores de doble tubo generalmente se ensamblan en longitudes efectivas de 12, 15 o 20 pies, donde la longitud efectiva es la distancia en cada rama sobre la que ocurre la transferencia de calor y excluye la prolongación del tubo interior después de la sección de intercambio. Para arreglos estándar de tubos dobles, las áreas de flujo se dan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Áreas de flujo y diámetros equivalentes en intercambiadores de calor de doble tubo.**

Intercambiador IPS, pulgadas	Area de flujo plg <sup>2</sup>		Anulo en pulgadas	
	Ánulo	Tubo	de	d'e
2 x 1 ¼	1,19	1,50	0,915	0,4
2 ½ x 1 ¼	2.63	1.50	2.02	0.81
3 x 2	2.93	3.35	1.57	0.69
4 x 3	3.14	7.38	1.14	0.53

## **NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS**

### **Contexto**

El presente trabajo mantiene una adhesión a la Estrategia 15.12 Diversificar las fuentes primarias de energía; indicada en el Plan Nacional de Desarrollo de los Estados Unidos Mexicanos.

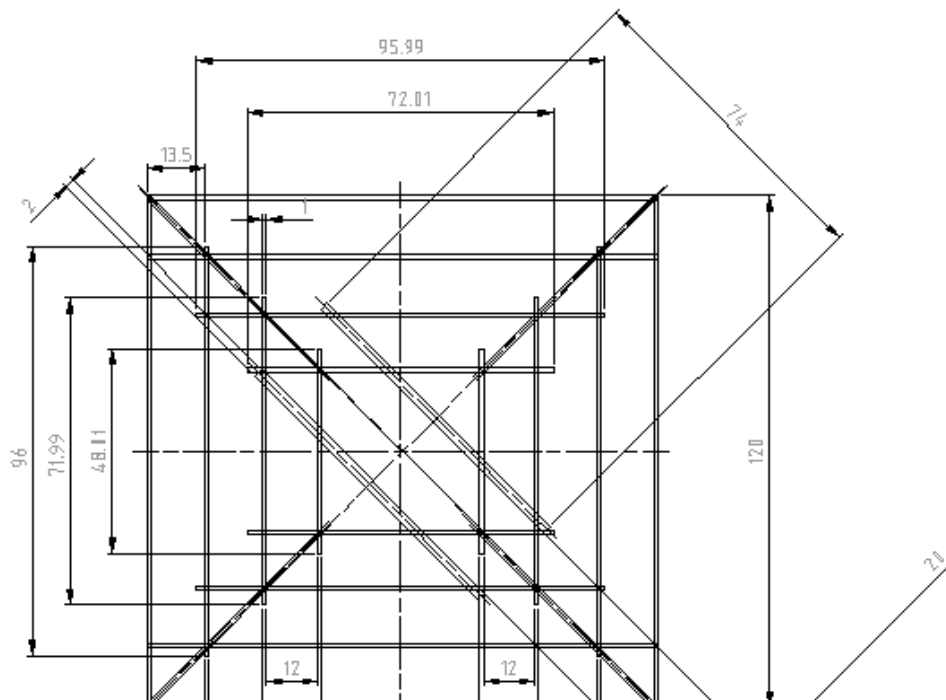
El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, se presenta, en cumplimiento al Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y se ha elaborado de acuerdo a lo establecido en la Ley de Planeación. Este Plan asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

### **Definición del prototipo**

#### **Concentrador solar escalonado.**

El concentrador solar escalonado, es una matriz de 116 espejos ordenada de tal manera que la superficie reflejante de cada unidad no interfiera con la de ninguna otra y permita que la luz solar incidente sea reflejada en un Colector. Cada unidad reflejante tiene forma cuadrada y un área de 1 ft<sup>2</sup>; cada espejo es montado en un marco soporte que cuenta con un bastidor que actúa como contrapeso, el conjunto se soporta en una base de estructura metálica. Ver Gráfico 3.

