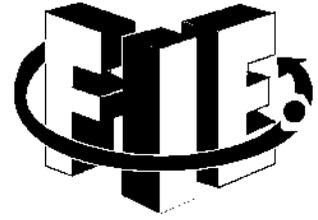




**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**“SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA EMPACADORA
DE AGUACATE DISTRIBUIDORA AGRICOLA LA VIÑA
S.A. DE C.V., UBICADA EN TACÁMBARO MICHOCÁN”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTA:

ADRIAN BALTAZAR CEJA ACOSTA

ASESOR DE TESIS:

INGENIERO ELECTRICISTA VICTOR QUINTERO ROJAS

MORELIA, MICH. MÉXICO NOVIEMBRE 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por haber permitido darme la vida para poder lograr mis objetivos.

A mis Padres:

Por el apoyo indudable que me han brindado y la confianza para poder ser lo que hasta ahora soy.

A mis Hermanas:

Por siempre contar con ellas.

A mis Abuelitos:

Gracias por sus excelentes consejos, apoyo incondicional, por tener la paciencia que tanto los caracteriza.

A Sara:

Por siempre estar a mi lado y siempre contar con tu apoyo

DEDICATORIA

Con dedicación especial a mis Padres, por los indudables valores civiles y éticos que me enseñaron para ser la persona que ahora soy.

También a mis abuelos por su empeño en demostrarme el cariño que me tienen, al siempre apoyarme.

A mi Familia por los buenos deseos.

A Sara por ser un apoyo incondicional que siempre está a mi lado.

RESUMEN

En la actualidad se cuenta con un aumento desproporcionado de energía eléctrica, especialmente por las industrias, cada vez aumenta el consumo de energía en los procesos de producción.

Poco a poco se ha ido tomando las medidas que apuntan a una mejor utilización de las energías renovables existentes, es por eso que la Empresa “Distribuidora Agrícola la Viña S.A. de C.V.” que cuenta con un suministro de CFE el cual tiene un consumo alto, se sugirió el sistema fotovoltaico debido a que cuenta con un excelente nivel de insolación aproximada de 5.5 Kw-h/m^2 .

Al conocer el nivel de insolación que cuenta la ubicación, se desarrollará el sistema autosustentable y con bajo costo de mantenimiento.

Al conocer las energías Renovables en México nos damos cuenta que hace falta una gran explotación, esto es porque la economía del país está basada en el Petróleo, uno de los problemas ambientales es el calentamiento global. Lo mejor de las energías alternas es que la energía es renovable.

La utilización de los sistemas eléctricos fotovoltaicos será de manera independiente y autónoma a CFE.

Los componentes de un Sistema de Generación Fotovoltaica, como son: paneles, inversor, elementos auxiliares, cableado, conectores, interruptores, conexión a tierra y algo muy importante es basarse todo en leyes, reglamentos y normas para no tener ningún riesgo.

Abordamos las características eléctricas de la empresa como los costos y los componentes, también conocemos la ubicación de la empresa, se dan conocer los diferentes equipos los cuales son necesarios para un buen funcionamiento del Sistema de Generación Solar.

Por último se da a conocer la conclusión a la que llegamos con el estudio realizado.

CONTENIDO

Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
Resumen	iv
Contenido	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas	xi
Lista de Símbolos y Abreviaciones	xii

Capítulo Primero. Introducción.

1 Introducción	1
1.1. Antecedentes, descripción general del problema	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Justificación	2
1.4. Metodología	2
1.5. Contenido de la tesis	3

Capítulo Segundo. Fuentes Renovables en México.

2 Introducción	4
2.1 Energía Eólica	5
2.2 Energía Geotérmica	7
2.3 Energía Biomasa	10
2.4 Energía Mareomotriz	12
2.5 Energía Hidroeléctrica	14
2.6 Energía Solar	17
2.6.1 Ventajas de un Sistema Solar	20
2.6.2 Inconvenientes de un Sistema Solar	20

Capítulo Tercero. Elementos de un Sistema Fotovoltaico.

3 Introducción	21
3.1 Insolación en México	23
3.2 Células fotovoltaicas, tipos y funcionamiento	24
3.3 Inversor	28
3.4 Elementos Auxiliares	29
3.4.1 Cableado	30
3.4.2 Conectores	30
3.4.3 Interruptores	30
3.4.4 Conexión a tierra	31
3.5 Baterías	31
3.6 Regulador de Carga	33

Capítulo Cuarto. Características de la empresa y Diseño.

4 Introducción	34
4.1 Ubicación de la Empresa.	35
4.2 Características Eléctricas.	36
4.2.1 Costo de la Energía Eléctrica.	36
4.3 Parámetros de voltaje.	36
4.4 Panel fotovoltaico.	37
4.5 Inversor.	39
4.6 Interface Sistema Fotovoltaico con la Red	41
4.7 Banco de Baterías	42
4.8 Regulador de Carga	44
4.9 Resultados, Costo y Eficiencia	45
Conclusiones	46

Apéndice A. Insolación en México.	47
Apéndice B. Tipos de Inversores.	48
Apéndice C. Paneles fotovoltaicos.	61
Apéndice D. Baterías.	62
Biografía	69

LISTA DE FIGURAS

2.1 Evolución de la capacidad instalada y generación de electricidad con sistemas Fotovoltaicos en México.	4
2.2 Aerogenerador y sus componentes.	6
2.3 Parque eólico la Ventosa en Oaxaca.	7
2.4 Esquema de generación de vapor seco para ser utilizado en generación de energía.	8
2.5 Diseño de un generador de energía mareomotriz.	13
2.6 Diseño de otra forma de Generar Energía por medio de Olas.	13
2.7 Diseño principal de una Hidroeléctrica.	15
2.8 Hidroeléctrica la Yesca en Nayarit, México.	16
2.9 Primer centro de Generación Solar en México conectado a la Red Nacional.	19
3.1 Irradiación en México.	24
3.2 Diseño y funcionamiento de una célula solar de silicio cristalino.	25
3.3 Panel Fotovoltaico Monocristalino.	26
3.4 Panel Fotovoltaico Policristalino.	27
3.5 Inversor Fotovoltaico.	28
3.6 Corte de una batería de plomo-ácido.	31
3.7 Batería abierta.	32
3.8 Batería ácido cerrada.	32
3.9 Batería gel.	32
3.10 Regulador de carga.	33
4.1 Funcionamiento principal de una celda solar.	34
4.2 Mapa de la ubicación de la empacadora de aguacate La Viña.	35
4.3 Panel fotovoltaico Solartec.	37
4.4 Diseño de paneles fotovoltaicos.	39
4.5 Inversor trifásico.	45
4.6 Diagrama de interconexión eléctrica.	41
4.7 Dimensiones y peso del inversor.	41

4.8 Interface para conectar a la Red Nacional.	41
4.9 Batería BLUE TOP 34M.	42
4.10 Diseño de banco de baterías.	43
4.11 Regulador de Carga JINAN DEMING POWER EQUIPMENT.	44

LISTA DE TABLAS

2.1 Potencial estimado en MW para México.	9
2.2 Clasificación de los bioenergéticos con base en sus diferentes generaciones Tecnológicas.	11
2.3 Casas en Mexicali Baja California.	18
4.1 Consumo de la empresa.	36
4.2 Costo de la empresa.	36
4.3 Especificaciones técnicas de panel fotovoltaico de 295 W.	38
4.4 Especificaciones técnicas de inversor 15 TL.	40
4.5 Características eléctricas de la batería BLUE TOP 34M.	43
4.6 Regulador de carga JINAN DEMING POWER EQUIPMENT.	45
4.7 Costo de inversión.	45

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

<i>K</i>	Kilo
<i>M</i>	Mega
<i>G</i>	Giga
<i>M</i>	Metros
<i>W</i>	Watts
<i>Hz</i>	Hertz
€	Euro
<i>W-h</i>	Watt-hora
<i>G</i>	Aceleración de la gravedad
<i>T</i>	Tiempo
<i>d/dt</i>	Derivada con respecto del tiempo
<i>KD</i>	Ganancia derivativa
<i>KI</i>	Ganancia integral
<i>KP</i>	Ganancia proporcional
Ω	Ohms
δ	Ángulo de potencia
<i>X</i>	Reactancia
<i>R</i>	Resistencia
<i>P</i>	Potencia real
<i>Kw-h/m²</i>	Kilowatts por hora sobre metro cuadrado

Capítulo Primero

Introducción

En el presente trabajo de tesis se desarrolla una investigación relacionado con el funcionamiento y desempeño de un sistema de generación fotovoltaico de energía eléctrica autosustentable al Sistema Eléctrico Nacional.

En México ya es necesario aprovechar, conservar y restaurar los recursos naturales. Se debe evitar la degradación de los recursos naturales y evitar los efectos adversos sobre la calidad del aire, agua y tierra.

Después de obtener una investigación basada en los recursos renovables, se consideró que la fuente alterna de generación fuese la energía solar, por tener incidencia solar constante.

La investigación está dirigida a la Empacadora de Aguacate “Distribuidora Agrícola la Viña S.A. de C.V.” la cual tiene un alto consumo de energía eléctrica, se implementará un sistema de energía alterna para disminuir el consumo eléctrico y como consecuencia sea autosustentable.

1.1 Antecedentes

Lo que ahora entendemos como energía alternativa, fue la única fuente de recursos existente en épocas prehistóricas. Pensemos que hasta el descubrimiento del fuego en estas épocas, el hombre se calentaba a través de la radiación solar, y se guarecía en cavernas protegidos de las inclemencias del tiempo. Se podría decir que es el antecedente de la energía solar pasiva, o también conocido como "Arquitectura Solar".

En épocas más avanzadas, el hombre empieza a utilizar y estudiar las propiedades de la radiación solar. Así, construye máquinas capaces de elevar agua desde un pozo a un depósito elevado, por medio del efecto sifón natural, empieza a calentar agua en depósitos elevados para su utilización a escala industrial, y más tarde para la higiene personal.

Cuenta la leyenda, que Arquímedes, durante el asedio de Siracusa (212 a.C.), utilizó concentradores de la luz solar, formados por una serie de espejos situados estratégicamente

para destruir varias naves romanas. Este principio fue utilizado también por Leonardo da Vinci para diseñar un concentrador solar.

En la evolución del uso de la energía solar, el incremento que se tuvo en el uso del vidrio durante el siglo XVIII, permitió a mucha gente conocer la capacidad de este material para retener el calor solar.

El primer hombre que se preocupa en estudiar este fenómeno, fue Horace de Saussure (1767).

Su primer experimento fue la fabricación de un invernadero en miniatura de cinco paredes realizado con otras tantas cajas de vidrio, de planta cuadrada y dimensiones decrecientes de 30 cm de base por 15 cm de alto, hasta 10 cm por 5 cm. Estas 5 cajas, estaban abiertas por su base, para poder apilarse sobre una mesa de madera negra.

Varios científicos del siglo XIX llevaron a cabo experimentos con cajas calientes y obtuvieron resultados análogos. Entre ellos, los dos que más destacan son Sir John Herschel y Samuel Pierpont Langley, que señalaron su utilidad para la vida cotidiana, como suministrar agua caliente y calefacción a edificios industriales y a edificios de viviendas.

1.2 Objetivo

El objetivo principal de esta tesis es reducir el consumo de energía eléctrica, en la empacadora de aguacate “distribuidora agrícola la viña S.A. de C.V., ubicada en Tacámbaro Michoacán”.

1.3 Justificación

La aplicación de este tipo de energía renovable es muy importante en México, debido a que este recurso no se ha explotado en su totalidad, por lo que es necesario realizar una investigación, la cual se considera mucho más como una forma de generar energía eléctrica de una manera que no contamine el medio ambiente y genere energía limpia.

1.4 Metodología

Al conocer a fondo el proceso para la exportación del aguacate, una de las cuestiones para optimizar la ganancia de la empresa es el de la energía eléctrica, se tomaron en cuenta los aspectos particulares de la empresa, al realizar la investigación teórica e investigación de campo, se consideró la energía renovable como una alternativa

1.5 Contenido de la tesis

En el Capítulo 1 se da una breve introducción a este trabajo, se muestra la importancia que tiene esta fuente de generación, como también el conocer un poco la problemática de la empresa y conocerla más a fondo.

En el Capítulo 2 se presentan los diferentes tipos de alternativas de energía para el desarrollo sustentable de energía eléctrica.

En el Capítulo 3 se dan a conocer las principales zonas de insolación en México y las partes que se requieren para la generación de la energía solar.

En el Capítulo 4 se aborda las características eléctricas, una de las formas en las que puede ser instalado todo el equipo requerido. Se aborda el costo total de los diferentes equipos que se requieren para la generación, así como también las conclusiones y el resumen de costo beneficio.

Capítulo Segundo

Fuentes Renovables en México

Introducción

La energía solar y la eólica se consumen mientras el sol brilla y el viento sopla. En el caso de la hidráulica, el llenado y vaciado de las presas, se produce siguiendo el curso de los meses, las estaciones o los años. La biomasa se produce en ciclos de años, lustros o década. Esas energías son, por tanto, sostenibles en medida en que no comprenden el desarrollo de las generaciones futuras.

Junto a ellas, existen otras fuentes de energía renovables como el aprovechamiento de la energía de las mareas y las olas o de la energía geotérmica; aún con diversos grados de desarrollo y madurez tecnológica, todas estas tecnologías. Su uso, además deberá complementarse con diversas medidas de ahorro y eficiencia energética en todos los sectores económicos y todas las regiones del planeta.

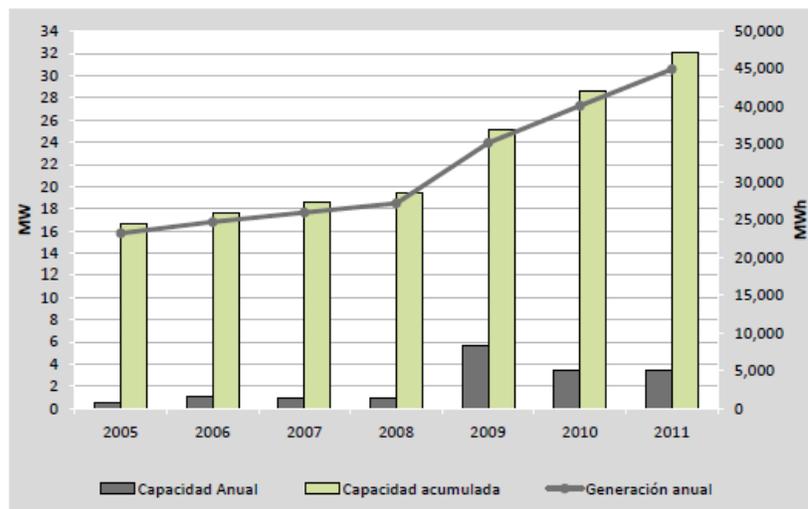


Figura 2.1 Evolución de la capacidad instalada y generación de electricidad con sistemas Fotovoltaicos en México.¹

¹ http://www.anes.org/anes/formularios/LeyesNormas/Leyes/informe_final_ProSolar_Color.pdf

En la figura 2.1 De acuerdo a la Asociación Nacional de Energía Solar, hasta el año 2006 prácticamente, todos los sistemas fotovoltaicos, instalados en México, se encontraban en aplicaciones aisladas de la red eléctrica. Sin embargo, a partir del año 2007 se cuenta con registros de aplicaciones conectadas a la red eléctrica. Esta tendencia se ha mantenido en los años posteriores de tal manera que en el año 2010, de los 3.5 MW instalados en ese año, alrededor de 94% fueron sistemas conectados a la red eléctrica. Como se observa en la figura 2.1 la capacidad anual instalada ha mostrado un comportamiento fluctuante en el periodo 2005-2010. En términos acumulados, la capacidad aumentó de 16.5 MW a 28.62 MW. Respecto a la generación anual de electricidad ésta de 23,235 MWh en el año 2005 a 40,115 MWh en el año 2010.

