

“Producción De Electricidad Mediante Colectores Solares Térmicos En Los Sectores Rurales De La Costa Ecuatoriana. Aspectos Técnicos Y Económicos.”

Daniel Alencastri Almeida(1), Gabriel Layman Pizarro(2), MSc Javier Urquizo(3)
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (1)(2)(3)
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.(1)(2)(3)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral
P. O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

Email: dandiego24@hotmail.com (1), gabriel_layman_p@yahoo.com (2), jurquizo@espol.edu.ec (3)

Resumen

Este trabajo hace referencia a la historia de los diferentes tipos de colectores como fuentes no convencionales de energía para producir electricidad y como se han venido desarrollando a través del tiempo en diferentes instalaciones ubicadas en varios países, logrando de esta manera irles haciendo las modificaciones necesarias a sus sistemas para hacerlos más eficientes y reducir sus costos, pero este desarrollo no es equitativo en todos los colectores, al encontrarse uno de ellos en prototipo, que ya comienza a mostrar altos valores de eficiencia inclusive mayor que los demás sistemas. Esto junto con el análisis de la radiación solar en nuestro país por medio del uso de varios medios de información existentes, nos van a permitir seleccionar la zona rural de la costa ecuatoriana y el tipo de colector más adecuado para este sector de acuerdo a la factibilidad técnica, permitiendo el desarrollo de todas las expresiones matemáticas desde el momento de la captación solar, pasando por el ciclo de trabajo del motor, hasta llegar finalmente a la entrega de la energía a este sector rural.

Se hace un análisis de todos los aspectos referentes a la demanda de electricidad, la existencia de otras fuentes de energía renovables en el sector, para finalmente detallar el costo que tendría esta planta de generación mediante el flujo de caja de todos los ingresos y egresos que se puedan producir anualmente y mostrar la factibilidad económica de la instalación de la central de generación, mostrando los indicadores económicos muy usados hoy en día, sin olvidar los beneficios medioambientales que se conseguiría.

Palabras Claves: *Colector, radiación, no convencional, bonos verdes, factibilidad.*

ABSTRACT

This paper refers to the history of different types of collectors as unconventional sources of energy to produce electricity and how they have been developing over time in different facilities in several countries, thus achieving fare making the necessary changes its systems to make them more efficient and reduce costs, but this development is not equitable in all collectors, finding one in the prototype, which is starting to show high levels of efficiency even higher than other systems. This together with the analysis of solar radiation in our country through the use of various existing media, will allow us to select the rural area of the ecuadorian coast and the most appropriate type of collector for this sector according to the technical feasibility, allowing the development of all mathematical expressions from the time of solar gain, through the motor duty cycle, leading ultimately to the delivery of energy to the rural sector.

An analysis was made of all aspects relating to electricity demand, the existence of other renewable energy sources in the sector, and finally detail the cost of this plant would build through the cash flow of all income and expenses can be produced annually and show the economic feasibility of the installation of generation plant, showing the economic indicators are widely used nowadays, not to mention the environmental benefits to be achieved.

Keywords: *Collector, radiation, unconventional green bonds, feasibility.*

1. Introducción.

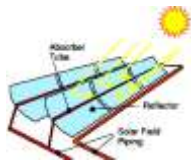
En los actuales momentos el consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas y que además han causado un impacto negativo en nuestro ecosistema es inevitable el desarrollo de nuevos métodos para obtener energía limpia como lo son las fuentes renovables no convencionales.

El Ecuador por su condición geográfica, la riqueza de sus recursos naturales y la bondad de su pueblo trabajador, es un país que cuenta con un enorme potencial de energías renovables que ameritan un futuro promisorio en el dominio energético y en el desarrollo.

Se propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía disponible, que garantice un suministro económico, contable y de calidad.

2. Colectores térmicos solares.

Un captador solar, también llamado colector solar, es un dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica.



a) Cilindro parabólicos



b) Receptor central o de torre



c) Discos parabólico

Figura N° 1 Sist. de concentración solar.

a) Cilindro parabólico b) sistemas de receptor central/ centrales de torre
c) discos parabólicos.

El efecto térmico producido por la energía solar hace posible que la utilicemos mediante diferentes

dispositivos artificiales para concentrarla y hacerla más intensa, este efecto térmico es llevado hacia un fluido, sea este líquido o gaseoso que genere movimiento para de esta forma obtener energía eléctrica.