**Gráfico 3.**  
**Diagrama del concentrador solar escalonado.**



La luz del sol concentrada, teóricamente puede elevar la temperatura del Colector hasta cerca de los 640 °C, se aprovechará haciendo circular un fluido de transferencia de calor, con un alto punto de ebullición. El líquido a alta temperatura se canaliza a un intercambiador de calor donde cederá su calor al agua, obteniéndose el vapor de agua requerido para el proceso de enlatado de piña usando el método de los “dos diámetros”. La matriz de espejos y el colector se montarán junto con un Sistema Basculante, que lleva un contrapeso que permite dar estabilidad al Concentrador en su conjunto.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## SISTEMA PROPUESTO

### Ingeniería y Diseño

#### **Base de la estructura**

La selección del tipo de estructura reticulada de acero (*jackets*) obedece a que la magnitud de la fuerza del viento ha sido evaluada para fines de colocación en ambientes costeros de antenas de captación solar (fotoceldas) para la operación de boyas faro, (Mira, ETSINUPM,1977).

#### **Materiales de construcción**

Los materiales de construcción seleccionados corresponden a acero comercial debido a que el planteamiento inicial apegado a nuestros objetivos particulares, requiere que en cualquier región de la Costa Oaxaqueña (Pacífico Sur Mexicano) se pueda obtener el material estructural. Por lo que se considera adecuada la integración de piezas de "perfil cuadrado" (*cuadrado*) de 2 pulgadas formadas por acero 1018 *cold rolled*. El peso aproximado del concentrador solar (base escalonada y espejos), incluyendo contrapeso instalado, es aproximadamente de 1160 Kg.

#### **Soporte de espejos**

Para la instalación de cada uno de los 116 espejos de 12 pulgadas por lado, se propone que se empleen broches tipo resorte, los cuales se fijarán a su vez a los tornillos que sobresalen de la trama de la matriz. Los broches de resorte pueden elaborarse a partir de diferentes tipos de materiales. En la selección de su material, es necesario considerar el costo, peso, fuerza, elasticidad y mantenimiento. Se sugiere el empleo de la aleación 040- aluminio extruido, ya que tiene características mecánicas adecuadas y lo más importante, no requiere pintura protectora o recubrimiento anticorrosivo adicional.

Los espejos sugeridos son espejos de vidrio comercial sin tratamiento térmico, disponibles en las tiendas de suministro de materiales de construcción de casa-habitación.

#### **Disposición por estratos**

El soporte de espejos es el más voluminoso y destacable elemento del proyecto. A su vez es el más simple, ya que la incorporación por

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

estratos de los espejos permite que el área disponible sea efectiva; y debido a su proximidad, la resistencia de los largueros (marcos soporte) no se verá afectada. La matriz tendrá una forma de platillo que reduce el ancho necesario, es más fuerte que un marco plano y simplifica el montaje y soldadura. La base de la construcción es un cuadrado de 10 ft, al cual se le añaden bastidores en los laterales, con la finalidad redondear el borde, construido en capas mediante tubos de una pulgada de acero 1018.

### ***Zona de concentración***

La zona de concentración es el sitio donde físicamente será colocado el colector solar que simultáneamente es un intercambiador de calor. Por lo que su diseño debe enfocarse en obtener un dispositivo resistente a la incidencia de la radiación solar concentrada, capaz de soportar una eventual reducción del caudal del líquido de transferencia de calor, en cuyo caso se calentará a unos 640 °C. Su dimensionamiento permitirá controlar la tasa de flujo de fluidos y la presión alcanzada durante su funcionamiento.

### ***Intercambiador de calor***

El intercambiador de calor, será situado en el área de concentración de la luz solar, y básicamente se trata de una caja de acero inoxidable, de largo y ancho muy superior al espesor; por donde se efectuará una circulación forzada de líquido refrigerante. La superficie expuesta a la incidencia de la luz solar concentrada, presentará un comportamiento físico análogo al de una pared de espesor finito calentada por un lado. Debido a que la pared acoplada es relativamente gruesa, la distribución de temperatura distancia para un periodo corto después de que se ha hecho incidir la luz solar concentrada, será casi la misma que la que se considera de forma teórica para una pared de espesor infinito

### ***Sistema de generación de vapor***

El sistema de generación de vapor que se propone instalar es el del tipo más simple, llamado *fijo o generador de vapor con intercambiador con cabezal de doble tubo*.