En México se tiene un muy bajo nivel de generación por fuentes alternas por eso la preocupación de aprovechar al máximo nuestros recursos naturales.

2.1 Energía Eólica

La energía eólica fue una de las primeras fuentes no animal que empleó el ser humano en su historia. El viento se empleó en primer lugar en la navegación de vela, se ha utilizado para tareas mecánicas que requerían de mucho esfuerzo físico, elevar agua de pozos. En estos casos la energía final que se usaba era la energía mecánica, sin embargo, con el paso de los años el objetivo que se buscaba era el de producir energía eléctrica partiendo del viento.

La generación eléctrica a partir de energía eólica tuvo lugar en Dinamarca hacia 1890, cuando se realizaron los primeros experimentos con aerogeneradores, llegando a producir hasta 200 KW.

Desde el año 1995 hasta nuestros días hemos visto crecer exponencialmente la energía eólica en todo el mundo, destacando los países como España, Dinamarca, Holanda y Alemania.

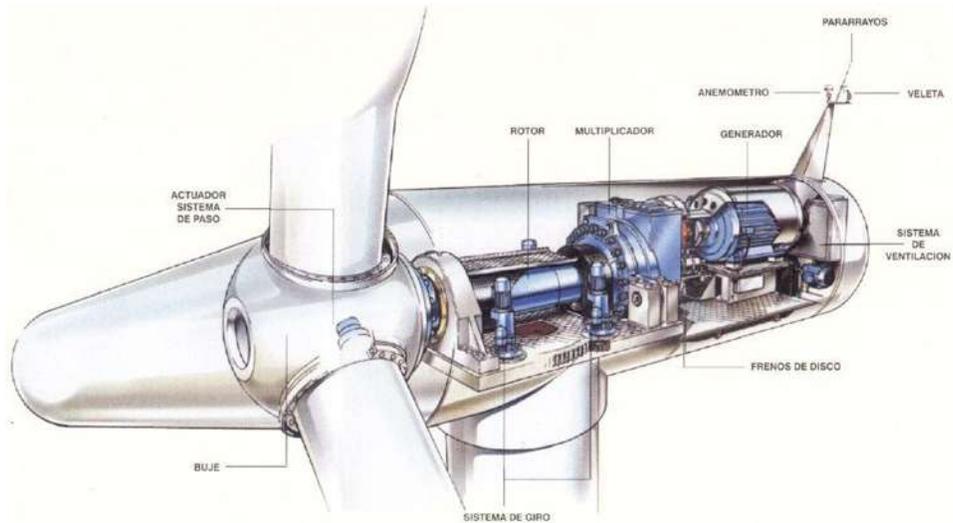


Figura 2.2 Aerogenerador y sus componentes.

Las condiciones para una generación eólica son que se establezca en una localización concreta, mediante parques eólicos, el lugar de instalación debe cumplir con ciertos requisitos. En la figura 2.2 es una muestra de uno de los aerogeneradores con todos sus componentes internamente ensamblado.

Se comienza por evaluar el terreno donde irán instalados los aerogeneradores, primero hay que realizar una campaña de medición de viento a diferentes alturas (tanto dirección del viento y velocidad; esto es conocido como la rosa de los vientos) que durará como mínimo un año.

De esta manera, se sabrá cómo debe ser la disposición de los aerogeneradores para obtener la mayor energía eólica posible. Además, esta campaña de medición servirá para corroborar que la ubicación es adecuada para instalar un parque eólico.

Los requisitos fundamentales son:

- Más de 2000 horas de producción eólica equivalente a potencia máxima.
- Respetar la avifauna del entorno, estableciendo si es preciso un paso para aves migratorias entre grupos de aerogeneradores.
- Lejanía de más de un kilómetro con núcleos urbanos para evitar la contaminación acústica de los parques eólicos.
- La energía eólica debe estar instalada en suelo no urbanizable, generalmente.
- No tener interferencia con señales electromagnéticas del entorno, ya que las señales de televisión, radio o telefonía se puede ver perjudicadas si no se instalan otros dispositivos que lo eviten.



Figura 2.3 Parque eólico la Ventosa en Oaxaca.

En la figura 2.3 muestra uno de los sistemas de generación que hay en México, “la Ventosa” con una capacidad instalada de 30 MW la cual puede alcanzar paulatinamente un promedio de 80 MW, con 94 turbinas construidas por una empresa española cada una con una capacidad de 0.85 MW.

Para que la energía eólica se desarrolle en cualquier país en más de un 20% de la energía eléctrica producida a lo largo del año, cada país debe tener una red de energía eléctrica avanzada, que este bien equilibrada en todos los nodos eléctricos del país y que además permita que pequeños generadores (como viviendas particulares) puedan participar en el sistemas eléctrico del país.² (Vallina, 2010)

2.2 Energía Geotérmica

Es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. En la figura 2.4 nos indica cómo es un pozo geotérmico y cómo se genera el vapor.

² Instalaciones solares Fotovoltaicas Miguel Moro Vallina Editorial Paraninfo.

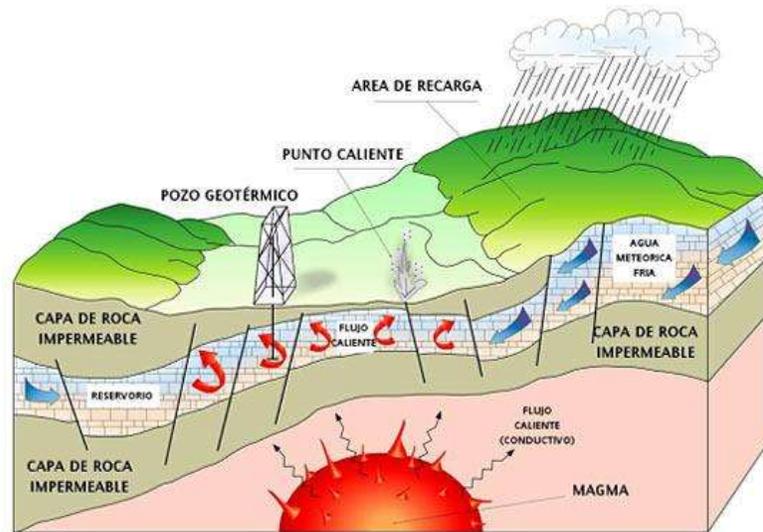


Figura 2.4 Esquema de generación de vapor seco para ser utilizado en Generación de Energía.

En los años 80 casi el total de la energía consumida en el mundo provenía de la quema de combustibles fósiles, considerando el mismo consumo percapita de esos años y el aumento de la población, se estima que para el año 2025 se quemarán 14,000 millones de toneladas de carbón, esto tendrá un incremento del 40% de consumo de Energía eléctrica, lo que ocasionará una aceleración del calentamiento global, lo cual ocasiona el deshielo de los casquetes polares e irreversiblemente habrá un aumento en el nivel de los océanos, esto ocasionará catástrofes para el ser humano.

En México la economía está regida por el petróleo y en su gran mayoría consumen combustibles fósiles. El 51.87% de la energía eléctrica es producida por plantas termoeléctricas, y éstas ocupan combustible fósil.

Los fenómenos que pueden indicar áreas Geotérmicas son las siguientes:

- 1) Volcanismo reciente.
- 2) Zonas de alteración hidrotermal.
- 3) Emanaciones de vapor caliente o gases.
- 4) Fuentes termales y minerales.
- 5) Determinadas mineralizaciones y depósito de sales.
- 6) Anomalía Térmica.

En la siguiente tabla 2.1 hacemos referencia a los niveles de Generación que se tienen en México, así como también hacemos referencia a la cantidad de energía limpia en Megawatts que la que contamos.

Zona geotérmica	Estado	Potencial estimado en MW		
		Modelo volumétrico*		Modelo de descompresión
		Valor probable	Rango (90%)	
1. La Soledad	Jalisco	52	10 – 94	51
2. Las Planillas	Jalisco	70	26 – 113	83
3. Pathé	Hidalgo	33	6 – 61	49
4. Araró	Michoacán	21	5 – 37	32
5. Acoculco	Puebla	107	38 – 177	48
6. Ixtlán de los Hervores	Michoacán	17	0 – 23	15
7. Los Negritos	Michoacán	24	3 – 44	20
8. Volcán Ceboruco	Nayarit	74	34 – 113	50
9. Graben de Compostela	Nayarit	105	35 – 175	110
10. San Antonio El Bravo (Ojinaga)	Chihuahua	27	10 – 43	36
11. Maguarichic	Chihuahua	1	0.2 – 1.7	1
12. Puruándiro	Michoacán	10	3 – 17	12
13. Volcán Tacaná	Chiapas	60	21 – 99	52
14. El Orito-Los Borbollones	Jalisco	11	1 – 21	9
15. Santa Cruz de Atistique	Jalisco	12	2 – 22	13
16. Volcán Chichonal	Chiapas	46	9 – 84	45
17. Hervores de la Vega	Jalisco	45	20 – 71	45
18. Los Hervores-El Molote	Nayarit	36	12 – 59	17
19. San Bartolomé de los Baños	Guanajuato	7	3 – 12	9
20. Santiago Papasquiaro	Durango	4	1 – 7	4
Total		762		701

Tabla 2.1 Potencial estimado en MW para México³

En México se comenzó la producción geotérmica industrial de 75 MW en abril de 1973, es decir, hace más de 30 años generando en Cerro Prieto sin mayores problemas. Lo que inicialmente se desarrolló como una fuente alternativa de Energías para diversificar la oferta de fuentes primarias, en la actualidad se han transformado en una fuente de energía económica, que incluso compite con centrales de ciclo combinado a las precios de mercado de nuestro gas natural.

En México se cuenta actualmente con una potencia instalada neta de 720 MW en Cerro Prieto, 193 MW en los Azufres, 30 MW en los Humeros y 10 MW en Tres Vírgenes. Que tan solo representa un 3% del total de la energía consumida en México

³http://www.iiie.org.mx/proyecto/fotovoltaico/FOROFV_2011programa.php

La implantación de plantas descentralizadas a pequeña escala (<5 MW) con el ciclo binario o de la tecnología de bombas de calor pueden ser fundamentales para el desarrollo energético de las zonas rurales remotas. Como una condición básica para ampliar el mercado nacional de la energía geotérmica, el marco jurídico y reglamentario apropiado tiene que existir con el fin de fortalecer el sector de la energía renovable, así como los incentivos de mercado y planes innovadores.

2.3 Energía Biomasa

La Biomasa es una fuente de energía renovable y limpia, con extensas tecnologías y para la mayoría de sus distintas aplicaciones. A nivel internacional, la bioenergía, o energía obtenida por biomasa, representa el 10% del consumo total de energía y 77% de las energías renovables. Se estima que para el año 2035 podría contribuir con cerca del 25% de la energía requerida en el mundo, y constituir así uno de los pilares de la transición a fuentes renovables de energía. La bioenergía en nuestro país el 5% de la energía primaria, se utilizan principalmente la leña, el gabazo de caña y el carbón vegetal.

En México existe una experiencia importante en el área de los biodigestores, captura de metano y generación de electricidad en rellenos sanitarios, así como en estufas eficientes de leña para la cocción en zonas rurales. Además, se cuenta con iniciativas incipientes en biocombustibles líquidos, particularmente biodiesel, y con grupos de investigación en insumos y procesos para biocombustibles de primera y segunda generación.

Manejada de manera sustentable, la bioenergía presenta numerosas ventajas desde la socioeconómica y ambiental: es versátil; escalable; brinda aplicaciones para los principales usos finales de la energía (calor, electricidad, combustibles para el transporte) permite crear energías importantes entre los sectores agrícola-forestal, energético, industrial, ambiental y social; puede promover el desarrollo rural sustentable a través de la creación de fuentes de trabajo e inversiones en ese medio y puede transferir importantes recursos económicos desde las áreas urbanas hacia las áreas rurales. Además, la producción sustentable de biomasa brinda numerosos servicios ambientales de tipo local y global, lo que incluye la transformación de residuos en recursos económicos, control de la erosión del suelo, regulación del ciclo hidrológico y preservación del hábitat para la fauna silvestre.

Sin embargo, el uso no sustentable de bioenergía puede producir efectos negativos

importantes, como la competencia por la producción de alimentos, el desplazamiento de pequeños productores, o incluso la deforestación para el establecimiento de plantaciones de monocultivo; por estas razones, es indispensable que, como en el caso de todas las fuentes de energía, los diferentes proyectos se desarrollen con apego a criterios estrictos de sustentabilidad.

Existe un gran potencial energético del recurso biomásico, en México pueden producir sosteniblemente el 46% de la oferta interna bruta de energía primaria en el año 2008, y 10 veces más de su costo actual.

Los biocombustibles son los obtenidos a partir de la biomasa y pueden ser o no transformados o procesados a continuación explicaré en que se distinguen:

- Biocombustibles sólidos (leña, carbón vegetal, residuos agrícolas, residuos forestales): que pueden quemarse directamente o previamente gasificando o pirolisis, para producir calor y electricidad.
- Biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiesel): obtenidos de los cultivos energéticos como caña de azúcar y oleaginosas o aceite vegetal usado.
- Biocombustible gaseoso (biogás y biometano): obtenidos de los residuos municipales y estiércol.

En la Tabla 2.2 hacemos mención de los bioenergéticos, los tres diferentes tipos de combustibles de generación.

Bioenergéticos	Sólidos	Líquidos	Gaseosos
1 ^a	Leña, carbón vegetal, bagazo, etc.	Bioetanol, biodiesel, licor negro	Biogás, gas de síntesis
2 ^a	Biochar, torrefactos, etc.	Etanol celulósico, syndiésel, etc.	
3 ^a		Diésel de algas, etanol de algas	Biohidrógeno

Tabla 2.2 Clasificación de los bioenergéticos con base en sus diferentes generaciones tecnológicas⁴

⁴ <http://www.rembio.org.mx/2011/Documentos/Cuadernos/CT4.pdf>

Las principales características de la bioenergía presentan varias ventajas con respecto a otras fuentes de energía:

- Es Almacenable: la energía de la biomasa está almacenada en la materia orgánica. Por este motivo, es una forma de energía que no tiene la intermitencia de otras energías renovables como la solar y la eólica, lo que le da ventajas para la generación de calor o electricidad.
- Permite satisfacer la mayor parte de los usos finales: es la única energía renovable que se puede sustituir a los combustibles fósiles en todas las aplicaciones y finalidades, porque permite producir calor, fuerza motriz, electricidad y biocarburantes líquidos.
- Es ubicua: la biomasa se puede encontrar o cultivar en casi todas partes, y está disponible en forma concentrada como subproducto de procesos agroindustriales, residuos de actividades humanas y como estiércol de animales.
- Es estable: hay sistemas de aprovechamiento de biomasa y producción de bioenergía desde muy bajas potencias hasta grandes potencias; esto permite una amplia versatilidad para el desarrollo de sistemas de suministro energético a escalas locales y mayores.
- Es comercialmente madura: muchas de las tecnologías para el uso energético de biomasa son rentables ampliamente desarrolladas a nivel comercial.

2.4 Energía Mareomotriz

En realidad, la energía que se obtiene del movimiento de las olas marítimas es un derivado indirecto de la energía solar, ya que el aumento de la incidencia del sol en la tierra provoca el calentamiento global, la superficie terrestre por tanto aumenta su temperatura y esto provoca viento, que es lo que provoca las olas.

