



**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA
RED PARA EL AREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ENERGÍAS
RENOVABLES**

PRESENTAN:

ING. HUMBERTO RAMOS LÓPEZ.

ING. RAFAEL LUNA PUENTE.

ASESOR:

DR. RAFAEL RAMIREZ BON

COASESOR

DR. JOSÈ ALBERTO DUARTE MOLLER

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA OCTUBRE 2014

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	1
1.1 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA	2
1.1.1DESARROLLO SUSTENTABLE.....	6
1.2 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	7
1.1 JUSTIFICACIÓN	21
II. OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
III. MARCO METODOLOGICO	23
3.1 PROCEDIMIENTO.....	23
3.2 ETAPAS DEL DISEÑO	24
IV. MARCO TEÓRICO	26
4.1 RADIACIÓN	26
4.2 HORAS PICO SOLARES.....	27
4.3 CELULA FOTOVOLTAICA	28
4.4 EFECTO FOTOVOLTAICO	28
4.5 LA UNIÓN P-N.....	29
CAPITULO 1	31
I. DESARROLLO DE LAS CELDAS SOLARES	31
SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED	32
4.6 GENERACIONES DE LAS CELDAS SOLARES	36
4.10.1 PRIMERA GENERACIÓN.....	36
4.10.2 SEGUNDA GENERACIÓN	36
4.10.3 TERCERA GENERACIÓN.....	37
4.7 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	38
4.8 PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS	39
4.9 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN.....	40
4.10 CURVAS CARACTERÍSTICAS	40
4.11 SISTEMAS HÍBRIDOS	43
4.12 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED;Error! Marcador no definido.	

2.1 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	47
2.3 Cálculo del número de paneles.....	63
2.3.1 Características del panel.....	64
Capítulo 4	72
4.1 NORMATIVA DE GENERACIÓN.....	72
4.1.1 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.	72
4.1.2 Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña y Mediana Escala.	72
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Conexión típica de un sistema fotovoltaico integrado a la red.....	1
Fig. 2 Paneles solares recibiendo energía solar.....	3
Fig. 3 central eólica para generar electricidad por la fuerza del viento	3
Fig. 4 Central Mareomotriz generada por la fuerza que el mar produce gracias a su movimiento natural.....	4
Fig. 5 Central Geotermo eléctrica, energía generada por el calor que genera el centro de la tierra	5
Fig. 6 Central generadora de energía eléctrica a través proveniente de biomasa ...	6
Fig. 7 Escuela rural electrificada en Querétaro, Qro. ¡Error! Marcador no definido.	
Fig. 8 Sistema de bombeo rural energizado con una celda solar ¡Error! Marcador no definido.	
Fig. 9 La imagen muestra una estructura con una celda solar, que alimenta a un refrigerador montado sobre un camello para vencer las altas temperaturas. ¡Error! Marcador no definido.	
Fig. 10 Grafica de Distribución espectral de irradiancia directa.	27
(Adaptado de Chopra y Das (1981)).	27
Fig. 11 La radiación solar genera pares electrón-hueco en la unión p-n que son barridos por el campo eléctrico generando una corriente en la resistencia de carga.....	29
Fig. 12 Unión de un semiconductor tipo p y otro tipo n	30
Fig. 13 Partes que componen una célula de Silicio Cristalino a 100nm	36
Fig. 14 Partes que componen una célula de CIGS-CdS a 100nm.....	37
Fig. 16 Espectro de radiación en eV, para análisis de longitud de onda para análisis de uniones entre células, en base a sus bandas.	38

Fig. 17 Cambio de resistencia basada en la relación de I_{sc} y V_{oc}	41
Fig. 18 Curva de I-V para un Módulo Fotovoltaico.....	41
Fig. 19 Cambio de brecha de energía según el ancho de barrera	42
Fig. 20 Densidad de corriente a concentración completa, en base al ancho de barrera.	42
Fig. 21 Radiación total por hora para superficie horizontal	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 22 Radiación promedio diaria en las horas de insolación.	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 23 Radiación para plano inclinado con una inclinación del valor de la latitud del lugar de trabajo	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

La Universidad tecnológica de Salamanca es una escuela considerada de nueva creación, ya que fue constituida como UT en febrero de 2012, anteriormente era una unidad académica de UTSOE en valle de Santiago, como toda escuela de nueva creación, se tienen fuertes carencias, una de ellas fue la falta de corriente eléctrica, así como también de cortes de corriente debido a las conexiones ilegales de las comunidades cercanas, este conflicto fue el principal motivo de la elaboración de esta investigación, ya que primero que nada tendríamos que realizar un estudio energético, ya que los costos por los gastos de servicio eléctrico son demasiado caros, al orden de los 25,000.00 pesos mensuales, posterior a ello se realizará un estudio de factibilidad, tomando en cuenta que, los paneles solares no solventaran al 100% la demanda energética, sin embargo si mitigará en gran medida el gasto por consumo, se realizará un estudio de radiación, con la ayuda de un equipo de medición de radiación marca Mac-Solar, gracias a este estudio obtendremos un dato exacto de la radiación específicamente en la zona donde se encuentra ubicada la escuela, cabe mencionar que existían estudios realizados ya en Salamanca, pero todos tomaban como referencia el templo de San Antonio ya que es la parte más despejada en cuanto sombra se refiere y es la zona centro de la ciudad de Salamanca Guanajuato, sin embargo, la parte crítica del proyecto es el estudio específico de la radiación en la zona de la UTS, el estudio de consumo energético y el plan de acción, de ahorro energético, aparte del estudio socioeconómico para la factibilidad , teniendo como resultado que el lugar más adecuado para la colocación de los paneles, es el área de estacionamiento, y se entregará de igual forma un estudio socioeconómico para verificar la factibilidad del sistema.

I INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica, es un proceso demasiado costoso, pero sobre todo es un proceso que agota cada vez más los recursos naturales con los que contamos, ahora la tendencia de las empresas generadoras de energía buscan alternativas para la obtención del recurso de una manera mucho más limpia sin ser tan costosa y sobre todo cuidar los recursos que se encuentran en peligro de que se agoten, la Universidad tecnológica de Salamanca no está exenta de la carencia y falta de servicio de energía eléctrica, esta es la razón por la cual tomamos la decisión de diseñar un sistema fotovoltaico que suministre de energía eléctrica al edificio de docencia y oficinas administrativas, el sistema se diseñara para montarlo sobre la estructura del estacionamiento del personal administrativo de la Universidad Tecnológica de Salamanca además será un sistema diseñado para ser conectado a la red de suministro, para reducir aún más los costos por las cuotas, la energía que no se utilice por el sistema se regresara a la red.

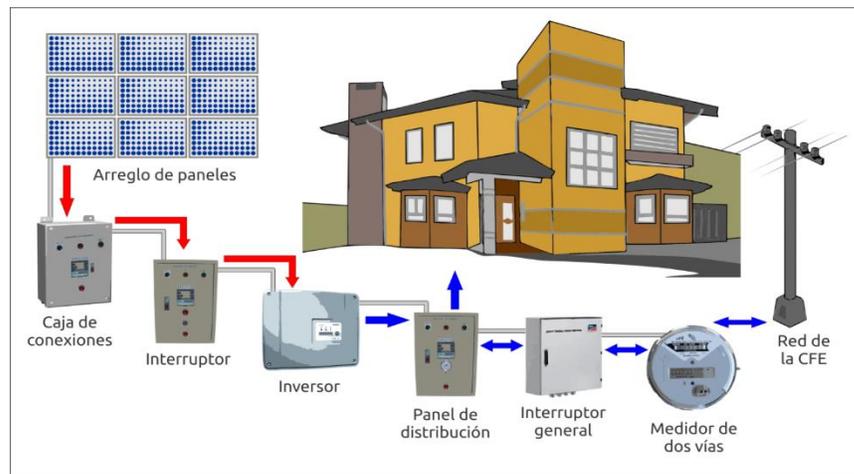


Fig. 1 Conexión típica de un sistema fotovoltaico integrado a la red.

1.1 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

Ante la problemática que implica el uso y agotamiento de los combustibles fósiles para la generación de energía, el tema de las fuentes alternativas de energía ha retomado interés en los últimos años, estas fuentes aprovechan la energía del sol.

- El Sol.

El Sol proporciona la energía para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. Además, con un coste nulo: la luz del Sol nos llega continuamente, y a toda la superficie del planeta.

Sin duda alguna, aprovechar más esta energía que nos llega ininterrumpidamente puede ayudar a resolver nuestros problemas energéticos. Además, la energía solar es una energía limpia: las centrales solares no contaminan.

El inconveniente de la energía solar es la baja eficiencia de las centrales. Aunque la luz del Sol nos aporta una gran cantidad de energía, ésta está dispersa por todo el planeta, por lo que es necesario concentrarla para obtener energía eléctrica de una manera rentable.



Fig. 2 Paneles solares recibiendo energía solar

- Viento

La energía del viento también puede ser aprovechada de una manera útil. Las personas la hemos utilizado para impulsar barcos o molinos de viento, pero ahora existe otra aplicación interesante: las centrales eólicas productoras de energía eléctrica.

El problema de las centrales eólicas es el condicionante geográfico: solo son rentables en zonas en las que el viento sopla con fuerza regularmente. En España, en la costa gallega, en la zona del estrecho de Gibraltar, en Albacete, en la cuenca del Ebro o en Canarias.



Fig. 3 central eólica para generar electricidad por la fuerza del viento

- Mareas

El movimiento del agua del mar ofrece otra posibilidad más para obtener energía. Sin embargo, las mareas deben ser bastante pronunciadas para poder aprovechar esta energía, llamada energía maremotriz.

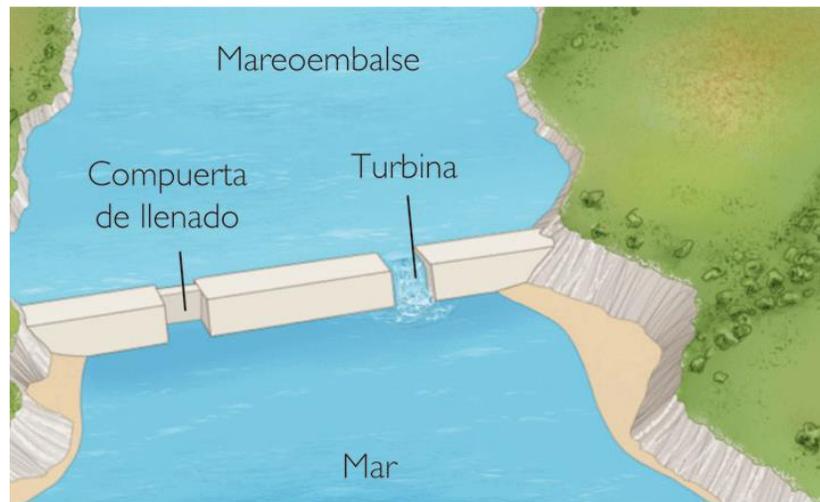


Fig. 4 Central Mareomotriz generada por la fuerza que el mar produce gracias a su movimiento natural.

- Fuentes geotérmicas

El interior de la Tierra constituye otra fuente de energía. Una prueba la tenemos en los volcanes, en los que salen materiales a elevada temperatura hasta la superficie.

Aunque es una fuente no renovable, la energía geotérmica constituye una alternativa interesante en determinadas regiones del planeta, pues puede emplearse para calentar el agua de un sistema de calefacción.

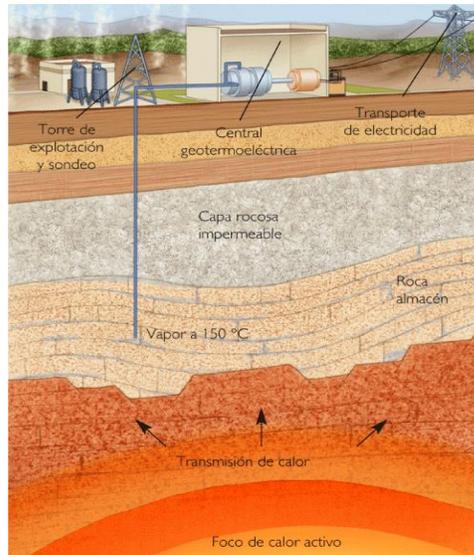


Fig. 5 Central Geotermo eléctrica, energía generada por el calor que genera el centro de la tierra

- Biomasa

La materia orgánica acumula energía química que también puede aprovecharse. El caso de la madera es el más conocido. Pero ahora también se aprovechan restos orgánicos (excrementos de ganado, basuras, etc.) para producir electricidad al quemarlos.

Aunque este método no está muy extendido, es muy interesante, pues a la vez que se produce energía se eliminan residuos de la naturaleza.



Fig. 6 Central generadora de energía eléctrica a través proveniente de biomasa

1.1.1DESARROLLO SUSTENTABLE.

El desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Este tipo de desarrollo conserva la tierra, el agua, los recursos genéticos de los reinos animal y vegetal, no degrada el medio ambiente, es tecnológicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

El esquema actual del sector energético basado principalmente en combustibles fósiles no es consistente con el desarrollo sustentable por los grandes efectos ambientales causados. Debido a sus grandes ventajas la generación de energía mediante celdas solares se ha incrementado notablemente en los últimos años. Se espera que esta tendencia continúe.

La principal desventaja de la energía fotovoltaica es el costo comparativamente con el costo de la que se genera por otros medios, debido a que las celdas solares.

1.2 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

Millones de personas viven dispersas en pequeñas comunidades en regiones remotas de difícil acceso. Bajo consumo eléctrico con poca capacidad de pago. La mejor opción para dotar de electricidad a estas comunidades son las Celdas solares.

Millones de personas viven dispersas en pequeñas comunidades en regiones remotas de difícil acceso. Bajo consumo eléctrico con poca capacidad de pago. La mejor opción para dotar de electricidad a estas comunidades son las Celdas solares.

Beneficios:

- Educación (escuelas).

La electrificación en las escuelas rurales es una prioridad ya que es un elemento esencial para que los alumnos tengan una educación integral en el estado de Querétaro se ha llevado a cabo esta práctica y ha beneficiado a las comunidades la finalidad es electrificar la mayoría de las escuelas rurales en el país para mejorar la calidad de vida de todas las comunidades. [1]

En la **Fig 7** Se puede apreciar un claro ejemplo sobre la importancia que tiene la electrificación por medio de los sistemas fotovoltaicos.



Fig.7 Escuela rural electrificada en Querétaro, Qro.

- Bombeo de agua

En las mismas comunidades rurales no se cuenta en algunas ocasiones con un sistema de bombeo con electrificación de la red pública ya que en estas comunidades el suministro de energía es deficiente en gran medida, En la figura 8 se aprecia la electrificación de un pozo, el cual provee la posibilidad de ser transada el agua para el sistema de riego, todo esto alimentado por medio de paneles solares.



Fig.8 sistema de bombeo rural energizado con una celda solar

- Salud

Principalmente en las zonas desérticas los medicamentos son muy difícil de transportar y resulta ser muy riesgoso debido a que tienen que mantenerse a cierta temperatura, para lograrlo se han implementado celdas solares montados en estructuras metálicas ligeras teniendo 2 finalidades 1 mantener bajo la sombra el medicamento con la estructura de la celda y 2 mantener el medicamento a baja temperatura gracias al sistema de refrigeración montado para esta finalidad, este método se puede apreciar en la Fig.9



Fig. 9 La imagen muestra una estructura con una celda solar, que alimenta a un refrigerador montado sobre un camello para vencer las altas temperaturas.

En el Municipio de Salamanca, en el Estado de Guanajuato existen muchas zonas rurales donde desafortunadamente el servicio público de electrificación no puede ser suministrado por diversas causas que a continuación se muestran:

- Los presupuestos que se otorgan a estas comunidades rurales no son los suficientes para poder cubrir con las necesidades de toda la comunidad.
- Los costos de electrificación son demasiado altos, inclusive en algunas comunidades se ha omitido la colocación de postes, debido a que no se cuenta con el capital suficiente

para la colocación de estos, para abastecer la electrificación.

- En algunas ocasiones la electricidad es enlazada a las líneas o a transformadores, que es lo que provoca variaciones en la tensión y aunado a esto el posible riesgo de sobrecarga del transformador.

En Salamanca Guanajuato comenzó sus actividades la Universidad Tecnológica de Salamanca, inicialmente en unas instalaciones rentadas ubicadas en la calle Morelos de esta ciudad, posteriormente el contrato de la renta finiquitó por lo que la Universidad continuó sus actividades ya en sus propias instalaciones, ubicadas en una zona a las orillas de la ciudad cerca de varias comunidades rurales, pero donde aún la electrificación no se ha completado, por lo que inicialmente la Universidad comenzó sus operaciones alimentando eléctricamente los edificios por medio de una planta estacionaria de luz, la cual su combustión es a base de Diésel. Por ser de nueva creación la zona de estacionamiento se encuentra todavía en despoblado asimismo, no existen en la zona no se tienen árboles o algo que ayude a la conservación ecológica de la zona.

1.3Las características Generales de la Zona.

1.3.1 Extensión.

La extensión territorial de Salamanca es de 745.96 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1721 metros sobre el nivel del mar en la actualidad se tiene un total de 260,759, habitantes.