## **NEGOTIUM**

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## **Pruebas**

El desempeño del colector se determina en una prueba previa al acoplamiento definitivo al intercambiador de calor de doble tubo.

Deberá colocarse una manguera conductora que permita la recirculación del líquido refrigerante hasta que las condiciones de flujo sean estables, determinando el caudal de circulación. Una manera de obtener el caudal de trabajo del concentrador, es cuantificando el tiempo, en segundos, requerido para llenar el volumen de un galón.

Posteriormente se miden las temperaturas de entrada y salida del concentrador.

$$\text{Btu/ hr} = 1 \text{ galón} \times 8 \text{ lb /galón} \times (\text{incremento de temperatura}) \times 3600 \text{ seg/hr}$$

Las pruebas efectuadas al concentrador deberán realizarse a diferentes caudales y a diferentes incrementos de temperatura, debido a las pérdidas por radiación y convección presentes en el concentrador de pared plana. Cuando la temperatura de salida del fluido de transferencia de calor sea muy cercana a la temperatura del aire, entonces el caudal de flujo y el desempeño del equipo están muy cercanos a su límite máximo.

## **Estimación de la inversión**

Las partidas presupuestales en que se destinarán los recursos económicos solicitados para la realización del proyecto quedan expresadas en moneda de uso corriente en los Estados Unidos de América (US.), debido a la alta fluctuación de los precios de los materiales en el mercado, aunado a una alta dependencia económica que presentan los insumos debido a que en su mayoría están indexados al valor de la moneda estadounidense (US. Dollar).

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

**Tabla 4. Listado de costos por componente y presupuesto total para la construcción del Concentrador solar**

Descripción	Costo total <i>US. Dollar</i>
Marco de Espejos	<b>181.5</b>
Eje central pivotante.	<b>83.35</b>
Base de la estructura.	<b>80.8</b>
Sistema de seguimiento continuo al sol.	<b>126.0</b>
Sistema de equilibrio.	<b>16.8</b>
Sistema de inclinación acimutal.	<b>110.8</b>
Arreglo de espejos.	<b>466.4</b>
Intercambiador de calor de doble tubo	<b>216.0</b>
Pintura anticorrosiva	<b>71.3</b>
Pintura de superficie del concentrador	<b>37.0</b>
	<b>1389.95</b>

### **Cálculo de la Tasa de Rentabilidad Financiera**

Para que la presente propuesta sea satisfactoria debe estar ampliamente justificada una rentabilidad atractiva que justifique la canalización de recursos, además de la justificación de los beneficios sociales esperados frente a los costos de inversión; ya que desde el punto de vista del empresario privado es necesario contar con una estimación previa de la rentabilidad del capital, y desde el punto de vista

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

de las instituciones gubernamentales es necesario contar con un aval de beneficio social a la comunidad donde se realice la implementación. La metodología establecida por las instituciones crediticias de desarrollo en el sector agroindustrial del País, para decidir sobre la conveniencia o no de financiar un determinado proyecto, se auxilian de un indicador financiero llamado: "Tasa de Rentabilidad Financiera" (TRF), también conocido como: Tasa de Rendimiento Interno, (Coronado, 1980). Para realizar el cálculo del indicador financiero, se usarán los valores obtenidos del Costo Total de Inversión y el Costo Total de Operación del prototipo, así como el de Recuperación del Costo por Ahorro en la Operación del prototipo; además se tomarán en consideración las recomendaciones del Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura, (FIRA), (FIRA en Coronado, 1980) y que plantea lo siguiente:

"...Los proyectos agroindustriales deberán considerar una vida útil de diez años, ya que para mayor tiempo no se presentan variaciones significativas en la estimación de la TRF, y si se considera menor tiempo no sería posible obtener todos los beneficios que el proyecto pudiera ofrecer."