Se distinguen tres tipos de sistemas de concentración solar térmica:

3. Nivel de radiación en el Ecuador.

El Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC motivado con la necesidad de contar con un documento técnico a fin de impulsar el uso masivo de la energía solar como fuente energética, presenta el “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”, el cual ha sido elaborado por la Corporación para la Investigación Energética, CIE.

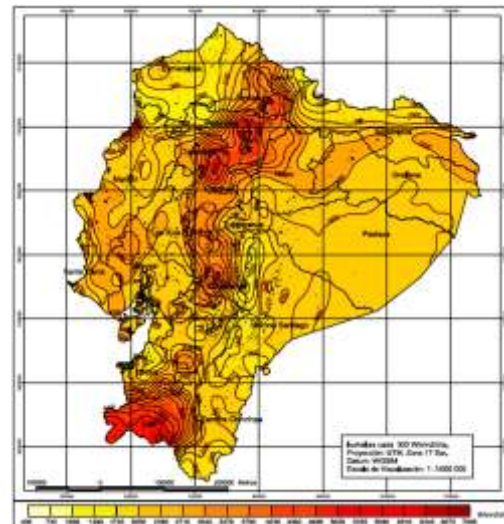


Figura N° 2. Insolución directa anual en el Ecuador

En la siguiente tabla se muestran varios sectores de la costa ecuatoriana donde se presenta la mayor radiación solar directa promedio de acuerdo al CONELEC y a dos fuentes adicionales que proporcionan estos datos y que son:

- I. El software CENSOL V5.0
- II. Surface meteorology and Solar Energy.
- III. Consejo Nacional de Electricidad

Tabla N° 1. Sitios con mayor insolución en la costa ecuatoriana

CIUDAD	PROMEDIO (kWh/m ² /año)		
	I	II	III
Pedernales	4.5	4.88	5.25
Salinas	4.4	5.44	5.00
Santa Elena	4.4	5.44	5.00

4. Requisitos básicos para la instalación de la central termosolar.

Para la instalación de plantas de tecnología termosolar, existen ciertos requerimientos vitales para que funcione correctamente:

El clima.

La viabilidad económica de un proyecto termosolar depende de forma directa de los valores de irradiación solar directa que se registran anualmente en la zona considerada para la implantación, por lo que normalmente este tipo de centrales se instalan en zonas cálidas y muy soleadas.

La orografía.

Una superficie plana facilita las labores de diseño y construcción del campo solar, ya que se evitan las sombras que pudiese provocar un terreno ondulado.

Disponibilidad de agua.

En este caso de la disponibilidad del agua, depende estrictamente del tipo de colector se utilice.

Disponibilidad de conexión eléctrica a la red.

Para saber cuál es el colector más apropiados para Ecuador debemos comparar las características, ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

5. Estado Actual de la Tecnología en el Mundo.

Como principal incertidumbre de esta tecnología para grandes plantas en la actualidad está la vida útil de los motores Stirling, que se ha de esperar en torno a las 30000 horas a plena potencia, como resultado de la operación de una central durante 15 años, pero sometidos además a continuos arranques y paradas diarios.

Los discos parabólicos han evolucionado, tanto en Europa como en EE.UU., hacia la construcción de unidades autónomas conectadas a motores Stirling situados en el foco, con potencias de 7-50 kw. Los sistemas disco-parabólico presentan una alta eficiencia en la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, entre 25-30 %, en condiciones nominales de operación. Además, se pueden conseguir relaciones de concentración superiores a 3000, lo que permite alcanzar temperaturas entre 650 y 800°C y eficiencias nominales en los motores Stirling entre 30-40%.

La experiencia operacional con sistemas de discos parabólico se circunscribe a unas pocas unidades ensayadas fundamentalmente en EE.UU., Europa, Australia y España.

6. Descripción del sistema de disco parabólico.

Los sistemas de disco parabólico son pequeños equipos de generación de energía que convierten la energía térmica de la radiación solar en energía mecánica y luego en energía eléctrica, de la misma manera que las centrales eléctricas convencionales convierten la energía térmica de la combustión de un combustible fósil en electricidad. Los sistemas disco parabólico utilizan un conjunto de espejos para reflejar y concentrar la radiación proveniente de los rayos del sol en un receptor, con el fin de alcanzar las temperaturas necesarias para convertir eficientemente el calor en trabajo.