Este tipo de energía renovable se aprovecha porque su principal característica es que las olas se desplazan a grandes distancias sin apenas pérdida de energía, y por tanto, la que se genera en el océano acaba llegando al litoral, donde se puede recoger y transformar para el uso humano.

En la Figura 2.5 es una demostración de un sistema de generación por medio de las olas las cuales empujan una barrera la cual ejerce una presión que es directamente a la turbina en la cual se genera la electricidad.



Figura 2.5 Diseño de un generador de energía mareomotriz.

Es una forma de obtener energía que en teoría sería perfecta desde el punto de vista de que es una fuente inagotable; es sabido que los mares y océanos cubre las tres cuartas partes de nuestro planeta, y por tanto, constituyen un enorme depósito de energía en constante movimiento; en la superficie, los vientos provocan las olas, que en condiciones adversas, pueden alcanzar hasta los doce metros de altura, y en las profundidades hay diferencias de temperatura que pueden llegar hasta los veinticinco grados, lo que genera corrientes.

La conjugación de superficie y el fondo, junto con la conjugación de la influencia lunar y solar, es lo que provoca toda esa energía.



Figura 2.6 Diseño de otra forma de Generar Energía por medio de las Olas.

En la Figura 2.6 muestra un diseño de generación por medio de mareas las cuales tienen un movimiento en las aspas de la turbina.

El movimiento de las olas del mar, denominado marea, que produce la energía anteriormente mencionada, se transforma en electricidad en las centrales mareomotrices; lo que se aprovecha, es la energía liberada por el ascenso y descenso de las olas, lo que técnicamente se llama flujo y reflujo. Consiste en aprisionar el agua en el momento en que la marea es alta y liberarla durante la bajamar, obligándola a que pase por unas turbinas.

Entonces, cuando la marea sube el nivel del mar es superior al del agua que se encuentra al encerrar el agua; cuando se abren las compuertas, el agua pasa de una zona a otra del embalse, y estos movimientos hacen que se muevan las turbinas de los generadores de corriente eléctrica, estratégicamente colocados al lado de los conductos por los que circula el agua.

Pero si la marea baja, el nivel del mar es inferior al del agua embalsada, el agua por tanto realiza un movimiento contrario al anterior que también se traduce en electricidad.

Si nos centramos en los movimientos generados por el viento en la superficie del mar, se producen dos clases de movimientos.

Las primeras son observables a simple vista en el mar, aun cuando no haya viento, porque son masas de agua que avanzan de forma constante y cilíndrica, sucediéndose en grupo y de forma paralela en intervalos regulares.

La energía cinética que arrastran es muy poderosa; la técnica utilizada para captar la energía desarrollada por las ondas marinas es bastante sencilla, basta con colocar unos flotadores provistos de vástagos que se desplazan a través de guías, los cuales transmiten la energía generada por los movimientos verticales a generadores eléctricos.

2.5 Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica aprovecha el movimiento del agua para convertirlo en corriente eléctrica comercial. La primera vez que esto se hizo fue en Northumberland (Gran Bretaña) en 1880 y es una tecnología que se sigue aprovechando en la actualidad con pocas modificaciones.

El funcionamiento es sencillo, convierte la energía potencial del agua a cierta altura en energía eléctrica. Se permite la caída del fluido y la energía potencial se convierte en cinética alcanzando gran velocidad en el punto más bajo; en este punto se le hace pasar por una turbina y provoca un movimiento rotatorio en un generador que a su vez se convierte en energía

eléctrica de tensión y frecuencia desordenadas. Una vez extraída la energía eléctrica el agua se devuelve al río para su curso normal, pudiéndose aprovechar de nuevo para obtener energía eléctrica aguas abajo o para el consumo humano.

Este tipo de centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica, aunque inicialmente ésta será desordenada, no comercial. Hay dos tipos fundamentales de turbinas para aprovechar la energía hidráulica, turbina Pelton y Francis-Kaplan; la primera se utiliza en el caso de saltos superiores a 200 metros y pequeños caudales, normalmente para presas situadas en zonas de alta montaña; las segundas son más indicadas en el caso de saltos menores.

En la figura 2.7 se muestra un esquema de este tipo de generación, con las partes principales de la mayoría de las hidroeléctricas, las cuales consta de: una presa, una tubería, una turbina produciendo una energía mecánica, la cual se transmite a el generador, produciendo energía eléctrica, dicha energía es direccionada a el transformador, cuya función es elevar la tensión para disminuir pérdidas.

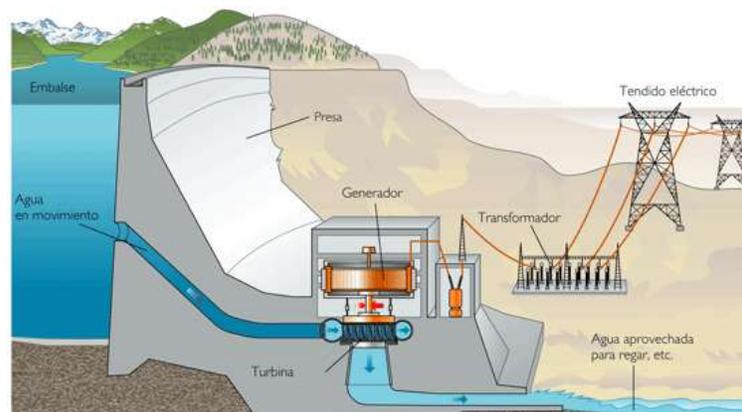


Figura 2.7 Diseño principal de una Hidroeléctrica.

La energía eléctrica llega a una subestación de potencia la cual eleva el voltaje a una alta tensión, y a frecuencia comercial, en México a 60 Hz. Los cables de alta tensión van a trasladar la energía eléctrica por el país llegando a nuestras viviendas a tensión comercial, 127 V en corriente monofásica y 220 V en trifásica. El cambio de alta, media y baja tensión se realiza en transformadores.

Para aprovechar la energía hidroeléctrica necesitamos agua estancada en un embalse o presa situada a una altura por encima del cauce habitual del río; se llama salto de agua, a la diferencia de altura entre el nivel superior e inferior. La ventaja principal respecto a otras energías renovables es que el caudal de agua puede ser controlado, de forma que en el momento de demanda eléctrica dejaremos fluir el líquido generando energía; en el caso que no exista esta demanda mantendremos cerradas las compuertas hasta que vuelva a existir demanda; este es una ventaja respecto a la energía eólica ya que de momento en ésta no se resuelve el problema del almacenamiento.

La energía hidroeléctrica es un recurso natural especialmente indicado para zonas lluviosas o por las que circulan ríos caudalosos; es recomendable que estos ríos tengan cauces poco variables aunque en el caso de ríos con caudales oscilantes se pueden usar los embalses para el almacenamiento de agua en tiempos de sequía.

El principal problema que presentan es que la generación de energía hidroeléctrica, figura 2.8, necesita invertir grandes sumas de dinero por lo que en regiones donde abundan petróleo o carbón no suele ser competitiva; otro inconveniente es que la construcción implica un gran impacto ambiental al ser necesaria la inundación de valles y desplazamiento de población.



Figura 2.8 Hidroeléctrica la Yesca en Nayarit, México.

Citamos anteriormente que la energía hidroeléctrica tiene su principal ventaja en la facilidad de ceder energía en los momentos de mayor demanda; otros puntos a su favor es que durante la explotación el impacto ambiental es mucho menor que en las energías fósiles (no

produce gases de efecto invernadero ni contamina a la atmósfera), su explotación apenas requiere mantenimiento, el almacenamiento de agua también se puede utilizar para regadíos y se evitan inundaciones al poder regular el caudal.

Las centrales hidroeléctricas tienen por fin aprovechar, mediante un desnivel, la energía potencial contenida en la masa de agua que transportan los ríos para convertirla en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a alternadores. En algunos casos muy localizados, en los que el caudal del río asegura una aportación regular de agua, la energía potencial de ésta puede ser aprovechada directamente sin necesidad de embalsar previamente el agua o bien utilizando un embalse muy reducido. Este tipo de centrales recibe el nombre de centrales fluyentes. En los casos más habituales, por el contrario, una cantidad apreciable de agua es retenida mediante una presa, formando así un embalse o lago artificial del que se puede generar un salto de agua, para liberar eficazmente la energía eléctrica. Son las centrales con regulación.

2.6 Energía Solar

La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica.

Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante.

El material más utilizado es el Silicio. Estas células conectadas en serie o paralelo forman un panel solar encargado de suministrar la tensión y la corriente que se ajuste a la demanda.

En Mexicali Baja California fueron integradas las primeras casas en México son sistemas fotovoltaicos interconectados a la red.

En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

En la tabla 2.3 nos muestra la capacidad instalada, así como también el costo del proyecto y el ahorro mensual.

Capacidad del sistema	1 KW
Costo del sistema	\$81,370
Vida útil	30 años
Producción promedio anual	2040kwh
Producción promedio mensual	170 kwh
Ahorro promedio mensual	\$120
Proyecto primer etapa	220

Tabla 2.3 Casas en Mexicali Baja California.

En el primer tipo, la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda. Es el caso de aplicaciones como la electrificación.

Viviendas alejadas de la red eléctrica convencional, básicamente electrificación rural. Servicios y alumbrado público: iluminación pública mediante farolas autónomas de parques, calles, monumentos, paradas de autobuses, refugios de montaña, alumbrado de vallas publicitarias, etc. Con la alimentación fotovoltaica de luminarias se evita la realización de zanjas, canalizaciones, necesidad de adquirir derechos de paso, conexión a red eléctrica, etc.

En la figura 2.9 se muestra el fraccionamiento Valle de las Misiones cuenta con 220 casas económicas con estos sistemas, los cuales son capaz de producir una parte importante de la energía que se consume, con esto se estima una producción de energía eléctrica de hasta un 50% anual de su consumo, resultando en un ahorro sustancial en la facturación.



Figura 2.9 Primer centro de Generación Solar en México conectado a la Red Nacional.

Aplicaciones agrícolas y de ganado: bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos y granjas, suministro a sistemas de ordeño, refrigeración, depuración de aguas, etc.

Señalización y comunicaciones: navegación aérea (señales de altura, señalización de pistas) y marítima (faros, boyas), señalización de carreteras, vías de ferrocarril, repetidores y reemisores de radio y televisión y telefonía, cabinas telefónicas aisladas con recepción a través de satélite o de repetidores, sistemas remotos de control y medida, estaciones de tomas de datos, equipos sismológicos, estaciones meteorológicas, dispositivos de señalización y alarma, etc.

El balizamiento es una de las aplicaciones más extendida, lo que demuestra la alta fiabilidad de estos equipos. Por su parte, en las instalaciones repetidoras, su ubicación generalmente en zonas de difícil acceso obligaban a frecuentes visitas para hacer el cambio de acumuladores y la vida media de éstos se veía limitada al trabajar con ciclos de descarga muy acentuados.

En cuanto a las instalaciones conectadas a la red se pueden encontrar dos casos: centrales fotovoltaicas, (en las que la energía eléctrica generada se entrega directamente a la red eléctrica, como en otra central convencional de generación eléctrica) y sistemas fotovoltaicos en edificios o industrias, conectados a la red eléctrica, en los que una parte de la energía generada se invierte en el mismo autoconsumo del edificio, mientras que la energía

excedente se entrega a la red eléctrica. También es posible entregar toda la energía a la red; el usuario recibirá entonces la energía eléctrica de la red, de la misma manera que cualquier otro abonado al suministro.

2.6.1 Ventajas de un Sistema Solar.

Al no producirse ningún tipo de combustión, no se generan contaminantes atmosféricos en el punto de utilización, ni se producen efectos como la lluvia ácida, efecto invernadero por CO₂, etc.

El Silicio, elemento base para la fabricación de las células fotovoltaicas, es muy abundante, no siendo necesario explotar yacimientos de forma intensiva.

Al ser una energía fundamentalmente de ámbito local, evita pistas, cables, postes, no se requieren grandes tendidos eléctricos, y su impacto visual es reducido. Tampoco tiene unos requerimientos de suelo necesario excesivamente grandes (1kWp puede ocupar entre 10 y 15 m²).

Prácticamente se produce la energía con ausencia total de ruidos.

Además, no precisa ningún suministro exterior (combustible) ni presencia relevante de otros tipos de recursos (agua, viento).

2.6.1 Inconvenientes de un Sistema Solar.

Impacto en el proceso de fabricación de las placas: Extracción del Silicio, fabricación de las células.

Explotaciones conectadas a red: Necesidad de grandes extensiones de terreno Impacto visual.

Capítulo Tercero

Elementos de un Sistema Fotovoltaico

Introducción

La instalación que se estudia es la conectada a la red eléctrica debido a que ya se cuenta con el suministro eléctrico de Comisión Federal de Electricidad. La degradación medioambiental provocada por el uso prolongado e intensivo de los combustibles fósiles, las grandes implicaciones geopolíticas que representan su control y producción, así como la dependencia excesiva de la economía mundial en los mismos.

El norte de México posee un envidiable nivel de radiación solar, cuyo aprovechamiento para la producción de electricidad y en procesos industriales, así como en la producción de combustibles limpios, sería altamente redituable para México y lo alejaría de forma paulatina y segura de la dependencia de los combustibles fósiles, fortaleciendo el área de las energías alternativas, acelerando su economía al diversificar sus medios de producción energética y creando un bagaje tecnológico que asegure la continuidad de una economía verde y limpia.

La radiación solar aporta el mayor flujo de energía del ecosistema terrestre; se calcula que alrededor de 100,000 Tera Watts ($1 \text{ TW} = 10^{12} \text{ Watts}$) inciden sobre la superficie del planeta al año. De tener la capacidad de aprovechar la energía solar que recibimos, considerando que la demanda energética global en ese mismo lapso es de alrededor de 16 TW, ésta aseguraría el contar con más de 6,000 veces los requerimientos actuales de energía de nuestra civilización.

Las ventajas de contar con tecnologías que aprovechen esta fuente de energía son más que evidentes. Éstas han impulsado la realización de investigaciones y desarrollos tecnológicos que se han concretado en ejemplos comerciales de plantas de captación de energía solar (termo-solares) y su conversión a electricidad, para el aprovechamiento en procesos industriales, desalinización del agua de mar y en potabilización y purificación de aguas contaminadas, junto con un impacto económico relevante, tanto en la creación de empleos bien remunerados como en el desarrollo de empresas de servicio alrededor de dicha

industria que impulsan a la economía de las regiones donde se instalan dichas plantas, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

La energía solar térmica concentrada (CSP, por sus siglas en inglés) posee un importante potencial de uso en México, pues el alto nivel de irradiación solar que llega a territorio nacional abre la posibilidad de su aprovechamiento tanto para la producción de electricidad como de combustibles limpios. Esta forma de aprovechamiento de la energía solar se basa en la concentración de los rayos solares en un área de menor tamaño para incrementar el nivel de energía aprovechable, ya sea mediante calentamiento de algún tipo de fluido de trabajo o directamente aprovechada para fundición o evaporación.

Las grandes instalaciones en el desierto de Nevada como el Solar 1 y las Andasol en España (50 mega- watts tan sólo en esta planta), con sus capacidades de producción del orden de cientos de megawatts (MW), y con más de 30 años de experiencia en el uso de estas tecnologías dan prueba de la madurez de las mismas y de su intensivo uso entre las naciones desarrolladas.

A pesar del gran potencial descrito anteriormente, aún no se genera energía eléctrica en México con esta tecnología, y hasta hace sólo unos meses no se habían realizado esfuerzos relevantes para aprovechar este enorme potencial; la reciente creación del Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar (LNCSyQS) el 18 de marzo de 2011, con el que se espera que el resultado de sus investigaciones pueda llegar a la etapa práctica y de comercialización; lo cual ya es un paso dado en la dirección correcta.