El procedimiento de cálculo de la TRF, en esencia, consiste en:

- 1) Cuantificación de los beneficios atribuibles al proyecto.
- 2) Cuantificación de los costos del proyecto: Inversión y operación.

Con la cuantificación de costos y beneficios se construye el llamado Flujo Neto de Efectivo (FNE), (Rosen 2002 en De la Rosa, 2008), el cual es el resultado de los ingresos totales menos los costos totales de la empresa, pero cuando se hacen cálculos de pasar en forma equivalente, dinero del presente al futuro, se utiliza una tasa (i) de interés o de crecimiento del dinero.

Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para poder producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. Es claro que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual dará por resultado que el Valor Actual



## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Neto (VAN) sea mayor que cero. Para calcular el VAN se utilizará el costo de capital o TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento).

$$TMAR = i + f + (i * f) \quad (24)$$

Donde:

i = Premio al riesgo.

f = Inflación.

Esto significa que la TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando 2 factores:

1. Debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios.
2. Debe ser un premio o sobre tasa por arriesgar su dinero en determinada inversión.

Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de 10 años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación sino durante los 10 años. Se toma el índice inflacionario pronosticado para los próximos 10 años para calcular la TMAR. Los pronósticos pueden ser de varias fuentes, nacionales (como los pronósticos del Banco de México) o extranjeros.

El premio al riesgo será la tasa de financiamiento que otorga el banco, se toma como referencia la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE). Si la tasa de descuento o costo de capital, TMAR, aplicada en el cálculo de la VAN fuera la tasa inflacionaria promedio pronosticada para los próximos diez años, las ganancias de la empresa sólo servirían para mantener el valor adquisitivo real que ésta tenía en el año cero, siempre y cuando se reinvirtieran todas las ganancias. Con un VAN = 0 no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si el costo de capital o TMAR es igual al promedio de la inflación en ese periodo. Pero aunque VPN= 0, habrá un aumento en el patrimonio de la empresa si la TMAR aplicada para calcular fuera superior a la tasa inflacionaria promedio de ese periodo. Por otro lado, si el resultado es VAN > 0, sin importar cuánto supere a cero ese valor, esto sólo implica un ganancia extra después de ganar la TMAR aplicada a lo largo del periodo considerado. Esto explica

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

la importancia que tiene el seleccionar una TMAR adecuada, (Baca, 2006 en De la Rosa 2008).

La ecuación para calcular el VAN para el periodo de 10 años es:

$$\text{VAN} = - P + \text{FNE}/((1+i)^1) + \text{FNE}/((1+i)^2) + \text{FNE}/((1+i)^3) + \text{FNE}/((1+i)^4) + \text{FNE}/((1+i)^5) + \text{FNE}/((1+i)^6) + \text{FNE}/((1+i)^7) + \text{FNE}/((1+i)^8) + \text{FNE}/((1+i)^9) + \text{FNE}/((1+i)^{10})$$

La Tasa interna de rendimiento (TIR) es la tasa de descuento por la cual la VAN es igual a cero. Iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Con el criterio de aceptación que emplea el método de la TIR: si ésta es mayor que la TMAR, se acepta la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable. Para realizar una comparación con el desempeño del concentrador solar, se establecerá una comparación con el desempeño de un calentador eléctrico convencional empleado en el proceso de los “dos diámetros”, en la etapa de dosificación y deareado de almíbar, con una potencia nominal de 4.5 KW; operando 12 horas diarias, 20 días al mes, lo cual da, con una Carga Conectada (C.C.) de: 4.5 KW.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