Estos sistemas se caracterizan por una gran eficacia, modularidad, funcionamiento autónomo, y una inherente capacidad híbrida (la capacidad para operar con energía solar, con combustible fósil, o ambas cosas). 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.

6.1. Componentes del sistema.

Concentrador. Estos concentradores poseen una superficie reflectante que, ya sea de metal, de vidrio o de plástico, refleja la radiación solar incidente en una pequeña región llamada foco, o zona focal.

Dependiendo del espesor y de los materiales que se utilicen, los espejos solares tienen rendimientos de reflexión en un rango del 90 a 94%.

Receptor. El receptor es el enlace entre el concentrador y el motor Stirling. Tiene dos tareas fundamentales:

- Absorber la radiación solar reflejada por el concentrador.
- Transmitir esta energía absorbida al motor Stirling en forma de calor con las mínimas pérdidas.

Alternador: Es el dispositivo de conversión de la energía mecánica en eléctrica utilizado en los sistemas disco Stirling. Los motores Stirling utilizan generadores de inducción para poder acoplarse a la red. Al sincronizarse los generadores con la red estos pueden suministrar potencia trifásica, ya sea a 230 o a 460 voltios. Estos generadores son capaces de convertir la energía mecánica en electricidad con una eficiencia de alrededor del 94%. El sistema dispone de unos inversores que convierten la corriente continua en alterna. Ello permite emplear máquinas de corriente continua como generadores, pudiendo funcionar a régimen de giro variable, teniendo con ello más flexibilidad para adaptarse a la demanda de electricidad instantánea.

Sistema de refrigeración: Los motores necesitan transferir al medio ambiente grandes cantidades de calor debido a sus capacidades estructurales. Los motores Stirling utilizan un radiador para realizar el intercambio de calor entre el motor y la atmósfera.

Controles: El modo de funcionamiento autónomo se logra mediante el uso de controladores electrónicos situados en el plato para el control de la función de seguimiento y para regular el funcionamiento del motor. Algunos sistemas utilizan un controlador de motor por separado.

En las grandes instalaciones existe un Sistema de Control y de Adquisición de Datos (SCADA) que se utiliza para poder monitorizar y supervisar el funcionamiento del sistema, y para recoger sus principales datos de funcionamiento, de manera sincronizada con otras instalaciones de producción de energía eléctrica.

Motor: El motor en un sistema de disco parabólico convierte el calor en energía mecánica de una manera similar a los motores convencionales, por la compresión de un fluido de trabajo cuando está frío, el cual se calienta durante la compresión y que, a continuación, se expande a través de una turbina o con un pistón para producir trabajo. Posteriormente, la energía mecánica se convertirá en energía eléctrica gracias a un generador de energía eléctrica o alternador.

7. Consideraciones geométricas del colector parabólico de revolución.

Un paraboloide de revolución se obtiene por rotación de una parábola alrededor de su eje. A continuación vamos a exponer algunas propiedades de esta curva, de aplicación en concentradores de energía solar. Un paraboloide es el conjunto de puntos situados a igual distancia de una recta fija llamada directriz y de un punto fijo llamado foco, la ecuación de la parábola es:

$$y^2 = 4fx$$

En la que f es la distancia focal.

El diámetro d de la imagen del disco solar es:

$$d = f\varepsilon \cong 0.01f$$

Es decir, el número que marca la distancia focal en metros es el mismo que marca la imagen solar en cm.

Se obtiene una imagen nítida del Sol si: $\frac{D}{f} < 0,1$

7.1 Pérdidas energéticas debidas a la geometría de la parábola.

Estas pérdidas son debidas a:

- ✓ La reflexión
- ✓ La absorción
- ✓ Las irregularidades geométricas de la superficie reflectora
- ✓ La sombra de las monturas
- ✓ El soporte del horno
- ✓ Las imperfecciones de orientación, etc

Las pérdidas parásitas (o de Foucault) se refieren a las que aparecen en el núcleo de los bobinados del generador. Para minimizarlas se recurre a colocar núcleos constituidos por láminas de hierro en lugar de bloques compactos.