La otra forma de aprovechamiento de la energía solar, las fotoceldas, sólo ha sido aprovechada en aplicaciones rurales o en poblaciones no conectadas a la red eléctrica nacional; la actual producción de energía eléctrica por este medio no rebasa de 30 MW, que es un magro aprovechamiento sí consideramos que en otras regiones del mundo como España, Alemania y Estados Unidos hacen un uso extensivo de esta tecnología con instalaciones de varios cientos de MW. La tasa de adopción de estas tecnologías de aprovechamiento solar en México es mucho menos que modesta, y los esfuerzos de investigación y desarrollo en el tema son todavía limitados.

Considerando la gran necesidad de aprovechar de una manera más eficiente nuestras cada vez más escasas fuentes primarias de energía (petróleo, carbón, gas) y brindarle una

nueva vocación industrial al norte de México para sobreponerse a la reciente recesión económica, se vuelve especialmente relevante el uso del potencial energético solar.

Aridoamérica, con sus grandes espacios físicos, su alta incidencia de irradiación y la gran vocación industrial que tienen los estados norteros, serán un elemento clave para el desarrollo de la tecnología de energía solar concentrada y, por ende, del desarrollo de todo México; lo que permitirá impulsar tanto la ciencia y la tecnología energética como también una economía sustentable, el bienestar social y la seguridad, redirigiendo la vocación industrial del norte del país en un momento en que ésta se encuentra en recesión.

Con ello se estarían cubriendo las necesidades energéticas en forma sobrada y reduciendo gradualmente la dependencia de las fuentes fósiles tradicionales (petróleo, carbón y gas), creando así las condiciones para una transición energética inminente hacia fuentes limpias e inagotables de energía, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, reactivando la economía de la región, colocando al país en el foco de nuevas inversiones, en la posibilidad de exportar energía eléctrica limpia hacia los Estados Unidos, así como la manufactura y exportación de productos de aprovechamiento solar y de uso energético eficiente de ésta y otras fuentes de energía, consolidando así una cultura de eficiencia energética y sostenible no solo económica sino también social y ambiental para el muy largo plazo, ya que, como aseguran los astrofísicos de todo el mundo, al sol le resta una vida media aproximada de 5,000 millones de años.

3.1 Insolación en México

La insolación o la intensidad de la luz del sol esta medida en horas de sol efectivas. Una hora de máxima o 100% luz de sol, recibida por una celda equivale a una hora de sol efectivo.

Aun y estando el sol arriba del horizonte, por ejemplo, 14 horas en un día, este sitio solamente recibirá 6 horas de sol efectivo. Por dos razones principalmente, una es la reflexión debido al alto ángulo que presenta el sol con respecto a las fotoceldas. La segunda es también debido al alto ángulo y la cantidad de atmosfera que tiene que atravesar la luz del sol. Cuando el sol se encuentra exactamente encima de las fotoceldas, la luz del sol atraviesa la cantidad más pequeña de atmosfera. En las mañanas y en las tardes la luz del sol atraviesa una mayor cantidad de atmosfera debido a su posición en el cielo.

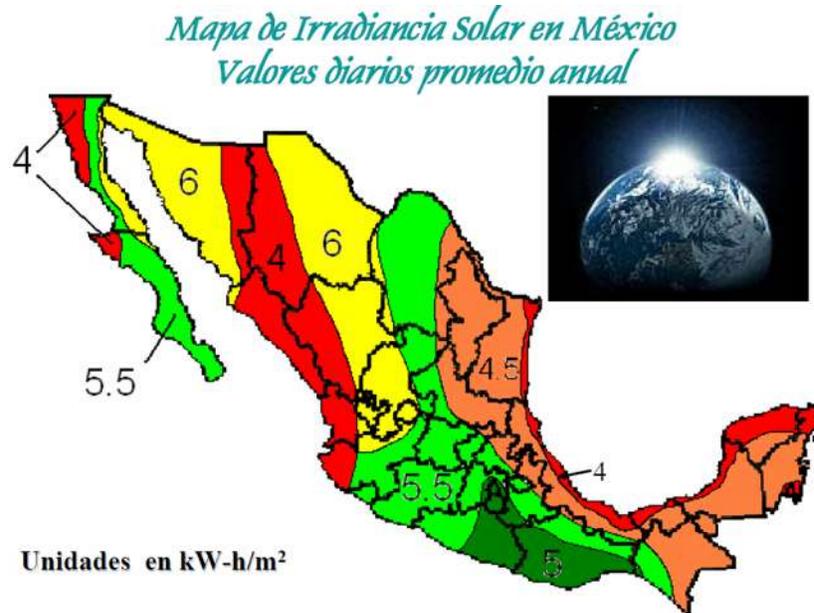


Figura 3.1 Irradiación en México.⁵

En la ciudad de Tacámbaro se cuenta con una insolación de 5.5 kW-h/m² basándose en la figura 3.1 de irradiación en México.

Debido a estos factores nuestras horas más efectivas de luz del sol son de las 9:00 a.m. a 3:00 p.m. Antes y después de estas horas, se está produciendo energía pero a menos niveles.

3.2 Celdas fotovoltaicas, tipos y funcionamiento.

La celda fotovoltaica una de las más comunes la celda de silicio cristalino. El silicio es un material semiconductor, sus propiedades de conductibilidad eléctrica están situadas a medio camino entre los materiales conductores y los aislantes.

Para generar la electricidad se necesita de un efecto fotoeléctrico. En este caso los electrones de la red absorben los fotones. La energía que aportan estos fotones rompen los enlaces y generan nuevos pares electro-huecos; el campo eléctrico de la unión P.

La celda fotovoltaica suele estar formada por dos capas de semiconductores con dopados diferentes. La capa sobre la que incide la luz solar es de tipo N, dopada generalmente con fósforo; la capa inferior es de tipo P, dopada con boro. Para poder extraer la energía

⁵ http://www.iie.org.mx/proyecto/fotovoltaico/FOROFV_2011/programa.php

generada por la luz solar en la célula es preciso conectarla eléctricamente. En la capa inferior se introduce generalmente una capa conductora de plata o aluminio.

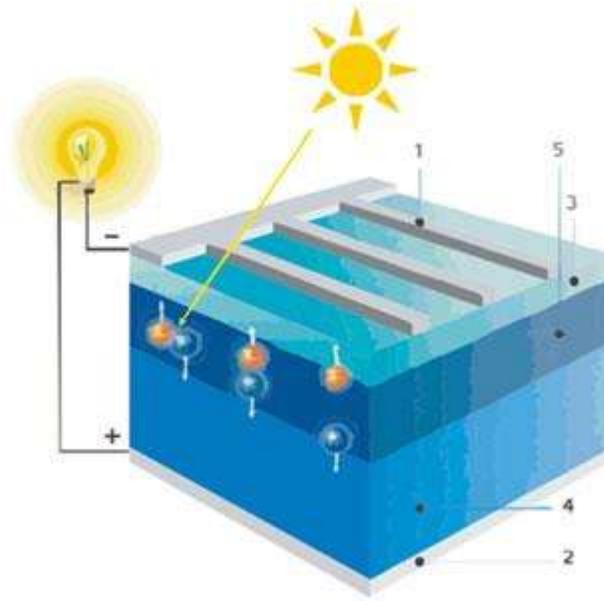


Figura 3.2 Diseño y funcionamiento de una célula solar de silicio cristalino. En (1) la reflexión y el efecto de sombra causado por los contactos eléctricos de la cara visible de la célula, (2) electrodo positivo, (3) electrodo negativo, Silicio con dopado N, (4) silicio con dopado P y (5) capa limite.⁶

La celda convencional se fabrica mediante una capa P (habitualmente de silicio dopado con boro), con un espesor de 100 y 500 micras, sobre lo que se difunde una fina capa de fósforo (con un espesor de entre 0.2 y 0.5 micras) para obtener una unión PN. Habitualmente se trata de reducir la reflexión de la luz solar en la celda creando en sus superficies pequeñas pirámides, en el proceso denominado texturización en la figura 3.2 se presenta un ejemplo.

Tipos de celdas fotovoltaicas en el mercado y en los laboratorios de investigación coexisten celdas y módulos solares de muy diversos tipos. Las más comunes son las de silicio monocristalino, las de silicio policristalino y los módulos de capa fina. Junto con estos tres tipos, existen otros de carácter experimental, en ocasiones con rendimientos superiores pero de presencia en el mercado muy reducida.

En la figura 3.3 muestra las celdas de silicio monocristalino poseen una estructura muy uniforme. Se fabrican en cilindros que posteriormente se cortan en obleas; su fabricación es lenta y consume mucha energía. Las mejoras en la eficiencia del silicio policristalino han

⁶ (Vallina, 2010)

hecho disminuir la presencia en el mercado de las células de monocristalino. Tradicionalmente más caro que el silicio policristalino, el precio de ambos se ha aproximado en gran medida a día de hoy.

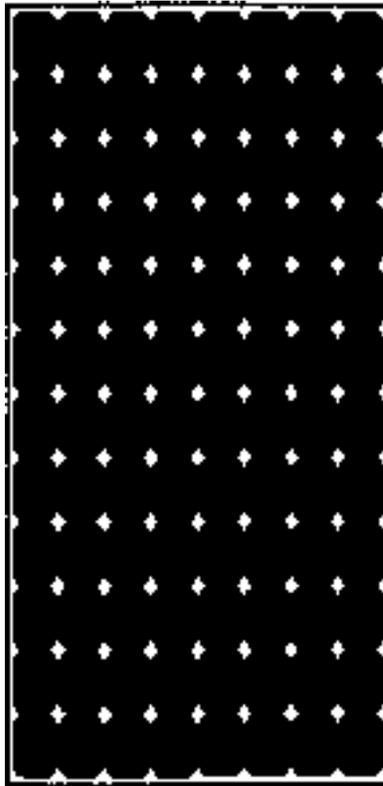


Figura 3.3 Panel Fotovoltaico Monocristalino.

En la Figura 3.4 muestra las celdas de silicio policristalino tienen una estructura no uniforme; se fabrican en moldes rectangulares, y su costo de fabricación es menor que del silicio monocristalino. Hoy en día, la mayor parte de los paneles solares que se comercializan están formados por células de silicio policristalino. La eficiencia de las celdas de policristalino hasta hace unos años era sensiblemente más baja que la eficiencia de las de silicio monocristalino. Sin embargo, el rendimiento del primer viene igualando, en los últimos tiempos, el del segundo. Los paneles de silicio policristalino poseen en 2010 una eficiencia de entre el 13 y 16 por ciento, si bien se trata de valores que aumentan sensiblemente cada año.

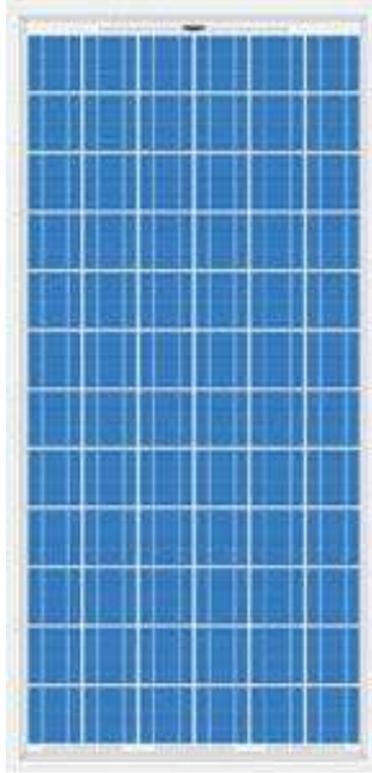


Figura 3.4 Panel Fotovoltaico Policristalino.

Celdas de capa fina vienen fabricándose desde la época de los noventas. Los materiales que se suelen usar como semiconductor son los de silicio amorfo, el cobre-indio-diselenio, el telurio de cadmio y el cobre-indio-galio-selenio. Los paneles de capa fina fabricados con silicio amorfo poseen un rendimiento estabilizado de alrededor del 6 por ciento. Debido a la elevada absorción luminosa de los materiales semiconductores que se emplean en ellas, basta una capa de 0.001 mm para efectuar su labor de conversión de la energía solar en electricidad. Las temperaturas de fabricación son más bajas y, por tanto, la cantidad de energía consumida en el proceso es menor; además, su eficiencia es mayor en condiciones de luz difusa. No obstante, la tecnología posee también desventajas: en el caso de silicio amorfo, la eficiencia es baja; en los otros casos, el uso de cadmio, material sumamente tóxico, hacen el proceso de fabricación complejo y contaminante. Una tecnología alternativa al respecto es la que emplea óxido de titanio, un material relativamente inocuo y de barata fabricación.

Las pérdidas que limitan su rendimiento son:

- La sombra causada por la conexión eléctrica y reflexión de parte de la radiación solar 3%.

- Energía de los fotones demasiado baja como para poder romper el enlace de silicio y generar un par electrón-hueco: 22%.
- Energía de los fotones demasiado elevada para romper el enlace de silicio: 30%.
- Pérdida de energía debido a la recombinación de electrones y huecos: 8%.
- Pérdida de tensión de la célula: 20%.
- Pérdidas en las resistencias: 0.5%.

Todo ello limita el rendimiento global de la célula fotoeléctrica en aproximadamente el 16%.

3.3 Inversor

Los inversores son el enlace que existe entre la instalación solar (corriente continua) y la red eléctrica y sus cargas (corriente alterna). En las instalaciones conectadas a la red, el inversor es un elemento de extrema importancia. No solo realiza la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos, sino que también debe sincronizar la onda generada con la de la corriente eléctrica de la red.

Además el inversor cumple en una instalación conectada a la red otra función primordial: garantizar que los paneles trabajen tan cerca del punto de máxima potencia como sea posible. Existen algunos inversores con varios seguidores del punto de máxima potencia (MPP), que permite trabajar con dos o tres orientaciones diferentes de la misma instalación: se trata de una opción útil, por ejemplo, en una cubierta a dos aguas.



Figura 3.5 Inversor Fotovoltaico.

El inversor mostrado en la figura 3.5 muestra diferentes formas de conectar los módulos de una instalación y disponerlos en relación con el inversor. Algunos de ellos son:

- Inversor central todas las cadenas de información se conectan en el mismo inversor, cuya tensión de entrada será la de cualquier de las cadenas y cuya corriente de entrada será la suma de la que estos proporcionen.
- Varios inversores cuando la potencia instalada supere cierto límite, se pueden emplear varios inversores, cada uno de conectado a un grupo de cadenas. Este esquema es ideal cuando en una misma instalación hay grupos de paneles con diferentes condiciones de irradiación (potencia incidente por unidad en una superficie), orientación, entre otras cosas.
- Funcionamiento maestro-esclavo (master-slave) es posible disponer varios inversores de potencia pequeña, de modo que uno no actúa como maestro. Cuando los niveles de irradiación son reducidos, solo actúa el maestro, lográndose así una eficiencia en la conversión mayor que si estuviese operando todos a la vez. Cuando la irradiación aumenta, van entrando sucesivamente en funcionamiento los inversores esclavos.
- Inversores de módulo aunque todavía está poco extendido, otro esquema de instalación es aquél en el que cada módulo está dotado de un pequeño inversor. Con ello se independizan las condiciones de funcionamiento de cada uno de los paneles y además, la instalación resulta más escalable (es más fácil aumentar su tamaño).

El rendimiento de los inversores depende de la potencia suministrada y de la tensión de entrada en continua. En general, será mayor cuando estos valores estén más próximos a los valores nominales del inversor.