**Energía consumida por mes:**

**[4.5 KW] x [240 horas] = 1080 KW/hr**

**Demanda Contratada (D.C.) :**

**60% de C.C. = [0.60] x [4.5 KW] = 2.7 KW**

**Demanda Base de Facturación (D.B.F.):**

**Igual al valor máximo comparando entre: C.C. y**

**D.C. = 4.5 KW**

**Datos de facturación mensual:**

**D.B.F. = 4.5 KW**

**Energía = 1080 KW/hr**

**Costos fijos de electricidad:**

Los primeros 50 KW/hr :

$[50 \text{ KW/hr}] \times [0.100 \text{ US. Dollar}] = 5.00 \text{ US. Dollar}$

Los siguientes 1030 KW/hr :

$[1030 \text{ KW/hr}] \times [0.102 \text{ US. Dollar}] = 105.06 \text{ US.Dollar.}$

**Importe a pagar mensual: 110.06 US. Dollar.**

**Importe a pagar anual: 1320.72 US. Dollar.**

Realizando un análisis simple: Se deberá lograr captar cerca de 20,000 Btu de energía térmica la cual es equivalente a cerca de 6000 Watts de potencia eléctrica empleada en calefacción, siempre que se disponga de insolación solar directa. asumiendo un promedio de 12 horas de insolación diaria, 83.3 % de los días del año con insolación adecuada para la operación del concentrador solar, da como resultado: 3649 horas de insolación al año, lo cual, indexado a los precios promedio que oferta la CFE en México, da un total de:

Energía consumida por mes:  $[6.0 \text{ KW}] \times [240 \text{ horas}] = 1440 \text{ KW/hr}$

Datos de facturación mensual: D.B.F. = 6.0 KW

Energía = 1440 KW/hr

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Costos fijos de electricidad: Los primeros 50 KW/hr : [50 KW/hr] x  
[0.100 US. Dollar] = 5.00 US. Dollar  
Los siguientes 1030 KW/hr : [1390 KW/hr] x [0.102 US. Dollar] =  
141.78 US.Dollar.

Importe mensual: **145.78 US. Dollar.**

Importe anual: **1749.36 US. Dollar.**

Ahora se realizará la evaluación con la propuesta de incorporación del Concentrador solar Escalonado:

Con los datos que ya recabamos estimaremos el VAN a 10 años

$$\text{VAN} = - P + \text{FNE}/((1+i)^1) + \text{FNE}/((1+i)^2) + \text{FNE}/((1+i)^3) + \text{FNE}/((1+i)^4) + \text{FNE}/((1+i)^5) + \text{FNE}/((1+i)^6) + \text{FNE}/((1+i)^7) + \text{FNE}/((1+i)^8) + \text{FNE}/((1+i)^9) + \text{FNE}/((1+i)^{10})$$

### Datos:

$$i = \text{TMAR} = [3.9] + [3.32] + [3.9 \times 3.32] = 20.17 \% ; (\text{Banxico}, 2010)$$

$$p = \mathbf{1389.95 \text{ US. Dollar}}$$

$$\text{FNE} = [1749.36 \text{ US. Dollar}] - [1320.72 \text{ US. Dollar}] = \mathbf{428.64 \text{ US. Dollar}}$$

$$\text{VAN} = - 1389.95 + 356.69 + 296.83 + 247.00 + 205.55 + 171.05 + 142.34 + 118.45 + 98.57 + 82.02 + 68.25$$

$$\mathbf{\text{VAN} = 396.79 \text{ US. Dollar.}}$$

Como en este caso la VAN es positiva, se aceptaría el proyecto. A continuación se estimará la TIR que para fines de este proyecto será calculado de la siguiente manera:

TIR = Beneficios / Inversión del prototipo en la planta de procesamiento.

$$\text{TIR} = 428.64/1389.95$$

$$\text{TIR} = 0.3083851937$$

Como la TIR es mayor que la TMAR, se aceptaría el proyecto.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## Formas de financiamiento