8. Sistemas de control .

8.1 Presión del sistema de control.

El sistema de control de presión (PCS) se compone de dos grupos de trabajo de almacenamiento de gas tanques, es decir, el tanque de almacenamiento de alta presión y el tanque de almacenamiento de baja presión. Dos válvulas de control que conectan los tanques de alta y baja presión de almacenamiento para el motor Stirling, conocido como la válvula de suministro y la válvula de descarga.

Si un aumento en el trabajo del motor por la presión del gas se ordena, abrir la válvula de suministro y los flujos de gas de alta presión pasan a los tanques de almacenamiento para el motor, debido al aumento de la masa total M (kg) de gas de trabajo dentro de la motor. Por el contrario, una disminución en la presión provoca la apertura de la válvula del vertedero y el gas fluye desde el motor al tanque de almacenamiento de baja presión.

8.2 Sistema de Control de Temperatura.

La temperatura del calentador se debe mantener lo más alto posible para maximizar la eficiencia del motor Stirling, pero no se debe permitir que exceda la capacidad térmica de el receptor y el calentador o materiales de absorción.

La regulación de la temperatura se consigue variando la presión del gas de trabajo.

La presión se mantiene en su valor mínimo hasta que la temperatura del calentador alcanza la temperatura fijada, momento en el que la presión aumenta linealmente con el aumento de la temperatura.

9 Aspecto económico.

9.1 Clientes potenciales.

Se debe estimar la extensión de los probables consumidores o usuarios rurales, así como determinar de igual forma el segmento de la población a la cual será suministrada dicha energía generada.

Como la capacidad de la planta de generación eléctrica es de 10Mw, y con un consumo promedio por habitante del sector rural de la costa de aproximadamente de 2.5 Kw mensuales esta central puede abastecer a:

$$\#viviendas = \frac{10000Kw}{2.5Kw/vivienda} \approx 4000 \text{ vivienda}$$

9.2 Localización.

De un análisis de radiación solar en nuestro país se muestra que existen tres lugares donde la central podría estar ubicada, debiendo seleccionar uno de ellos de acuerdo a varios factores entre ellos el medio ambiental.

Santa Elena en el caso de este análisis parece ser el más idóneo para la instalación de la central debido a lo siguiente:

- ✓ Cuenta con una radiación solar excelente para este tipo de instalaciones
- ✓ Gran parte de su terreno posee muy poca vegetación, lo que evitaría la tala de bosques que se hubiera ocasionado en otros sectores.
- ✓ Debido que este sistema de colectores no necesita de agua potable para su funcionamiento, no es necesario crear fuentes de acceso de líquido, pudiendo ser almacenado en pequeños reservorios solo para uso básico del personal de planta.
- ✓ Se ayudaría de gran manera al sector rural del sector, el que posee muchas falencias en este sentido.

9.3 Determinación de los costos de instalación.

Para poder conocer la inversión inicial para la construcción de la planta de generación por medio de colectores solares de concentración, primero debemos conocer las características de dicha planta como se muestra en la tabla.

Tabla N° 2. Características de la planta

N° colectores (Un)	400
Separación entre colectores.	15
Area total	90000
Capacidad	10
Área total del colector	91
Reflectividad	0.94%
Diámetro apertura	0.184m
Capacidad Motor	25Kw
Velocidad Motor	1800

Después de conocer las características principales de la planta, se detalla el costo de la misma en la siguiente tabla.

Tabla N° 3. Costo de instalación

Costo directo (CD)	Total
Estudio de factibilidad	\$ 208.080
Desarrollo	\$ 5,960.000
Ingeniería	\$ 3,923.600
Mejoramiento del terreno	\$ 656.010
Línea de transmisión	\$ 131.202
Costo del colector	\$ 14.000.000
Costo receptor	\$ 10.000.000
Costo del motor	\$ 20.000.000
contingencia	\$ 2.994.616
Costo de instalación total	
Op. y mantenimiento	\$ 480.000
Costo tot por cap. de gen.	

9.4 Inversión Inicial y Fuentes de Financiamiento.

El Fondo de Electrificación Rural y Urbano – Marginal FERUM presenta una tabla de valores de la cantidad de dólares por habitante que pueden solicitarse al FERUM previo al cumplimiento de otros requisitos.