3.4 Elementos auxiliares

Los elementos más importantes de una instalación eléctrica conectada a la red son el generador fotovoltaico y el inversor. Sin embargo, para el adecuado funcionamiento del sistema se necesitan también algunos elementos auxiliares, sin los cuales la instalación no podría funcionar. Son los elementos tales como el cableado, los conectores de los paneles, los interruptores y elementos de protección de la instalación, los contadores de consumo, etc.

3.4.1 Cableado

En general, los cables deben resistir la intemperie (diferencias de temperaturas, resistencia al ozono, a los rayos ultravioleta, etc.), se debe de contar con un sistema anti roedores debido a que el cable es muy susceptible, esto distingue principalmente entre tres tipos diferentes de cableado.

- Cableado de unión de los módulos para formular strings (secuencia ordenada).
- Cableado principal de corriente continua que conduce la electricidad hasta el inversor.
- Cableado de corriente alterna que conduce electricidad desde el inversor hasta la red eléctrica.

Para los dos primeros tipos de cableado se emplean cables de un solo conductor, es decir, el polo negativo y el polo positivo no deben de ir juntos. Por lo contrario, para el cableado de corriente alterna en los sistemas trifásicos como es nuestro caso se requiere de cinco conductores (tres fases, neutro y tierra). Para potencias grandes (a partir de 50 kW), sin embargo, se suelen usar cables unifilares para cada fase y para el neutro.

3.4.2 Conectores

Hace algunos años, para conectar los módulos fotovoltaicos entre sí se abrían sus cajas de conexión y se enlazaban los paneles introduciendo los cables en las correspondientes terminales y apretándolos con tornillos. Desde hace algún tiempo, sin embargo, se han impuesto diversos tipos de conectores rápidos, que permiten agilizar las operaciones de montaje y proporcionar más seguridad a las conexiones.

3.4.2 Interruptores

Otro de los elementos auxiliares de importancia son los interruptores de corriente continua y de corriente alterna. En los cuadros de conexión que agrupan varias cadenas de información se suelen instalar, como ya se ha mencionado, los interruptores seccionadores para facilitar la desconexión de parte de la instalación.

En los cuadros de conexión, para grandes potencias, se emplean interruptores de cuatro polos o tetrapolares; se emplean dos polos para el positivo y dos polos para el negativo, con lo

que se duplica la capacidad de corte y seccionamiento, puesto que cada polo se corta en dos puntos.

3.4.3 Conexión a tierra

Las conexiones a tierra, al igual que en otras instalaciones eléctricas, deben proteger a las personas contra posibles riesgos eléctricos. En una instalación conectada a la red se proporcionan dos conexiones a tierra: una en la parte continua y otra en la parte alterna. La puesta a tierra puede efectuarse, entre otros mecanismos, con varillas a tierra.

3.5 Baterías

Es una forma de almacenamiento de energía para que se pueda consumir en momentos en los que el sol no es lo suficiente para tener un voltaje y corriente adecuado.

Los tipos de baterías más comunes en los sistemas son las de plomo de ácido (similares a las baterías de los automóviles), las cuales relativamente baratas y capaces de cargarse con corrientes eléctricas de muy diversa intensidad.

Las baterías constan de unas celdas las cuales se muestran en la figura 3.6, cada una de ellas con una tensión nominal de 2v. Las celdas se conectan en serie y se agrupan en una armazón común para ofrecer la salida correspondiente, en los sistemas grandes se conectan celdas individuales o baterías enteras en serie o paralelo, según las necesidades del sistema.

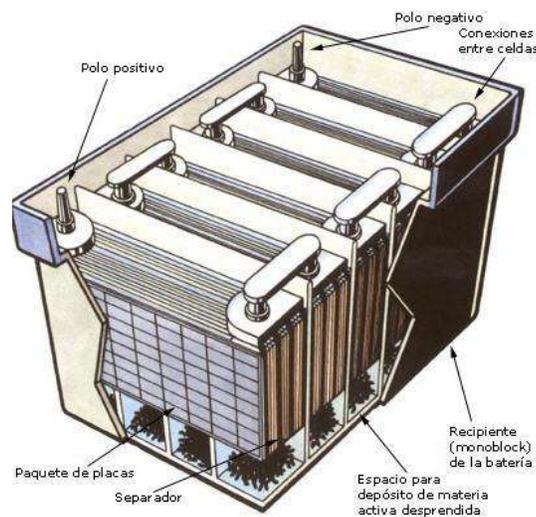


Figura 3.6 Corte de una batería de plomo-ácido.

Existen diferentes tipos de baterías solares:

- Las baterías de ácido abiertas se rellenan periódicamente con agua destilada.



Figura 3.6 Batería abierta.

- Las baterías de ácido cerradas, sin mantenimiento no necesitan rellenarse, pero tienen un ciclo de vida algo más corto que las anteriores, puesto que la carga y la descarga electrolizan una pequeña cantidad de agua y la batería, pasado un tiempo, se seca y queda inservible.



Figura 3.6 Batería ácido Cerrada.

- Un tipo de baterías de plomo-ácido más desarrollado son las baterías de gel. En este tipo de baterías, se añaden aditivos al electrolito, lo que reduce la tendencia a la corrosión y evita la formación de gases. Son baterías sin mantenimiento, se pueden instalar en cualquier lugar y están selladas para evitar la salida del ácido.



Figura 3.6 Batería Gel.

3.7 Regulador de Carga

Es un dispositivo electrónico que cumple dos funciones esenciales en una instalación proteger la batería y tratar de obtener en cada momento la máxima potencia de los módulos fotovoltaicos.

- El regulador controla la carga de la batería e interrumpe la conexión con los paneles en el caso de que esté completamente cargada. A la inversa, cuando su carga desciende de por debajo de cierto umbral, corta la conexión con la red de consumo para evitar que una descarga demasiado profunda dañe el acumulador. También evita las sobretensiones a la entrada de la batería que podrían dañarla y dejarla inservible.
- La mayor parte de los reguladores (exceptuando los muy pequeños) tratan también de garantizar que los paneles operen en el punto de máxima potencia. Midiendo continuamente la salida y realimentando se fija la corriente que proporcionará la máxima potencia para las condiciones atmosféricas en cada momento.



Figura 3.7 Regulador de Carga.

Capítulo Cuarto

Características de la empresa y Diseño

Introducción

El aprovechamiento de la energía solar, se realiza principalmente mediante la utilización de dos tipos de tecnologías:

- *Fotovoltaicas*, que convierten la energía solar en energía eléctrica con celdas fotoeléctricas, hechas principalmente de silicio que reacciona con la luz.
- *Termosolares*, que usan la energía del sol para el calentamiento de fluidos, mediante colectores solares, que alcanzan temperaturas de 40 a 100 °C (planos), o “concentradores” con los que se obtienen temperaturas de hasta 500 °C.

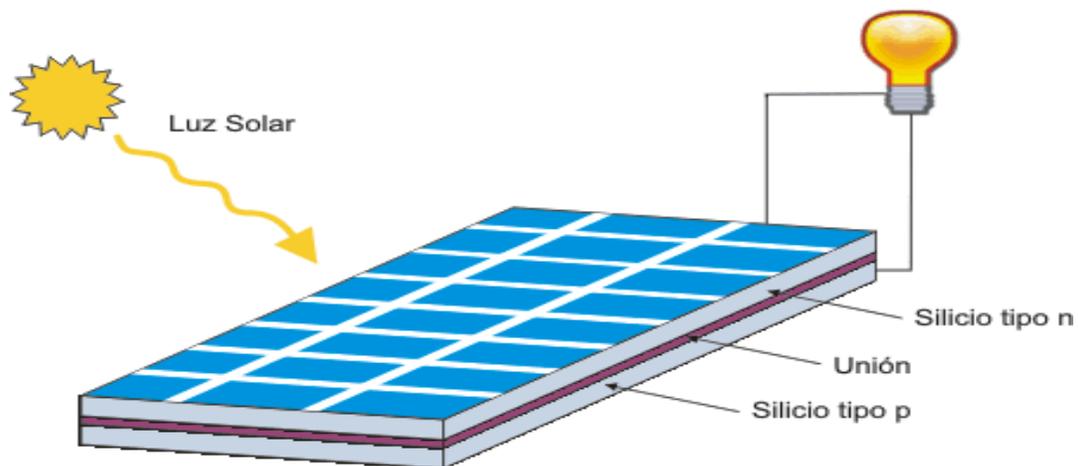


Figura 4.1 Funcionamiento principal de una celda Solar.

En la Figura 4.1 muestra una forma simple de conexión de un panel Fotovoltaico.

Estado actual: de 1993 a 2003, la capacidad instalada de sistemas fotovoltaicos se incrementó de 7 a 15 MW, generando más de 8,000 MWh/año para electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración. Para sistemas termosolares, al 2003 se tenían instalados más de 570 mil metros cuadrados de calentadores solares planos, con una radiación promedio de 18,841 kJ/m² por día, generando más de 270 Gigajoules para calentar agua.

Potencial: con una insolación media de 5 kWh/m², el potencial en México es de los más altos del mundo. Se espera tener instalados 25 MW con tecnología fotovoltaica para 2013, y generar 14 GWh/año. Además se espera contar para 2009 con un sistema híbrido de ciclo combinado acoplado a un campo solar de 25 MW (Agua Prieta II, Sonora).

Costos: los sistemas fotovoltaicos son actualmente viables para sitios alejados de la red eléctrica y aplicable en electrificación y telefonía rural, bombeo de agua y protección catódica, entre otros usos. Los costos de generación e inversión para sistemas fotovoltaicos se encuentran en el rango de 3,500 a 7,000 dólares por kW instalado y de 0.25 a 0.5 dólares por kWh generado.

4.1 Ubicación de la Empresa.

Se encuentra situada a unos kilómetros antes de llegar a Tacámbaro Michoacán el lugar se llama La Viña que pertenece al Municipio de Tacámbaro el cual es una empresa que se encuentra a una altitud de 1867 metros sobre el nivel del mar. Con una ubicación Satelital de 14Q 241291.01 E 2130524.01.

En la figura 4.2 nos muestra la ubicación de la empacadora de aguacate.



Figura 4.2 Mapa de la ubicación de la empacadora de aguacate La Viña.

Esta empresa es una de las más importantes en la exportación de Aguacate en Michoacán, es muy importante el contar con un sistema de generación fotovoltaica, será una alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa.

4.2 Características Eléctricas.

Se cuenta con una conexión a la red de Comisión Federal de Electricidad con un consumo eléctrico en tabla 4.1.

CONSUMO (KWh)	COSTO (\$)	DEMANDA MAXIMA POR DIA (KW)
7.421	1.31	66

Tabla 4.1 Consumo de la empresa.

Tiene un consumo diario de Energía Eléctrica es de 674.66 Wh por día. Por lo que la Demanda máxima por el consumo es de 66 KW por día, con un Factor de Potencia de 0.9972 el cual es muy cercano a uno, lo que nos indica que no genera reactivos, es muy importante para la generación solar debido a que evita calentamientos de las Celdas Solares.

4.2.1 Costo de la Energía Eléctrica.

El costo de la Energía eléctrica en la tabla 4.2.

	COSTO (\$)
Costo por KW-h	1.314
Costo por demanda máxima	163.98
Costo diario	9,751.63
Costo mensual	43,470.83
Costo anual	521, 649.96

Tabla 4.2 Costo de la empresa.

La tarifa en la que se encuentra es la O-M (tarifa ordinaria general de servicio en media tensión).

4.3 Parámetros de voltaje.

Tenemos una potencia de 66 KW diarios con un voltaje de 220 volts trifásicos, la corriente calculada es:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} * V_n * (f.p)} = \frac{66000 w}{\sqrt{3} * (220) * (0.99)} = 174.97 \text{ amp.}$$

Por lo que contamos con un consumo de 20.8 KWH como máximo valor registrado.

4.4 Panel fotovoltaico.

Se realizaron las siguientes cotizaciones de la cuales se requiere un panel de 295 watts que es el de mayor capacidad así se requieren:

$$\text{Cantidad de paneles requeridos} = \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Watts del panel}} = \frac{66000 \text{ watts}}{295 \text{ w}} = 223.72$$

Se consideran 225 paneles fotovoltaicos de la marca SOLARTEC de tipo policristalino debido al redondeo para que te tenga un equilibrio en el diseño y colocación de los paneles, son los que tienen mayor eficiencia.

El valor de cada panel fotovoltaico es:

$$\text{\$} = (\text{Watts} * 1.10) + \text{iva}$$

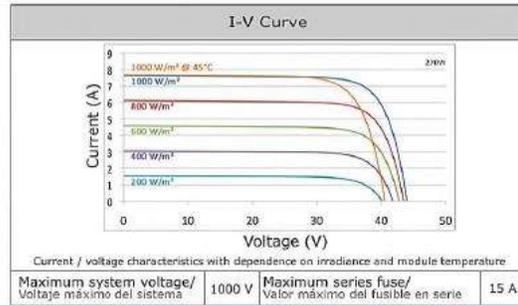
$$\text{\$} = (295 * 1.10) + 16\% = (324.5) + (51.92) = 346.42 * 12.1 = 4195.13 \text{ pesos}$$

En la figura 4.3 muestra los paneles fotovoltaicos Solartec.



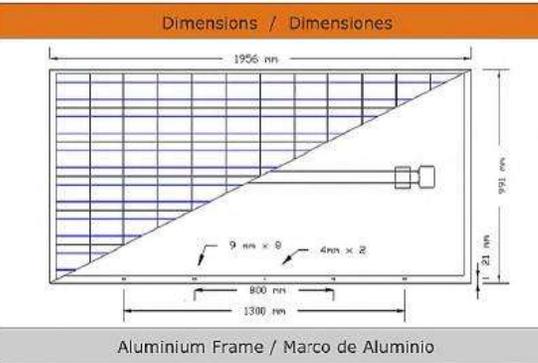
Figura 4.3 Panel Fotovoltaico Solartec.

Specifications / Especificaciones	
Number of cells / Número de celdas	72 (6 x 12)
Module dimensions/ Dimensiones del módulo	1956mm x 991mm
Weight / Peso	22.5 kg
Cable / Cable	100 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 (45 mm) or Without frame
Fire Rating / Clasificación de flama	Class C



156mm Polycrystalline Silicon Cells Solar Module / Panel Solar con Celdas de 156mm de Silicio Policristalino												
Model / Modelo	S70PC-270		S70PC-275		S70PC-280		S70PC-285		S70PC-290		S70PC-295	
	STC	NOCT										
Open circuit voltage (V _{oc}) / Voltaje de circuito abierto	44.00 V	40.50 V	44.20 V	40.70 V	44.20 V	40.70 V	44.40 V	40.90 V	44.40 V	40.90 V	44.60 V	41.20 V
Optimum operating voltage (V _{mpp}) / Voltaje en el punto de máxima potencia	36.00 V	32.50 V	36.52 V	32.90 V	36.75 V	33.10 V	37.01 V	33.40 V	37.47 V	33.70 V	37.82 V	34.00 V
Short circuit current (I _{sc}) / Corriente de cortocircuito	8.20 A	6.64 A	8.25 A	6.68 A	8.32 A	6.73 A	8.38 A	6.78 A	8.42 A	6.81 A	8.48 A	6.86 A
Optimum operating current (I _{mpp}) / Corriente en el punto de máxima potencia	7.50 A	6.02 A	7.53 A	6.05 A	7.62 A	6.12 A	7.70 A	6.18 A	7.74 A	6.25 A	7.80 A	6.31 A
Maximum power (P _{max}) / Potencia máxima	270 W	195.7 W	275 W	199.3 W	280 W	202.8 W	285 W	206.5 W	290 W	210.7 W	295 W	214.7 W
Module efficiency / Eficiencia del módulo	13.87%		14.12%		14.38%		14.64%		14.89%		15.15%	

Temperature Coefficients / Coeficientes de Temperatura					
of I _{sc} / de I _{sc} (α)	+0.062% / °C	of V _{oc} / de V _{oc} (β)	-0.330% / °C	of P _{max} / de P _{max} (γ)	-0.45% / °C



Guarantees / Garantías

Materials comprising photovoltaic modules and any possible defects due to the manufacturing process for 10 years.
Los materiales que componen los módulos fotovoltaicos y los posibles defectos que se deban al proceso de fabricación por un periodo de 10 años.