1.3.2 Localización del municipio de Salamanca.

El Municipio de Salamanca se localiza en el suroeste del estado de Guanajuato. De acuerdo a la posición geográfica que tiene Salamanca, el mapa general de la república Mexicana indica que este se encuentra entre las coordenadas $20^{\circ} 34' 22''$ latitud norte del trópico de Cáncer y $101^{\circ} 11' 39''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Salamanca se encuentra rodeado por otros lugares, entre los que se encuentran en la porción norte son los Municipios de Irapuato y Guanajuato, al noreste San Miguel de Allende, al este Santa Cruz de Juventino Rosas y Villagrán, al sureste se encuentra el municipio de Cortázar y en la zona sur Jaral del Progreso y Valle de Santiago y finalmente en la parte oeste, están los municipios de Pénjamo y parte de Irapuato.(Fig10)



Fig 10 ubicación de Salamanca en mapa del estado de Guanajuato

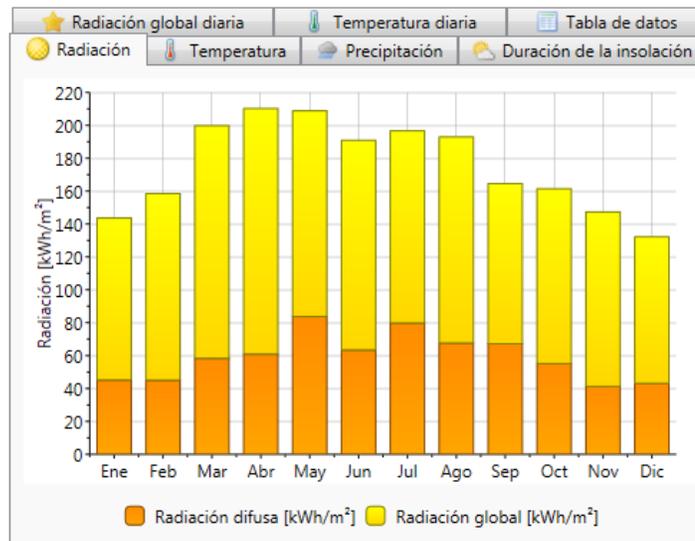
Clima

El clima en Salamanca, regularmente es templado seco, con posibilidad de lluvia invernal de aproximadamente un 7 %, la temperatura en la zona oscila entre los 25 y 22° , la temperatura más elevada presentada en la zona de durante el solsticio de verano es de oscila entre los 34 y 36°, durante la Primavera la temperatura comienza a elevarse poco a poco siendo entonces en el mes de Mayo cuando registra las temperaturas antes mencionadas, las precipitaciones que se registran en la zona son reforzadas gracias a los fenómenos conectivos, el calor provoca que la humedad hacienda considerablemente y se enfríen al inicio de la temporada de lluvias, esta comienza regularmente durante los finales de la segunda quincena de Mayo y principios de Junio.

Cabe mencionar, que la zona de Salamanca Gto. Es una zona que por lo regular se encuentra despejada en su totalidad prácticamente durante todo el año, ya que aún y cuando sea temporada de lluvias el cielo durante la mayor parte del día no presenta nubosidades espesas, sino que hasta aproximadamente las 4 o 5pm las nubes comunes en esta zona son : cúmulos, estratos y cumulonimbos. Se hacen presentes y comienzan a concentrarse en la zona, para esta hora el sol a disminuido su intensidad considerablemente siendo que, aproximadamente de 11 am a 3 :30 pm el sol registra su mayor intensidad y por consiguiente registra la mayor cantidad de KW para un sistema Fotovoltaico [2]

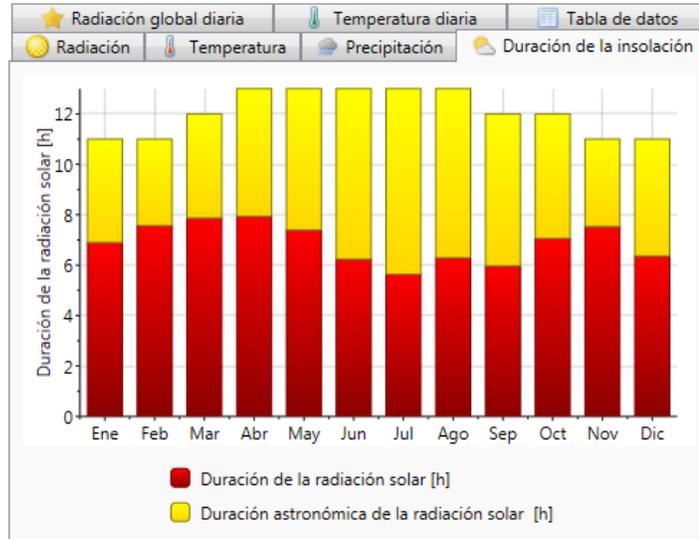
También se puede apoyar el estudio con software estadístico que nos permita conocer los datos estimados en la zona de estudio como se muestra en la Grafica1, donde se muestra la radiación global que nos señala la variación de

la radiación global promedio por mes, esto con la finalidad de proporcionar datos aproximados para establecer el diseño fotovoltaico. Aunque cabe mencionar que son datos estadísticos, no se cuenta con un monitoreo constante que nos permita conocer a ciencia cierta el valor presente en el área de impacto, es por ello que se recomienda realizar registros reales constantes que nos permitan datos más exactos para el sistema a diseñar.[3]



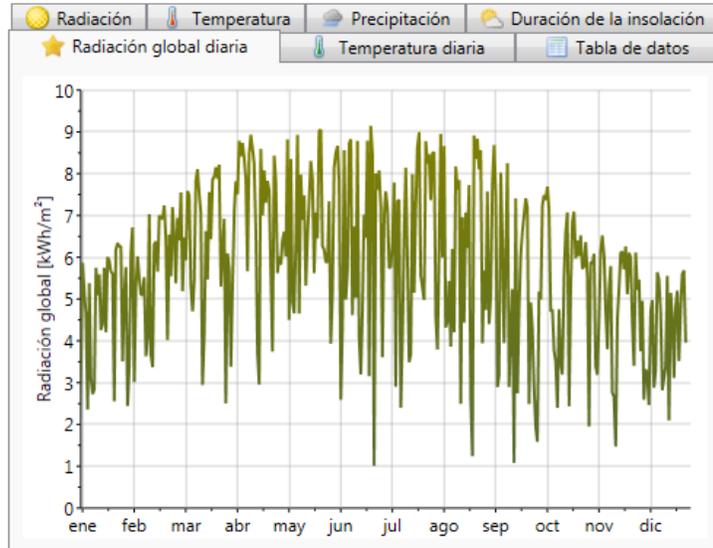
Grafica 1.- En esta grafica se muestra la radiación difusa y la radiación global presente en la zona de estudio.

Otro factor importante que se merece estudiar es la duración de horas por día que nos proporciona radiación solar, con la finalidad de establecer la autonomía del sistema fotovoltaico. En la Grafica 2 se aprecia los datos obtenidos mediante el programa Meteonorm, aunque también son datos estadísticos promedios. [3]



Grafica 2.- En esta grafica se muestra la radiación solar por hora diaria

Para determinar el tipo de panel y la cantidad de los mismos necesitamos realizar el estudio de radiación en la zona de influencia, en Kwh/m^2 , para establecer el recurso solar con el que se cuenta en la zona, en la Grafica 3 se muestra otro dato estadístico que nos señala la radiación global en la zona de la ciudad de Salamanca Gto.[3]



Grafica 3.- Radiación Global en Kwh/m²

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día la vida sin la energía eléctrica nos sería prácticamente imposible, y más si se trata de una institución de educación pública, sabemos también que existen infinidad de comunidades aisladas que no cuentan con el servicio de electrificación, y muchas de las veces la conciencia que nosotros tenemos para estas problemáticas es prácticamente nula, podemos enumerar un sin número de aspectos de la vida cotidiana en los cuales la disponibilidad de este recurso nos puede ayudar a facilitar, como son:

- Inseguridad
- Obtención de agua para riegos y para satisfacer las necesidades de comunidades.
- Educación.

- La información que podríamos obtener de lo que ocurre a nuestro alrededor.
- Alimentos y su conservación.
- La utilización de aparatos electrodomésticos para mejorar y facilitar
- nuestras labores en todos los sentidos.

Sin olvidar y sin pasar por alto la problemática que las comunidades rurales tienen al carecer de este recurso, hemos direccionado este proyecto a la parte de la educación que es sin duda una de las mejores armas con las que cuenta la sociedad para erradicar o bien tratar de erradicar la mayor parte de problemas que nuestra sociedad puede llegar a tener.

2.1 Efecto Invernadero

El efecto invernadero es generado por los excesivos contaminantes que se encuentran en las ciudades, se forma una capa que permite la entrada de los rayos solares pero no permite su salida, el calor por consiguiente se regresa al poblado generando altas temperaturas.(Fig. 11)



Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

Fig.11 esquema de la forma en que se genera el efecto invernadero y como afecta a la superficie terrestre

2.2 Cambio Climático

El cambio climático es un problema que se ha ido agudizando a través de los años, debido a que las empresas regularmente trabajan con hidrocarburos que son totalmente dañinos para el ambiente, aunado a esto la quema de pastizales, la sobrepoblación, el crecimiento inmoderado y el uso de vehículos de combustión interna.

El cambio climático genera cambios bastante severos en la naturaleza uno de los más comunes es que existen grandes huracanes formados en una zona o bien terremotos, lluvias excesivas, temperaturas elevadas, tormentas de nieve entre, sequias otras que generalmente provocan catástrofes mundiales.(fig 12)



(Fig 12 algunos efectos del cambio climático que afecta nuestro planeta)

2.3 Agotamiento del Petróleo

El consumo de petróleo está alcanzando su máximo histórico y aún las estimaciones más optimistas prevén el completo agotamiento en algunas décadas el petróleo es la principal fuente de energía que tenemos en la actualidad pero así como todo recurso natural no renovable, se prevé que llegará a su máximo de extracción en el año 2020 aprox. para después venir la debacle de la extracción del recurso.(Fig. 14)[4]

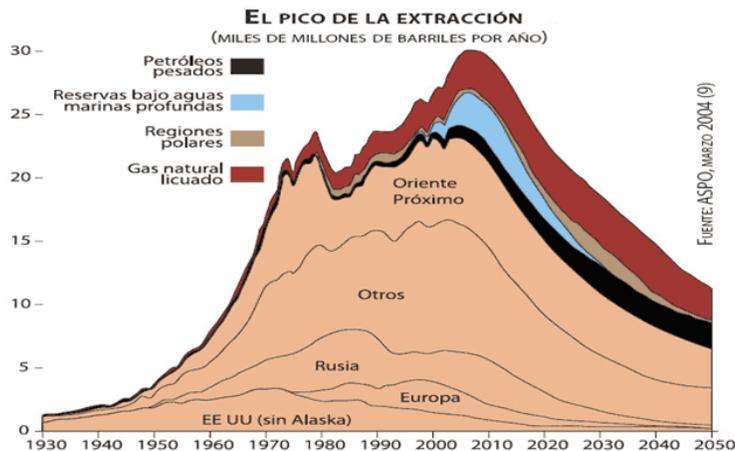


Fig.14 indica la gráfica aproximada en la cual el petróleo llegara a su máximo punto de extracción.

La Universidad Tecnológica de Salamanca es una institución de nueva creación, que comenzó como unidad académica de UTSOE en septiembre del 2010, actualmente ubicada al Norte de la ciudad de Salamanca Gto. En una zona poco poblada.

Al ser una escuela de nueva creación los recursos de la Universidad se encuentran limitados y es necesario redoblar esfuerzos para poder sacar a flote la mayoría de los gastos que la universidad tiene entre los que se encuentran: Compras de equipo y herramienta, gastos diarios por desperfectos,

cobros de servicios como son teléfono energía eléctrica extracción de residuos (no hay drenaje) pero principalmente el conflicto con la compañía generadora de energía que por ser un lugar alejado, el servicio es bastante deficiente, sin olvidar que en las comunidades cercanas ocurre el robo de energía, colgando cables de las líneas para suministrar sus viviendas o domicilios, provocando algunos cambios de abastecimiento de corriente eléctrica, problemas como estos y muchos gastos son los que la Universidad genera día con día, al ver esta problemática quisimos aportar algo para el beneficio de la misma y sobre todo para el beneficio de nuestros estudiantes y comunidades cercanas.

Cabe señalar que actualmente no existe un incremento considerable de infraestructura, puesto que solo cuenta con un edificio de docencia y un edificio de laboratorios y talleres, que están siendo utilizados como aulas, que no están equipados actualmente.

No se cuenta con un estacionamiento para la comunidad universitaria, en condiciones adecuadas, solo se cuenta con un área descubierta que se habilita como estacionamiento.

Con la finalidad de solventar estas dos problemáticas se desarrolló la propuesta de crear un estacionamiento para los automóviles que diariamente entran a la universidad y que en la parte de los toldos o sombras del mismo ubicar un banco de celdas solares conectados a la red pública, enviando la energía generada a edificios de docencia y oficinas de dicho edificio.

Para determinar la factibilidad de este proyecto nos realizamos algunas preguntas esenciales como:

1. Es factible la aplicación de la energía fotovoltaica para suministrar energía eléctrica a los edificios de docencia y oficinas de la UTS donde el servicio es deficiente?
2. Como determinar el sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas de la UTS?
3. Cuáles serán los beneficios principales al aplicar la tecnología fotovoltaica para el suministro en la UTS donde este recurso carece de eficiencia?
4. Es posible tener un programa piloto y después reproducirlo a las comunidades rurales que más lo necesiten?

La carencia de un buen servicio de energía eléctrica y las altas tarifas que la compañía generadora del recurso tiene, son la principal inspiración para generar este proyecto, aunado a esto la generación del estacionamiento para la Universidad Tecnológica de Salamanca tiene ya su liberación de recurso y para aprovechar la estructura del mismo, decidimos implementar una solución viable utilizando la energía renovable denominada fotovoltaica, implementando dispositivos denominados paneles fotovoltaicos, evitando de esta manera las altas tarifas del servicio ya que el sistema será de conexión a la red, generando de esta manera que las tarifas de energía eléctrica bajen hasta en un 70 % debido a que en las instalaciones de la UTS no hay labores el fin de semana, es aquí donde la línea de electricidad recibirá la mayor retribución del sistema fotovoltaico.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El consumo energético actual de la UTS sobrepasa los 25 mil pesos por mes, por lo que es necesario establecer estrategias de ahorro para el futuro crecimiento de la Universidad, lo anterior obedece al programa de desarrollo 2013- 2016, en el que se proyecta un crecimiento en la población estudiantil del 100% y un desarrollo en infraestructura que consiste en dos edificios de docencia adicionales.

El presente trabajo está principalmente enfocado para electrificar tanto los edificios de docencia como oficinas, en la primera etapa de la Universidad Tecnológica de Salamanca, que se encuentra ubicada en la parte norte de la ciudad de Salamanca en el Estado de Guanajuato.

Por medio de celdas solares se pretenden electrificar los edificios de docencia y oficinas de la Universidad Tecnológica de Salamanca, para solventar las necesidades principales que la Universidad tiene, tales como: falta de corriente eléctrica en ciertas áreas de los edificios, tarifas altas, daño en los equipos debido a las caídas de corriente que se generan en la zona, tener un área de estacionamiento adecuada para solventar las necesidades de la escuela.

La elaboración de este proyecto será definido por varias etapas, la primera etapa consiste en el diseño de la red de generación de la electrificación para los edificios de docencia y las oficinas que se encuentran en la UTS, por medio de un sistema de celdas solares integrado a la red y montados sobre la estructura de la sombra del estacionamiento de forma estratégica para captar la

mayor cantidad de energía que sea posible, este se pretende realizar como un programa piloto, posteriormente el proyecto de electrificación será presentado tanto a las autoridades municipales como Gubernamentales, para proponer instalar este mismo sistema de celdas solares en las comunidades rurales que más lo necesitan, en la zona se están instalando algunas colonias, las cuales para ahorrar energía se pretende proponer este sistema.

La mayor ventaja más con la que se cuenta es que la zona no se cuenta con obstrucción de los rayos solares como sean: edificios, árboles o algún otro objeto que nos obstruya la recepción de energía fotovoltaica, y una de las ventajas más fuertes que nosotros encontramos es que la irradiancia detectada en la zona es bastante elevada y empieza a reducir su intensidad ya muy tarde por lo que consideramos que tendríamos una excelente captación durante gran parte del día, una de las razones más fuertes que nos impulsaron a comenzar este proyecto, es que en Salamanca, Gto. Tenemos 2 industrias principales que nos generan demasiada contaminación PEMEX y central Termoeléctrica de Salamanca, la finalidad es comenzar a utilizar las energías renovables y convencer a la ciudadanía que este tipo de energía es bastante eficiente y puede solventar las necesidades que la población tiene, el proyecto comienza para la Universidad Tecnológica de Salamanca pero se quiere extender para varias poblaciones de la entidad y sobre todo para el bien social.

OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GENERAL

Calcular el sistema fotovoltaico que permita generar corriente eléctrica, con la característica de proporcionar sombra en el área del estacionamiento para los

vehículos del personal administrativo y docentes en la Universidad Tecnológica de Salamanca.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio de cargas para el edificio de docencia dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Salamanca.
- Calcular el número de paneles, así como el tipo de panel más adecuado de acuerdo a las características de la zona, del mismo modo determinar, que tipo de inversor es el más conveniente para el sistema.
- Realizar un estudio de irradiancia en la zona norte de Salamanca, Gto. donde se ubica la Universidad Tecnológica de Salamanca.
- Estudiar las normas recientes de CFE que sean compatibles a los contratos de interconexión de sistemas fotovoltaicos.

MARCO METODOLOGICO

Se realizará un estudio completo de las cargas que se generan día con día en el edificio de docencia de la UTS, situación por la cual nos daremos a la tarea de revisar los equipos que estén en uso diario para determinar eficientemente las cargas, esto implica revisar computadoras, impresoras, proyectores, equipos de DVD, reguladores, ventiladores, lámparas, (cantidad de watts y numero de lámparas por plafón) sumando los equipos que se conecten o se instalen hasta el momento.

1.4PROCEDIMIENTO.

Hoy en día pueden ser utilizados algunos modelos matemáticos, así como el uso de software para el diseño sistemas Fotovoltaicos

Sin embargo dependen de los datos que se proporcionan por el usuario, con la finalidad de poder diseñar un sistema fotovoltaico más exacto debemos de tomar en cuenta los siguientes pasos:

Paso1. Analizar las cargas eléctricas que se desean abastecer mediante el sistema fotovoltaico. Mediante un monitoreo de los equipos, preferente por hora o tiempo específico de trabajo

Paso 2. (Para sistemas independientes a la RED).- Determinar la energía consumida diariamente, tomando en cuenta los días de autonomía del sistema.

Paso 3. Analizar la ubicación geográfica del lugar, como primera aproximación se colocan los módulos con un ángulo de inclinación 20° mayor a su latitud.

Paso 4. Realizar un estudio sobre la insolación presente en el área donde se ubicará el sistema fotovoltaico

Paso5. Realización del cálculo de paneles necesarios para el abastecimiento, considerando los datos anteriores. Así como si el sistema debe abastecer algún elemento por las noches, ya que durante este tiempo no hay presencia de sol que suministre energía eléctrica, para los sistemas independientes a la RED

1.5 ETAPAS DEL DISEÑO

Mediante el diseño del sistema fotovoltaico se pueden determinar:

Amper/hora generados al año. Aunque se debe tomar en cuenta las pérdidas ocasionadas por polvo que hay en el medio (3% promedio) esto nos permitirá determinar la eficiencia del sistema en forma anual, otro aspecto que se debe considerar es el de la autodescarga de la batería (3% promedio) por mes. Considerando que las baterías se encuentran cargadas durante el verano

- Para el cálculo del número de paneles utilizaremos las fórmulas que obtuvimos de la investigación bibliográfica y asesor. La finalidad del cálculo del número de paneles es obtener el número exacto de paneles para solventar la cantidad de demanda energética obtenida en el estudio de cargas.
- El inversor de corriente es el elemento que nos permitirá convertir la corriente generada del sistema fotovoltaico, para poder proveer de energía eléctrica al edificio mencionado se tiene que elegir el inversor adecuado de acuerdo a las características del sistema de igual manera se tienen que tener en cuenta las cargas y capacidades de los equipos para poder elegir el inversor correcto.
- Un análisis de sombra nos permite generar un estudio completo de factibilidad porque gracias a él podremos determinar si nuestro sistema fotovoltaico tendrá la eficiencia esperada y no tendrá obstrucción alguna para la recepción de la energía solar, se realizara un estudio minucioso para determinar si los mismos edificios y jardines que se coloquen en un futuro. Eviten que la energía solar llegue a su destino en un 100%.
- La parte fundamental del proyecto es el estudio de irradiancia ya que un estudio como tal no se ha realizado en la zona, para ello recabaremos información proveniente del servicio meteorológico

nacional, pero la parte de un estudio exacto es la primordial para nosotros, razón por la cual requerimos el apoyo de un pirómetro, cabe mencionar que la Universidad Tecnológica de Salamanca no cuenta con este equipo, es por ello que decidimos solicitar apoyo a la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital para que nos apoye a la medición ya que ellos si cuentan con el equipo, se realizó ya una parte de este estudio sin embargo requerimos de una medición más para poder determinar correctamente la irradiancia solar que requerimos para la efectividad de nuestro proyecto.

- El sistema se diseñara para ser un sistema integrado a la red para lo cual nosotros requerimos de igual manera la cercanía de las líneas del servicio de energía eléctrica y transformador, parte de la factibilidad de la misma es que los días de asueto y fines de semana la escuela prácticamente generaría energía para no utilizarse , revisando detenidamente esta situación, determinamos que toda esta energía generada podrá ser mejor utilizada si la integramos a la red, de esta manera nuestras tarifas de consumo serán menores todavía y así podremos apoyar a la compañía generadora para mejorar el servicio.

MARCO TEÓRICO

1.6 RADIACIÓN

La radiación solar es reflejada, dispersada y absorbida por los diferentes elementos que constituyen la atmósfera. Estos elementos son: O₂, CO₂, O₃, N₂, H₂O y partículas de polvo.

La radiación solar que sufre dispersión y absorción es aquella que tiene una longitud de onda entre 0.29 y 2.5 μm , debido a que casi toda la radiación fuera de este intervalo es dispersada y absorbida.

En la Gráfica 1.3.2 se ilustra los efectos de la masa de aire para la distribución espectral solar en una atmósfera con baja turbiedad o limpia de polvos y aerosoles.[5]

La irradiancia normal directa presenta una atenuación en sus componentes espectrales debido a la absorción por O_3 , H_2O y CO_2 únicamente (). Se delinea la curva de radiación solar fuera de la atmósfera terrestre (AM=0) y para diferentes masas de aire (AM=1, AM=1.5 y AM=2).

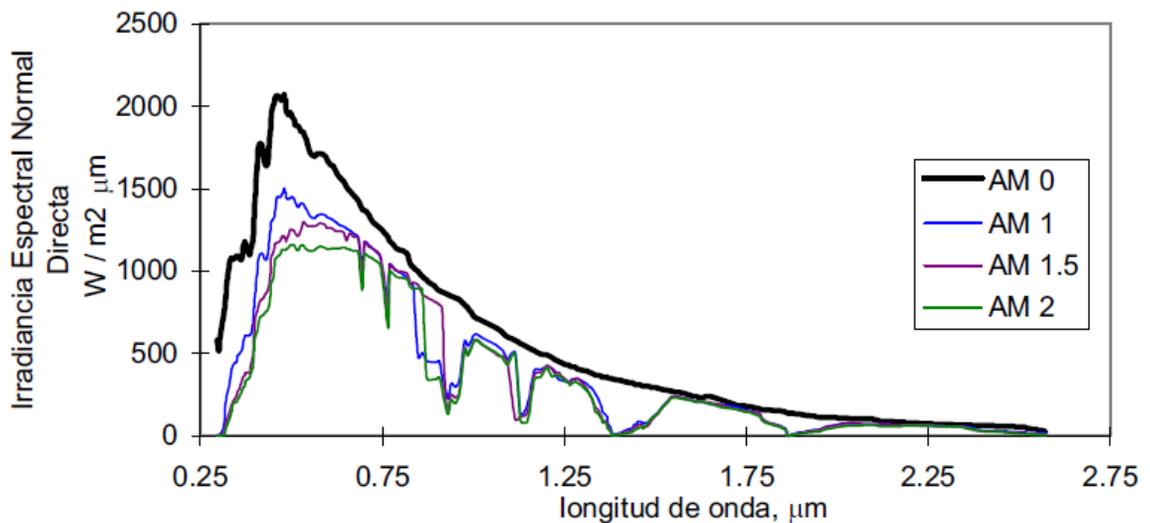


Fig. 10 Gráfica de Distribución espectral de irradiancia directa.

(Adaptado de Chopra y Das (1981)).

1.7 HORAS PICO SOLARES

Podemos definir como HPS (Horas Pico Solares) a la captación de energía solar disponible en que los paneles pueden aportar energía a los sistemas de consumo inclusive con luz solar difusa, pero a menores cantidades, en comparación a momentos de gran luminosidad solar.

1.8 CELULA FOTOVOLTAICA

El tipo de célula fotovoltaica -también denominada célula fotoeléctrica o célula solar- más común es la célula de silicio cristalino. El silicio es un material semiconductor. Sus propiedades de conductividad eléctrica están situadas a medio camino entre los materiales conductores y los aislantes.

Los átomos están formados, como sabemos, por un núcleo -constituido por protones y neutrones- y una serie de electrones situados en órbitas u orbitales a su alrededor. Los átomos de los diferentes elementos que existen en el universo se diferencian únicamente en el número de sus partículas constitutivas. El número de electrones y la forma como estos se estructuran determina ciertas propiedades básicas del átomo; en particular, la configuración del último orbital -llamado orbital de valencia- explica cómo se comportan los átomos y cómo estos se combinan con otros para formar estructuras más o menos complejas. La configuración más estable del átomo es aquella en la que la capa u orbital de valencia posee ocho electrones. Es esta la configuración que caracteriza a los gases nobles (el neón, argón, xenón, entre otros), así llamados porque no se combinan con otros átomos. El resto de los átomos se combinan entre sí, compartiendo o cediéndose electrones, para aproximarse a dicha configuración.[8]

1.9 EFECTO FOTOVOLTAICO

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica.[9]

1.10 LA UNIÓN P-N

Cuando se unen un semiconductor tipo N con un tipo P, se genera un flujo de electrones que van desde el semiconductor tipo N al tipo P, así como un flujo de huecos del semiconductor P al N. Este flujo se da como consecuencia del gradiente de concentración de portadores.

Este intercambio de portadores origina una polarización positiva en el semiconductor tipo N y negativa en el semiconductor tipo P, que genera un campo eléctrico. Cuando este campo eléctrico es suficientemente grande se detiene el flujo para oponerse al paso de los portadores. [10,11]

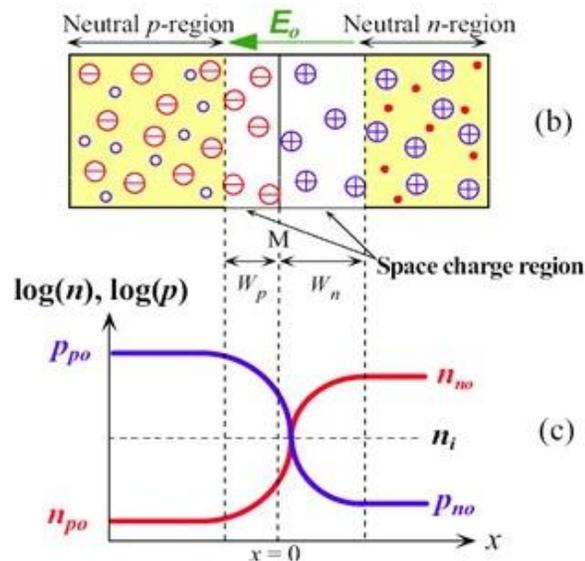


Fig. 15 La radiación solar genera pares electrón-hueco en la unión p-n que son barridos por el campo eléctrico generando una corriente en la resistencia de carga.

En la Figura 11 Se aprecia la parte Neutra de la región de los electrones para el material tipo P y el material tipo N, así como región de carga, en donde al

estar expuestos al efecto de radiación se genera el efecto fotovoltaico WP y WN.

Los pares electrón-hueco generados fuera de la interface pueden difundir hasta esa región en donde también son separados por el campo eléctrico.

El efecto FV presenta los GAP de valencia que permiten el flujo de electrones

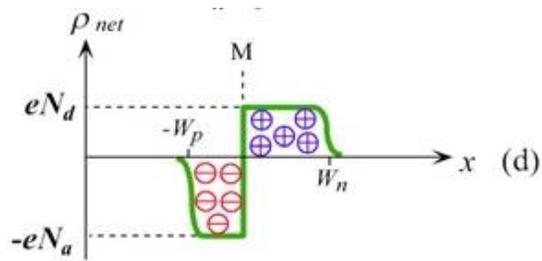


Fig. 16 Unión de un semiconductor tipo p y otro tipo n

CAPÍTULO 1

I. DESARROLLO DE LAS CELDAS SOLARES

La evolución de las celdas solares ha permitido generar sistemas fotovoltaicos más eficientes, dentro de los acontecimientos relevantes para el descubrimiento y desarrollo de las Celdas Solares se destacan:

1839 E. Becquerel descubre el efecto fotovoltaico.

1905 A. Einstein publica un artículo con la explicación del efecto fotoeléctrico

1918 J. Czochralski desarrolló un método para el crecimiento de silicio.

1950's A principios de esta década se perfeccionó el método Czochralski para producir silicio monocristalino de alta pureza.

1954 D. Chapin, C. Fuller and G. Pearson desarrollaron la celda fotovoltaica de silicio en los Laboratorios Bell alcanzando eficiencias primero de 4% y después hasta del 11%.

1958 T. Mandelkorn de U.S. Signal Corps Laboratories, fabricante celdas solares de silicio tipo n en silicio tipo P más resistentes a la radiación para aplicaciones espaciales.

1960 Hoffman Electronics logran celdas con eficiencia de 14 %.

1962 Laboratorios Bell Lanza el primer satélite de telecomunicaciones, el Telstar con potencia de 14 W.

1964 Sharp Corporation Produce los primeros módulos fotovoltaicos de silicio.

1972 Francia Instala un sistema fotovoltaico basado en CdS en una escuela rural en Niger

1976 Los laboratorios RCA fabrican la primera celda solar de silicio amorfo

[12]

1.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED

El origen de los SFCR se remonta a mediados de la década de los 70 en los Estados Unidos, con la elaboración, por parte de la Administración federal, de las primeras recomendaciones relativas al aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en edificio, pronto surgieron los primeros proyectos demostrativos en edificios residenciales y comerciales —el primero del que tenemos noticia, en Arlington, Universidad de Texas, en 1978. El éxito inicial de estos proyectos, unido a un apoyo decidido por parte de la administración, dio lugar a un notable crecimiento de los SFCR.

Europa, por su parte, hubo de esperar hasta finales de la década de los 80 para albergar sus primeros SFCR en Alemania, Austria y Suiza caracterizada inicialmente por proyectos de demostración tecnológica, la situación ha ido evolucionando a lo largo de la década de los 90 en el sentido de incrementar tanto el número de realizaciones como el de países implicados. Algunos datos representativos son:

- Estados Unidos. Es el primer país del mundo en potencia fotovoltaica total instalada, con 74,8 MW a finales de 1996. Existen numerosos programas para el fomento de los SFCR promovidos por las administraciones federales, estatales y las compañías eléctricas. Las medidas adoptadas van desde la subvención parcial de los sistemas fotovoltaicos hasta subvenciones a través de la tarificación, así como incentivos fiscales. Por otra parte, el gobierno federal lanzó, en junio de 1997, la llamada “Iniciativa del millón de tejados solares”, mediante la cual se pretende completar tal cantidad de sistemas fotovoltaicos y solares térmicos en edificios para el año 2010.

- Japón, segundo país en cuanto a potencia fotovoltaica instalada (26 MW a finales de 1996), es hoy el primer país inversor en SFCR. En 1994 el gobierno lanzó el llamado “Programa de los 70.000 tejados”, orientado a la subvención parcial de SFCR en el sector doméstico. En este contexto se instalaron 20 MW en el periodo 1994-1996 y están previstos 37 MW —9.400 tejados— para 1997, 400 MW para el año 2000, y 4.600 MW para el 2010.
- Alemania. El “Programa de los 1.000 tejados fotovoltaicos”, de ámbito federal y estatal, supuso la instalación de 5,3 MW de SFCR en el periodo 1990-1993. En 1996, resultado de la combinación de diversas medidas favorecedoras, la demanda de estos sistemas se incrementó notablemente hasta situarse en 6 MW, manteniéndose la expansión del mercado en la actualidad (se prevé en 1997 un incremento en la potencia instalada de 10 MW). Existen programas en numerosos estados y ciudades (entre ellas las más importantes del país), relativos a la subvención de los sistemas en su fase inicial o a través de la tarificación, créditos especiales y beneficios fiscales.
- Austria. Entre 1992 y 1995 el gobierno implementó el “Programa 200 kW de tejados fotovoltaicos”, al cual se han sumado además diversos edificios con programas propios de tarificación favorables a los SFCR.
- Suiza. Con una capacidad total instalada de 8,1 MW a finales de 1996, la administración federal la incrementó hasta 50 MW en el año 2008. Entre otras medidas cabe destacar un “Programa de 1.000 tejados fotovoltaicos”, de carácter privado, que ha supuesto la instalación de 3 MW en viviendas particulares, así como un programa demostrativo de instalación de 1 MW en centros educativos y diversas medidas de tarificación adoptadas por gobiernos regionales

- Holanda. A finales de 1996 existían 215 SFCR, con un total de 598 kW. El gobierno alcanzó, a través del “Plan 250 MW”, esta capacidad instalada en el año 2010 y pretende incrementarla en 1.000 MW para el 2020.
- Australia. La construcción de la villa olímpica para los Juegos Olímpicos de Sydney 2000 Instaló 665 SFCR, con un mínimo de 1 kW por cada uno, en un proyecto promovido por la Administración y la compañía eléctrica local.
- España. En 1996 con 13 MW totales instalados.
- En México, desgraciadamente no existe una explotación adecuada del recurso solar, la mayoría de la energía fotovoltaica instalada es en oficinas gubernamentales, escuelas, y hospitales, la planta solar Aura 1 es el primer proyecto de gran escala que se establece en el país con 39 megawatts de potencia, y con su entrada en operación México se ubica entre los 20 países del mundo con mayor capacidad de energía (es el 19 a nivel mundial y el segundo en Latinoamérica después de Perú).