“Que el monto solicitado de fondos del FERUM, sea máximo hasta los siguientes valores por vivienda beneficiada:”

Tabla N° 4. Fondos del FERUM para proyectos de energías no renovables.

Generación eólica:	1350 \$/vivienda
Generación fotovoltaica:	2000 \$/vivienda
Gen. con Biomasa:	600 \$/vivienda
Gen. con mini centrales hidroeléctricas:	1200 \$/vivienda

Por lo que la cantidad conseguida por este medio de acuerdo a la cantidad de viviendas que se podría suplir en el sector rural calculado anteriormente sería:

$$\$ \text{ inversion} = 2000 \$/\text{viv} \times 4000 \text{ viv}$$

$$\$ \text{ inversion} = 8 \text{ Millones de dolares}$$

9.5 Producción anual de energía.

Para el cálculo de producción de energía anual del sistema de colectores de disco parabólico, considera una radiación promedio de para el sector rural de Santa Elena con una cantidad promedio de horas al día de sol de 6 horas, de acuerdo a datos obtenidos por distintos software que muestran estos datos y que ya han sido mencionados anteriormente en este documento.

En la siguiente tabla con su gráfico se muestra la producción anual de energía

Tabla N° 5 Prod. Anual Energía

Mes	Energía (Mwh)
Ene	1,255.70
Feb	1,094.08
Mar	1,283.18
Abr	1,262.25
May	1,213.42
Jun	1,008.57
Jul	921.69
Ago	955.52
Sept	1,039.26
Oct	1,076.01
Nov	1,162.00
Dic	1,255.70
Total	13,527.38

9.6 Precio promedio de venta del kwh.

El organismo encargado de regular los precios de las energías renovables en el Ecuador es el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). Este organismo es el ente regulador de todo el sector eléctrico ecuatoriano: generación, transmisión, distribución y comercialización.

El CONELEC mediante la regulación 009/06 estableció precios para las energías renovables no convencionales en sesión mantenida el 19 de Diciembre de 2006 que muestra la siguiente tabla de precios de las energías renovables no convencionales.

Tabla N° 6. Precios de la energía renovable no convencional

CENTRALES	(cUSD/kWh) Territorio Cont.	(cUSD/kWh) Territorio Insular
EOLICAS	9.39	12.21
FOTOVOLT.	52.04	57.24
BIOMASA Y BIOGAS	9.67	10.64

GEOTERM.	9.28	10.21
PEQ. CENT. HIDROELEC HASTA 5 MW	5.80	6.38
PEQ.CENT. HIDROELEC.>A 5 MW HASTA 10 MW	5.00	5.50

9.7 Ingresos anuales.

Los ingresos anuales que se adquieran se originan de las siguientes fuentes:

- Venta de la energía producida.
- Remuneración de potencia disponible.
- Reducción de gases de efecto invernadero.

Venta de energía producida.

Los ingresos anuales obtenidos por la venta de la energía producida por la planta solar termoelectrica, provendrá del resultado del producto de la producción anual y el precio promedio de venta del KWh. de cada periodo.

$$\$ \text{Venta Energía}_{0-12 \text{ años}} =$$

$$\frac{520\$}{\text{Mwh}} \times 13,527.38 \text{Mwh} = \$ 7,034,237.6$$

$$\$ \text{Venta Energía}_{12-25 \text{ años}} =$$

$$\frac{47.93\$}{\text{Mwh}} \times 13,527.38 \text{Mwh} = \$ 648,367.32$$

Remuneración por potencia disponible.

El pago de potencia ha sido uno de los incentivos que se ha diseñado para asegurar que exista la suficiente capacidad instalada en el parque de generación, y de esta manera poder abastecer la demanda del sistema a futuro y se obtiene multiplicando la potencia efectiva promedio en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero por el precio unitario de potencia y por los meses del año.

El Precio Unitario de Potencia para Remuneración (componente de potencia), es de , para el mercado de corto plazo.

Entonces:

$$Pot. prom = \frac{6.75 + 6.51 + 6.45 + 6.75}{4} = 6.615 Mw - mes$$

$$\begin{aligned} \$ Pot. Disp. &= \frac{5700\$}{Mwh - mes} \times 6.615 Mwh \\ &\times 12 meses = \$ 452,484.4 \end{aligned}$$

Venta de Certificados de reducción de emisiones en MDL

Para obtener ingresos por los Certificados de Reducción de Emisiones CER's se debe calcular un factor de emisiones del país en función de la generación que se dispone.