At least 90% output power provided by the photovoltaic module over 10 years.
Generación mínima del 90% de la potencia de salida nominal del módulo a los 10 años.

At least 80% output power provided by the photovoltaic module over 20 years.
Generación mínima del 80% de la potencia de salida nominal del módulo a los 20 años.

Measured under standard test conditions and normal operating cell temperature (STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5. NOCT: 800W/m², 45±2°C, AM 1.5.)
Medido bajo condiciones de prueba estándar y bajo condiciones de temperatura de operación nominal de la celda (CPS: 1000W/m², 25°C, AM 1.5. TONC: 800W/m², 45±2°C, AM 1.5.)

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%.

Applications / Aplicaciones	Distributed by / Distribuido por
Building Integration Integración estructural	
Solar Power kits and Plants Plantas de energía solar	
Solar Pumping Systems Sistemas de bombeo solar	
Energy Bill Savings Reducción de costos en energía	



Contact / Contacto
Solartec S.A. de C.V.
info@solartec.mx

Carretera Libramiento Norte Km 4.6
Lote No. 9, Parque Industrial Apolo
Irapuato, Gto. México CP 36826
Phone Number: +52 (462) 635 9828



Tabla 4.3 Especificaciones Técnicas de Panel Fotovoltaico de 295 W.

Las islas llevarán la forma de la figura 4.4 son tres módulos.

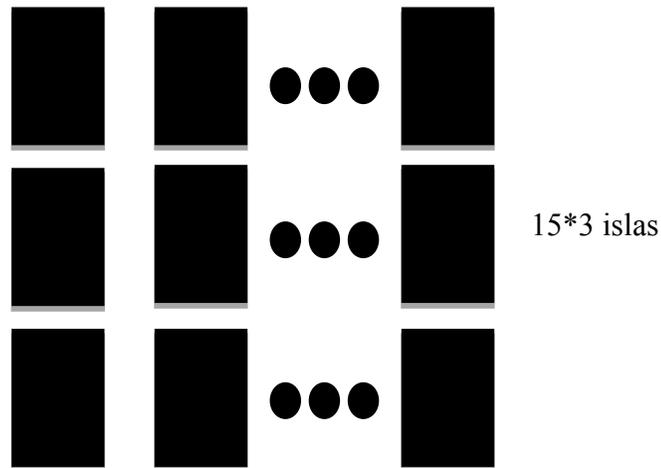


Figura 4.4 Diseño de paneles Fotovoltaicos.

4.5 Inversor.

El inversor es de la marca INGECON SUN Smart 15 TL es uno de los inversores que se requieren utilizar 4 con una capacidad de 15 KW los cuales van a estar interconectados para que nos de la potencia de 66KW que es la que requerimos, este diseño nos va poder suministrar bastante bien la demanda, que se tiene de energía eléctrica en la empresa, donde se representa su diseño:



Figura 4.5 Inversor trifásico.

El inversor trifásico para cubiertas industriales de tamaño medio y para plantas con seguimiento solar. Contiene una etapa de conversión de potencia formada por tres módulos de potencia independientes con un avanzado sistema de seguimiento de punto con máxima potencia (MPPT). Conectores rápidos, como también cuenta con desconexión manual de la red.

Las Protecciones con las que cuenta ya el inversor son, polarización inversa, sobretensiones en la entrada como en la salida mediante descargadores de clase III monitorizados, cortocircuitos y sobrecargas en la salida, fallos de aislamiento y Anti-isla con desconexión automática.

En la tabla 4.4 tenemos las especificaciones eléctricas que nos ayudaran a conocer los niveles de operación. La figura 4.6 nos muestra el diseño de interconexión con la red de suministro Eléctrico. La figura 4.7 nos muestra las dimensiones las cuales son muy importantes debido a que nos indica la dimensión y peso del inversor a instalar.

	10TL	12,5TL	15TL	18TL
Valores de Entrada (DC)				
Rango pot. campo PV recomendado ⁽¹⁾	11,4 - 12,9 kWp	14,25 - 16,25 kWp	17,1 - 19,5 kWp	18,9 - 21 kWp
Rango de tensión MPP	155 - 450 V	145 - 450 V	160 - 450 V	190 - 450 V
Tensión máxima DC	125 - 550 V ⁽²⁾			
Corriente máxima DC por MPPT	22 A	33 A	33 A	33 A
Nº entradas DC	12	12	12	12
MPPT	3	3	3	3
Valores de Salida (AC)				
Potencia nominal AC modo HT ⁽³⁾	10 kW	12,5 kW	15 kW	18 kW
Potencia máxima AC modo HP ⁽⁴⁾	11 kW	13,8 kW	16,5 kW	18 kW
Corriente máxima AC	17 A	24,2 A	25,5 A	26,2 A
Tensión nominal AC	400 V*	400 V*	400 V*	400 V*
Frecuencia nominal AC	50 / 60 Hz			
Coseno Phi ⁽⁵⁾	1	1	1	1
Regulación Coseno Phi	±0,9 a P _{nom}			
THD ⁽⁶⁾	<3%	<3%	<3%	<3%
Rendimiento				
Eficiencia máxima	96,8%	97%	97%	97%
Euroeficiencia	95,2%	95,1%	96,1%	96,1%
Datos Generales				
Refrigeración por aire	234 m³/h	234 m³/h	234 m³/h	234 m³/h
Consumo en standby ⁽⁷⁾	<30 W	<30 W	<30 W	<30 W
Consumo nocturno	0 W	0 W	0 W	0 W
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C
Humedad relativa	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%
Grado de protección	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65

Tabla 4.4 Especificaciones técnicas de inversor 15 TL.

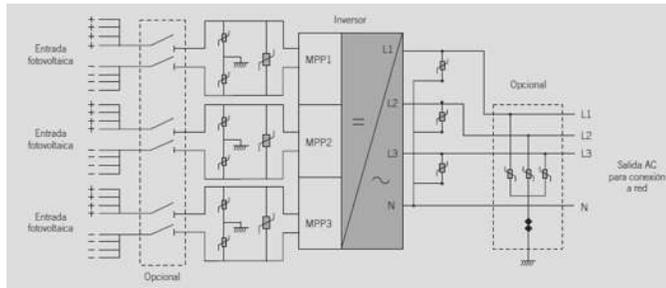


Figura 4.6 Diagrama de interconexión eléctrica.

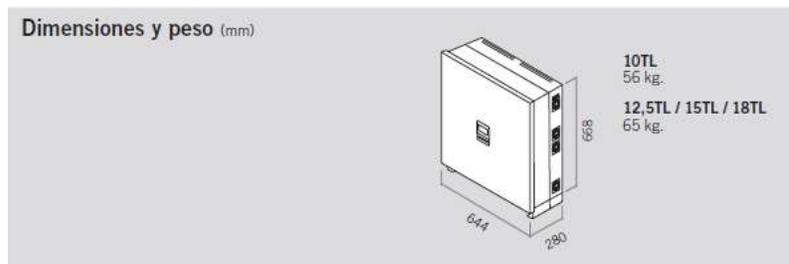


Figura 4.7 Dimensiones y peso del inversor.

4.6 Interface Sistema Fotovoltaico con la Red

La novedosa solución de gestión de la energía de Ingeteam Power Technology, dirigida tanto al mercado doméstico como al comercial e industrial, permite aumentar el grado de autoconsumo de una instalación ajustando la producción energética y el consumo.

En la figura 4.8 muestra un optimizador energético el cual gestiona el encendido y apagado de las cargas controlables y de la producción energética en función de los datos de generación obtenidos de los convertidores de potencia y del consumo total de la instalación. Implementa estrategias de gestión de acuerdo a los distintos elementos que componen la instalación.



Figura 4.8 Interface para conectar a la Red Nacional

Este sistema es válido para el balance neto como también permite la planificación sobre cómo y cuándo consumir la potencia producida.

Mide contantemente el flujo bidireccional de potencia entre la red y la instalación. Esta información es transferida en tiempo real para permitir el desacoplamiento de la instalación con respecto a la red, convirtiéndola en una red aislada para lo cual es necesario disponer del inversor de la misma marca para que tengan una comunicación óptima.

4.7 Banco de Baterías

El consumo total de KWH es de $L_D=20.8$ el cual necesitamos para los paneles los cuales tenemos una autonomía de $F_{SB}=5$ días la cual de los nublados que se presentan en la zona, el tiempo de descarga es de $PD_{m\acute{a}x}=65\%$ es un valor arriba del 50% debido a que si se descarga más del 50% es posible que se dañen las baterías.

Empleamos la siguiente fórmula para conocer la capacidad de los acumuladores.

$$C_B = \frac{L_D * F_{SB}}{PD_{m\acute{a}x}} = \frac{20800 * 5}{0.65} = 160000W_h$$

Para calcular la capacidad de la batería en amperios-hora (A_h) dividimos la capacidad en W_h entre el voltaje nominal de la batería.

$$C_B = \frac{160000W_h}{12 v} = 13333.33 A_h$$

Calculamos el número de Baterías que vamos a requerir para la instalación la que vamos a utilizar es la Blue Top 34M BT DC 5,5 debido a que su costo es más bajo y nos da la un $Corriente = 75A_h$

$$\text{Número de Baterías} = \frac{13333.33 A_h}{75A_h} = 177.7 \cong 178 \text{ baterías}$$



BLUE TOP 34M

Precio: US \$199.26

[Realizar una consulta sobre este producto](#)

[Detalles Tecnicos](#)

Figura 4.9 Batería BLUE TOP 34M.

ARRANQUE Y USO COMBINANDO (ARRANQUE + CICLO PROFUNDO)				
NÚMERO DE MODELO	BT SLI 4,2	BT DC 4,2	BT DC 5.0	BT DC 5,5
FUNCIONAMIENTO				
Voltaje (V)	12	12	12	12
Arranque en frío (-18°C) A	815	765	845	975
Arranque en frío (0°C) A	1000	870	1000	1125
Capacidad de reserva (Minutos)	100	120	140	155
Capacidad (Ah) C/20	50	55	66	75
Resistencia Interna (ohms)	0,003	0,0028	0,0025	0,0025
ESPEC. FÍSICAS				
Longitud (mm)	254	254	309	325
Anchura (mm)	175	175	172	165
Altura (mm)	200	200	221	238
Peso Mínimo (Kg)	17,4	19,7	22,7	26,5
Terminales	Dual SAE & GM	Dual SAE & GM	Dual SAE & GM	Dual SAE & GM
	5/16 Stainless Stud 5/16	5/16 Stainless Stud 5/16	5/16 Stainless Stud	5/16 Stainless Stud
	Stainless Stud	Stainless Stud		
BCI Group	34	34	27	31
** Obligatoria compra adicional de dos BT DC 4,2				

Tabla 4.5 Características eléctricas de la batería BLUE TOP 34M.

En la tabla 4.5 son las características eléctricas de la batería BLUE TOP 34M la cual fue la que seleccionamos como ideal para el auto abastecimiento del Sistema Eléctrico de la empresa. Se colocarán 4 módulos para cada inversor.



Figura 4.10 Diseño de Banco de Baterías.

parámetros técnicos de lade carga solarcontrolador modelo	360v200a
corriente nominal de cada panel de energía solar	20a
máximo voltaje de la energía solar del panel	630v
la máxima potencia del panel solar	72kw
número de panel de energía solar array	10 circuits
la función	de carga y de control
el entorno operativo	La temperatura:- 10- 40 & deg; c La humedad& le; 80%
Detener la carga de tensión de los circuitos 1&2 solarel panel	435v& plusmn; 5
La reanudación de la tensión de carga de los circuitos 1&2 solarel panel	433v& plusmn; 5
cable de conexión de siempreBattery(mm)	40
Máxima no- de carga propia consumir(ma)	300
la caída de tensión entre la energía solar y el panelacumulador	0.7v
aplicable de altitud	1000 m

Tabla 4.6 Regulador de carga JINAN DEMING POWER EQUIPMENT.

4.9 Resultados, Costos y Eficiencia

En los resultados nos encontramos los siguientes gastos:

ELEMENTOS	CANTIDAD	COSTO
Paneles fotovoltaicos	225	\$946,869.75 + IVA
Inversores	4	\$271,724.32 + IVA
Regulador de carga	1	\$759,00.00 + IVA
Baterías	178	\$443,353.50 + IVA
Interface	1	\$100,000.00 + IVA
	SUBTOTAL	\$2,520,948.57 + IVA
	TOTAL	\$ 2,924,300.34

Tabla 4.7 Costo de inversión.

La Eficiencia de los equipos instalados está entre los 97.5 de los inversores y un 15.5 % de eficiencia los Paneles los cuales tienes los más grandes índices de eficiencia por lo que el equipo a instalas es 100% confiable.

Conclusiones

Al realizar el estudio damos por concluido los siguientes valores el costo de la inversión es de \$ 3, 000,000.00 de pesos aproximadamente más mano de obra \$500,000 con los gastos ya pactados por lo que la empresa tiene un pago anual de costo por energía eléctrica con CFE de \$260,824.98 pesos los lo que en un tiempo de seis años y medio estaría terminando de liquidar el costo de la inversión y cada equipo instalado maneja una vida útil de 5 años ampliable a 25 años por lo que pagando las ampliaciones de todo el equipo se estima un valor Total de \$4,000,000.00 pesos con una vida promedio de 25 años nos quedaría para explotar a su máxima capacidad 18 años para producir energía Limpia y Renovable día a día.

Número de pagos Anuales	Pago a CFE	Inversión Sistema Fotovoltaico
1	\$521,649.96	\$ 4, 000, 000.00
2	\$1, 043, 299.92	
3	\$1, 564, 949.84	
4	\$2, 086, 599.84	
5	\$2, 608, 249.8	
6	\$3, 129, 899.76	
7	\$3, 651, 549.72	
8	\$4, 173, 199.68	Pagada la Inversión

Por lo tanto es ACEPTABLE realizar este proyecto debido a las condiciones que se presentaron.

APENDICE A. Insolación en México.