Esta situación contrasta, sorprendentemente, con la disponibilidad de excelentes recursos solares. Existen programas de ámbito estatal y regional para la promoción de SFCR. En cuanto a las características y tamaño de los sistemas, la evolución sufrida por los SFCR revela una tendencia hacia una mayor integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos a medida que se explota su potencial como elementos constructivos, así como una mayor variedad en cuanto a la potencia de los sistemas en función del tipo de edificio. Así, en la actualidad existen módulos fotovoltaicos que actúan como tejados, parasoles, muros cortina, lucernarios, etc. La potencia unitaria de los SFCR varía entre 1 y 500 kW, y sus lugares de ubicación son viviendas,

escuelas, centros comerciales, industrias, edificios institucionales, etc. Obviamente, el objetivo general que persigue la ingeniería de los SFCR es maximizar la generación de energía eléctrica, en el marco de los condicionantes particulares que suponen las características del sistema (tamaños y eficiencias de sus componentes), del lugar (evolución de la radiación solar y la temperatura ambiente) y de la ubicación concreta (orientación y eventuales sombras sobre la superficie del generador).

El cálculo preciso de dicha energía es un problema complejo, no sólo por su propia naturaleza la radiación solar y la temperatura ambiente son funciones del tiempo, cuya descripción matemática dista de ser sencilla, sino también por la dificultad inherente a la adquisición de algunos datos necesarios (la información relativa al sombreado, por ejemplo). Abordar “en detalle” este problema supone trabajar en una escala horaria de tiempos (casi 6.000 cálculos por año), utilizar modelos anisotrópicos para describir el comportamiento de la radiación difusa, y proceder a laboriosos levantamientos topográficos para determinar la duración y efecto de las sombras proyectadas por cualquier obstáculo circundante. El esfuerzo que, en su conjunto, esto representa, es difícilmente justificable para todas y cada una de las ya, actualmente, numerosas realizaciones concretas que componen esta aplicación de la tecnología fotovoltaica. En su lugar, ha ido tomando carta de costumbre el recurso a estimaciones groseras como, por ejemplo, la mera multiplicación de un valor de irradiación por otro de potencia pico, los cuales, por un lado, suelen conducir a estimaciones muy alejadas del comportamiento real de los sistemas y, por otro, no permiten evaluar el impacto de las características peculiares de cada uno de los elementos del sistema. En definitiva, tales estimaciones no permiten realizar ejercicio alguno de optimización y, en

consecuencia, no tienen cabida en el marco de una práctica razonable de la ingeniería.[13]

1.2.-GENERACIONES DE LAS CELDAS SOLARES

Podemos clasificar a las celdas solares en tres categorías o generaciones, en base a su eficiencia y construcción, de la siguiente manera

1.3.- PRIMERA GENERACIÓN

En esta clasificación las celdas son construidas con silicio cristalino y policristalino, que es un material, tienen una eficiencia del orden del 15% [11]

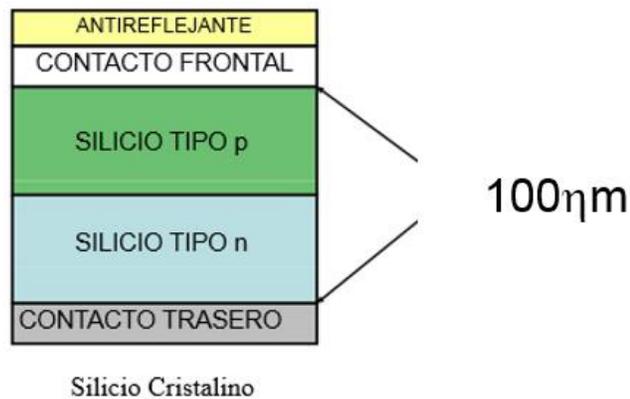


Fig. 17 Partes que componen una célula de Silicio Cristalino a 100 nm

En la figura 13 se muestran las partes que comprenden una célula de silicio cristalino a 100 nm, en las que se señala el antireflejante que permite que el silicio no sufra una rápida degradación, los contactos frontales y trasero, así como el silicio tipo P y tipo N.

1.4.- SEGUNDA GENERACIÓN

Celdas de películas delgadas (CdTe, CuInSe₂, Si-a) eficiencia de 10 a 15 %

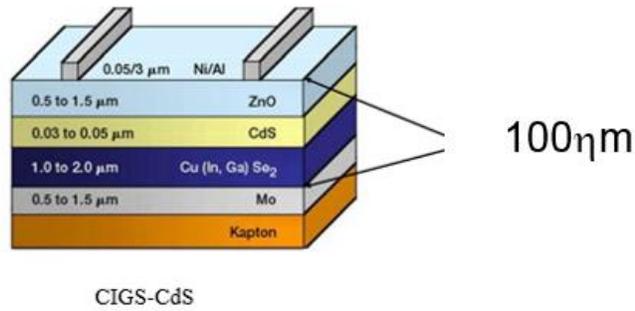


Fig. 18 Partes que componen una célula de CIGS-CdS a 100nm

En la figura 14 se aprecian las partes de una célula de CIGS-CdS, con una capa de ZnO de 0.5 a 1.5 μm , una capa de CdS de 0.03 a 0.05 μm , una capa de Cu (InGa) Se_2 de 1.0 a 2.0 μm y una paca de Mo de 0.5 a 1.5 μm .

1.5.- TERCERA GENERACIÓN

Celdas de Multiuniones de películas delgadas III-V

Eficiencia de 25 y 30%

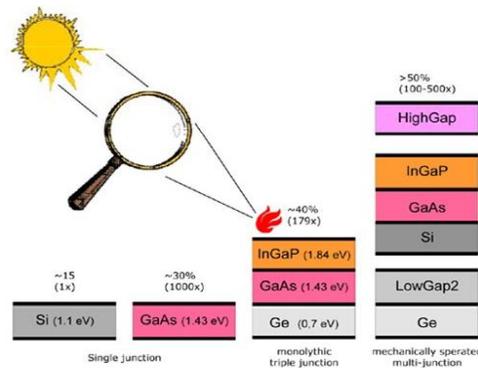


Fig. 19 Análisis de multiuniones para celdas de Tercera generación, con su respectivo porcentaje de eficiencia

Las celdas de tercera generación cuentan con multiuniones que permiten incrementar la eficiencia en su generación de la electricidad. [13]

[11], [12], [13] *Applied Photovoltaics (Inglés)* de Stuart R Wenham (Redactor), Martin A Green (Redactor), Muriel E Watt (Redactor), Richard Corkish (Redactor)

En la figura 20 se puede ver una unión simple en la que requiere de un espectro de radiación de 1.1 para el caso de silicio y de 1.43 eV para el caso de GaAs. Sin embargo la triple unión aprovecha el 1.84 eV para el caso de InGaP, el 1.43 con la celda de GaAs y el 0.7 con una celda de Ge, lo cual permite aprovechar la mayor cantidad de radiación presente en la zona en que se instalará el sistema FV.

En el caso de las celdas de tercera generación consiste en poner uniones de diferentes tipos de celdas, que permitan capturar la radiación solar que es atravesada de primer o segunda generación

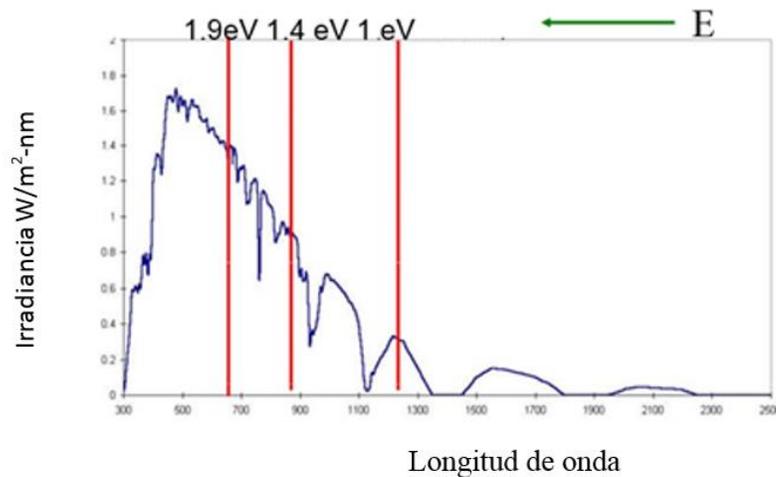


Fig. 20 Espectro de radiación en eV, para análisis de longitud de onda para análisis de uniones entre células, en base a sus bandas.

Nota: También son utilizados concentradores de luz para incrementar la intensidad de la radiación incidente [11], [12], [13]

1.7.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Un módulo fotovoltaico consiste en la conexión de células en serie-paralelo hasta obtener unos valores de voltaje y corriente que se desean. Una vez obtenido el arreglo es encapsulado de tal forma que quede protegido de los elementos atmosféricos que le puedan afectar cuando esté trabajando en la intemperie.

1.7.1.-PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS

Cubierta frontal

- **Corriente de Corto Circuito (I_{sc})** La corriente de corto circuito ocurre cuando la impedancia es aproximadamente cero (cortocircuito) y se calcula cuando el voltaje en el módulo PV es cero voltios, la corriente de corto circuito ocurre al principio de la polarización de la celda y representa el valor máximo de corriente en el cuadrante de potencia (I-V), la corriente de corto circuito es la corriente total producida en la celda solar mediante irradiación solar; es decir, cuando la celda recibe la mayor excitación de fotones en su estructura interna.
- **Voltaje de Circuito Abierto (V_{oc})** El voltaje de circuito abierto (V_{oc}) es el voltaje que se mide a través del panel cuando no pasa corriente por el panel; es decir, sin carga conectada en la salida. El voltaje V_{oc} se define igualmente como el voltaje máximo en el cuadrante de potencia (I-V).
- **Potencia Máxima (P_{max})** Desde la curva característica (I-V) es fácil calcular la potencia máxima que desarrolla el módulo fotovoltaico, la potencia en los puntos I_{sc} y V_{oc} es cero Watts, si utilizamos la ecuación $P= IV$. La potencia máxima ocurre entre estos dos puntos, cuando la corriente y el voltaje tienen un valor de I_{MP} y V_{MP} , respectivamente.

1.8. INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

Los módulos FV están inclinados para colectar mayor radiación solar. La cantidad óptima de energía se colecta cuando el módulo está inclinado en el mismo ángulo que el ángulo de latitud.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el **ángulo mínimo de inclinación** debería ser de por lo menos 15° para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo. A latitudes mayores ($> 30^\circ$ Norte o Sur), los módulos a veces están más inclinados sobre el ángulo de latitud para tratar de nivelar las fluctuaciones por estaciones.

Deben estar inclinados en la dirección correcta. Esto significa: en el hemisferio sur, los módulos están mirando exactamente hacia el Norte y en el hemisferio norte, los módulos están mirando hacia el Sur. Para saber dónde se encuentra el Norte y el Sur, se debe utilizar una brújula.

Por supuesto, algunas veces hay circunstancias locales que impiden la correcta colocación de los módulos. Por ejemplo, los módulos deben acoplarse sobre un techo inclinado que no tiene la inclinación adecuada y que no está mirando exactamente al sol.

1.9. CURVAS CARACTERÍSTICAS

Una de las características principales que describen un módulo fotovoltaico es la relación corriente- voltaje (I-V).

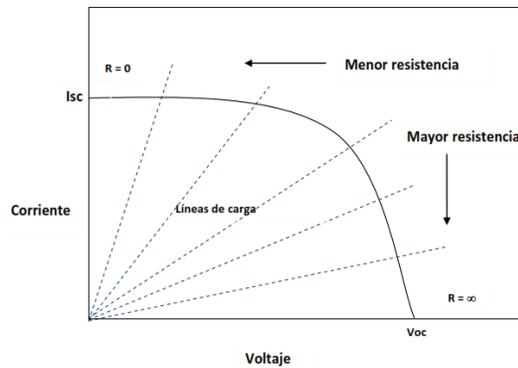


Fig. 21 Cambio de resistencia basada en la relación de Isc y Voc

La temperatura de las celdas y las cargas eléctricas afectan el comportamiento de la curva I-V. De este conocimiento depende el buen diseño, instalación y evaluación de sistemas fotovoltaicos y sus diferentes aplicaciones.

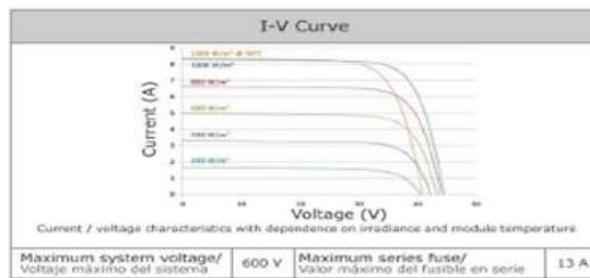


Fig. 22 Curva de I-V para un Módulo Fotovoltaico

Las curvas de I-V permiten determinar la vida útil delo Modulo Fotovoltaico, ya que en cuanto pierda la eficiencia el Modulo, la potencia generada se verá reflejada en la implementación del sistema fotovoltaico

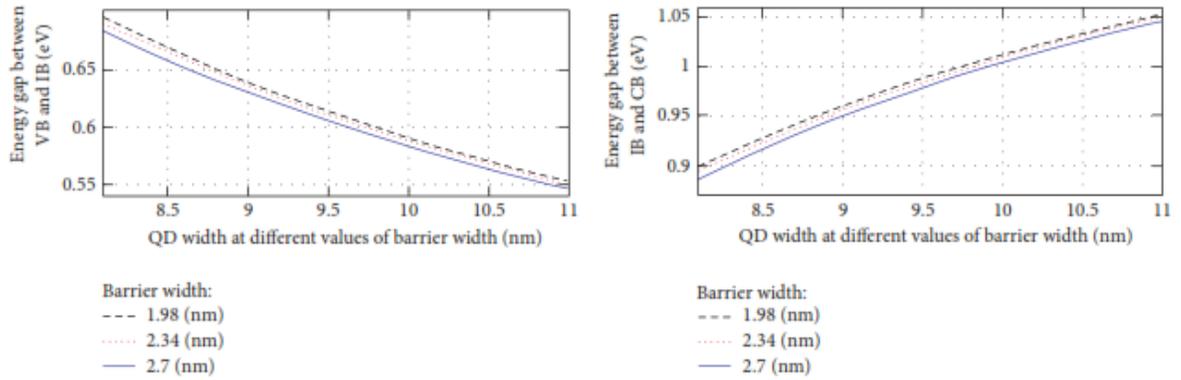


Fig. 23 Cambio de brecha de energía según el ancho de barrera

En la Figura 24 se puede apreciar el cambio de brecha de energía, en base al cambio en el ancho de barrera.

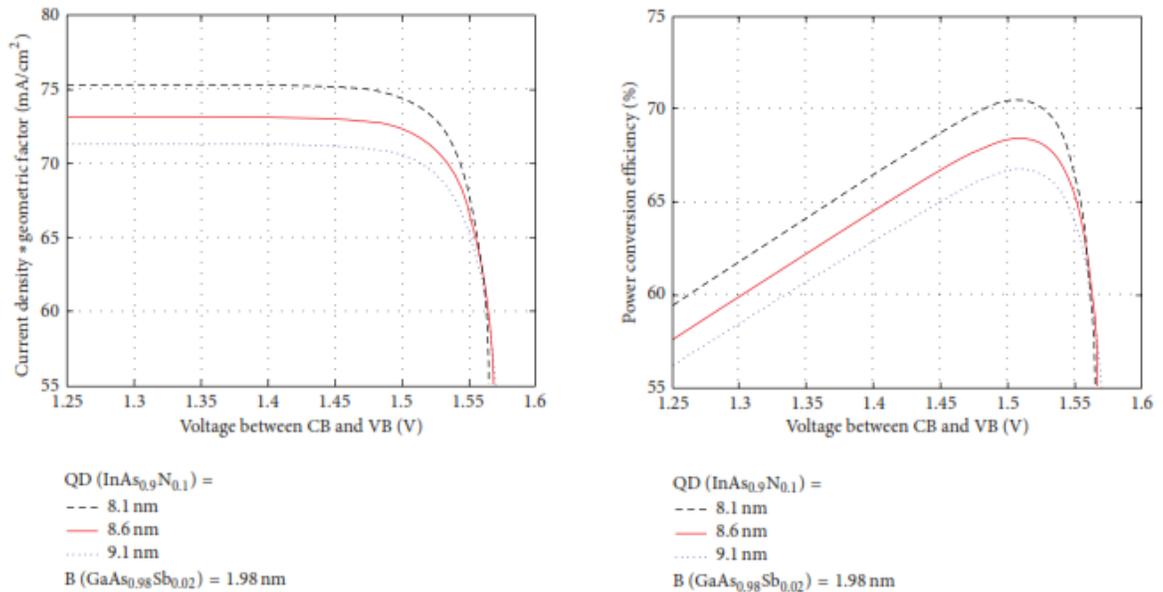


Fig. 24 Densidad de corriente a concentración completa, en base al ancho de barrera.