Este valor hasta el 2007 para el Ecuador corresponde a:

$$FE = 0.56053 Ton CO_2/Mwh$$

Pero con el fin de incentivar la generación eólica y solar este factor es:

$$FE = 0.6421 Ton CO_2/Mwh$$

Como se menciona en la sección anteriormente la planta solar generará al año un promedio de , por lo que la cantidad de que se puede evitar enviar a la atmosfera es:

$$\begin{aligned} Ton CO_2 &= 0.6421 Ton CO_2/Mwh \times 13,527.38 Mwh \\ &= 8,685.93 Ton CO_2 \end{aligned}$$

El precio aproximado que se puede recibir por una tonelada de CO2 en el mercado es muy variable. Se conoce que por cada tonelada se pagará USD \$15 hasta el 2012 y de allí en adelante solo \$10 (según datos proporcionados por el CORDELIM).

$$\$ CER's = \$ CER's_{<2012} + \$ CER's_{>2012}$$

9.8 Flujo de caja.

El flujo de caja es de gran importancia en el análisis económico, ya que aquí se registran todos los ingresos generados de la venta de energía, la venta de los CER's y por los ingresos de la potencia disponible, además de los egresos producidos por la operación y mantenimiento durante toda la vida útil de la planta. Son estos valores los que me permiten establecer los valores objetivos para determinar la factibilidad

económica del proyecto mediante el cálculo del valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Con la ayuda de la ecuación,

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{F_{esperado}}{(1+r)^i} - I_0$$

Y la ayuda de los valores del flujo de caja que se muestran en la siguiente tabla, procedemos a calcular el VAN y el TIR.

Tabla N°7. Calculo del VAN, TIR

AÑOS	FLUJO DE DINERO
0	-57,873,508.00
1	7,137,010.95
2	7,127,890.95
3	7,075,168.02
4	7,065,698.17
5	7,056,048.39
6	7,046,215.26
7	7,036,195.31
8	7,025,984.97
9	7,015,580.64
10	7,004,978.63
11	6,994,175.18
12	6,983,166.46
13	586,078.31
14	574,647.28
15	562,999.07
16	551,129.55
17	539,034.50
18	526,709.64
19	514,150.62
20	501,352.97
21	488,312.17
22	475,023.59
23	461,482.53
24	447,684.19
25	433,623.68
VAN	\$21,846,824.53
TIR	7%

El parámetro razón beneficio-costo o índice de rentabilidad que mide el valor presente de los beneficios por unidad de inversión.

$$IR = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{F_{esperado}}{(1+r)^t}}{I_0}$$

Donde si $IR > 1$ proyecto debería llevarse a cabo.

El numerador de la expresión representa el valor acumulado del flujo de caja y el denominador la inversión inicial, por lo que,

Cuyo valor es menor que uno, por lo que la inversión no se llevaría a cabo.

9.9 Costo de producción por kwh.

Para calcular el costo de producción de la energía durante su vida útil, se procede a suma la inversión realizada con los costos de operación y mantenimiento que se realiza cada año, pero llevados al presente, esto se divide para la cantidad de energía que la planta generara durante toda su vida útil.

COSTO DE PRODUCCION DEL Kwh	
Inversión total	\$57,873,508.00
Valor presente de los costos de o&m	\$11,776,251.23
TOTAL	\$ 69,649,759.23
Valor presente de la energía durante su vida útil	338,184,500.00Kwh
Costo Kwh	0.205951956 \$/Kwh

10 Conclusiones.

La creciente conciencia mundial sobre la necesidad de preservar el medioambiente planetario. Siendo que el sector energético es responsable de la producción del 60% de los gases de efecto invernadero, toca a los actores de este sector salvaguardar el planeta con políticas adecuadas.

En nuestro país y en la mayoría del continente el desarrollo y conocimiento de algunas de las tecnologías es totalmente limitado. Adicionalmente no se cuenta con la infraestructura y la maquinaria adecuada para la implementación de sistemas de generación, principalmente, solar, eólico y geotérmico.