Tabla A-1. Insolación global media inclinación a a latitud en México en kWh/m2-Día

Estado Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
Aguascalientes Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.1	5.9	5.7	5.1	4.8	4.0	4.0	7.2	5.6
Baja California Sur La Paz	4.4	5.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.3	6.2	5.9	5.8	4.9	4.2	4.2	6.6	5.7
Baja California Mexicali	4.1	4.4	5.0	5.6	6.6	7.3	7.0	6.1	6.1	5.5	4.5	3.9	3.9	7.3	5.5
Baja California San Javier	4.2	4.6	5.3	6.2	6.5	7.1	6.4	6.3	6.4	5.1	4.7	3.7	3.7	7.1	5.5
Baja California Sur S. José del Cabo	5.0	5.6	5.8	5.9	6.9	6.1	5.8	6.2	5.8	5.8	5.2	4.4	4.5	6.3	5.7
Campeche Campeche	4.8	5.7	6.0	5.3	5.4	4.9	4.9	5.3	5.2	5.4	5.0	4.3	4.4	6.0	5.2
Chiapas Arriaga	5.1	5.4	5.5	5.9	5.6	5.2	5.9	5.5	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	5.9	5.4
Chiapas Juan Aldama	4.4	5.1	4.9	4.5	4.5	4.1	4.4	4.5	4.1	4.3	4.4	4.2	4.1	5.1	4.5
Chiapas San Cristóbal	4.0	4.3	4.5	4.5	4.8	4.7	5.4	5.3	4.6	4.2	3.9	3.7	3.7	5.4	4.5
Chiapas Tapachula	5.4	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	5.2	5.1	4.6	4.1	4.3	4.1	4.1	5.4	4.7
Chiapas Tuxtla Gutiérrez	3.8	4.4	4.6	4.8	5.3	5.1	5.4	5.3	4.9	4.4	4.1	3.7	3.7	5.4	4.7
Chihuahua Chihuahua	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.4	6.4	6.5	6.8	6.8	6.0	5.2	5.3	8.9	5.9
Chihuahua Guachochi	3.3	3.5	3.9	4.4	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.1	4.9	4.4	3.3	6.9	6.4
Chihuahua Cd. Juárez	6.0	7.2	7.3	7.3	6.9	6.5	6.3	6.5	6.8	7.4	6.6	5.9	5.9	7.4	6.7
Coahuila Piedras Negras	3.1	3.6	4.2	4.5	4.8	6.0	6.7	6.3	4.9	4.1	3.3	2.9	2.9	6.7	4.5
Coahuila Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.9	5.6	5.2	4.4	3.6	3.3	3.3	5.9	4.8
Colima Colima	4.4	5.1	5.3	5.8	6.0	5.2	4.9	5.0	4.6	4.4	4.4	3.9	3.9	6.0	4.9
D.F. Tacubaya	5.4	6.0	6.4	5.9	5.3	5.1	4.5	4.9	4.5	4.8	5.2	5.2	4.5	6.4	5.3
Durango Durango	4.4	5.4	6.5	7.0	7.5	6.8	6.0	5.6	5.7	5.1	4.8	3.9	3.9	7.5	5.7
Guanajuato Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6.0	6.0	5.9	5.8	5.2	4.8	4.6	4.4	6.6	5.6
Guerrero Acapulco	4.8	5.3	6.1	5.9	5.6	5.1	5.3	5.4	4.9	5.2	5.0	4.7	4.7	6.1	5.3
Guerrero Aguas Blancas	5.8	5.9	6.0	5.8	5.8	5.4	5.6	5.8	5.5	5.6	5.5	5.5	5.4	6.0	5.7
Guerrero Chilpancingo	4.1	4.5	4.9	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.8	5.2	4.7
Hidalgo Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6.0	5.7	5.9	5.8	5.3	4.9	4.6	4.2	4.2	6.8	5.4
Jalisco Colotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.8	5.6	5.8	5.3	4.9	4.1	4.1	8.2	5.9
Jalisco Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.8	4.0	4.0	7.7	5.6
Jalisco L. de Moreno	4.5	5.3	6.1	6.7	7.2	6.1	5.8	5.6	5.5	5.0	4.7	4.0	4.0	7.2	5.5
Jalisco Puerto Vallarta	5.2	5.7	6.0	5.8	5.7	5.5	5.6	5.7	5.5	5.6	5.2	4.7	4.7	6.0	5.5
México Chapingo	4.5	5.1	5.6	5.8	5.9	5.4	5.2	5.2	5.0	4.7	4.6	3.9	3.9	5.9	5.1
Michoacán Morelia	4.2	4.9	5.5	5.8	5.9	5.2	5.0	5.1	4.9	4.6	4.3	3.7	3.7	5.9	4.9
Nayarit Tepic	3.9	4.3	4.8	5.5	6.1	5.3	4.9	5.3	4.4	4.4	4.0	4.8	3.9	6.1	4.8
Nuevo León Monterrey	3.2	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.1	5.6	5.0	3.8	3.3	3.0	3.0	6.1	4.4
Oaxaca Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6.0	5.4	5.9	5.6	5.0	4.9	4.8	4.4	4.4	6.0	5.3
Oaxaca Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5.0	5.6	5.9	5.2	5.9	5.7	5.2	5.0	6.6	5.8
Puebla Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.8	5.8	5.2	5.0	4.7	4.4	4.4	6.4	5.5
Querétaro Querétaro	5.0	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.3	5.4	5.0	4.4	4.4	6.9	5.9
Quintana Roo Chetumal	3.9	4.7	5.4	5.7	5.3	4.7	4.9	5.0	4.5	4.4	4.0	3.7	3.7	5.7	4.7
Quintana Roo Cozumel	3.9	4.6	5.3	5.7	5.2	4.8	4.9	4.9	4.6	4.4	4.0	3.8	3.8	5.7	4.7
San Luis Potosí Río Verde	3.6	4.0	4.6	4.9	5.4	5.6	5.8	5.8	5.1	4.3	3.7	3.3	3.3	5.8	4.7
San Luis Potosí San Luis Potosí	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.4	6.0	5.5	4.7	4.2	3.7	3.7	6.4	5.4
Sinaloa Culiacán	3.6	4.2	4.8	5.4	6.2	6.2	5.4	5.1	5.2	4.6	4.2	3.4	3.4	6.2	4.9
Sinaloa Los Mochis	4.9	5.4	5.8	5.9	5.8	5.8	5.3	5.5	5.5	5.8	4.9	4.3	4.3	5.9	5.4
Sinaloa Mazatlan	3.9	4.8	5.4	5.7	5.7	5.6	4.8	4.9	4.7	5.0	4.5	3.9	3.9	5.7	4.9
Sonora Ciudad Obregón	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.7	6.4	6.5	6.8	7.3	6.0	5.2	5.3	7.2	6.5
Sonora Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.9	5.8	6.3	5.9	5.1	5.6	4.5	7.3	6.0
Sonora Hermosillo	4.0	4.6	5.4	6.6	8.3	8.6	6.9	6.6	6.7	6.0	4.7	3.9	3.9	8.6	6.0
Tamaulipas Soto la Marina	3.4	4.2	4.9	4.9	5.1	5.3	5.4	5.4	4.9	4.6	3.7	3.2	3.2	5.4	4.6
Tamaulipas Tampico	3.3	4.1	4.7	6.4	5.0	4.9	4.9	4.9	4.6	4.6	3.7	3.2	3.2	6.4	4.5
Tlaxcala Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4.0	4.0	5.6	5.1
Veracruz Córdoba	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6	4.5	4.1	3.5	3.1	2.8	2.8	4.6	3.7
Veracruz Jalapa	3.2	3.5	3.8	4.3	4.6	4.4	4.9	5.0	4.4	3.7	3.3	3.0	3.0	5.0	4.0
Veracruz Veracruz	3.7	4.5	4.9	5.1	5.1	4.8	4.7	5.1	4.6	4.8	4.1	3.6	3.6	5.1	4.6
Yucatán Mérida	3.7	4.0	4.6	5.2	5.7	5.5	5.7	5.5	5.0	4.2	3.8	3.4	3.4	5.7	4.7
Yucatán Progreso	4.1	4.9	5.4	5.5	5.3	5.1	5.3	5.3	5.0	5.0	4.4	4.0	4.0	5.5	4.9
Yucatán Valladolid	3.7	4.1	3.1	5.4	5.7	5.3	5.4	5.4	4.9	4.2	3.8	3.5	3.1	5.7	4.5
Zacatecas Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.2	5.9	5.4	4.8	4.8	4.1	4.1	7.8	5.8

Ingeteam

OFERTA TÉCNICO COMERCIAL

INVERSORES SMART TL
Y ACCESORIOS

ADRIAN BALTAZAR CEJA ACOSTA

N/Ref: MX-2401213
Fecha edición: 24/01/2013
Autor: KGT

OFERTA TÉCNICO COMERCIAL



CLIENTE ADRIAN BALTAZAR CEJA ACOSTA MX-0840113	INGETEAM SA DE CV Avenida Revolución 643 Local 9, Col. Jardín Español Monterrey, N.L., México, CP 64820 RFC: ING071210B41 web: www.ingeteam.com
PROYECTO: Proyecto 66KWp	
AUTOR: KGT	
Atención: Adrian Baltazar Ceja Acosta e-mail: adrian.bca87@gmail.com	

1. ALCANCE DEL SUMINISTRO

La presente oferta técnico comercial tiene por objeto definir y valorar los suministros y servicios a desarrollar por parte de INGETEAM a petición de ADRIAN BALTAZAR CEJA ACOSTA en relación a 1 instalación en tejado para 66KWp de generación fotovoltaica.

Nuestro suministro incluye:

- Inversores Ingecon Sun Smart 15TL
- Embalaje y expedición de los equipos.
- Transporte hasta Aeropuerto Cd. de México
- Documentación técnica, manuales y certificados.

Adicionalmente y previa solicitud del cliente, se podrá ofertar:

- Sistema de monitorización remota (paquete opcional).
- Servicios de puesta en marcha, operación y mantenimiento (paquete opcional).

Ingeteam S.A. de C.V.

Pág. 2

2. CONDICIONES ECONÓMICAS

DESCRIPCIÓN	Ud	PRECIO (*)
Ingecon Sun Smart 15 TL Descripción técnica contenida en el Anexo 2 de la presente oferta	4	4,294.00 €

TOTAL	17,176.00€ + IVA
--------------	-------------------------

ACCESORIOS OPCIONALES

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	UD.	PRECIO (*)
Tarjetas Ethernet	xx	168.00 €

(*)NOTA: Los precios son unitarios y sin IVA

El precio es válido únicamente para las cantidades ofertadas y para los pedidos recibidos dentro del periodo de vigencia de la presente oferta. Nos reservamos el derecho a ajustar los precios en caso de que el pedido se limite sólo a una parte de lo aquí ofertado. Cualquier material o trabajo fuera de los aquí especificados, o cualquier modificación o mejora en el Equipo o servicio ofertado exigida por el Cliente deberá ser solicitada por escrito, y será cobrada separadamente, al precio que INGETEAM pondrá en su conocimiento.

El precio es neto y sólo incluye los conceptos señalados en la oferta y en ningún caso los impuestos, cargas, o gastos de cualquier tipo que graven el suministro, sin posibilidad de deducciones.

3. FORMA DE PAGO

<ul style="list-style-type: none">1. 50% anticipo mediante transferencia Bancaria
<ul style="list-style-type: none">2. 50% contra aviso de embarque

Esta propuesta de pago puede sufrir modificaciones en función del crédito concedido por nuestra empresa aseguradora de riesgo.

4. PLAZO DE ENTREGA

4-5 semanas desde la confirmación del pedido por parte de Ingeteam

Siempre y cuando el pedido se realice dentro del periodo de validez de la oferta.

Si con anterioridad al comienzo del suministro o durante la realización de éste, el cliente decidiese introducir modificaciones en el proyecto que afecten al suministro, éstas deberán ser acordadas por ambas partes. La eventual aplicación de penalidades excluye la posibilidad de reclamar daños adicionales derivados del retraso. Ninguna penalidad por retraso podrá ser aplicada transcurridos cuatro meses desde la entrega o cuando el Cliente haya incumplido sus obligaciones de suministro de información suficiente y en plazo, así como sus obligaciones de pago.

5. TÉRMINOS DE LA ENTREGA

Tipo de incoterm DDP lugar convenido Cd. de México
Descarga no incluida

El embalaje y transporte especial, montaje y puesta en marcha del equipo no se incluyen en el precio de venta, salvo que estén expresamente indicados en la oferta.

Cuando por pacto contractual la entrega deba realizarse en un lugar señalado por el Cliente, el mismo tiene la obligación de garantizar la buena y permanente accesibilidad a dicho lugar, por carreteras adecuadas, de tal manera que el transporte del equipo, teniendo en cuenta su tamaño previsto y demás características, sea factible. Si el Cliente incumple esta obligación, la entrega se entenderá realizada en el momento en que INGETEAM anuncie la disponibilidad para el envío, y el Cliente deberá asumir y abonar todos los gastos que generen las medidas extraordinarias que resulte necesario adoptar para conseguir que el equipo llegue a su destino. Con independencia del INCOTERM elegido, la descarga en destino nunca forma parte del suministro de INGETEAM.

6. ACCESORIOS Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO.

Todos los accesorios, suministros o servicios que no hayan sido mencionados en el punto 2 no forman parte del suministro y no están incluidos en el precio ofertado. En concreto, están excluidos los siguientes:

- Armario de conexiones previo al inversor.
- Cajas de conexión del campo fotovoltaico.
- Cableados exteriores a los inversores y armarios suministrados.
- Interconexiones de los suministros con elementos externos.
- Obras civiles, bancadas de los armarios, etc.
- Ubicación y montaje de los suministros en su emplazamiento final.
- Elementos para la extracción de calor en la sala de inversores.
- Puesta en marcha de los equipos (se ofrece opcionalmente con coste adicional).
- Asistencia post-venta en campo (se ofrece opcionalmente con coste adicional).
- No se incluyen los equipos PC ni en sala de inversores ni en puesto remoto.
- Interconexión de los paneles.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Se entregará la siguiente documentación:
- Ficha técnica del equipo.
- Curva de rendimiento.
- Certificado de cumplimiento de normas y protecciones.
- Manual de instalación del inversor.
- Manual de instalación de accesorios de comunicación.
- Manual de usuario del inversor.
- Manual de usuario del software de comunicaciones.

Toda la documentación técnica será entregada en idioma español.

7. GARANTÍA

Condiciones de garantía según **Anexo 1** de la presente propuesta. Si desea contratar otro tipo de garantía o servicio post-venta adicional, consultar a INGETEAM.

8. LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

INGETEAM responderá de los daños y perjuicios directos que se deriven al Cliente o a terceros por el incumplimiento de sus obligaciones contractuales, por defectos del producto, o por acciones u omisiones de sus empleados o subcontratados, hasta un máximo total para reclamaciones, sean del tipo que sean, incluyendo penalizaciones e intervenciones de reparación o reposición al amparo de las garantías otorgadas al Cliente, del cincuenta por ciento (50%) del precio total del Equipo que ha dado lugar a la reclamación. **INGETEAM no será responsable de los daños y perjuicios indirectos, consecuenciales ni incidentales que puedan sufrir el Cliente o terceros,** tales como pérdida de producción, ingresos o beneficios (*lucrum cessans*), pérdida de disponibilidad, costes de equipo de sustitución, costes de esperas, costes de inversión y otros de tipo financiero, reclamaciones de terceros, etc.

El Cliente conoce y acepta expresamente tales limitaciones de responsabilidad que también serán aplicables respecto de sus clientes y de terceros.

9. PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL

Toda tecnología, diseño, invención, trabajo, proceso, know-how, cálculo, manual, método, solución, idea, mejora, modificación, contribución y en definitiva toda información o documentación asociada que implique propiedad industrial o intelectual desarrollada o suministrada por INGETEAM con ocasión de la oferta, de la ejecución del pedido o incorporada en el diseño o funcionamiento del suministro, será en todo momento propiedad exclusiva de INGETEAM, no pudiendo el Cliente disponer de ella en su favor ni en el de terceros para propósitos distintos del cumplimiento del pedido y de la operación y mantenimiento del suministro, sin el previo consentimiento escrito de INGETEAM.

10. CANCELACIÓN

Acontecimientos inesperados tales como fuerza mayor, alteración de condiciones económicas, cambios en el contenido de las prestaciones que influyan considerablemente en los trabajos a realizar, etc., así como impagos del Cliente, legitiman a INGETEAM a desistir total o parcialmente del contrato con tan sólo comunicarlo por escrito sin deber de indemnización.

11. RESERVA DE DOMINIO

El objeto del suministro pasará a ser propiedad del Cliente en el momento de su completo pago según los términos contractuales acordados.