En la figura 24 se puede apreciar la densidad de corriente a concentración completa, la eficiencia de conversión de energía, con la variación de la anchura del punto y ancho de barrera cuántica constante.

1.10. SISTEMAS HÍBRIDOS

Un sistema solar híbrido es aquel que integra 2 métodos de generación de energía, como puede ser: Energía solar- térmica, solar-fotovoltaica, eólica-solar, biomasa – eólica, hidroeléctrica-térmica, etc. por lo general, estos sistemas se integran para la generación de energía eléctrica o calorífica o ambas en muchas ocasiones.[14]

Originalmente los sistemas híbridos nacen de la utilización de un sistema convencional y un sistema de generación de energía renovable, con la finalidad de garantizar el servicio eléctrico,

Para la generación de un sistema híbrido se requiere tener la siguiente configuración:

- Una o más unidades de generación de fuentes de energía renovable, tales como energía solar, energía eólica o energía hidroeléctrica.
- Una o más generaciones de energía convencional: ejemplo Diesel.
- Sistemas de almacenaje de energía ya sea de tipo mecánico o eléctrico, electroquímico o hidráulico.
- Sistemas de regulación y control.

1.10.1. PRINCIPIO

La fuente de las diversas energías renovables regularmente es intermitente, sin embargo, posee diversos patrones, por ello es a menudo alcanzar una posición más óptima, integrando dos o más fuentes, en muchas ocasiones puede ser incluyendo una forma de almacenaje de la energía. Así, nos aseguramos que la energía que generamos puede ser mucho más intermitente o bien puede hacerse más estable.

Si se tiene un sistema con dos fuentes de energía se denomina bivalente, por lo que un sistema con diversas fuentes de energía se denomina polivalente.

1.10.2. DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA HIBRIDO

Antes de que se genere un sistema híbrido, con varias fuentes de energía, es necesario dimensionar los componentes de manera individual, con la finalidad de simular la operación de un sistema bajo condiciones locales, incluyendo datos de suma relevancia tales como, la cantidad de insolación en la zona de estudio, la fuente principal de biomas en el entorno, la generación del viento dentro de la zona de estudio generada por mapas de vientos, entre otros que requieran ser estudiadas para la elaboración de los estudios correctos.

El objetivo principal de la utilización de los sistemas híbridos, es la de utilizar las proporciones máximas de potencia de energías renovables, sin embargo es necesario tener en consideración otros factores relevantes, como son: los recursos económicos, los aspectos sociales, la infraestructura con la

que cuenta la zona de estudio, la durabilidad de los sistemas que se pretendan utilizar, etc.

Este tipo de sistemas deben dimensionarse, con el apoyo de fuentes de energía convencional que nos aseguren la sustentabilidad del sistema que estemos utilizando, o bien si se llega a tener una carga excesiva en el sistema, el sistema híbrido con una energía convencional puede llegar a solventar la demanda total del sistema propuesto, sin olvidar que la mayor parte de energía que debe tomarse en este tipo de conexiones es la generada por medios de energías renovables.

1.10.3. SISTEMA HÍBRIDO, SOLAR FOTOVOLTAICO –EÓLICA.

Cuando se toma la decisión de llevar a cabo un sistema híbrido utilizando estas dos características, se tienen que tomar en cuenta varios factores, como el viento y la radiación solar principalmente, además tener en cuenta que las leyes de operación de cada uno de estos sistemas opera de manera distinta, de acuerdo a la zona de operación del sistema híbrido.

El sistema híbrido fotovoltaico-eólico, optimiza las mejores condiciones del viento y del sol, generando un complemento energético, es decir existen ocasiones en que, la velocidad del viento es prácticamente nula, sin embargo el sistema fotovoltaico conectado genera parte de la energía que será consumida por el usuario, ahora , presentando un panorama completamente distinto, donde la energía solar es casi nula, se tiene la velocidad del viento para aprovechar nuestro sistema, depende completamente de la zona donde se vaya a ubicar el sistema, si en este estudio se tomaron datos para la ciudad de

Salamanca Gto., donde se tiene que la calidad de la radiación solar bastante alta al orden de los 750 w/m^2 y las horas de insolación varían muy poco al orden de 6 y 7 horas diarias durante 11 meses del año, el viento en promedio diario se encuentra generando corrientes de entre 10 y 17 km/h generados en los primeros 7 meses del año posteriormente los siguientes 5 meses del año la tendencia es que se generan rachas de viento de hasta 45km/h, tomando este ejemplo de estudio podemos deducir, que, un sistema híbrido en esta zona es factible, sin embargo el aspecto económico, es un aspecto que es necesario tomar en cuenta ya que siempre será factor para implementar este tipo de sistemas.[15]

Una parte importante dentro del uso de las energías renovables son las disposiciones de las leyes que determinan el uso de las energías renovables, estas leyes aparecen en el diario oficial de la federación a continuación se citan algunos de los puntos más relevantes de la misma.

CAPÍTULO 2

2.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

La Universidad Tecnológica de Salamanca, no está exenta de la carencia de servicio de energía eléctrica, esta es la razón por la cual tomamos la decisión de diseñar un sistema fotovoltaico que suministre de energía eléctrica al edificio de docencia “A”. El sistema se diseñara para montarlo sobre la estructura del estacionamiento del personal administrativo de la Universidad Tecnológica de Salamanca además será un sistema diseñado para ser conectado a la red de suministro, para reducir aún más los costos por las cuotas, la energía que no se utilice por el sistema se regresara a la red. La implementación de paneles solares solventará las necesidades principales que tiene la Universidad, tales como: la falta de corriente eléctrica en ciertas áreas de los edificios, además de reducir el costo del consumo energético, y evitar las caídas de corriente que se generan en la zona. El consumo energético actual de la UTS sobrepasa los 25 mil pesos por mes, por lo que es necesario establecer estrategias de ahorro para el futuro crecimiento de la Universidad. Lo anterior obedece al programa de desarrollo 2013- 2016, en el que se proyecta un crecimiento en la población estudiantil del 100% y un desarrollo en infraestructura que consiste en dos edificios de docencia adicionales.

Actualmente la UTS cuenta con suministro de la red de CFE, sin embargo, en las rancherías cercanas existen zonas donde se generan cortos circuitos, por conexiones ilegales, esto afecta directamente al desarrollo de la universidad, cabe mencionar que dentro del estudio de consumo se consideró que, en el área de estacionamiento no existe algún, objeto natural o artificial que pueda generar sombra, y de ese modo reducir la eficiencia del sistema

fotovoltaico, con la finalidad de que, este estudio y posterior instalación, se encuentre apegado a todas las leyes energéticas de nuestro país, obtuvimos que, a finales del año 2008 se publicó esta ley en el Diario Oficial de la Federación, la cual tiene como propósito regular el aprovechamiento de las energías renovables para la generación de electricidad “con fines distintos a la prestación del servicio público”. Su reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de Septiembre del 2009, incluyendo aspectos más específicos para la remuneración de proyectos de energía renovable, cumpliendo al pie de la letra con las disposiciones de CFE, se procederá a completar los estudios específicos para el diseño del sistema fotovoltaico en la UTS.

La metodología para el diseño del sistema fotovoltaico es la siguiente:

Realizar un estudio de irradiancia que nos permita analizar la viabilidad de implementar paneles solares en función de la demanda energética actual de la UTS.

Hacer un estudio de consumo energético, basándonos en las cargas de los equipos en función, censando cada hora el número de elementos que se encuentran en operación.

Selección de componentes más adecuados de acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios anteriormente realizados.

Para realizar

2.2 Estudio de irradiancia

Las tecnologías que se han desarrollado para la conversión de la energía solar en energía utilizable por el hombre, dependen sustancialmente de la

disponibilidad de la radiación solar que varía de manera importante en los diferentes climas y regiones. Para seleccionar y diseñar la tecnología más apropiada para una región en particular, se tiene como necesidad básica el caracterizar los diversos aspectos de la radiación solar en la región.

Datos confiables de radiación directa normal y de radiación global son necesarios para el dimensionamiento de una gran cantidad de sistemas de energía solar así como para el estudio comparativo de sitios de ubicación de los sistemas. Estos datos de radiación solar deberán estar disponibles junto con otros parámetros meteorológicos como la temperatura ambiente, y velocidad del viento, los cuales también pueden afectar el comportamiento de algunos tipos de sistemas solares.

Los estudios económicos de estas tecnologías dependen del equipo, de los costos de operación, del porcentaje de radiación solar que puede convertirse en el tipo de energía a utilizar, y de la disponibilidad de la irradiancia solar. Los usuarios de dichas tecnologías requieren de datos de radiación solar de alta calidad, si la radiación solar disponible en cierta localidad es menor a la estimada, el desempeño será deficiente y las metas económicas no se alcanzarán, por otro lado, si la radiación solar disponible en la localidad es mayor a la estimada, el desempeño y las proyecciones económicas pueden ser conservadoras y en la etapa de diseño decidirse que el sistema no se instale.

A pesar de que en México se ha logrado despertar un gran interés por el aprovechamiento de la energía solar y que ha permitido desarrollar algunos proyectos de gran importancia a nivel mundial, por muy diversas razones, no se han logrado consolidar los diversos esfuerzos que se han llevado a cabo en diversas instituciones nacionales para proporcionar de manera rutinaria y sistemática, los requerimientos de información solarimétrica de calidad para

un adecuado diseño de los sistemas de conversión. Esto ha traído como consecuencia que los diferentes usuarios generen sus propios datos de radiación solar para satisfacer sus necesidades de información, aunque por desgracia los resultados no siempre son de la calidad que se desearía.

Hay un número elevado de estudios en los que se ha estimado la irradiación solar diaria promedio mensual con base en horas de insolación [Almanza y López, 1975; Almanza y López, 1978; Estrada-Cajigal 1992, Estrada-Cajigal, 1991; Almanza et al., 1992]. En éstas se realizó una depuración de datos en la primera publicación de 1975. Ésta consistió primeramente en analizar cuidadosamente la información y cuando no era consistente año con año se eliminó, de manera que no todos los lugares con horas de insolación fueron incluidos en los mapas. Además, cuando hubo duda, se tuvo acceso al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), quiénes permitieron revisar las tiras, las cuales son utilizadas por un heliógrafo de Campbell-Stokes que proporciona las horas de insolación. Las que existían de dichos registradores, permitió aprender a leerlas y de esta manera tomar al azar algunas muestras que verificaron que estaban correctas.

De todos estos estudios previos, sólo ha habido un intento por estimar la irradiación solar en una base horaria promedio mensual [Fernández y Estrada-Cajigal, 1983].

La creciente necesidad de datos horarios de radiación solar para diferentes regiones de México, la falta de disponibilidad de datos medidos que cubran regiones y periodos climatológicos lo suficientemente grandes, y el avanzado nivel de desarrollo que se ha logrado con los procedimientos para estimar la radiación solar con resultados muy alentadores, hizo deseable profundizar el estudio de diversas metodologías para calcular la irradiación solar horaria para México.

Un aspecto importante es el relacionado con la estadística, ya que si ésta es pobre, la información generada puede ser de poca confiabilidad. En este documento se presenta una estadística que varía de 7 a 40 años en lo que se refiere a horas de insolación, el promedio es de 25.8 años, la de los otros parámetros meteorológicos utilizados es mayor.

Utilizando varias correlaciones analíticas se calcularon para 57 localidades distribuidas en el territorio nacional, la irradiación global, directa normal, directa horizontal y la difusa horizontal, así como las irradiaciones correspondientes a un plano inclinado con un ángulo igual a la latitud de la localidad, en valores diarios promedio mensual. En este trabajo se presentan datos de las otras componentes, ya que no existe trabajo anterior para Salamanca, lo cual es novedoso y complementario de trabajos anteriores. Para ello, se escribieron y desarrollaron los programas de cómputo correspondientes en basic y hojas de cálculo excel.

La información contenida en los mapas impresos se encuentra también disponible en una base de datos en un CD de computadora que puede consultarse con el programa que se incluye y que permite conocer para cualquier localidad del país los valores de irradiación en promedio mensual, proporcionando únicamente la latitud y longitud de la localidad de interés. Aspira solamente a ser una sencilla herramienta para el usuario de datos de radiación solar y proporcionar al lector una descripción condensada del procedimiento utilizado para el cálculo de la radiación solar a partir de información meteorológica.

Para el estudio de irradiancia, tomamos como referencia diversos resultados de estudios realizados, uno de los datos más cercanos a la realidad fueron los datos resultados de la página de la NASA, sin embargo no es un estudio exacto, los resultados del estudio que nos arroja la NASA son datos tomados vía satélite, o bien son datos tomados de forma de interpolación, en los estudios realizados desde la página de la NASA obtenemos 2 importantes mediciones, los promedio de días despejados y los días de incidencia solar durante el año 2013, ya que este fue el año de estudio.

El primer estudio realizado es de los días despejados durante el año 2013 como se muestra en la siguiente tabla .

Monthly Averaged Clear Sky Days (days)												
Lat 20.576 Lon -101.232	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
22-year Average	12	11	14	8	6	2	1	2	2	7	13	11

Gráfica 4 Promedio de días despejados durante el año 2013

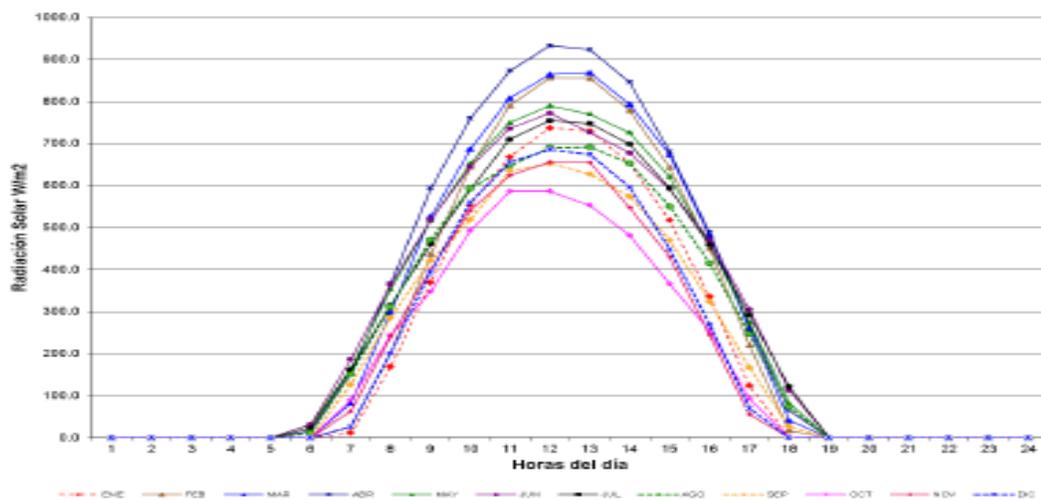
En la siguiente tabla se muestra el complemento del estudio efectuado en la página de la NASA donde se obtuvieron datos de los días de incidencia solar en la Universidad Tecnológica de Salamanca de acuerdo a sus coordenadas y fueron los siguientes: [16,17]

Monthly Averaged Radiation Incident On An Equator-Pointed Tilted Surface (kWh/m²/day)													
Lat 20.576 Lon -101.232	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
SSE HRZ	4.91	5.91	6.93	7.19	6.92	6.27	6.01	5.96	5.49	5.37	5.22	4.70	5.90
K	0.65	0.69	0.71	0.68	0.63	0.56	0.54	0.56	0.55	0.60	0.67	0.66	0.62
Diffuse	1.05	1.11	1.26	1.66	2.03	2.26	2.31	2.16	1.96	1.53	1.03	0.97	1.61
Direct	7.19	8.07	8.69	8.00	6.99	5.75	5.30	5.44	5.25	6.24	7.58	7.18	6.80
Tilt 0	4.87	5.86	6.85	7.06	6.88	6.24	5.98	5.84	5.41	5.32	5.18	4.55	5.84
Tilt 5	5.23	6.17	7.04	7.10	6.81	6.29	6.02	5.83	5.49	5.52	5.53	4.89	5.99
Tilt 20	6.09	6.85	7.36	6.98	6.37	6.25	5.94	5.64	5.55	5.94	6.38	5.72	6.25
Tilt 35	6.61	7.14	7.27	6.48	5.61	5.90	5.57	5.17	5.34	6.03	6.86	6.22	6.17
Tilt 90	5.25	4.85	3.79	2.32	1.75	2.57	2.37	1.93	2.61	3.80	5.26	4.98	3.45
OPT	6.75	7.14	7.38	7.11	6.88	6.31	6.02	5.84	5.56	6.04	6.96	6.36	6.53
OPT ANG	48.0	38.0	24.0	8.00	0.00	10.0	8.00	2.00	16.0	32.0	46.0	48.0	23.2

Gráfica 5 Promedio de incidencia solar en Universidad Tecnológica de Salamanca

El estudio de irradiancia es la base para poder determinar la viabilidad de un sistema fotovoltaico ya que nos indican la cantidad de energía solar que podremos captar, dentro de los estudios realizados para la zona de estudio en UTS, utilizamos varias herramientas que permiten determinar correctamente la irradiancia, una excelente herramienta para este fin es el uso de las TIC's ya que las hojas de cálculo y las graficaciones son un medio eficaz para determinar curvas de incidencia solar, además el programa transys y Meteonorm son una herramienta que nos determina la cantidad de radiación y las horas pico solares en promedio.