Para el logro de las metas de energías renovables del Gobierno de México, se requiere de no sólo de un marco regulatorio que no discrimine a las fuentes alternas de energía, sino que además proporcione un impulso adicional para su desarrollo. Como en cualquier otro país, éstas compiten directamente con las energías convencionales, y enfrentan dificultades, particularmente financieras, derivadas principalmente de los altos costos de inversión y de la complejidad de las operaciones necesarias para hacerlas viables. Además, requieren de una mezcla de diferentes fuentes de financiamiento, con diferentes plazos. Estas condiciones buscan ser superadas a través de instrumentos de desarrollo y financiamiento local y por medio de herramientas institucionales. Los instrumentos de desarrollo y financiamiento local están siendo impulsados por la Banca de Desarrollo de México, y en particular por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

El Concentrador Solar Escalonado, por sí sólo **es incapaz** de proporcionar toda la potencia térmica requerida para la operación de una planta agroindustrial bajo el proceso de los “dos diámetros”; aunque los beneficios económicos y de ahorro de combustible, podrían ser aplicados en etapas intermedias del proceso.

La modificación del proceso y la adecuación de mejoras que permitan la incorporación de la energía térmica procedente del concentrador, serán durante la **dosificación y deareado del almíbar.**

En el trabajo hasta ahora desarrollado, se presentan los requerimientos de diseño para que se construya un concentrador solar segmentado que permita aprovechar directamente una energía renovable y abundante como la energía solar y las distintas aplicaciones que se pueden lograr al utilizar un equipo que concentre esta energía en un punto específico, como ocurre al emplear un reflector tipo escalonado.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Ocupar energías renovables en diversos procesos tanto domésticos como industriales no es un tema nuevo, pero el precio a pagar por utilizar energías convencionales (fósiles) es actualmente considerablemente menor a la alternativa renovable. Sin embargo, con el aumento en el costo de las alternativas de suministro de energía con que compite el concentrador solar, éste (y otros) ha adquirido una importancia económica muy relevante, con nuevas políticas que tienden a favorecer a aquellos que empleen suministros eficientes y con disminución en impuestos y costos por tecnologías que aseguren sustentabilidad. El costo del proyecto, será amortizado con el ahorro del combustible que no será consumido por el generador de vapor, a lo largo del tiempo que se estima conveniente para evaluar la inversión, en este caso, en diez años. Si bien se han presentado diversas aplicaciones para la potencia entregada, un concentrador solar debe tener un respaldo que permita satisfacer la demanda en los períodos en que el albedo sea demasiado alto o bien para las horas en que la radiación solar sea demasiado baja para el proceso requerido, lo que implicaría un costo adicional al equipo completo (el equipo de respaldo por lo general emplea combustible fósil).

## Recomendaciones

1. Una modificación a la tubería de alimentación al generador de vapor, permitiría que la atemperación del agua pueda ser efectuada por el sistema propuesto. Por tanto se recomienda efectuar un análisis de la instalación y los componentes del sistema de generación de vapor convencional, para adaptar la tubería de suministro de agua.
2. Continuar los trabajos de cálculo y selección de intercambiadores de calor que hagan más eficiente la superficie de intercambio en la zona de concentración de la luz solar. Probablemente el diseño de un recipiente sometido a presión con geometría acorde al diseño cuadrangular del Concentrador solar escalonado, pueda solventar la baja generación de vapor de agua.

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

## REFERENCIAS

ALMANZA, R., Muñoz F., Ingeniería de la Energía Solar, El Colegio Nacional, México, 1994.

BAONZA F., Marcos M.J., Romero M., Izquierdo M., Integración de pequeñas Plantas Solares de Torre en Sistemas de Cogeneración Aislados, Colección Documentos CIEMAT,

CIEMAT, Madrid, noviembre 2000,

BECKER M., Macias M., Ajona J.I. : Solar Thermal Power Stations, En: *The future for renewable energy. Prospects and directions*, Ed. EUREC-Agency, James&James Science,London, 1996.

BERTUZZI, S.A., Maquinaria y equipo para procesar frutas, folletos y catálogos.