12. LEY APLICABLE Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

El contrato y su ejecución se rigen por las leyes Mexicanas. La Convención de Viena de 1980 sobre Compraventa Internacional de Mercaderías no será de aplicación. Para la resolución de cualquier controversia relativa a la interpretación y ejecución de un pedido, contrato o relación legal con el Cliente que no pueda resolverse amigablemente, serán competentes los Juzgados de Monterrey, N.L. México, con renuncia expresa de las partes a su propio fuero.

13. CONDICIONES GENERALES DE SUMINISTRO INGETEAM ENERGY

Con carácter supletorio, para todo lo no previsto en la presente Oferta, el suministro se realizará según las Condiciones Generales de Suministro de INGETEAM que se encuentran a su disposición en la página Web: **www.ingeteam.com**, aun cuando el pedido o las Condiciones Generales de Compra del Cliente difieran de las mismas.

14. OFERTA Y ACEPTACIÓN DE PEDIDO

Validez de la oferta: 30 días

El pedido será vinculante desde el momento en que haya sido confirmado por INGETEAM mediante el envío de la correspondiente Confirmación de Pedido en señal de aceptación, y sólo en aquellos casos en los que el pago adelantado resulte contractualmente exigible, el contrato desplegará sus efectos en el momento en que se haya producido dicho pago.

En la confianza de que la presente oferta sea de su interés, quedamos a la espera de su respuesta. Si necesitan cualquier información adicional, por favor no duden en pedirnosla.

Atentamente,

Kevin Gutiérrez

DIRECTOR GENERAL
INGETEAM S.A. DE C.V.

Monterrey, N.L., a 24 de Enero de 2013

ANEXO 1: GARANTIA INVERSOR INGETEAM

STANDARD WARRANTY CERTIFICATE

INGECON SUN STANDARD INVERTERS

Ingeteam Power Technology S.A. (Hereinafter INGETEAM, a company that manufactures power & control electronics for renewable energy generation systems, with registered office for this purpose at Avenida Ciudad de la Innovación, 13, 31621 Sarriguren, Navarra (Spain), warranties that the Ingecon® Sun standard inverters do comply with the applicable technical requirements and quality standards and that those products are new. INGETEAM warranties the quality and performance of its Ingecon® Sun standard inverters under the following terms and conditions:



Ingeteam Power Technology, S.A.

Energy

Av. Ciudad de la Innovación, 13 E-31621 Sarriguren (Navarra) SPAIN

Tel +34 948 288000 Fax +34 948 288001 energy@ingeteam.com

www.ingeteam.com

PRODUCT WARRANTY INGECON SUN PHOTOVOLTAIC INVERTERS WARRANTY TERMS AND CONDITIONS

1) 5 year Warranty against workmanship or materials

INGETEAM warranties, for a period of 5 years since the inverter is delivered from factory (Ex-Works Ingeteam), that the Ingecon® Sun standard inverters are free of any defects in workmanship or materials that might cause inadequate performance of the inverter in proper conditions of use, installation and maintenance. Should the purchased Photovoltaic Inverter fails to operate properly by the time the present Warranty is in force, due to the arising of defects on its workmanship or materials, INGETEAM will be obliged, depending on the arisen defect, to repair or to replace the defective Inverter. The decision whether to repair or to replace the defective equipment will be held in every case only by INGETEAM

The above mentioned warranty is offered by INGETEAM as standard Warranty for all its standard range of Ingecon® Sun standard inverters. INGETEAM reserves the right to offer extended special Warranty conditions in different countries, according to their different technical and commercial conditions. In that case, these special conditions will be stated in a separate document.

The Warranty terms of this document are given by INGETEAM according to the following terms and conditions:

2) Warranty Exclusions

a) Out of the scope of the present Warranty will be any damages and malfunctions of the Inverters which have their origin in:

- 1) Accidents.
- 2) Negligent, improper or inadequate use.
- 3) Not following the use, installation and maintenance instructions given in the current End User Manual and in the Installation Manual of the respective model of inverter when they were purchased.
- 4) Modifications or repairing attempts that were not been held by authorised personnel by the After Sales Service of INGETEAM
- 5) Damages due to surge, floods, plagues, earthquakes, third parties actions, or any other reasons different to the standard use conditions of the inverters and that are out of the control of INGETEAM.
- 6) Damages due to over voltages coming from the CC side of the solar modules whether from the AC side of the public utility grid.
- 7) Insufficient ventilation of the equipment.
- 8) Inadequate transport conditions.
- 9) Not compliance of the current mandatory installation standards.

b) It will be also out of the scope of this Warranty any inverter with a serial number that has been manipulated or it is unreadable.

c) All complaints concerning aesthetics will not be considered unless they mean a malfunction or a difference in performance compared to the one announced on the technical and commercial brochures of INGETEAM.

d) The Warranty rights established on this document do not cover the shipping costs of the damaged inverters or parts when sending them to the factory to be repaired, neither when receiving them back. Neither more, labour costs due to dismantling of the damaged inverters and reinstallation of the repaired ones are not covered by INGETEAM.

In the event of inverters purchased to be installed within the European Union territory, Spanish Law 23/2003, of the 10th of July, will be applicable in accordance with the European Community Directive 1999/44/CE.

e) Any other Warranty right not mentioned specifically on this document is out of the scope of this Warranty.

Ingeteam Power Technology, S.A.

www.ingeteam.com

3) Claiming of the Warranty Rights

Warranty rights can be claimed during the 5 years the present Warranty is in force and immediately after the failure detection, except for visible defects, in which case the claim shall be lodged within no more than two months after the ExWorks delivery date and always prior to its installation.

Any customer or end user of the Ingecon® Sun standard inverters, that considers himself with enough good reasons to claim for the Warranty rights declared in this document, must proceed as follows:

a) Inform immediately by written document to the supplier of the inverters, or to the authorized dealer, or to the after-sales photovoltaic department of INGETEAM

For that purpose, INGETEAM «Complaint Form» must be fulfilled and attached with a copy of the purchase invoice and the delivery note of the inverter, showing the date of acquisition and the serial number of the inverter.

b) Once the compliant form is received by INGETEAM, the Sales Department will analyse it in accordance with the Warranty scope, and will inform the customer about the steps to be followed.

c) Prior written authorisation from the Sales Department of INGETEAM will be necessary in case the inverters should be sent back to the factory.

Returning of the inverter must be made using the original package. Should this be not possible, INGETEAM might send a new one and charge it to the customer. Damages due to bad transport conditions will not be covered by this Warranty.

d) INGETEAM will try to repair its products within two weeks. Should this be not possible, INGETEAM will contact the customer in order to explain the reason of the delay and to communicate the estimated time to fix the inverter.

e) INGETEAM reserves the right to supply a different model of inverter to cover the Warranty rights, or for any substitution or ampliation, in case that the original model of inverter is not manufactured anymore. All the inverters replaced in case of substitution will be property of INGETEAM.

4) Manufacturer responsibility limitations

a) INGETEAM will not be responsible to the customer, neither directly nor indirectly, by the non-observance or delay in it's Warranty commitments, due to any unforeseeable event such as cases of Force Majeure.

b) The responsibility of INGETEAM derived from the present Warranty will be limited to the commitments detailed here above and to the amount paid in the purchase order by the customer. There exists no liability of any kind of INGETEAM for indirect, special or consequential damage or loss, including but not limited to loss of profits or revenues (lucrum cessans), loss of use of the Equipment, loss of production, cost of substitute equipment, facilities or services, downtime costs, third parties claims, cost of capital, or any other kind of financial loss.

c) The Warranty limitations mentioned here above will be applicable unless they are against legal prescriptions currently running on each country in reference with product responsibility. In the event of conflict with any of those prescriptions, the nullity will affect only to that clause in particular, remaining valid the rest.

In particular, Spanish Law 23/2003, of the 10th of July will be applicable in accordance with the European Community Directive 1999/44/CE , that applies to all inverters purchased to be installed within the European Union territory.

5) Date of validity of this document

This Warranty document is valid from the date of its edition (August 2012) and will be applicable to all the Ingecon® Sun standard Inverters, manufactured from that date and until the date of a new edition, which will be published opportunely on Ingeteam's web page (www.ingeteam.com).

ANEXO 2: DESCRIPCIÓN TÉCNICA INVERSOR

10TL / 12,5TL / 15TL / 18TL**UNA SOLUCIÓN
ROBUSTA PARA
INSTALACIONES
FOTOVOLTAICAS A LA
INTEMPERIE**

Inversor trifásico para cubiertas industriales de tamaño medio y para plantas con seguimiento solar.

Máxima eficiencia con tres entradas MPPTs independientes

Etapa de conversión de potencia formada por tres módulos de potencia independientes con un avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Fácil instalación

Conectores rápidos. Desconexión manual de la red.

Diseño robusto

Envoltorio de acero inoxidable para instalación interior y exterior (bloque de electrónica IP65). Soporta temperaturas extremas.

Fácil mantenimiento

Datalogger interno para almacenamiento de datos hasta 3 meses. Control desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado del frontal del inversor. LEDs indicadores de estado y alarmas Pantalla LCD. Vida útil de más de 20 años.

Softwares incluidos

Incluye sin coste las aplicaciones Ingecon® Sun Manager e Ingecon® Web Monitor para la monitorización y visualización de datos del inversor a través de Internet, así como comunicaciones RS-485.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años**PROTECCIONES**

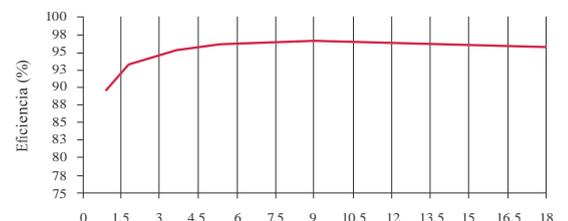
- Polarizaciones inversas.
- Sobretensiones en la entrada y la salida mediante descargadores clase III monitorizados.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Fallos de aislamiento.
- Anti-isla con desconexión automática.

ACCESORIOS OPCIONALES

- Seccionador DC.
- Descargador adicional clase II contra sobretensiones en la salida AC.
- Comunicación mediante Ethernet o Bluetooth.
- Comunicación remota GSM/GPRS mediante módem.
- Contacto libre de potencia indicando de serie fallo de aislamiento u opcionalmente inversor conectado a red.

RENDIMIENTO

Ingecon® Sun 18TL
V_{dc} = 330 V



	10TL	12,5TL	15TL	18TL
Valores de Entrada (DC)				
Rango pot. campo FV recomendado ⁽¹⁾	11,4 - 12,9 kWp	14,25 - 16,25 kWp	17,1 - 19,5 kWp	18,9 - 21 kWp
Rango de tensión MPP	155 - 450 V	145 - 450 V	160 - 450 V	190 - 450 V
Tensión máxima DC	125 - 550 V ⁽²⁾			
Corriente máxima DC por MPPT	22 A	33 A	33 A	33 A
Nº entradas DC	12	12	12	12
MPPT	3	3	3	3
Valores de Salida (AC)				
Potencia nominal AC modo H1 ⁽³⁾	10 kW	12,5 kW	15 kW	18 kW
Potencia máxima AC modo HP ⁽⁴⁾	11 kW	13,8 kW	16,5 kW	18 kW
Corriente máxima AC	17 A	24,2 A	25,5 A	26,2 A
Tensión nominal AC	400 V*	400 V*	400 V*	400 V*
Frecuencia nominal AC	50 / 60 Hz			
Coseno Phi ⁽⁵⁾	1	1	1	1
Regulación Coseno Phi	±0,9 a P _{nom}			
THD ⁽⁶⁾	<3%	<3%	<3%	<3%
Rendimiento				
Eficiencia máxima	96,8%	97%	97%	97%
Euroeficiencia	95,2%	96,1%	96,1%	96,1%
Datos Generales				
Refrigeración por aire	234 m³/h	234 m³/h	234 m³/h	234 m³/h
Consumo en standby ⁽⁷⁾	<30 W	<30 W	<30 W	<30 W
Consumo nocturno	0 W	0 W	0 W	0 W
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C	-20°C a +70°C
Humedad relativa	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%
Grado de protección	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65



APENDICE C. Paneles fotovoltaicos.

[← PANEL SOLAR ERDM 245TP/6](#)



[Ver imagen completa](#)

PANEL SOLAR ERDM SOLAR 250W TP6

Precio: US \$262.50

[Realizar una consulta sobre este producto](#)

800x600

PANEL SOLAR POLICRISTALINO LINEA TOPLINE

Los paneles ERDM-SOLAR "TP/6" son fabricados con celdas Policristalinas con un rango de potencias de 250 W/p. Estos paneles son laminados con celdas de 156 mm y están diseñados para sistemas de interconexión a la red.

Características Mecánicas

Celda solar	Policristalina
No. de celdas	60, 10x6
Dimensiones	1640mm x 990mm x 50mm
Peso aprox.	20 Kg
Cristal frontal	Cristal Templado Estructurado de 3.2mm
Conector	MC4

[Hoja de Especificaciones](#)

The screenshot shows a website interface for solar panels. At the top, there is a search bar and a phone number: 1-800-422-2088 (24/7). Below this is a navigation menu with categories: Solar (PV) Cells, Solar Panels, Grid-Tie Systems, Solar Attic Fans, Off-Grid, Projects, Solar Energy, and Blog. The main content area displays the product page for a 'Canadian Solar MaxPower Solar Panel 295w'. It includes a grid of 36 solar cells, the product name, item number (CS6X-295M), availability information (usually ships in 3-4 business days), and pricing: Regular price: \$679.00, Sale price: \$436.60. There is an 'Add to cart' button.

Cotización que se realizó con estos paneles aumenta el costo de inversión inicial.

APENDICE D. Baterías



[Ver imagen completa](#)

YELLOW TOP D75/25

Precio: US \$206.91

[Realizar una consulta sobre este producto](#)

[Detalles Tecnicos](#)



[Ver imagen completa](#)

RED TOP 78

Precio: US \$199.26

[Realizar una consulta sobre este producto](#)

[Detalles Tecnicos](#)

Aumenta el costo de la inversión al utilizar cualquiera de este tipo de baterías.

Bibliografía

Libro:

[Moro Vallina 2010]

Miguel Moro Vallina, Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Madrid España:
Paraninfo, 2010.

Internet:

[IEEE 2006]

IEEE. Página principal. Estados Unidos. 17 de mayo de 2006. <http://www.ieee.org>

[SENER 2013]

Secretaria de Energía. Energías Renovables. 7 de marzo de 2013.
httpwww.sener.gob.mxresPE_y_DTfee_renovables_mexico.pdf

[IIE 2011]

Instituto de Investigaciones Eléctricas. Proyecto Fotovoltaico. 13 de Marzo de
2012. httpwww.iie.org.mxproyectofotovoltaicoFOROFV_2011programa.php

[ENERGÍA 2012]

Energía Gobierno. Folleto. 29 de Mayo de 2012.
httpwww.energia.gob.mxresPE_y_DTpeFolletoERenMex-SENER-GTZ_ISBN.pdf

[CFE 2012]

Comisión Federal de Electricidad. Energías Renovables. 21 de Marzo de 2012.
<httpwww.cfe.gob.mxsustentabilidadenergiarenovablePaginasdefault.aspx>

[Solartronic 2012]

Solartronic. Irradiación. 12 de Marzo de 2012.
<httpwww.solartronic.comdownloadradiacion.pdf>

[Prosolar 2013]

PROSOLAR. Programa de Fomento de Sistemas Fotovoltaicos en México. 6 de abril de 2013.

http://www.anes.org/anes/formularios/Leyes%20y%20Normas/Leyes/informe_final_ProSolar_Color.pdf

Institución:

[CFE 2012]

Comisión Federal de Electricidad. Curso de Capacitación. Morelia, Mayo/2012.