Con los datos obtenidos de METEONORM y con ayuda de TRNSYS y EXCEL, se obtienen las siguientes gráficas:



Gráfica 6 Radiación por horas del día graficadas con aMeteonorm, Transys y Excel.

En la gráfica anterior se puede observar que en 11 meses al año tenemos prácticamente 7 horas de insolación con una irradiancia de entre 600 y

750W/m², lo cual nos representa un valor considerable para llevar a cabo el diseño del sistema fotovoltaico interconectado a la red.

Los datos de medición directa son los datos que se obtienen al momento, en la zona de estudio, dichos datos, arrojan una lectura, señalando una incidencia radial de 750 W/m², que demuestran la factibilidad para la integración de paneles solares para abastecer la demanda del edificio de docencia, datos obtenidos con ayuda del medidor de radiación Mac-solar (SLM018c-2)



Fig. : 25 Medidor de radiación solar Mac-solar (SLM018c-2)

Con estos elementos podemos determinar que la irradiancia en la zona donde se encuentra ubicada la Universidad Tecnológica de Salamanca, es muy factible el uso de paneles fotovoltaicos ya que 750 W/m² es una cantidad bastante aceptable en cuanto a radiación se refiere y las horas de insolación por día nos permitirían mitigar gran parte de la demanda que se genera en un día laboral.

2.3 estudio de consumo energético

2.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA

El futuro del modelo energético y su impacto sobre el cambio climático, la seguridad energética y la competitividad de la economía mundial, son sin duda, algunos los retos más importantes a los que se habrá de enfrentar la humanidad en las próximas décadas.

El modelo actual de desarrollo que predomina en nuestra sociedad, de crecimiento continuo y que se basa en el consumo de energía, no se puede mantener indefinidamente.

El agotamiento progresivo de los combustibles fósiles, la concentración de las reservas fósiles en áreas geográficas políticamente inestables, la falta de alternativas a corto plazo, el fuerte crecimiento de las emisiones GEI y un incremento de los precios internacionales de los combustibles fósiles y de su volatilidad obligan a hacer un cambio de rumbo hacia un nuevo modelo basado en el desarrollo sostenible.

Vivimos tiempos de transición y la época de la energía barata ha pasado a la historia. Los poderes públicos tienen la responsabilidad de orientar los objetivos a largo plazo como país, así como de emplear los recursos energéticos de manera apropiada, esto significa que hay que adecuar las estructuras energéticas en dirección oportuna, e incidir y dar señales a la demanda para orientarla hacia un nuevo escenario con cambios profundos en el modelo de consumo.

Con la finalidad de evolucionar hacia ese nuevo modelo energético más sostenible, debemos fomentar el ahorro y la eficiencia energética en todas aquellas acciones que nos demanden un consumo de energía, a través de la EE disminuirémos el gasto pero manteniendo los mismos servicios

energéticos y sin que por ello se vea afectada nuestra calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Por tanto, la EE se constituye como una prioridad de política energética por su contribución a afrontar los retos de la seguridad energética, el cambio climático y la mejora de la competitividad de la economía.

2.4.1 Acciones necesarias para reducir el consumo de energía

La EE se ha convertido en una prioridad en México, esto se debe a su positivo impacto en la lucha contra el cambio climático, la seguridad energética y la competitividad de la economía.

La importancia de las barreras y de los fallos de mercado dependerá del sector considerado y del tipo de consumidor, en términos generales la herramienta fundamental será disponer de un marco regulatorio que incentive las inversiones en eficiencia.

En los siguientes puntos se detallan algunos de los aspectos más importantes que se contemplan en la normativa existente.

2.4.2 El desarrollo tecnológico como impulsor de la eficiencia energética

La Tecnología desempeña un papel fundamental en la mejora de la eficiencia energética de nuestros sistemas y procesos, solo con el uso de tecnologías de elevado nivel de eficiencia energética, combinado con una buena gestión y utilización responsable, será lo que permita obtener unos resultados de mejora de EE que compensen el esfuerzo invertido.

Investigación, desarrollo, demostración y concientización social, son las palabras clave para llegar satisfactoriamente a los objetivos fijados por nuestro país en términos de eficiencia energética:

- Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y de mejora y reducción de costos de tecnologías disponibles.
- Demostración, que permita dar a conocer los resultados de nuevas tecnologías y la aceptación y asimilación de éstas por el mercado.
- Concientización social, y por tanto, que la sociedad asimile y haga suya la cultura de la tecnología, y así entienda y participe en el desarrollo de la misma, exigiendo cada vez más, equipamientos más eficientes.

El proyecto comprende la elaboración de un estudio de consumo energético, para de esta forma poder determinar, de acuerdo al consumo el número de paneles que se requieren para energizar el sistema. El estudio de consumo energético realizado en UTS. comienza en el mes de mayo de 2012, tomando tiempos y características de cada equipo que se encuentra en el edificio A, tomando como referencia el amperaje por equipo, el estudio de consumo energético tiene como finalidad, entregar datos reales del consumo que se genera en la zona de estudio que en este caso es el edificio A, donde se tomará en cuenta que en las aulas se colocan proyectores, lap top, CPU, celulares, luminarias entre otros equipos que generan aumento en el consumo energético, la gráfica 7 muestra datos de cada equipo así como también las horas en que están en uso contando que la Universidad cuenta con horario matutino y vespertino.

Consumo Promedio en Febrero 2014		Estudio de consumo energético universidad Tecnológica de Salamanca																							Consumo total (watts)	
Equipo	Potencia en watts	Hora																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Laptop	40									1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	880	880	880	880	880	880			19680
Lamparas	35	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1050	5250	5250	4725	4725	4725	4725	4725	4725	4725	4725	4725	4725	4725	1750	1750	1750	81025
Focos	75							4050	4050	4050	4050										4050	4050	4050	4050		32400
Focos exteriores	50	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000											1000	1000	1000	1000	1000	15000
Ventiladores	30																									
computadoras de escritorio con pantalla	90									1800	3600	1800	3600	1800	1800	3600	1800	3600	1800	3600	1800	900	900			30600
impresoras	570	Horario variable, en suma su uso es de aproximadamente 4 hrs que da un total de 2280																							2280	
cafetera	90										180	180			180	180	180	180	180	90	180					1350
proyector	283									1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698	849	1698	1698				21225
Fotocopiadora	900									3600	3600	3600	3600	3600	900	900	900	900	1800	1800						
Fax	150	Horario variable, en suma su uso es de aproximadamente 1 hrs que da un total de 150																							150	
escaner	150	Horario variable, en suma su uso es de aproximadamente 2 hrs que da un total de 300																							300	
		CONSUMO TOTAL PROMEDIO DEL MES DE FEBRERO																							229210 watts	

gráfica 7 Estudio de consumo energético de febrero 2014 mes donde se registró mayor consumo energético durante el estudio.

Al determinar correctamente el estudio de consumo energético, se procederá a realizar el cálculo de consumo promedio similar al que realiza CFE para determinar aún más el ahorro que se obtendrá al implementar el uso de paneles fotovoltaicos en el área de estacionamiento, para energizar el edificio de docencia A de la UTS, es necesario determinar datos similares a energía, demanda máxima, 2% Baja tensión, bonificación, factor de potencia, subtotal, IVA 16%, facturación del periodo, derecho de alumbrado público.

Utilizando los parámetros y costos el esquema quedará de la siguiente manera.

- Los datos del estudio realizado en la UTS indican que, el mes de Febrero 2014, que es el más alto en el estudio de consumo realizado, este estudio nos arroja como resultado que, el consumo que genera el edificio A de la UTS es de 229.21 Kw/h, es decir 6,876.3 Kw/h mensual.

Energía _____	\$12,806.77
Demanda Máxima _____	\$6,009.15
2% Baja Tensión _____	\$417.52
Bonificación Factor de Potencia _____	-\$468.46
Subtotal _____	\$18,764.98
IVA 16% _____	\$3002.39
Facturación del Periodo _____	\$21,767.37
Derecho de Alumbrado Público _____	\$1,666.03
Total _____	\$23,433.40

Para tener datos más precisos y correctos recurrimos a revisar los costos que CFE genera al menos durante el año de estudio donde se desarrolló el proyecto, se termina que dependiendo de la zona y la tarifa aplicada serán los costos que se obtendrán.

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos de los recibos de CFE que se pagan mensualmente en la Universidad Tecnológica de Salamanca.[17]

Periodo	Consumo Promedio diario	consumo Total KW/h	Energia kw/h	Precio Kw/h	Pago
Mayo 2013	162.5809	4,640	27	162.66	13,345.23
Junio 2013	162.66	5,040	32	162.66	15,221.00
Julio 2013	160	5,360	29	160.8	15,985.14
Agosto 2013	160	4,800	34	162.47	14,746.00
Septiembre 2013	376	7,120	36	161.79	21,345.56
Octubre 2013	376	11,280	36	161.79	26,067.00
Noviembre 2013	327.5	12,720	38	161.6	29,432.00
Diciembre 2013	327.5	10,480	35	162.33	25,824.00
Enero 2014	204.1379	5,920	32	162.22	16,498.51
Febrero 2014	353.9394	11,680	36	162.16	27,172.20
Marzo 2014	368.5714	10,320	33	163.91	23,486.81
Abril 2014	364.1379	10,560	36	165.20	23,965.04
Mayo 2014	268.3871	8,320	45	165.41	22,494.23
VALOR MAXIMO		\$29,432.00			Total \$275,582.73

Grafica 8 Costos mensuales obtenidos de los recibos de CFE.

La siguiente tabla muestra los costos por Kw/h dependiendo de la zona según las tarifas que tiene CFE de acuerdo al plan tarifario que se contrate. [18]

Región	Cargo por kilowatt de demanda máxima medida	Cargo por kilowatt - hora de energía consumida
Baja California	\$ 146.24	\$ 1.440
Baja California Sur	\$ 161.93	\$ 1.945
Central	\$ 165.41	\$ 1.440
Noreste	\$ 152.13	\$ 1.346
Noroeste	\$ 155.27	\$ 1.336
Norte	\$ 152.75	\$ 1.346
Peninsular	\$ 170.78	\$ 1.375
Sur	\$ 165.41	\$ 1.394

Gráfica 9 Precio tarifario por zona de CFE.

Comisión Federal de Electricidad, genera tarifas distintas, dependiendo del día y la hora de uso, se dividen en tres tarifas, Base, Intermedio y de punta, para determinar el costo de aplicación de la tarifa.[19]

DÍA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a Viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y Festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Gráfica 10 Tarifas de CFE según día y huso horario.

En la siguiente tabla es posible apreciar, la variación de costo de consumo tanto de demanda, como de energía durante un año de estudio. [20]

Cargos	May 2013	Jun 2013	Jul 2013	Ago 2013	Sep 2013	Oct 2013	Nov 2013	Dic 2013	Ene 2014	Feb 2014	Mar 2014	Abr. 2014	May 2014.
Demanda (\$/kW)	162.66	162.66	160.8	162.47	161.79	161.79	161.6	162.33	162.22	162.16	163.91	165.20	165.41
Energía (\$/kWh)	1.473	1.495	1.431	1.445	1.471	1.478	1.543	1,498	1.492	1.522	1.465	1.471	1.440

Grafica 11 Costo de consumo de demanda energética durante el año de estudio.

Con estos valores podremos determinar entonces que, el estudio de consumo energético en la UTS [21]

El cálculo que se realizó, es para un sistema fotovoltaico integrado a la red, lo cual nos garantiza un abasto de energía incluso en días nublados, en los periodos de desuso la energía captada regresa a la red, bonificando aún más los gastos por consumo.

2.3 Cálculo del número de paneles

$$NT = \frac{LMDcrit}{PMPP * HPScrit * PR}$$

NT Número Total de paneles

LMDcrit Consumo medio diario critico

PMPP Potencia pico del módulo en condiciones estándar STC

HPScrit Horas Pico del mes critico

PR Factor Global de funcionamiento 0,70

Considerando que el número de Ampere-horas requerido por las cargas y recordando el concepto de hora-solar pico, el balance de energía exacto requeriría un número de paneles:

$$NT = \frac{229,210w}{(290w)(7hps)(0.70)}$$

$NT = 161.3$ paneles ≈ 162 paneles

2.3.1 Características del panel

Specifications / Especificaciones		I-V Curve			
Number of cells / Número de celdas	72 (6 x 12)	<p>Current / voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature</p>			
Module dimensions/ Dimensiones del módulo	1956mm x 992mm				
Weight / Peso	27.7 kg				
Cable / Cable	90 cm long double XLPE layer, TÜV Certified, 4.0mm ²				
Connection / Conexión	IP65 Type IV Junction box with 6 bypass diodes, MC4 Type Plug, TÜV Certified.				
Back Sheet / Hoja Trasera	White/Black/Blue TPT or Glass				
Frame / Marco	Aluminium (40 mm) or Without frame				
Fire Rating / Clasificación de flama	Class C	Maximum system voltage/ Voltaje máximo del sistema	600 V	Maximum series fuse/ Valor máximo del fusible en serie	13 A
156mm Monocrystalline Silicon Cells Solar Module / Panel Solar con Celdas de 156mm de Silicio Monocristalino					
Model / Modelo	S72MC6-270	S72MC6-280	S72MC6-290		
Open circuit voltage (Voc) / Voltaje de circuito abierto	44.42 V	44.6 V	44.80 V		
Optimum operating voltage (Vmpp) / Voltaje en el punto de máxima potencia	35.80 V	36.10 V	36.30 V		
Short circuit current (Isc) / Corriente de cortocircuito	8.19 A	8.31 A	8.51 A		
Optimum operating current (Impp) / Corriente en el punto de máxima potencia	7.58 A	7.75 A	7.98 A		
Maximum power at STC (Pmax) / Potencia máxima en STC	270 W	280 W	290 W		
Temperature Coefficients / Coeficientes de Temperatura					
of Isc / de Isc (α)	+0.036% / °C	of Voc / de Voc (β)	-0.346% / °C	of Pmax / de Pmax (γ)	-0.47% / °C
Dimensions / Dimensiones		Guarantees / Garantías			
<p>Aluminium Frame / Marco de Aluminio</p>		<p>Materials comprising photovoltaic modules and any possible defects due to the manufacturing process for 2 years. Los materiales que componen los módulos fotovoltaicos y los posibles defectos que se deban al proceso de fabricación por un periodo de 2 años.</p> <p>At least 90% output power provided by the photovoltaic module over 10 years. Al menos un 90% de la potencia máxima de salida proporcionada por el módulo fotovoltaico por un periodo de 10 años.</p> <p>At least 80% output power provided by the photovoltaic module over 20 years. Al menos un 80% de la potencia máxima de salida proporcionada por el módulo fotovoltaico por un periodo de 20 años.</p> <p>Measured under standard test conditions (STC=1000W/m², 25°C, AM 1.5) Medido bajo condiciones de prueba estándar: (STC=1000W/m², 25°C, AM 1.5)</p> <p>The electric characteristics of each photovoltaic module are individually monitored leaving the results available to the customer. Warranted Tolerance ±3%. Las características eléctricas de cada módulo fotovoltaico son monitoreadas individualmente dejando los resultados a disposición del cliente. Tolerancia Garantizada ±3%.</p>			

156 mm Monocrystalline Silicon Cells Solar Module / Panel Solar con Celdas de 156mm de Silicio Monocristalino				
Model/Modelo	S72MC6-270	S72MC6-280	SM72MC6-290	
Open Circuit Voltage(Voc)/ Voltaje de circuito abierto	44.42 V	44.6 V	44.80 V	
Optimum operating Voltage(Vmpp)/ voltaje en el punto de maxima potencia	35.80V	36.10 V	36.30 V	
Short circuit current(Isc)/Corriente de cortocircuito	8.19A	8.31 A	8.51 A	
Optimum operating current(Impp)/corriente en el punto de maxima potencia	7.58A	7.75 A	7.98 A	
Maximum Power at STC(Pmax)/potencia maxima en STC	270 W	280 W	290 W	



Fig. 26 Vista superior del área de estudio, misma donde se colocarán los paneles.