BLANCO M., Las centrales energéticas termosolares, Energía, No. 6, Año XXV. Documento publicado en la Plataforma Solar de Almería, Almería, 1999.

BROWN, A. I., Marco, S. M., Transmisión de calor, Compañía Editorial Continental, S.A.,Segunda edición en Español, México, 1973.

CALDERÓN, F.J., Dibujo Técnico Industrial, Tomo I, Editorial Porrúa, Cuadragésimoctava edición, México, 2006.

COMISIÓN NACIONAL DE FRUTICULTURA (CONAFRUT), Dispersión de las principales especies frutícolas, México, 1972.

COMISIÓN NACIONAL DE FRUTICULTURA (CONAFRUT), La Piña, folleto, México, 1972.

COMISIÓN NACIONAL DE FRUTICULTURA (CONAFRUT), Cálculos estimados del aprovechamiento de piña, durazno, naranja, toronja, mango y plátano., México, 1972.

CORONADO, V., Industrialización del producto frutícola –piña-, tesis profesional, UNAM, México, D.F., 1980.

DE LA ROSA, Y., La Contaminación del río Coatzacoalcos: una propuesta de solución através del cobro de un derecho, tesis profesional, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, 2008.

DAGAN, E.; Müller, M.; Lippke, F. Direct Solar Steam Generation in Parabolic Trough

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

Collectors. Libro editado por la Plataforma Solar de Almería, Documento DISS R-03/92, Almería 1992.

DOMÍNGUEZ , J.A., Energías alternativas, Edit. Equipo Sirius, S.A., España, 2004.

HERNÁNDEZ, I., Industrialización integral de la piña en México, tesis profesional, UNAM, México, D.F., 1975.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Renewables Information 2002., Paris, Francia, 2002.

KALOGIROU , A., Solar thermal collectors and applications, Progress in energy and combustion science, www.elsevier.com/locate/peccs, www.sciencedirect.com, Received 18

June 2003; accepted 10 February 2004.

KERN, Donald Q., Procesos de transferencia de calor, Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V., Decimasexta impresión, México, 1982.

LOMBARDO, Josef V., L.O. Johnson, W.I. Short, A.J, Lombardo, Dibujo técnico y de ingeniería, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., Décimosegunda reimpresión, México, 1992.

MANRIQUE, José A.. R.S. Cárdenas., Termodinámica, Editorial Harla. México 1981.

MASERA,O., La bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable.,

CONAFOR, México, 2006.

MARKS, *et al*, Manual del ingeniero mecánico, Editorial U.T.E.H.A., México, 2000.

MIRA, M. A., Ingeniería Oceánica, artefactos y estructuras navales. Unidad didáctica II.Análisis de estructuras oceánicas, ETSIN-UPM, España, 1977.

MIRA, M. A., Ingeniería Oceánica, artefactos y estructuras navales. Unidad didáctica III.Diseño y construcción, ETSIN-UPM, España, 1977.

PALZ, W. Electricidad solar. Estudio económico de la energía solar. Editorial Blume. España. 1977, ISBN 84-7031-056-9.

PROTHERM DE MÉXICO, S.A., Calderas portátiles, folleto, 2001.

RECUERO, M. (coordinador), Curso en Energías Renovables, Menorca, Islas Baleares, España, 2001.



## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

ROMERO, M., Energía Solar Termoeléctrica, Plataforma Solar de Almería-CIEMAT, Tabernas, Almería, España, 2002.

SEVERNNS, W.H. *et al.* Energía mediante vapor, aire o gas. Edit. Reverté, S. A. 5ta. Edición en Español, 5ta. Reimpresión, México, 1994.

SHIGLEY J.E., Mischke, C.R., Diseño en Ingeniería Mecánica., Sexta Edición, McGraw-Hill, México, 2002, ISBN 970-10-3646-8.

SHIGLEY J.E., Uicker J.J.Jr., Teoría de Máquinas y Mecanismos., McGraw-Hill, México, 1988, ISBN 968-451-297-X.