Debido a la alta inversión de capital inicial, el costo actual de electricidad generada por el disco parabólico está es todavía mucho más alta que el de las tecnologías convencionales. Sin embargo, con gran escala aplicación y los avances tecnológicos, el costo de la generación de electricidad de los discos parabólicos se espera que disminuya continuamente.

El mayor problema que enfrenta este tipo de tecnología aparte del costo de instalación, se debería a las fluctuaciones en la radiación solar debido a la presencia de nubosidad.

El impacto ambiental de este tipo de plantas termosolares es mucho menor que las tecnologías de torre central y cilíndrico parabólico, debido a que esta no necesita agua para la generación de electricidad, siendo solamente un impacto de forma visual debido a la cantidad de colectores.

Se estima que los ingresos anuales por venta de energía del año 1 al 12 a un precio de es de y del año 13 al 25 a un precio de de , de acuerdo a las tarifas fijadas por el CONELEC en la regulación 009/06.

Se estima que los ingresos debido a la venta los certificados de emisión de CER's en los dos primeros años a un precio de es de y en los años restantes de la vida útil de la planta termosolar a un precio de en

Se estima que el valor actual neto VAN , valor que es positivo y como se menciono anteriormente indicaría que la inversión debería llevarse a cabo ya que es un valor positivo.

Se estima que la tasa interna de retorno es del 7% que es inferior a la tasa del mercado, contradiciendo en análisis mediante el VAN, es decir al ser menor que dicha tasa de mercado esta inversión no se debería llevar a cabo.

Se estima que el precio de la energía es de aproximadamente sigue siendo un precio elevado en comparación con las otras tecnologías en energía renovables, pero menor al costo fijado por el CONELEC de

Se estima que la razón entre el beneficio y el costo es de , que también es un indicador de que la inversión no debería realizarse.

La poca estabilidad en los precios que establecidos por el CONELEC y el cambio en las políticas energéticas establecidas con cada cambio de gobierno, se convierte en un obstáculo de gran importancia para las personas que desean invertir en este tipo de energías.

11 Recomendaciones.

La generación de electricidad por medio de estos colectores solares térmicos es un tema sumamente interesante en el desarrollo de las energías renovables, por lo que su análisis debe ser muy minucioso, debido a que involucra muchas variables climáticas que son difíciles de predecir.

El país a través del gobierno nacional en conjunto con las universidades debería incentivar el desarrollo de este tipo de energías renovables, ya que los niveles de radiación en el país son adecuados para la instalación de los mismos.

La instalación de estos colectores debe estar acompañada de un adecuado estudio medio ambiental, de tal manera que su impacto en el ecosistema sea el menor posible tanto para la fauna como para la flora.

El mantenimiento que se le da los colectores solares es vital para obtener la eficiencia deseada, ya que estos acumulan polvo que evitan recolectar la mayor cantidad de energía posible.

12 Bibliografía.

[1] Bellows Felicia / Concentrated Solar Power / Stirling Energy System / Mayo 2009.

[2] Dustin F. Howard / Modeling, Simulation, and Analysis of Grid Connected Dish-Stirling Solar Power Plants / Georgia Institut of technology / Agosto 2010.

[3] Wolfgang Schiel / bult Dish Stirlig central
http://www.sbp.de/en#sun/category/100-Dish_Stirling
/ Schlaich Bergermann und Partner (Alemania) / 2011

[4] Ministerio de Educación y Ciencia / CIEMAT –
Plataforma Solar de Almería /
<http://www.psa.es/webesp/index.html> /MADRID- 20
dic 2010.

[5] Lcdo. Carlos Calero Merizalde / Regulación por la
Cual se Establecen los Procedimientos Para Presentar,
Calificar y Priorizar los Proyectos del FERUM /
Regulación No. CONELEC - 002/05 / 2005.

[6]
[http://www.termosolar.renovetec.com/thermalstorage.h
tml](http://www.termosolar.renovetec.com/thermalstorage.html) / Ulf Herrmann, Bruce Kelly y Henry Price /
Tanques de Almacenamiento Térmico con Sales
Fundidas.

[7] Muñoz Antón Javier / Sistemas de Generación
Eléctrica Mediante Calderas de Vapor Energizadas por
Radiación Solar Concentrada / Universidad Politécnica
de Madrid / MADRID-noviembre 2008.