Si se emplean los paneles como techo de estacionamiento se verá un esquema similar a la imagen donde además de generar sombra, estaremos generando energía eléctrica para mitigar en un porcentaje de 50% de ahorro con solo implementarlos en este edificio.



Fig. 27 Esquema del resultado esperado con este proyecto, paneles solares cubriendo el estacionamiento, generando energía eléctrica.

2.4 Estudio de sombras

El estudio de soleamiento y geometría solar realizado plantea el análisis crítico del comportamiento solar de distintas partes del edificio y su posible mejora gracias al diseño y caracterización constructiva. Inicialmente se estudian las cubiertas del edificio, y su comportamiento respecto al control solar y las ganancias y pérdidas energéticas.

Teniendo en cuenta el uso que se va a realizar del edificio, que a pesar de entrar en la categoría de edificios de oficinas va a ser utilizado de manera muy específica, es necesario controlar sobre todo el aspecto del deslumbramiento, ya que es necesario asegurar las condiciones óptimas de trabajo en todos los puestos frente a un ordenador con la iluminación y luminancia adecuada.

En verano el edificio recibe radiación solar en todas sus fachadas, incluida la fachada norte, siendo irrelevante la sombra del resto de edificios sobre el mismo, por lo que será necesario controlar las condiciones de radiación solar directa en todos los acristalamientos de las fachadas para que no produzcan sobrecalentamiento y, sobre todo, deslumbramiento en los interiores.

- Durante los equinoccios de primavera y otoño resulta necesario tener en cuenta el sombreado producido por la parte superior del edificio, que además puede producir zonas escasamente iluminadas en su base. Los edificios colindantes tienen poco efecto sobre las condiciones de sombreado del edificio salvo en horas muy tempranas o tardías, menos relevantes.
- Durante el invierno, la sombra producida por los edificios que según los planos de fabricación se colocarán al sur afectaría notablemente a la

cubierta del edificio con lo que habrá de tenerse en cuenta si se quiere plantear vegetación sobre las cubiertas así como su comportamiento lumínico y térmico durante dichos meses. Por ejemplo, no tendrá sentido entonces plantar árboles cerca de los edificios y en las zonas afectadas con el control de la radiación solar directa en invierno. También deberá tenerse en cuenta el efecto del sombreado de la parte superior del edificio la zona norte, donde realmente durante gran parte del año no existirá la radiación solar directa.

- Los paramentos acristalados pertenecientes a la torre tienen mucha incidencia de la radiación solar directa durante todo el año ya que la sombra arrojada por los edificios circundantes les afecta de manera escasa. Debido a ello puede ser utilizado como grandes captadores solares que calienten el edificio durante los meses fríos, ya que las temperaturas en Salamanca son moderadamente bajas en los meses de otoño invierno y no excesivamente altas en verano. En este sentido, la protección solar que se proyecta para esta zona es más suave que para el resto de las fachadas del edificio, es decir, tiene un factor solar mayor.[22]

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS Y TRABAJO A FUTURO

Comparando con un tejado de lámina común, obtendremos que:

106 Laminas	162 paneles
Costo unitario \$ 850.00	Costo unitario \$3,000.00
Costo total \$ 89,958.33	Costo total \$ 486,000.00
Uso : Sombra	Uso: Sombra y generación de energía

Grafica 12 comparativa de tejado tradicional y tejado sustentable.

Selección del Inversor

Inversor para instalaciones en cubierta de medianas y grandes potencias,

Características :

254 - 295 kW con un costo de \$545,042.73

Sin embargo existe la posibilidad de colocar un inversor de 500 Kw, pero el costo se eleva hasta \$784,235.11



Fig. 28 Inversor para sistema fotovoltaico integrado a la red
Estudio de Factibilidad

El costo por los 162 paneles generan un total de \$ 486,000.00 y sumando el costo del inversor de 295 KW de \$545,042.73

Obtenemos un total de \$1,031,042,73

Suponiendo que el presupuesto de la Universidad permita adquirir el inversor de 500Kw con un costo de \$784,235.11, el total del sistema será de : \$ 1,270,235.11

Retribución de inversión (ROI)

De acuerdo con los costos por consumo, anualmente se está pagando \$275,582.73 supongamos que la retribución del sistema se considera que sea a 1 año.

Se tiene contemplado un gasto de \$ 89,958.33 en láminas, la inversión adicional será de \$285,041.67 con la gran ventaja de generar sombra y electricidad.

El pago del servicio es de \$275,582.73 por mes, si se prevé que se recuperará en 1 año, se multiplica por la cantidad de meses previstos en este caso será:

$$(\$275,582.73)(12 \text{ meses})= \$3,306,992.76$$

Por lo tanto para la primer opción $ROI=(3,306,992.76 - 1,031,042,73) / 1,031,042,73$

$$ROI = 2.2 * 100 \text{ (porcentaje)}= 220\% \text{ de beneficio}$$

Para la segunda opción $ROI=(3,306,992.76 - 1,270,235.11) / 1,270,235.11$.

$$ROI= 1,6 * 100 \text{ (porcentaje)} = 160 \% \text{ de beneficio}$$

3.2TRABAJO A FUTURO.

- ✓ Se instalará el sistema de acuerdo al presupuesto de la universidad.
- ✓ Se reproducirá el sistema fotovoltaico para los demás edificios.
- ✓ Se propondrán sistemas fotovoltaicos para el beneficio de las comunidades rurales cercanas a la universidad.

3.3RECOMENDACIONES

- ✓ Verificar datos periódicamente para mantener el sistema fotovoltaico vigente a los cambios climáticos.
- ✓ Mantenerse en constante contacto con la vigencia de las leyes que propone CFE para el uso de las ER.

- ✓ Con el notable crecimiento de la Universidad, se recomienda respetar las áreas designadas para la implementación de los sistemas fotovoltaicos, ya que se proponen de acuerdo al plano general.

CAPÍTULO 4

4.1NORMATIVA DE GENERACIÓN

4.1.1 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

A finales del año 2008 se publicó esta ley en el Diario Oficial de la Federación, la cual tiene como propósito regular el aprovechamiento de las energías renovables para la generación de electricidad “con fines distintos a la prestación del servicio público”. Su reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de Septiembre del 2009, incluyendo aspectos más específicos para la remuneración de proyectos de energía renovable.

4.1.2 Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña y Mediana Escala.

El 8 de abril de 2010, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) publicó estos modelos de contrato en el Diario Oficial de la Federación, y tienen como propósito establecer los derechos y obligaciones de un usuario que interconecta una fuente de energía renovable al SEN.

Estos contratos de interconexión se basan en el principio de “medición neta”. De esta forma, cuando el usuario inyecta energía el medidor de luz gira en sentido inverso. Al final del período de facturación, este último sólo paga por su consumo neto el cual resulta del total de energía eléctrica consumida menos el total de energía eléctrica generada por la fuente de energía renovable.

En el caso de pequeña escala es posible conectar un sistema FV a la red eléctrica de CFE en tensiones inferiores a 1 kV y hasta con una capacidad de 30 kW. En el caso de mediana escala, el principio es el mismo, solo que se permite entregar la energía asociada hasta una capacidad máxima de 500 kW y en tensiones que no sean mayores a 69 kV.[23]

El costo del panel solar es aproximado a los \$3000.00 la variación del mismo es debido a que la compañía que los vende marca en sus cotizaciones «precios sujetos a cambios»

Teniendo en cuenta que, se requieren 125 paneles, obtenemos: \$375,000.00 del costo de los paneles.

DE LA COMISIÓN DE ENERGÍA, CON PROYECTO DE DECRETO QUE ADICIONA LA FRACCIÓN IX AL ARTÍCULO 11 DE LA LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Honorable Asamblea: La Comisión de Energía, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 39 y 45, numeral 6, inciso e), ambos de la Ley Orgánica del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, en relación con los diversos 80, numeral 1, fracción II; 85 y 157, numeral 1, fracción I, todos del Reglamento de la Cámara de Diputados, somete a la consideración de esta Honorable Asamblea el presente dictamen, al tenor de los siguientes

I. Antecedentes

1. En sesión celebrada en esta Cámara de Diputados el 22 de noviembre de 2012, el diputado Javier López Zavala, integrante del Grupo Parlamentario del Partido Revolucionario Institucional, presentó la iniciativa con proyecto

[24] Fuente CFE Interconexión

de decreto por el que se reforma los artículos 7 de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

2. El presidente de la Mesa Directiva determinó dictar el siguiente trámite: “Túrnese a la Comisión de Energía”.

II. Contenido y objeto de la iniciativa

La iniciativa presentada por el diputado López Zavala pretende adicionar una fracción XI al artículo 7 de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, así como adicionar una fracción IX al artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, para alcanzar los siguientes objetivos:

A) Que en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía se incluyan al menos, estrategias, objetivos, acciones y metas tendientes a establecer una estrategia escalonada y multianual, para la incorporación de paneles solares en las escuelas públicas, priorizando las que se encuentren en regiones donde no exista cobertura de energía eléctrica. Y,

B) Que la Secretaría de Energía al elaborar y coordinar el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables tenga la obligación de definir estrategias para promover la realización de proyectos

de generación de electricidad a partir de fuentes renovables preferentemente para las escuelas y edificios públicos.

El diputado López Zavala considera que nuestro país tiene un gran potencial para la generación de energía eléctrica, a través de paneles solares, debido a sus condiciones climatológicas y geográficas y, por ello, considera que se deben generar las condiciones legales y de políticas públicas para dotar de la infraestructura necesaria a las escuelas públicas, a fin de crear energía eléctrica a través de la energía solar.

En la exposición de motivos de la iniciativa que se dictamina se indica que existen casos como el de las escuelas de zonas rurales que no cuentan con suministro de energía eléctrica y, menos aún, las comunidades en las que se localizan y, por otro lado, existen casos en los que sí se cuenta con dicho servicio; sin embargo, el pago del suministro de energía eléctrica es muy costoso. Agrega que el pago se puede encontrar a cargo de la federación, de los estados, de los municipios y, en otras ocasiones, de los mismos padres de familia.

Los beneficios que espera obtener el proponente con la reforma planteada son los siguientes:

- En las pequeñas comunidades donde no tienen energía eléctrica, los paneles solares en las escuelas podrían abastecer incluso a la comunidad.
- Las escuelas ahorrarían el pago del suministro de energía eléctrica, pudiendo incluso vender su remanente para abastecer al municipio, generando recursos para los mismos planteles. Estas economías pueden ser utilizadas para equipamiento o mobiliario de las escuelas.

- Se imbuye desde la infancia la importancia de las energías renovables y el ahorro de energía.
- Ahorro de 10 mil millones de pesos anuales de las escuelas, al generar la propia energía.

Asimismo, se indica en la iniciativa que, conforme a estudios realizados en Coahuila, donde ya se han instalado dichos sistemas, la energía solar puede proporcionar a las escuelas treinta años de electricidad con una inversión inicial que tiene un retorno de sólo tres años.

Asimismo, se menciona que el “costo de electricidad a las escuelas públicas está creciendo todos los años. Por lo que se ha dejado a escuelas sin el suministro por días y semanas en lugares donde el verano no es un lujo tener clima artificial, ya que se alcanzan temperaturas de hasta 50 grados centígrados y en las escuelas más pobres, las de techos de lámina sube 5 grados en su interior.

Una vez planteados los antecedentes, contenido y objeto de la iniciativa planteada por el diputado Javier López Zavala, esta Comisión de Energía funda el presente dictamen en las siguientes

III. Consideraciones

Primera. La iniciativa del diputado López Zavala plantea el aprovechamiento de energías renovables, en especial la energía solar a través de la instalación de paneles solares para beneficio de las escuelas públicas de nuestro país. En algunos casos, porque el proponente considera que no se tiene la cobertura del

servicio de suministro de energía eléctrica y, en otros, por considerar que resulta demasiado elevado el pago dicho servicio.

Segunda. Los integrantes de esta Comisión de Energía son coincidentes con la iniciativa en que se debe explotar adecuadamente el potencial que tiene nuestro país en materia de aprovechamiento de recursos renovables, así como en beneficiar con ello a diferentes sectores, entre ellos, a las escuelas públicas.

Tercera. Al respecto, debe señalarse que de forma reciente, se han desarrollado diversas políticas, leyes, reglamentos y normatividad para fomentar el uso racional de recursos no renovables e incrementar la implementación de fuentes de energía que causan un menor impacto al medio ambiente, como las energías renovables.

Cuarta. La iniciativa plantea la modificación a disposiciones contenidas en dos leyes. Por una parte, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y, por la otra, la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética; lo anterior, en aras de establecer el apoyo a escuelas públicas en la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables de energía. En consecuencia, esta Comisión de Energía estima conveniente distinguir el objeto de cada uno de estos ordenamientos, con la finalidad de identificar el cuerpo normativo en que sería más factible prever el apoyo que se busca para las escuelas públicas.

El objeto de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía consiste en propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo (artículo 1). Asimismo, este instrumento

jurídico prevé la elaboración del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía como un instrumento para establecer estrategias, objetivos, acciones y metas que permitan lograr el objeto de la misma ley (artículos 6 y 7).

Por otra parte, el objeto de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética consiste en regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética (artículo 1o.). En este ordenamiento se prevé la elaboración y ejecución del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables; de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el aprovechamiento Sustentable de la Energía; así como la creación del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

El objetivo de la iniciativa no consiste en usar de forma óptima la energía eléctrica sino que pretende aprovechar fuentes renovables para generar energía eléctrica en favor de las escuelas públicas, por lo que, dicha finalidad se encuentra más adecuada al objeto arriba citado de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Consecuentemente y como se verá más adelante, se considera que el objetivo principal de la iniciativa se puede lograr únicamente con la reforma planteada a ésta última ley.

Quinta. La propuesta de reforma al artículo 7 citado sólo prevé la utilización de una fuente renovable de generación de energía eléctrica, en el caso

particular, únicamente la energía solar, a través de paneles solares; por lo que, se considera que la propuesta no se debe limitar sino que se debe generalizar y estar en posibilidad de aprovechar otro tipo de fuentes renovables de energía en favor de las escuelas públicas, por ejemplo, si se toma en cuenta la zona geográfica en la que se ubican, podría resultar más adecuada la utilización de la energía eólica en algunos casos.

Sexta. Así, en atención a los objetivos que se persiguen y al objeto de cada una de las leyes que se plantea modificar, los integrantes de esta Comisión de Energía consideran viable únicamente la reforma planteada al artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

No obstante lo anterior, esta Comisión de Energía estima necesario modificar la redacción de la fracción IX que se pretende adicionar al artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, con la finalidad de salvar la propuesta de la iniciativa en el sentido de priorizar a las escuelas públicas que actualmente carecen del servicio de suministro de energía eléctrica.

También se modifican las palabras “escuelas públicas” por los términos de “inmuebles e instalaciones destinados al servicio de educación pública”, para hacer referencia con más precisión a dichos inmuebles y para estar acorde con la referencia realizada a los mismos en el artículo 2 de la Ley General de Infraestructura Física Educativa, publicada en el Diario Oficial de la Federación de 1 de febrero de 2008. De igual forma, se excluye de la redacción propuesta el señalamiento realizado para los edificios públicos.

En primer lugar, porque en cuanto al uso óptimo de la energía ya existen diversas disposiciones e instrumentos de planeación al respecto. Por ejemplo, el artículo 7, fracción II, de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, actualmente se considera elaborar y ejecutar programas permanentes a través de las dependencias y entidades de la administración pública federal para el aprovechamiento sustentable de la energía en sus bienes muebles e inmuebles y aplicar criterios de aprovechamiento sustentable de la energía en las adquisiciones, arrendamientos, obras y servicios que contraten.

En segundo lugar, porque en cuanto al objeto de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, esta Cámara de Diputados aprobó, el 29 de noviembre de 2011, la adición de una fracción VII al artículo 24 de esta ley, con la finalidad de promover e incentivar la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables destinada para el autoabastecimiento en inmuebles de la federación, estados y municipios; así como alumbrado público. Es decir, se encuentra en proceso legislativo una reforma que considera de mejor forma el tema del uso de energías renovables en inmuebles de la federación, estados y municipios.

En tercer lugar, porque en la exposición de motivos de la iniciativa no se establece ningún comentario, argumento o justificación al respecto y, por ende, no señala la naturaleza, alcance o referencia alguna de “edificios públicos”.

Por lo expuesto, es que los diputados integrantes de esta Comisión de Energía sometemos al pleno de esta honorable asamblea el siguiente proyecto de

Decreto por el que se reforma el artículo 11 de Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Único. Se adiciona una fracción IX al artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, para quedar como sigue:

Artículo 11. La Secretaría de Energía elaborará y coordinará la ejecución del Programa, para lo cual deberá:

I. a VI. ...

VII. Definir estrategias para fomentar aquellos proyectos que a partir de fuentes renovables de energía provean energía eléctrica a comunidades rurales que no cuenten con este servicio, estén o no aislados de las redes eléctricas;

VIII. Definir estrategias para promover la realización de proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables preferentemente para los propietarios o poseedores de los terrenos y los sujetos de derechos sobre los recursos naturales involucrados en dichos proyectos, y

IX. Definir estrategias para promover la realización de proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables en inmuebles e instalaciones destinados al servicio de educación pública y de forma prioritaria en aquellas que no cuentan con el servicio de suministro de energía eléctrica.