STONE K., Leingang E., Rodriguez G., Paisley J., Nguyen J., Mancini T., Nelving H. (2001), Performance of the SES/Boeing Dish Stirling System, Proceedings of Solar Forum 2001 Solar Energy: The Power to Choose April 21-25, 2001, Washington, DC, Ed. S. J.

Kleis and C.E.. Bingham, ASME, New York, U.S.A., 2001.

TAIT, David B., Solar Heat Gain Coefficients for High-Mass Glazing Blocks, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE Transactions, Volume 112, Part 2.

TONDA, J., El oro solar y otras fuentes de energía, La ciencia desde México/119, Fondo de Cultura Económica, México, 1993.

WARK K., Richards P.E., Termodinámica, Sexta edición, McGraw-Hill, España, 1999,

WINTER C.J., Sizmann R.L., Vant-Hull L.L., Solar Power Plants., Springer-Verlag, Alemania, 1991.

ÇELİK, Ali Naci Mustafa., Analysis of Ankara's Exposure to Solar Radiation: Evaluation of Distributional Parameters Using Long-Term Hourly Measured Global Solar Radiation

Data., Kemal University, Mechanical Engineering Department, Turkiye, 2006.

### **Páginas Web (Última consulta: 19 de Abril del 2011).**

<http://www.crisisenergetica.org/>

<http://www.Posgrado\Energías\Eólica\windweb\en\core.htm>

[http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2003/18mar\\_fuelcell.htm](http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2003/18mar_fuelcell.htm)

<http://www.rpc.com.au/products/windturbines/wind-book/contents.pdf>

<http://www.ije.org.mx/reno99/apli.pdf>

<http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/renewable%20energy.htm>

<http://www.rpc.com.au/products/windturbines/wind-book/wind1.pdf>

<http://www.eia.edu/co/sitios/webalumnos/SeleccionTurbinas/turbinas/introducción.htm>

<http://resolver.caltech.edu/CaltechETD:etd-10302003-15200627>

## NEGOTIUM

Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-journal of Management Science

PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela

/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar / www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]

Cita / Citation:

Gianpaolo Fontana Llerandi (2011) **COUPLING OF A PHASED SOLAR CONCENTRATOR AS AN ENERGY SOURCE FOR TROPICAL FRUIT INDUSTRIALIZATION OF THE PRODUCT: PINEAPPLE.**

/www.revistanegotium.org.ve 19 (7) 45 - 78

<http://www.slideshare.net/TrazoLaser/turbina-elica-tipo-tornado>

<http://exa.unne.edu.ar/postgrado/maestrias/energia/energia/maestria.html>

<http://www.biodieselspain.com/>

[http://www.iae.org.ar/renovables/ren\\_eolica.pdf](http://www.iae.org.ar/renovables/ren_eolica.pdf)

[http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/dic\\_art90.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/dic_art90.pdf)

[http://www.bellera.org/molins/aerogeneradors\\_savonius.htm](http://www.bellera.org/molins/aerogeneradors_savonius.htm)

<http://www.conae.gob.mx/wb/>

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7058/1/irradiacion211009.pdf>

<http://www.caddet.org/>

<http://www.iea.org/index.asp>

<http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/fuelcells/seca/>

<http://www.ciemat.es/>

<http://www.termo.cjb.net>

<http://www.cec.uchile.cl>

<http://usuarios.lycos.es/yxtzbldz85/>

[http://www.ida.net/users/tetonsl/solar/page\\_i.htm](http://www.ida.net/users/tetonsl/solar/page_i.htm)

<http://www.censolar.com>

<http://www.recosol.net>

<http://www.solarco.com>

<http://www.solarcooking.org>

<http://www.cne.cl>

[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12:temperatura-precipitacion&catid=6:slider&Itemid=65](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12:temperatura-precipitacion&catid=6:slider&Itemid=65)

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=292](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=292)

<http://www.firco.gob.mx/firco/>

<http://www.banxico.org.mx>