...

Transitorio

Único. El presente decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Palacio Legislativo de San Lázaro, a 27 de febrero de 2013.

La Comisión de Energía

Diputados: Marco Antonio Bernal Gutiérrez (rúbrica), presidente; Juan Bueno Torio (rúbrica), Homero Ricardo Niño de Rivera Vela (rúbrica), Antonio Francisco Astiazarán Gutiérrez, Luis Ricardo Aldana Prieto, Javier Treviño Cantú (rúbrica), Williams Oswaldo Ochoa Gallegos (rúbrica), José Alberto Benavides Castañeda, Ricardo Mejía Berdeja (rúbrica), Ricardo Astudillo Suárez (rúbrica), Claudia Elizabeth Bojórquez Javier (rúbrica), Luis Ángel Xariel Espinosa Cházaro (rúbrica), Germán Pacheco Díaz (rúbrica), Érick Marte Rivera Villanueva (rúbrica), Jorge Rosiñol Abreu (rúbrica), Ricardo Villarreal García (rúbrica), Verónica Sada Pérez (rúbrica), Irazema González Martínez Olivares (rúbrica), Jorge del Ángel Acosta (rúbrica), Noé Hernández González (rúbrica), Alfredo Anaya Gudiño (rúbrica), Blanca María Villaseñor Gudiño (rúbrica), Samuel Gurrión Matías (rúbrica), Abel Octavio Salgado Peña, Dora María Guadalupe Talamante Lemas, Alberto Anaya Gutiérrez, Laura Ximena Martel Cantú (rúbrica), Mario Alejandro Cuevas Mena (rúbrica), Javier Orihuela García (rúbrica), Agustín Miguel Alonso Raya.[25]

[24]Diario oficial de la Federación feb 2013

DE LA COMISIÓN DE ENERGÍA, CON PROYECTO DE DECRETO QUE ADICIONA LA FRACCIÓN VII AL ARTÍCULO 24 DE LA LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Honorable Asamblea:

La Comisión de Energía, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 39 y 45, numeral 6, inciso e), ambos de la Ley Orgánica del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, en relación con los diversos 80, numeral 1, fracción I; 85 y 157, numeral 1, fracción I, todos del Reglamento de la Cámara de Diputados, somete a la consideración de esta honorable asamblea el presente dictamen, al tenor de los siguientes

I. Antecedentes

1. En sesión celebrada en esta Cámara de Diputados el 8 de diciembre de 2009, los ciudadanos secretarios de ésta dieron cuenta al pleno de esta soberanía de la minuta proyecto de decreto por el que se adiciona una fracción VII al artículo 24 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

2. El presidente de la Mesa Directiva determinó dictar el siguiente trámite: “Túrnese a la Comisión de Energía”.3. Mediante comunicado número D.G.P.L. 62-II-8-0194, de fecha 24 de octubre de 2012, la Mesa Directiva de la Cámara de Diputados informó a esta Comisión de Energía que el plazo reglamentario para dictaminar la minuta en comento comenzó a contabilizarse a partir del 29 de octubre de 2012; toda vez que se trata de un asunto correspondiente a la LXI Legislatura y que permanece vigente para ser resuelto por esta LXII Legislatura.

II. Contenido y objeto de la minuta

A través de la minuta proyecto de decreto se pretende que la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento sustentable de la Energía consolide en el Presupuesto de Egresos de la Federación las provisiones del sector público tendientes a proponer la creación de fondos y fideicomisos que tengan por objeto apoyar la investigación, promoción y aprovechamiento de investigación científica y tecnológica en materia de energía renovable.

De esa forma se propone adicionar una fracción VII al artículo 24 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, para quedar como sigue:

Artículo 24. ...

I. a IV. ...

V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía;

VI. Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento, y

VII. Proponer la creación de fondos y fideicomisos que tengan por objeto apoyar la investigación, promoción y aprovechamiento de investigación científica y tecnológica en materia de energía renovable.

Las Comisiones de Energía, y de Estudios Legislativos de la Cámara de Senadores señalaron como argumentos para sustentar el dictamen respectivo los siguientes:

Es importante que el país cuente con desarrollo en los campos científicos y tecnológicos para aprovechar de una forma más amplia y sustentable las energías renovables, en aras de preservar y garantizar el suministro de energía eléctrica a toda la población.

En este sentido, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores, ésta resulta un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas con base en combustibles fósiles.

En suma y como resultado de las políticas llevadas a cabo para impulsar el uso de energías renovables para atender el rezago en la aplicación de éstas, el Estado mexicano impulsa programas y proyectos encaminados a obtener una mayor utilización y, por ende, aumentar el aprovechamiento de las fuentes renovables, con lo cual se muestra la importancia de contar con fondos y fideicomisos cuyo objetivo sea apoyar la investigación promoción y aprovechamiento de la tecnología en el ámbito de la energía renovable.

En consecuencia, resulta que, como nación y en aras de concretar una soberanía energética robusta, se requiere invertir en el conocimiento y desarrollo de las energías renovables, pues resulta contrastante que el esfuerzo en investigación y desarrollo tecnológico aplicado a los aerogeneradores, por citar un ejemplo, con uno sólo de ellos se produzca la misma energía que tan sólo hace algunos años se requería el uso de diez.

Una vez planteados los antecedentes, contenido y objeto de la minuta, los integrantes de esta Comisión de Energía fundan el presente dictamen en las siguientes:

III. Consideraciones

Primera. Los integrantes de esta Comisión de Energía son coincidentes con la colegisladora en la relevancia que tiene la investigación científica y tecnológica para el desarrollo de las diferentes actividades sociales y económicas y, por supuesto, resulta fundamental en la utilización y avance de las energías renovables para nuestro país. Asimismo, debe resaltarse que dicho aspecto constituyó una de las razones por las que fue modificado nuestro marco regulatorio en materia de energía hacia finales del 2008.

Segunda. Una de las reformas en el sector energético consistió en la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar la electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica así como establecer la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTEASE), además de los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

De acuerdo con el artículo 22 de la ley arriba citada, la ENTEASE funge como un mecanismo para impulsar políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia

y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Tercera. Asimismo, con el fin de ejercer con eficiencia los recursos del sector público, evitando su dispersión, en el artículo 24 de la LAERFTE, se prevé que la ENTEASE comprenderá los mecanismos presupuestarios para asegurar la congruencia y consistencia de las acciones destinadas a promover el aprovechamiento de las tecnologías limpias y energías renovables, así como el ahorro y el uso óptimo de toda clase de energía.

Conforme a la misma disposición, la ENTEASE consolidará en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) para el ejercicio fiscal que corresponda las provisiones necesarias de los recursos del sector público, tendentes a:

- I. Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía;
- II. Promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y en el uso doméstico;
- III. Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable;
- IV. Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética;
- V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía, y

VI. Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento.

De esa forma, el PEF correspondiente al ejercicio fiscal de 2013 prevé en su anexo 14, en relación con la fracción XIII de su artículo 3, el presupuesto consolidado de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, en los siguientes términos:

**ANEXO 14. ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA
Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA (pesos)**

Ramo	MONTO
Total	15,071,272,504
4 Gobernación	2,365,634
8 Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	175,000,000
12 Salud	30,000,000
16 Medio Ambiente y Recursos Naturales	3,300,000
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente	3,300,000
18 Energía	14,860,606,870
Secretaría de Energía	300,000,000
Comisión Federal de Electricidad *	12,180,584,609
Pemex-Refinación	2,296,426,524
Instituto de Investigaciones Eléctricas	350,000
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía	83,243,737

* Incluye la Inversión Financiada de los Proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo.

Cuarta. Como se indicó más arriba, la minuta que se dictamina pretende incidir en los recursos del sector público que deben preverse como consolidados en dentro de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

Como se muestra en el transcrito Anexo 14 del PEF, no se aprecia que se encuentren consolidados los recursos, por ejemplo, del fondo sectorial Conacyt-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética. Al cierre de junio de 2011 este fondo contó con un saldo de 2 mil 91 millones de pesos, de los cuales se dispone de mil 902.5 millones de pesos considerando los recursos que ya han sido comprometidos y asignados para los proyectos en curso y para las convocatorias próximas a publicarse.¹ El objeto de este fondo es la investigación científica y tecnológica aplicada, tanto a fuentes renovables de energía, eficiencia energética, uso de tecnologías limpias y diversificación de fuentes primarias de energía, como la adopción, innovación, asimilación y desarrollo de tecnología en dichas materias.

La redacción actual del artículo 24 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética se encuentra en los siguientes términos:

Artículo 24. Con el fin de ejercer con eficiencia los recursos del sector público, evitando su dispersión, la Estrategia comprenderá los mecanismos presupuestarios para asegurar la congruencia y consistencia de las acciones destinadas a promover el aprovechamiento de las tecnologías limpias y energías renovables mencionadas en el artículo anterior, así como el ahorro y el uso óptimo de toda clase de energía en todos los procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.

La Estrategia, en términos de las disposiciones aplicables, consolidará en el Presupuesto de Egresos de la Federación las provisiones de recursos del sector público tendentes a:

I. Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía;

II. Promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y en el uso doméstico;

III. Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable;

IV. Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética;

V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía, y

VI. Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento.

La redacción propuesta en la minuta para la fracción VII que se pretende adicionar al artículo 24 de la LAERFTE, se hace en los términos siguientes:

VII. Proponer la creación de fondos y fideicomisos que tengan por objeto apoyar la investigación, promoción y aprovechamiento de investigación científica y tecnológica en materia de energía renovable.

Al analizar la redacción transcrita y propuesta por la minuta, esta Comisión de Energía estima necesario precisar que las fracciones contenidas en el citado artículo 24 de la LAERFTE, comprenden los aspectos que deberán

reflejarse como recursos consolidados en la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía; por tanto, en cumplimiento a lo establecido en el artículo 18 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, se considera que no se generan gastos adicionales a los previstos sino que la modificación planteada implica únicamente la consolidación en el PEF de los recursos públicos tendientes a apoyar la investigación científica y tecnológica en materia de energías renovables, lo cual permitirá reflejar y tener identificados en un solo apartado o anexo del PEF dichos recursos. Así las cosas, los integrantes de esta Comisión de Energía estiman viable el planteamiento previsto en la minuta.

De igual forma, lo anterior facilitará que los recursos previstos en la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, en materia de investigación científica y tecnológica de energías renovables, se ejerzan conforme a los principios de honestidad, legalidad, productividad, eficiencia, eficacia, rendición de cuentas, transparencia gubernamental y máxima publicidad, previstos en el artículo 28 de la LAERFTE.

Por lo expuesto, es que los diputados integrantes de esta Comisión de Energía sometemos al pleno de esta honorable asamblea el siguiente proyecto de

Decreto por el que se adiciona una fracción VII al artículo 24 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Artículo Primero. Se adiciona una fracción VII al artículo 24 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, para quedar como sigue:

Artículo 24. ...

...

I. a IV. ...

V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía;

VI. Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento, y

VII. Proponer la creación de fondos y fideicomisos que tengan por objeto apoyar la investigación, promoción y aprovechamiento de investigación científica y tecnológica en materia de energía renovable.

Transitorio

Único. El presente decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Nota

1 Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2012, páginas 99-100. Visible en el portal de la

Secretaría de Energía, en la siguiente dirección electrónica:
http://www.sener.gob.mx/res/0/ENTE_2012.pdf

Palacio Legislativo de San Lázaro, a 27 de febrero de 2013.

La Comisión de Energía

Diputados: Marco Antonio Bernal Gutiérrez (rúbrica), presidente; Juan Bueno Torio (rúbrica), Homero Ricardo Niño de Rivera Vela (rúbrica), Antonio Francisco Astiazarán Gutiérrez, Luis Ricardo Aldana Prieto, Javier Treviño Cantú (rúbrica), Williams Oswaldo Ochoa Gallegos (rúbrica), José Alberto Benavides Castañeda, Ricardo Mejía Berdeja (rúbrica), Ricardo Astudillo Suárez (rúbrica), Claudia Elizabeth Bojórquez Javier (rúbrica), Luis Ángel Xariel Espinosa Cházaro (rúbrica), Germán Pacheco Díaz (rúbrica), Érick Marte Rivera Villanueva (rúbrica), Jorge Rosiñol Abreu (rúbrica), Ricardo Villarreal García (rúbrica), Verónica Sada Pérez (rúbrica), Irazema González Martínez Olivares (rúbrica), Jorge del Ángel Acosta (rúbrica), Noé Hernández González (rúbrica), Alfredo Anaya Gudiño (rúbrica), Blanca María Villaseñor Gudiño (rúbrica), Samuel Gurrión Matías (rúbrica), Abel Octavio Salgado Peña, Dora María Guadalupe Talamante Lemas, Alberto Anaya Gutiérrez, Laura Ximenea Martel Cantú (rúbrica), Mario Alejandro Cuevas Mena, Javier Orihuela García (rúbrica), Agustín Miguel Alonso Raya.^[26]

CONCLUSIONES

Se logró llevar acabo la medición de la irradiancia en la Universidad Tecnológica de Salamanca, siendo esta la única medición directa que presenta la región, ya que los centros de investigación generan la información por trazabilidad y/o proyecciones.

La variación entre la carga medida, la registrada por CFE y la tomada, se encuentra en promedio de los 12,000 W/m² lo que garantiza el abasto de energía en el edificio.

Para poder abastecer la demanda de consumo de corriente eléctrica por parte del edificio de docencia con una totalidad de 83,661.65 Kw por año, se colocarán paneles solares conectados a la red de suministro local.

El consumo energético diario en promedio asciende aproximadamente 229.210 Kw, tomando en cuenta que el día sábado solo se labora medio día y el domingo a ninguna hora, se planea conectar los paneles a la red para lograr retribuir más a la compañía de luz en estos días de desuso.

Este proyecto es considerado el inicio de una serie de proyectos a la institución para generar una Universidad sustentable en su mayoría obviamente por las demandas de algunos equipos se torna un tanto complejo sin embargo existen alternativas para poder reducir los consumos y aprovechar en gran medida los recursos naturales para nuestro beneficio y nuestro entorno.

REFERENCIAS

- [1] *CINVESTAV Querétaro.*
- [2] *Fuente COCLIMA*
- [3] *Fuente: Meteonorm Software*
- [4] *Has the World Already Passed “Peak Oil”? ". National Geographic News. November 9, 2010*
- [5] *Camarena murillo, Federico Luciano edificio con celdas de energía solar". Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 2005*
- [6] *Fuente Cinvestav Queretaro Dr. Rafael Ramirez bon*
- [7] *Fuente Cinvestav Queretaro Dr. Rafael Ramirez bon*
- [8] *Applied Photovoltaics (Inglés) de Stuart R Wenham (Redactor), Martin A Green (Redactor), Muriel E Watt (Redactor), Richard Corkish (Redactor)*
- [9] *Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov>*
- [10] *Casas V. M. y Rodríguez A. A. (2012), Biblioteca de Electricidad y electrónica SERIE 1, Editorial Altamar S.A. España*
- [11] *Applied Photovoltaics (Inglés) de Stuart R Wenham (Redactor), Martin A Green (Redactor), Muriel E Watt (Redactor), Richard Corkish (Redactor)*
- [12] *Applied Photovoltaics (Inglés) de Stuart R Wenham (Redactor), Martin A Green (Redactor), Muriel E Watt (Redactor), Richard Corkish (Redactor)*
- [13] *González R., Medrano C., Lagunas J. et al. Pequeños Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red Eléctrica,*
- [14] *Casas V. M. y Rodríguez A. A. (2012), Biblioteca de Electricidad y electrónica SERIE 1, Editorial Altamar S.A. España*
- [15] *Report IEA–PVPS T1–10:2001. Trends in Photovoltaic Applications in selected IEA countries, September 2001.*
- [16] *recibos de CFE*
- [17-21] *CFE interconexión*
- [22] *<http://www.re.sandia.gov/sp/in/mr/solarmap1.pdf> [consulta: 3 de junio deb 2009]*

PAGINAS DE INTERNET

- <http://www.iie.org.mx/proyctofotovoltaico/index.php>
- http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/
- search-id.com/d/eosweb.larc.nasa.gov
- <https://eosweb.larc.nasa.gov>
- [http://www.sener.gob.mx,](http://www.sener.gob.mx)
- <http://www.cfe.gob.mx>
- http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/ENE_2012_2026.pdf
- <http://www.instalacionenergiasolar.com/energia/energiasolarenmexico.html>
- http://www.icyt.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=720:ahorro-y-fuentes-alternas-de-energia&catid=168
- [http://www.ecotec2000.de/espanol/sun1.htm.](http://www.ecotec2000.de/espanol/sun1.htm)
- <http://coclima.guanajuato.gob.mx/>
- <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/>
- <http://www.ocdemexico.org.mx/Guanajuato/Salamanca/>
- http://sinaica.ine.gob.mx/rama_gto.html
- <http://www.cinvestav.mx/>
- <http://www.solartec.mx/empresa.html>